

МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ М.В. ЛОМОНОСОВА
БИОЛОГИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ
БЕЛОМОРСКАЯ БИОЛОГИЧЕСКАЯ СТАНЦИЯ
ИМЕНИ Н.А. ПЕРЦОВА

МАТЕРИАЛЫ

X НАУЧНОЙ КОНФЕРЕНЦИИ

**Беломорской биологической
станции им. Н.А. Перцова
9 – 10 августа 2006 года**



МОСКВА
2006

Материалы X научной конференции Беломорской биологической станции МГУ: Сборник статей.– М.: Изд. «Гриф и К», 2006.– 240 с.

В сборник включены статьи, подготовленные участниками научной конференции, проведенной на Беломорской биологической станции имени Н.А. Перцова Биологического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова 9 – 10 августа 2006 г., по материалам их докладов. Представлены результаты разнообразных научных исследований, большая часть которых выполнена на Белом море.

*Издание подготовлено при финансовой поддержке РФФИ
(грант 06-04-58076-з)*

Программа конференции

9 августа 2006 г.

Утреннее заседание

Вступительное слово директора Беломорской биостанции МГУ
Александра Борисовича Цетлина.

Поздравления с юбилеем конференции от гостей.

Пленарные доклады

1. *Бергер В.Я.* Продуктивность и промысловые возможности Белого моря.
2. *Романенко Ф.А., Шиловцева О.А.* Изменение температурного режима побережья Кандалакшского залива в XIX–XX веках.
3. *Озернюк Н.Д.* Роль дубликации генов в эволюционных и адаптационных процессах.
4. *Жиров В.К.* Две этики в решении проблемы охраны природы и сохранения биологического разнообразия.

Секция экологии

1. *Кособокова К.Н., Перцова Н.М.* Планктонное сообщество Белого моря в зимний период – результаты исследований ледокольной экспедиции Г/С «Сергей Кравков» в глубоководной части моря (апрель 2003 г.).
2. *Герасимова А.В., Максимович Н.В., Мартынов Ф.М., Саминская А.А.* О долговременных трендах в динамике структуры поселений массовых видов двустворчатых моллюсков в Белом море.
3. *Максимович Н.В., Герасимова А.В.* О характере динамики численности особей в генерациях массовых видов двустворчатых моллюсков Белого моря.
4. *Нинбург Е.А.* Информация о случае массовой гибели гипеид в районе г. Кандалакши.

Вечернее заседание

5. *Краснова Е.Д.* Мейобентос в планктоне: случайность или закономерность?
6. *Фокина Н.Н., Нефедова З.А., Руоколайнен Т.Р., Немова Н.Н., Бахмет И.Н.* Особенности липидного состава литоральных и сублиторальных мидий *Mytilus edulis* L. Белого моря.

7. Бондарева Л.А., Немова Н.Н., Кяйвярйнен Е.И., Крупнова М.Ю., Бахмет И.Н. Роль внутриклеточных протеаз в механизмах соленостных адаптаций у представителей различных таксонов биоты Белого моря.
8. Генельт-Яновский Е.А., Назарова С.А., Полоскин А.В., Волков К.С. Виды-трупоеды в сообществах верхней сублиторали вершины Кндалакшского залива Белого моря.
9. Прокопчук И.П., Руднева Г.Б., Орлова Э.Л., Нестерова В.Н., Александров Д.И. Сравнительный анализ результатов исследования зоопланктона по уловам сетей Джели и WP2 в Баренцевом и Норвежском морях.
10. Полякова Н.В., Старков А.И., Стогов И.А., Кошелева А.Н. Сухих Н.М. Зоопланктон наскальных ванн островов Керетского архипелага Кандалакшского залива Белого моря.
11. Гонтарь О.Б. Фенолого-морфологические аспекты адаптаций дендроинтродуцентов в условиях Кольского Севера.
12. Кизеев А.Н., Жиров В.К. Влияние промышленных загрязнений на состояние ассимиляционного аппарата сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) на Кольском полуострове.

Стендовая сессия

Природопользование

Филиппова А., Цетлин А.Б., Спиридонов В.А. Подводный парк в Кандалакшском заливе Белого моря. Мониторинг и охрана.
 Бутаков Федор. Странная страна зверей, птиц и людей.

Геология, гидрология геоморфология

Авенариус И.Г., Виталь А.Д. Морфоструктурные особенности и ландшафты и морфология береговой зоны полуострова Киндо (Белое море).

Зоология беспозвоночных

Александров Д. И. К биологии гипериид *Hyperiidea* Баренцева моря.
 Анциферова М.П. Морские клещи беломорской литорали.
 Жукова Н. Г. К вопросу о распространении *Nematoscelis megalops* (Crustacea, Euphausiacea). в Баренцевом море.
 Мартынов Ф.М., Герасимова А.В. Гетерогенность литоральных поселений *Mya arenaria* L. по скорости роста особей (Керетский архипелаг, Кандалакшский залив, Белое море).
 Высоких М.Д. Плющева М.В. Особенности люминесценции *Harmotoe imbricata* (Polychaeta, Polynoidea).

Экология

- Амелина В.С., Высоцкая Р.У., Халаман В.В. Использование биохимических показателей для оценки взаимовлияний животных в сообществах обрастания Белого моря.
- Иванова Т.С., Шатских Е.В., Мовчан Е.А. Сезонная динамика питания окуня в оз. Кривое (Карельский берег, Белое море).
- Каменир Ю.Г. The Archimedean Point (Точка опоры).
- Аристов Д.А., Назарова С.А., Генельт-Яновский Е.А., Полоскин А.В. Питание хищных беспозвоночных в прибрежной зоне Белого моря.
- Андерсон Е.А., Мовчан Е.А., Стогов И.А. Структурные характеристики планктонных и донных ценозов нижнего течения реки Кереть.
- Зыкова А.В., Мельниченко А.Л., Савченко А.С., Мокиевский В.О., Цетлин А.Б. Распределение беспозвоночных-падальщиков в зависимости от глубины, типа приманки и времени нахождения приманки в воде.
- Корбут В.В. Многолетние изменения питания морских птиц и беспозвоночные животные литорали Белого моря.

Физиология

- Дунаева Т.Ю., Граф А.В., Соколова Н.А. Влияние острой гипоксии периода раннего органогенеза на развитие потомства белых крыс.
- Васильева О.Б., Трофимова Л.К., Граф А.В., Крушинская Я.В., Маслова М.В., Соколова Н.А., Дунаева Т.Ю. Сравнительный анализ ряда исходных показателей электрокардиограммы небеременных самок крыс и беременных крыс в период раннего органогенеза, обладающих различной степенью устойчивости к острой гипобарической гипоксии.
- Кондратьева И.А., Рябов В.Б., Тишина Ю.В. Взаимодействие клеток беспозвоночных с живыми и неживыми объектами *in vitro*.

Микология и альгология

- Тарасов К.Л. Памяти Евгения Андреевича Кузнецова (1946–2005).
- Бубнова Е.Н., Георгиева М.Л. Биланенко Е.Н. Микобиота *Salicornia europaе* из географически удаленных регионов (побережье Кандалакшского залива Белого моря и Кулундинская степь).
- Жданов И.С. Эпилитные лишайники литорали и супралиторали Кандалакшского залива Белого моря.

Максимова О.В., Мюге Н.С. Фукоиды, новые для Белого моря: морфология, экология, генетические связи.

Марфенина О.Е., Кислова Е.Е. Опыт исследования микроскопических грибов в погребенных морских грунтах (на примере палеонтологического памятника на территории ББС МГУ).

Киташов А. В., Кожушный А.П., Феоктистов С.А., Нурадиева Д.К., Лобакова Е.С. Влияние факторов внешней среды на активность лектинов в талломах трехкомпонентных лишайников.

Общая биология

Любимова К.А. Селективно-индуцированный мутагенез в клетках дрожжей.

Ихтиология

Бурыкина Е.А. Сравнительная оценка методов исследования структуры видов и популяций у морских рыб.

Бурыкина Е.А. Эволюция тресковых рыб и возникновение современных видов трески.

Бурыкина Е.А. Особенности вертикального распределения икринок и личинок трески в Белом море.

Горбунов А.В., Бородин А.Л., Никифоров-Никишин А.Л. Сравнительный анализ микроэлементного состава хрусталика *Syringidae* и *Salmonidae* на примере карпа, белого толстолобика и радужной форели.

Ботаника

Корякин А.С., Москвичева Л.А. Цветение растений в районе Кандалакши в октябре 2005 г.

Жерихина В.Н., Шутова Е.В. Аномально раннее высыпание семян *Picea obovata* Ledeb. (ели сибирской) в районе Лувеньги в 2004 году и их всхожесть.

Орнитология

Панева Т.Д. Результаты учета морских птиц на Мурмане летом 1992 г.

Круглый стол

Ведущий – *Н.Н. Марфенин*. Началось ли глобальное потепление климата?

Ведущий – *Н.Н. Марфенин*. Памятники природы вокруг нас – призыв к коллективному проекту.

10 августа

Утреннее заседание

Секция зоологии беспозвоночных

1. *Жадан А.Э., Неретина Т., Мюге Н., Цетлин А.Б.* Неизвестные палочки.
2. *Марфенин Н.Н., Косевич И.А.* Морфогенетическая эволюция строения колонии у гидроидов.
3. *Бурькин Ю.Б.* Механизмы формирования течений гидроплазмы в колониях гидроидных полипов.
4. *Лезин П.А., Козминский Е.В.* Исследование полиморфизма раковины *Littorina obtusata* методом цветковых измерений.
5. *Жадан А.Э., Водопьянов С., Белова П.А.* Полихеты семейств Opheliidae и Scalibregmatidae: морфология, анатомия и филогения.
6. *Плющева М.В. Плющева М.В., Бритаев Т.А., Мартин Д.* Стратегии жизненных циклов и структура популяций полихет-полиноид *Lepidonotus squamatus* и *Harmothoe imbricata*.

Вечернее заседание

Секция экологии (продолжение)

14. *Кучерук Н.В.* Современное состояние прибрежного бентоса Черного моря.
15. *Нехаев И.О.* Сезонная динамика популяций пресноводных Gastropoda (на примере одной из губ Нижнетуломского водохранилища в районе урочища Сухой порог).
16. *Цыганов А.Н., Мазей Ю.А.* Видовой состав и структура сообществ раковинных амёб (Testacea; Rhizopoda) сфагновых болот побережья Белого моря.
17. *Тихоненков Д.В., Мазей Ю.А.* Распределение гетеротрофных жгутиконосцев на литорали эстуария р. Черной (Кандалакшский залив, Белое море).

Секция альгологии и микологии

1. *Запара Е.В., Белевич Т.А.* Зависимость структуры сообщества морских планктонных водорослей от источника азота.
2. *Михайлова Т.А.* Восстановительная сукцессия после промысла ламинарий в Белом море.
3. *Киреев Я.В., Бубнова Е.Н.* Микобиота бурых водорослей в окрестностях ББС МГУ.

Секция «Хочу все знать!»

1. *Лезин П.А., Флячинская Л.П.* Методика компьютерного моделирования в исследованиях личиночного развития двустворчатых моллюсков.
2. *Андрианов А.В.* О методах обработки данных.
3. *Воронов Д.А.* Биогенетический закон, песочные часы и волчок.
4. *Горяшко Н.А.* Презентация электронного научно-популярного издания «Литторины на литорали», посвященного истории биологических стационаров и некоторых экспедиций Белого и Баренцева моря.
5. *Маркина Н.В.* Наука и СМИ. Нужны ли ученым журналисты?
6. *Стариков Ю.В.* Современные методы в таксидермии на примере музея ББС «Картеш».

Обзоры стендовых докладов

Ведущие – *О.Е. Марфенина, Д.А. Воронов, Н.Н. Марфенин, Н.В. Маркина, А.Б. Цетлин.*

Обсуждение докладов и круглый стол

Ведущий – *А.Б. Цетлин.* Есть ли актуальные задачи, которые нужно решать общими усилиями Беломорского научного сообщества?

Принятие резолюции конференции

Торжественный ужин

11 августа

Экскурсии по окрестностям ББС и в ботанический сад

Отъезд участников конференции

ЕВГЕНИЙ АНДРЕЕВИЧ КУЗНЕЦОВ (1946–2005)

Прощай, размах крыла расправленный,
Полета вольное упорство,
И образ мира, в слове явленный,
И творчество, и чудотворство.

Б.Л. Пастернак

10 июня 2006 г. исполнилось 60 лет со дня рождения замечательного отечественного гидромиколога, одного из основоположников этого направления в науке, доктора биологических наук, члена ряда авторитетных отечественных и зарубежный научных обществ Евгения Андреевича Кузнецова.

К великому сожалению, его уже больше года нет в живых: 8 мая 2005 г. он, совершенно неожиданно для всех нас, скоропостижно скончался.

Я не берусь выяснять, какой вклад внесли в деятельность ББС представители других кафедр и специальностей – это задача их коллег. Но со всей ответственностью могу заявить, что никто из специалистов в области «низших растений» в традиционном понимании не сделал столько на биостанции и для биостанции, как Е.А. Кузнецов.

Поэтому считаю своей непреложной задачей сделать все возможное для увековечения его памяти на ББС.

Е.А. Кузнецов родился в 1946 г. в Риге, где его отец, крупный инженер, занимался восстановлением морского порта, разрушенного во время Великой Отечественной Войны. Впоследствии он жил в Одессе, а со старших классов школы – в Москве.

В университете он специализировался по кафедре низших растений (ныне микологии и альгологии), которую закончил в 1971 г. Уже в студенческие годы он проявил большой интерес к так называемым «низшим грибам» – группе, столь же разнородной в таксономическом отношении, как и традиционные «низшие растения» в целом.

Сейчас уже трудно сказать, что впервые привлекло его внимание к «низшим грибам». Может, посвященные им очень хорошие

лекции доцента Т.П. Сизовой в рамках спецкурса «Микология». Может, что-нибудь другое. Известно только, что официально его направил заниматься водными грибами, особенно наиболее примитивными из них, тогдашний заведующий нашей кафедрой проф. М.В. Горленко. За это Е.А. Кузнецов был ему благодарен до конца жизни.

Курсовую и дипломную работы он выполнял под руководством сотрудницы Института океанологии АН СССР Н.Я. Артемчук. Впоследствии он писал: «...ее пламенный энтузиазм и увлекательные научные беседы навсегда привязали меня к морской микологии». К сожалению, Нина Яковлевна вскоре скончалась, еще в молодом возрасте. Евгений Андреевич всегда считал себя продолжателем ее дела, принявшим от нее эстафету.

Впоследствии он постоянно работал в двух сферах – в области «низших грибов» и в области водных, прежде всего, морских, грибов. Нетрудно видеть, что эти области научной деятельности в значительной мере перекрываются. И вот в этой-то «зоне наложения» деятельность Е.А. Кузнецова была особенно плодотворной.

В 1969 г., будучи студентом, он впервые попал на ББС и с тех пор приезжал сюда многократно, проводя как научно-исследовательскую, так и педагогическую работу. В последний раз он посетил ББС в 2003 г.

Получив диплом, Евгений Андреевич постоянно работал на Биологическом факультете, но на разных кафедрах: ихтиологии, физиологии растений, гидробиологии. В 1985 г. он пришел на родную кафедру. С 1997 г. он был сотрудником кафедры гидробиологии. Работая на кафедре ихтиологии, он преимущественно изучал бактериопланктон рыбоводных прудов по хоздоговорной теме. На эту тему была написана и его кандидатская диссертация, которую он защитил в 1980 г.

Однако Е.А. Кузнецов и тогда ни в коем случае не оставлял свои основные объекты – «низшие грибы». Впоследствии он выражал глубокую благодарность своему руководителю того времени – Б.В. Веригину за то, что тот постоянно шел навстречу своему подчиненному и позволял, наряду с хоздоговорной работой, параллельно проводить изучение грибов, обитавших как в исследованных ими прудах, так и в морях.

В частности, в эти годы он довольно много внимания уделял проблеме анабиоза у «низших грибов».

Эта его деятельность отразилась в целом ряде публикаций 1970-х и 1980-х гг. и составила костяк его будущей докторской диссертации. В те годы Е.А. Кузнецов много ездил как гидромиколог по СССР, особенно на Украину и в Среднюю Азию. Поработал он, и достаточно долго, и в таком экзотическом месте, как остров Врангеля. Кроме того, в ту пору он совершил плавание на научно-исследовательском судне по Тихому и Индийскому океанам.

В 1985–97 гг. он работал старшим научным сотрудником кафедры микологии и альгологии. Работая на кафедре, Евгений Андреевич приобщился и к педагогической деятельности. Особенно регулярно он вел практические занятия по низшим растениям для студентов первого курса зоолого-ботанического отделения нашего факультета. Вел он также занятия на малом практикуме и у студентов третьего курса кафедры микологии и альгологии на ББС. При этом он интенсивно собирал материал для научных исследований. В начале 90-х гг. ему удалось выбраться для сборов материала на берега Байкала и в южную часть Российского Дальнего Востока (Приморский и Хабаровский края). Накопленный материал впоследствии вошел в его докторскую диссертацию.

По не зависящим от него обстоятельствам Евгений Андреевич в 1997 г. покинул родную кафедру. Засуженный профессор МГУ В.Д. Федоров предложил ему работать в той же должности старшего научного сотрудника на возглавляемой им кафедре гидробиологии нашего факультета. За это Е.А. Кузнецов всегда выражал ему глубочайшую благодарность. Однако ему должны быть благодарны и все коллеги, поскольку именно с этого момента начался, пожалуй, наиболее плодотворный период научной деятельности Е.А. Кузнецова, кульминацией которого была защита в 2003 г. докторской диссертации на тему: «Грибы водных экосистем». На кафедре гидробиологии он стал читать спецкурс «Экология водных грибов».

С 2001 г. у него началась очень плодотворная совместная работа с сотрудниками Института прикладной микробиологии, и основным районом полевых сборов стала территория Беломорской биостанции МГУ. Евгений Андреевич стал опять проводить здесь полевые сезоны – уже с чисто научными целями.

В 2005 г. его постигла тяжелейшая утрата – 27 марта после недолгой болезни на 30-м году жизни скончался его сын Дмитрий Евгеньевич, Дима. Несмотря на постигший его удар, Евгений Ан-

дреевич мужественно переносил это испытание и с еще большей силой, совсем с головой отдался работе. Но 8 мая он скоропостижно скончался от инсульта.

Всякая смерть хорошего человека – большое несчастье. Но особенно тяжело и досадно, когда она настигает его в полном расцвете творческих сил, в процессе интенсивной экспериментальной работы, работы над множеством статей, учебных пособий, монографий – одним словом, на взлете.

Подытоживая научное наследие Е.А. Кузнецова, можно сказать примерно следующее.

Е.А. Кузнецовым на обширном фактическом материале доказана теоретическая и практическая важность гидромикологии как самостоятельного раздела биологии.

Результаты его научных исследований показали, что без изучения водных грибов-сапротрофов невозможно получить точную картину функционирования звена редуцентов и прогнозировать процессы биологического очищения; без учета грибов-паразитов нельзя адекватно описать популяционную динамику гидробионтов, включая ценных в промысловом отношении рыб и беспозвоночных.

Е.А. Кузнецов на большом материале проанализировал многие таксономические группы грибов и микоидов (грибоподобных организмов), значительно расширил знания о микобиоте бывшего СССР. Он постоянно развивал и отстаивал идею о микопланктоне, как очень важном компоненте планктона. С помощью нового метода учета водных грибов он изучил закономерности пространственного распределения микопланктона. Им выявлена зависимость численности видового состава водных грибов от наличия субстратной и растворенной органики в воде, а также от общего загрязнения водоемов.

Еще в студенческие годы, работая на ББС, Е.А. Кузнецов серьезно занялся траустохитридами – одноклеточными организмами, исключительно широко распространенными в морях, часто встречающимися в большом изобилии и играющими огромную роль как пищевая база для многих животных. Долгое время траустохитриды относили к оомицетам, которые в те времена считались грибами. Было показано, и не без участия Евгения Андреевича, что траустохитриды крайне далеки и от оомицетов, и от настоящих грибов и показывают некоторое родство лишь с лабиринулидами,

к которым относится, в частности, широко известный паразит морской травы zostеры. В 2003 г. Кузнецов выделил эти две группы (на правах отделов) в самостоятельное царство – микомиксины. Идея выделения такого царства была широко поддержана коллегами за рубежом.

Е.А. Кузнецов значительно расширил представление о возможном круге хозяев плазмодиофорид. Из этих организмов давно широко известен возбудитель килы капусты. Было известно еще несколько видов, также паразитов растений. Кузнецов же обнаружил около тридцати новых видов, в том числе паразитов некоторых беспозвоночных.

Особо следует выделить его работу для ББС. Помимо упоминавшихся постоянных сборов материала, хотелось бы отметить еще некоторые особые моменты. Так, в 1970-е гг. он активно работал с доцентом В.Н. Веховым, изучая zostеру на предмет возможной роли в ее отмирании организма из лабиринтулид. В 1988 г. он провел большую работу по подготовке материала по «низшим растениям» для научной выставки, организовывавшейся к 50-летию ББС. Когда на рубеже веков началась активная работа по инвентаризации биоты ББС, Евгений Андреевич активно включился в нее. Специально для этого он собрал и упорядочил материал не только по объектам своих основных работ, но также специально исследовал некоторые группы водорослей и микоидов, не входившие непосредственно в сферу его интересов. Он выступил как организатор и координатор обобщения данных других исследователей водорослей и грибов (включая лишайники).

Что можно сказать о Е.А. Кузнецове как ученом?

Прежде всего, он был из людей, деятельность которых всегда носит отпечаток профессионализма, за что бы они ни брались. Так и он просто был «обречен на профессионализм». Это касалось и его основной работы, и увлечений. Когда-то он увлекся почтовыми марками – и стал одним из крупнейших в мире филателистов. В последние годы он серьезно увлекался садоводством – достиг и здесь высокого профессионального уровня.

Это был типичный ученый-одиночка. В науке у него практически не было учеников, последователей, своей школы он не создал. Вполне возможно, он планировал сделать это после защиты докторской диссертации – но судьбой на это было выделено слишком мало времени. Печальное следствие такой ситуации – то, что, ско-

рее всего, многие материалы Е.А. Кузнецова, находившиеся в состоянии обработки, никогда не удастся обработать.

В жизни Евгений Андреевич был человеком исключительной доброжелательности и порядочности. Он никогда не выпячивал себя, всегда оставаясь как бы в тени. Мы провели с ним вместе на ББС десять полевых сезонов, лучшего соседа и представить себе невозможно! У меня просто не хватает воображения представить, чтобы мы могли хоть раз поссориться, обидеться друг на друга. С ним это было как-то внутренне, исконно невозможно. В Москве мы контактировали, конечно, меньше, хотя все годы пребывания на нашей кафедре мы – Т.Ю. Толпышева, он и я – сидели в одной комнате. Думаю, найдется не так много таких дружных комнат, как наша.

С какой глубокой и светлой печалью вспоминаю я теперь наше совместное пребывание на биостанции и в Москве! Если б кто-нибудь знал, как его теперь мне не хватает!

К.Л. Тарасов
Каф. микологии и альгологии
Биологического ф-та
МГУ им. МВ. Ломоносова

Этой фразой можно было бы закончить, ибо для любого человека, кто держит сейчас в руках этот сборник, с Евгением Александровичем связано столько, что остальные слова просто не нужны. Эта утрата переживается каждым членом беломорского научного братства. Поэтому все, что сказано ниже, рассчитано на будущих наших коллег, которые, к сожалению, его уже не увидят, но для которых слова Нинбург, Жень Саныч, Шеф, услышанные в наших беседах, не должны остаться непонятными.

Оставшись одни, мы понимаем, какую огромную ношу нес на себе этот человек. Проект коллектива, где школьники могут заняться настоящей наукой, с точки зрения любого здравомыслящего человека кажется абсурдным. Дети должны учиться! Серьезная научная работа не для них. А он смог. Он смог не только создать такой коллектив, но и доказал беломорскому научному миру, что он может занимать равное положение со всеми остальными исследовательскими коллективами, без скидки на возраст его членов. Сейчас, продолжая то, что делал Шеф, я понимаю, каких это требовало усилий: педагогических, организационных, да и физических. И все это умещалось в одном человеке...

Как же все это начиналось? Как появилось это, для многих странное, педагогическое и научное направление? Думаю, что лучше, чем сам Евгений Александрович, об это никто не расскажет. Вот небольшой текст, написанный им самим в нашей внутренней газете от 29 января 2000 г.

«Начало было для меня несколько неожиданным.

После окончания университета меня распределили в Зоологический музей экскурсоводом. Это, пожалуй, было везением – в выпуске кафедры, очень сильном, я был не лучшим, рассчитывать на аспирантуру или что-нибудь в этом роде не приходилось. К тому же работа мне была знакома: года два я подрабатывал внештатным экскурсоводом Музея.

Прошло несколько месяцев моей работы в музее. И вот однажды вызывает меня заведующий Донат Владимирович Наумов и предлагает заняться юннатским кружком. Дело в том, что на институт насел райком партии – организуйте у себя юннатские кружки для василеостровских детей. Я, понятное дело, стал сопротивляться руками и ногами. На-

чальство оказалось, однако, хитрее и умнее, чем мне казалось. Следующая беседа у меня состоялась уже с ученым секретарем института Верой Николаевной Никольской. С чисто женской хитростью она спросила у меня, занимался ли я в каком-нибудь зоологическом кружке. Пришлось ответить, что даже в двух – во Дворце пионеров и в зоопарке.

– А у кого?

– У Дмитрия Ефимовича Родионова и Александра Петровича Паринкина.

– Ну а теперь отдавай им долги!

Заявление Веры Николаевны так меня поразило, что я и согласился.

Выделили нам не помещение даже, а закуток на хорах музея, отгородив его шкафами и витринами с насекомыми. Пришли какие-то дети, убей Бог, не помню сейчас, откуда они взялись. Что с ними делать, я совершенно не знал. Но что-то стали делать. Стали ездить на экскурсии, ловить всякое зверье, завели какое-то подобие аквариумов из набранной по зиновским (ЗИН – Зоологический институт Академии наук) лабораториям посуды.

Экскурсионный обычай установился такой. Мы встречались у института каждое воскресенье и куда-нибудь ехали. Кто собрался, те и поехали, сколько бы народу ни набралось. В любую погоду. Бывало, что вдвоем-втроем ездили, а пару раз ребята ездили и без меня. К концу года все, кто, разумеется, остался, довольно прилично знали местную водную фауну.

Близилось лето, возникла мысль организовать детскую экспедицию. Оставалось решить, куда и зачем. Сейчас, в современной лаборатории, такой вопрос звучит, мягко говоря, глупо. Даже для наших новичков, не говоря уже о старших. Но тогда, в начале 1963 года... Тогда все было иначе. Ведь лаборатории еще не было, был маленький и слабенький кружок зоологии беспозвоночных в Зоологическом музее с совершенно неопытным руководителем.

Донат Владимирович придумал задание: собрать насекомых и антураж (растения, лесную подстилку и прочее) для биогрупп создававшейся в то время в Музее экспозиции по насекомым. Стали искать место. На неделю нас с моим

другом Мишей Козловым (сейчас он давно уже Михаил Алексеевич, доктор наук, академик) отпустили с работы с тем, чтобы мы приискали место для летнего лагеря экспедиции. Ездили мы, ездили, бродили по лесам, пока, наконец, не нашли это место. Оно и сейчас в лаборатории хорошо известно всем – Ящера.

Не могу сказать, что Лужская экспедиция кончилась полным провалом, но ощущение у меня было именно такое. Мы научились жить в полевых условиях (наш палаточный лагерь стоял почти месяц), собрали довольно большие коллекции водных и наземных насекомых и моллюсков, оформили их, но основной задачи своей не выполнили. Я долго не мог понять, почему. Когда все же додумался, ответ оказался прост. Перед экспедицией всем ее участникам были даны определенные темы работы, по которым они и должны были собрать материал. Руководитель носился по пространству около десятка километров, пытаясь помочь каждому, но, конечно, не поспевал. Метод работы по индивидуальным заданиям себя не оправдал, стало понятно, что собирать материал лучше сообща, а разделять его следует уже на этапе обработки.

Второй год прошел почти так же, как первый. Нам выделили только что освобожденную квартиру в здании ЗИ-На, вход в которую был, однако, отдельным. Наш столяр Лева Вайман сделал по нашему заказу столы и стеллажи, музейная художница Тамара Норбекова их раскрасила, вообще занялась дизайном помещений. В результате маленькая квартирка стала казаться просторной и очень уютной. В ней были вода, свой сортир и, кажется, даже газовая плита. Мы начали распивать чай. Впервые, помимо зоологии и экскурсий в музей, ввели два учебных курса. Первым из них был зоологический рисунок. Его вела Т.Н. Норбекова, работы которой сейчас украшают наш лабораторный музей. Второй курс был посвящен фотографии. Вел его я и замечательный человек – зоолог, фотограф и писатель Виталий Николаевич Танасийчук. Жаль, что сейчас таких курсов у нас нет!

К концу второго года существования кружка возникла идея экспедиции на Белое море. Кому она первому пришла в голову, я боюсь сказать. Не мне, это точно – я до того ни-

когда на море не работал. Скорее всего, моей коллеге Эмме Николаевне Егоровой, которая проходила студенческую практику на Ряжкове. Мы написали в Кандалакшский заповедник письмо на имя тогдашнего заместителя директора по научной работе Всеволода Николаевича Карповича и вскоре получили благоприятный ответ.

Началась подготовка. Это было непросто. Дело в том, что в Зоологическом Институте формально такой структуры, как юннатские кружки, не существовало. А надо было получить оборудование, спальные мешки, палатки, спирт, формалин, добыть продукты. Нелегко было объяснить, зачем Музею, не ведущему самостоятельной научной работы и не имевшему своих экспедиций, все это надо. Денег тоже неоткуда взять. Тут помог профком ЗИНа. Поскольку в кружке занимались трое детей сотрудников, их родителям дали безвозвратные ссуды. Нам с Эммочкой Егоровой заплатили командировочные. Вот на эти мизерные деньги плюс родительские мы и поехали.

Еще хуже было с продуктами. Это сейчас везде все можно купить. А тогда для того, чтобы запастись такими дефицитнейшими вещами, как сахар, мука, греча, тушенка, понадобилось разрешение аж самого начальника управления продовольственными товарами города Ленинграда товарища Скорохода! Как мы к нему на прием пробивались, вспомнить страшно. Все-таки пробились и продукты получили.

Самое главное в подготовке той, самой первой, экспедиции заключалось в другом. Я понял, что надо учиться. И пошел в обучение к Павлу Николаевичу Митрофанову, который ездил на Белое море с юннатами Дворца пионеров, а потом Кировского Дворца культуры, еще в пятидесятые годы. Наше знакомство до того было почти шапочным – я занимался во Дворце в кружке зоологии, а Павел Николаевич руководил соседним гидробиологическим кружком. Многому научил меня этот замечательный, удивительно талантливый человек. Как организовать работу, быт экспедиции, что можно и что нельзя делать. Очень важным изобретением Павла Николаевича был бортжурнал, так хорошо знакомый всем, кто уже бывал в Беломорских экспедициях.

И вот мы сели в поезд. Началась I Беломорская экспедиция. Собственно, с этого момента и началась история нашей лаборатории и наших экспедиций. Но мы все об этом еще даже не подозревали.

Шеф»

Так появилось главное, что сделал Евгений Александрович – Лаборатория экологии морского бентоса. Эта удивительная организация стала центром кристаллизации, связывающим сотни людей, работающих в самых разных областях и рассеянных по всему миру. В экспедициях, прошедших под руководством Евгения Александровича, приняло участие более тысячи человек. Сейчас багаж научных публикаций Лаборатории составляет уже более 150 работ, написанных старшеклассниками, из которых заметное количество издано в реферируемых журналах и доложено на международных симпозиумах. Я неоднократно пытался найти что-то похожее в мире, но так и не смог.

Все, кто принимал участие в экспедициях, организованных Шефом, помнят энергию его действий и силу его слова. До сих пор для многих руководящими принципами остаются его правила: «если не я, то кто же» и «если нет работы, то ты плохо смотришь». Те, кто прошел школу Нинбурга, получили не просто профессию (он никогда не стремился сделать из нас ученых, хотя многие стали биологами), они получили четкий ориентир в жизни, некий стержень, который поддерживает жизненный путь.

Он был разный. Он мог быть веселым и радушным. Мог часами рассказывать байки, от которых все развешивали уши. Мог крепко выпить. Мог в ярости наорать. Однако никогда, никогда он не был неинтересным. В веселье и гнев в нем чувствовалась Личность, от которой нельзя (да и не хотелось) оторваться. Светлая ему память!

В.М. Хайтов

*Лаб. экологии морского бентоса
(гидробиологии) С-ПбГДТЮ*

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БИОХИМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ДЛЯ ОЦЕНКИ ВЗАИМОВЛИЯНИЙ ЖИВОТНЫХ В СООБЩЕСТВАХ ОБРАСТАНИЯ БЕЛОГО МОРЯ

В.С. Амелина¹, Р.У. Высоцкая¹, В.В. Халаман²

1 – Ин-т биологии Карельского научного центра РАН;

2 – Зоологический ин-т РАН

Лимитирующим фактором развития прикрепленных морских организмов является, главным образом, место на субстрате. В связи с этим у видов, образующих сообщества обрастания, в ходе эволюции сложился определенный арсенал механизмов борьбы за «жизненное пространство». Эти методы борьбы реализуются на самых различных уровнях: от физического обрастания конкурента и различных поведенческих реакций до аллелопатии – химического воздействия, приводящего к подавлению роста или даже гибели особей другого вида. Совокупность этих процессов определяет формирование сообщества обрастания и его дальнейшее развитие. В связи с этим, понимание характера взаимодействия видов между собой и выявление тонких механизмов таких взаимодействий в целом и аллелопатии в частности представляет большой интерес.

Целью нашей работы являлась апробация методики, позволяющей оценить взаимные химические влияния в сообществах по изменению биохимического статуса животных. Объектом служили мидии *Mytilus edulis* L. собранные с обрастаний искусственных субстратов в бухте Круглой около Беломорской биологической станции «Картеш» Зоологического института РАН. Моллюсков акклимировали к лабораторным условиям. Затем добавляли воду, в которой предварительно в течение двух суток содержали представителей одного из пяти видов, являющихся основными компонентами сообществ обрастания Белого моря: *M. edulis* L., *Hiatella arctica* L., *Styela rustica* L., *Asterias rubens* L. и *Halichondria panicea* Pallas. Экспозиция составляла 24 часа. Контролем служили моллюски, содержащиеся в морской воде.

В тканях мидий определяли общую активность ряда лизосомальных (кислые нуклеазы, кислая фосфатаза, β -глюко- и β -галактозидаза) и цитоплазматических (щелочная фосфатаза и альдолаза) ферментов, а также содержание белка. Исследовались гомогенаты цельных мидий, дистального отдела мантии и собствен-

но мантии. Активность ферментов рассчитывали на 1 грамм навески сырой ткани и на 1 мг белка.

Анализ полученных результатов показал, что наиболее информативны данные по удельной активности ферментов в пересчете на количество белка. Кроме того, удельная активность, вероятно, является более адекватным способом оценки из-за различной обводненности тканей мидий. Изменение ферментативной активности в гомогенатах цельных моллюсков отличаются чрезвычайно высокой вариабельностью, поэтому использование таких проб в дальнейшем видится нецелесообразным.

Наиболее интересные данные по ферментативной активности получены для мантии моллюсков. Так, в краевой части мантии, имеющей непосредственный контакт с внешней средой, реакцию в целом можно охарактеризовать как неспецифическую. Метаболические изменения под влиянием всех исследованных видов были однонаправленны и лишь несколько различны по силе. Наиболее значительные отклонения от контрольного уровня в сторону повышения активности отмечены для альдолазы, в сторону уменьшения – для кислой и щелочной фосфатаз. На основе этого можно заключить, что в условиях эксперимента моллюски во всех опытных группах испытывали стресс и реагировали на него характерным для *Mytilidae* образом, а именно: снижением общего метаболизма, замедлением процессов роста и переключением на обеспечение организма энергией и пластическими материалами за счет эндогенных ресурсов. Дополнительным подтверждением тому служит повышение активности кислых нуклеаз в обеих исследуемых тканях.

Повышение альдолазной активности, как известно, показывает увеличение вклада анаэробного распада углеводов в энергетический обмен. Максимально активность альдолазы увеличивалась в группе животных, содержащихся в воде, кондиционированной асцидиями *Styela rustica*, морскими звездами *A. rubens* и губками *H. panicea*. Однако если сопоставить эти данные с активностью других ферментов углеводного обмена, заметны некоторые различия. Так под воздействием губок и морских звезд у мидий хоть и наблюдался переход к анаэробнозу, но общий уровень обменных процессов в ткани не подавлялся. Наоборот, наблюдалась индукция ряда ферментов катаболизма углеводов и снижение содержания белка. Наблюдаемое изменение биохимических показателей может быть объяснено тем, что под действием морских звезд и

губок мидии закрываются и переходят на эндогенное питание, вследствие недостатка пищи, но при этом стремятся к поддержанию метаболизма на прежнем уровне. Этот весьма энергоемкий путь адаптации не может быть долговременным, поэтому в присутствии *A. rubens* и *H. panicea* стратегия мидий, по всей видимости, заключается в «пережидании» неблагоприятного соседства, без привнесения значительных корректировок в общий метаболизм.

Кроме того, интересно отметить, что в мантии мидий, содержащихся в воде, кондиционированной морскими звездами, наблюдалось значительное повышение активности практически всех цитоплазматических и лизосомальных ферментов. Как известно, основной функцией мантии является построение раковины. Такой метаболический всплеск в данной ткани, возможно, отражает защитную стратегию моллюсков, направленную на укрепление раковины в присутствии хищника.

Характер изменения биохимических показателей в мантии мидий под действием *S. rustica* был несколько иным. В соответствующей группе опытных животных прослеживалась тенденция к снижению активности практически всех исследуемых ферментов, однако статистически достоверное снижение активности по сравнению с контролем было отмечено только для щелочной фосфатазы – фермента, принимающего участие в регуляции минерального и энергетического обмена. По фосфомоноэстеразной активности цитозоля также судят об интенсивности ростовых процессов. Столь необычные метаболические изменения позволяют выдвинуть два предположения относительно действия экскреторно-секреторных продуктов *S. rustica* на мидий. С одной стороны, может иметь место общее угнетение обменных процессов у моллюсков, следствием чего является подавление роста, о чем свидетельствует снижение активности щелочной фосфатазы. С другой стороны, вещества, выделяемые *S. rustica* в воду, могут специфически блокировать протекание реакций, катализируемых щелочной фосфатазой. Для формирования более четкого представления о данном явлении требуются дальнейшие исследования.

Наиболее нейтральным для *M. edulis* видом по результатам данного эксперимента является другой двустворчатый моллюск – *H. arctica*. Об отсутствии значительного стрессирующего воздействия со стороны *H. arctica* свидетельствуют минимальные метаболические изменения у мидий этой опытной группы. Кроме того,

незначительное изменение исследуемых показателей наблюдалось у мидий, содержащихся в воде, кондиционированной представителями своего же вида. Однако следует отметить, что в последнем случае при относительной стабильности других параметров наблюдалось максимальное понижение активности щелочной фосфатазы в мантии мидий (на 75%). Объяснения данному феномену пока не найдено.

Таким образом, анализ полученных данных позволяет сделать вывод о применимости предложенного подхода для изучения аллопатической составляющей внутривидовой и межвидовой конкуренции в беломорских сообществах обрастания.

Работа выполнена при поддержке грантов Президента РФ НШ-4310.2006.4, ФЦНТП 2006-РИ-112.0/001/287, ОБН РАН по ресурсным видам № 188 и РФФИ 06-04-48789.

СТРУКТУРНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПЛАНКТОННЫХ И ДОННЫХ ЦЕНОЗОВ НИЖНЕГО ТЕЧЕНИЯ РЕКИ КЕРЕТЬ

Е.А. Андерсон, Е.А. Мовчан, И.А. Стогов

Каф. ихтиологии и гидробиологии Биолого-почвенного ф-та С-ПбГУ

Река Кереть берет свое начало в оз. Петриярви в северной Карелии и впадает в Керетскую губу Кандалакшского залива Белого моря. По своей длине (80 км) она относится к малым рекам, наиболее многочисленным на севере Европейской части России. Однако Кереть, как и многие другие малые реки Европейского Севера, остается малоизученной. Целью данной работы было описание структурных характеристик биоты и оценка качества воды нижнего течения р. Кереть от рудника Климовская до деревни Кереть. Работы проводили в июне-сентябре 2004 и 2005 гг. на базе Морской биологической станции Санкт-Петербургского государственного университета.

Пробы фитопланктона, зоопланктона, макрозообентоса, а также воды для определения содержания растворенного кислорода и органического вещества собирали и обрабатывали по стандартным методикам (Методика изучения биогеоценозов внутренних водоемов, 1975; Методические рекомендации..., 1984).

Содержание кислорода в воде исследованного участка реки составляло 58–82% от насыщения. При этом самое низкое содержа-

ние кислорода было отмечено на устьевой станции. Температура воды в период исследований не превышала 22°C. Количество органического вещества, оцененное с помощью перманганатной окисляемости, изменялось от 6,5 до 7,5 мг O₂/л, при том, что содержание органического вещества в водоемах региона колеблется от 3 до 30 мг O₂/л (Комулайнен, 2004).

Планктонные и бентосные сообщества изученного участка реки представлены в основном широко распространенными видами, характерными для рек и озер Карелии (табл. 1). В составе фитопланктона обнаружено 68 видов и разновидностей водорослей, из них Bacillariophyta – 56, Chlorophyta – 9, Chrysophyta – 1, Cyanophyta – 1, Dinoflagellatae – 1. В период исследований на исследованном участке по количеству видов преобладали диатомовые водоросли. Высокую встречаемость имели представители отделов Chlorophyta и Dinoflagelata. По сравнению с другими озерно-речными системами Карелии, для которых отмечено более ста видов планктонных водорослей, фитопланктон р. Кереть имеет меньшее таксономическое разнообразие, что, возможно, связано с небольшой продолжительностью работ.

В составе зоопланктона обнаружено 44 вида организмов, в том числе Rotifera – 8, Cladocera – 23, Copepoda – 13. Ведущая роль в сообществах принадлежит ветвистоусым ракообразным, среди них преобладают представители сем. Chydoridae, преимущественно планкто-бентосные формы.

В донных сообществах отмечено 32 вида беспозвоночных животных, среди них: Chironomidae – 21, Meganeuroptera – 1, Odonata – 1, Mollusca – 3, Ceratopogonidae – 1, Trichoptera – 1, Plecoptera – 1, Ephemeroptera – 1, Oligochaeta – 2. Личинки комаров семейства Chironomidae были встречены на всех станциях. Кроме того, большую встречаемость имели двустворчатые моллюски *Sphaerium nitidum* и олигохеты сем. Tubificidae.

Максимальное видовое разнообразие планктонных и донных ценозов отмечено в прибрежных зарослях макрофитов. Количественные показатели планктона и бентоса на исследованном участке реки изменялись в широких пределах (табл. 1). Численность организмов фитопланктона по сравнению с другими речными системами Карелии (Комулайнен, 2004) была мала. При этом обилие зоопланктона нижнего течения Керети выше, чем в карельских реках, не зарегулированных озерами, а аналогичные показатели

зообентоса сопоставимы с таковыми для озер Карелии, в некоторых случаях превышая их (Панина, Стогов, 2002).

Таблица 1. Структурные характеристики планктонных и донных сообществ нижнего течения р. Кереть (приведены средние величины с ошибками, в скобках – пределы колебания величин)

| Год | Показатели | Фитопланктон | Зоопланктон | Зообентос |
|------|-------------------|---|---|--|
| | Количество видов | 68 | 44 | 32 |
| 2004 | Доминирующие виды | <i>Tabellaria flocculosa</i> , <i>Aulacoseira italica</i> , <i>Mougeotia</i> sp. | <i>Acroperus harpae</i> , <i>Alonopsis</i> sp. | <i>Chironomus anthracinus</i> , <i>Sialis sordida</i> , <i>Microtendipes pedulis</i> |
| 2005 | | <i>Tabellaria flocculosa</i> , <i>Synedra ulna</i> , <i>Pennatophyceae</i> gen. sp. | <i>Bosmina longirostris</i> , <i>Kellicottia longispina</i> , <i>Polyphemus pediculus</i> | <i>Chironomus anthracinus</i> , <i>Sphaerium nitidum</i> , сем. Tubificidae |
| 2004 | Численность | 15±5 тыс. кл./л (18–62) | 300±100 экз./м ³ (40–820) | 4000±3000 экз./м ² (410–13448) |
| 2005 | | 50±10 (5–122) | 2200±900 (5–26720) | 800±100 (120–2780) |
| 2004 | Биомасса | 200±50 мкг/м ³ (34–296) | 4±2 мг/м ³ (1–10) | 60±40 мг/м ² (2–227) |
| 2005 | | 230±60 (20–807) | 1300±800 (1–31300) | 190±60 (1–1126) |

На основе видовых списков планктонных и бентосных организмов исследованного участка реки проведена оценка качества воды с использованием индексов сапробности (Sladecsek, 1973). В фитопланктоне преобладали β-мезосапробные формы, на долю которых приходилось около половины числа видов-индикаторов. Среди организмов зоопланктона на долю олигосапробных и β-мезо-олигосапробных форм пришлось более 40% видов-индикато-

ров. В целом во всех группах преобладали β -мезо-олигосапробные формы, на долю которых пришлось более 40% общего числа индикаторных форм. Таким образом, качество воды нижнего течения р. Кереть соответствует чистым и слабо загрязненным водам.

Авторы выражают благодарность Лоухской инспекции рыбоохраны и лично П.И. Резанцеву за содействие в проведении работ.

ПИТАНИЕ ХИЩНЫХ БЕСПОЗВОНОЧНЫХ В ПРИБРЕЖНОЙ ЗОНЕ БЕЛОГО МОРЯ

Д.А. Аристов^{1,2}, С.А. Назарова^{1,3}, А.Е. Горных¹,
Е.А. Генельт-Яновский^{1,2}, А.В. Полоскин^{1,2}

1 – Лаб. экологии морского бентоса С-ПбГДТЮ; 2 – Каф. зоологии беспозвоночных Биолого-почвенного ф-та С-ПбГУ; 3 – Каф. ихтиологии и гидробиологии Биолого-почвенного ф-та С-ПбГУ

Интерес к проблеме питания водных организмов обусловлен, во-первых, важностью данного процесса для самого гидробионта, а, во-вторых, тем, что трофические связи являются одним из самых мощных структурообразующих элементов в сообществе. Несмотря на значительные успехи, достигнутые в этой области, объектами изучения обычно служили позвоночные животные, в первую очередь рыбы.

В Лаборатории экологии морского бентоса (гидробиологии) Санкт-Петербургского Дворца творчества юных на протяжении ряда лет ведутся работы по изучению питания водных беспозвоночных. Целью данной работы стало изучение спектров питания некоторых хищных беспозвоночных прибрежной зоны Кандакшского залива Белого моря. Были исследованы следующие виды: медузы *Cyanea capillata* (L., 1758), головохоботные черви (Lamarck, 1816) и *Halicryptus spinulosus* (Siebold, 1894), многощетинковые черви *Nereis pelagica* (L., 1758), *Lepidonotus squamatus* (L., 1758) и *Harmothoe imbricate* (L., 1767), три вида брюхоногих моллюсков сем. Naticidae [*Amauropsis islandica* (Gmelin, 1791), *Cryptonatica clausa* (Broderip & Sowerby, 1829), *Lunatia pallida* (Broderip & Sowerby, 1829)], песчаная креветка *Crangon crangon* (L., 1758), а также морская звезда *Asterias rubens* (L., 1758).

В данной работе использован материал многолетних наблюдений (1997–2005 гг.), проведенных преимущественно в окрестно-

стях острова Ряжков (Белое море, Кандалакшский залив, Кандалакшский государственный природный заповедник). Также были использованы материалы, собранные в губе Чупа. Питание многощетинковых червей на искусственных субстратах, используемых для выращивания мидий, изучали в бухте Круглой в районе мыса Картеш. Основным методом работы было определение содержимого желудочно-кишечного тракта исследуемых гидробионтов. В случае Naticidae анализ пищевых объектов проводился по характерным просверленным раковинам моллюсков.

Для всех исследованных видов у значительного количества особей в выборке (иногда более 90%) кишечник оказывался пустым, что считается типичной картиной для хищных животных. Кроме того, для многих видов, обитающих в грунте, была характерна значительная доля песка и детрита в пищевом комке: 12% у *P. caudatus*, 42% у *H. spinulosus*, 30–40% у многощетинковых червей и 96% у *C. crangon*. Возможно, что при недостатке корма эти организмы могут переходить к детритофагии.

В пищеварительном тракте медуз *C. capillata* нами было обнаружено всего три пищевых объекта: молодь трехиглых колюшек *Gasterosteus aculeatus* (L., 1758) (найдено у 87,5% особей), личинки Chironomidae (25%) и *Sagitta elegans* (Verrill, 1873) (Chaetognatha) (12,5%). Однако такой узкий спектр питания объясняется, по видимому, не избирательностью медузы, поскольку для нее характерно пассивное питание, а небольшим количеством крупных видов, образующим скопления в толще воды.

В рацион обнаруженных видов Naticidae входили три вида двустворчатых моллюсков: *Macoma balthica* (L., 1758), *Mya arenaria* (L., 1758), *Mytilus edulis* (L., 1758), и два – брюхоногих: *Littorina littorea* (L., 1758) и *Littorina saxatilis* (Olivì, 1792). При этом *A. islandica* питалась тремя перечисленными видами двустворчатых моллюсков, тогда как два других вида Naticidae употребляли в пищу *M. balthica* и два вида *Littorina*. Таким образом, *M. balthica* является излюбленным объектом питания всех исследованных видов Naticidae.

Исследования показали, что при совместном обитании *A. islandica* и *M. balthica* в размерной структуре последней начинают доминировать более мелкие размерные группы, и хищник переходит на питание более мелкой добычей.

У остальных видов спектры питания были шире. У *P. caudatus* он составлял 6 видов животных, у *H. spinulosus* – 17, у многощетинковых червей было обнаружено 27 компонентов, у *C. crangon* – 23 и у *A. rubens* – 13.

Для *A. rubens* в сообществе нитчатых водорослей была показана избирательность в отношении размера добычи: в желудках морских звезд обнаруживались мидии размером 1,0–2,5 мм, которые были крупнее, чем доминирующие на окружающих водорослях (0,5–1,5 мм).

Для головохоботных червей показано изменение спектра питания с увеличением размера хищника. У наиболее мелких *H. spinulosus* в спектре питания преобладали многощетинковые черви сем. Spionidae (12%), у более крупных к ним добавлялись Arthropoda (17% сем. Spionidae и 16% Arthropoda в пищевом комке), а у наиболее крупных особей в рационе добавлялись моллюски. У *P. caudatus* при увеличении размеров хищника к мелким многощетинковым червям *Fabricia sabella* (Ehrenberg, 1837), на долю которых в пищевом комке у мелких *P. caudatus* приходилось 33% и у крупных – 38%), добавлялись более крупные *Scoloplos armiger* (Müller, 1776) (38%) и *Tubificoides benedeni* (Udekem, 1855) (38%).

Таким образом, все исследованные виды используют в пищу достаточно широкий спектр жертв, при этом существуют излюбленные виды жертв, преобладающие в рационе хищника, а наиболее специализированными являются представители семейства Naticidae. Для Priapulida показано изменение спектра питания с ростом червя, а для *A. rubens* и *A. islandica* – некоторая избирательность в отношении размеров излюбленной жертвы.

Авторы выражают благодарность администрации Кандалакшского государственного природного заповедника и лично заместителю его директора по научной работе А.С. Карякину и ведущему научному сотруднику В.В. Бианки за поддержку работ, а также всем участникам Беломорских экспедиций ЛЭМБ, собиравшим материал, в особенности Г. Голубеву, Е. Трулевой, Д. Жернаковой и Е. Колосову.

ПРОДУКТИВНОСТЬ И ПРОМЫСЛОВЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ БЕЛОГО МОРЯ.

В.Я. Бергер

Беломорская биостанция Зоологического ин-та РАН

В докладе рассмотрены данные о продукционных процессах и балансе вещества и энергии в Белом море: содержание органических веществ и хлорофилла, показатели обилия и продуктивности бактерио-, фито- и зоопланктона, бактерио-, фито- и зообентоса, рыб, морских птиц и млекопитающих. На основании сравнительного анализа основных элементов экосистем пелагиали и бентали рассматриваемого водоема с аналогичными характеристиками других морей показано, что Белое море должно быть отнесено к мезотрофным водоемам, и вместе с Баренцевым и Чукотским причислено к наиболее продуктивным морям российского сектора Арктики. Мнение о его низкой продуктивности ошибочно. Оно базируется на фрагментарных и устаревших данных.

Основными причинами длительной промысловой депрессии являются подрыв запасов семги, сельди, гренландского тюленя и ряда других видов, вызванный нерациональным промыслом и нарушениями в их воспроизводстве. Заметное снижение уровня добычи наваги, макрофитов и ряда других объектов, запасы которых относительно стабильны и находятся в удовлетворительном состоянии, обусловлено рядом негативных социально-экономических причин. Среди них в первую очередь надо назвать отток поморского населения с берегов Белого моря, а также резкое сокращение и/или полное прекращение большинства традиционных беломорских промыслов.

РОЛЬ ВНУТРИКЛЕТОЧНЫХ ПРОТЕАЗ В МЕХАНИЗМАХ СОЛЕННОСТНЫХ АДАПТАЦИЙ У ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ РАЗЛИЧНЫХ ТАКСОНОВ БИОТЫ БЕЛОГО МОРЯ

Л.А. Бондарева, Н.Н. Немова, Е.И. Кяйвярйнен,
М.Ю. Крупнова, И.Н. Бахмет

Ин-т биологии Карельского научного центра РАН

Соленость – один из важнейших абиотических факторов среды. Приспособительные реакции гидробионтов, позволяющие им су-

ществовать в акваториях с неустойчивым соленостным режимом, обеспечиваются функционированием комплекса механизмов различного уровня. Проведен ряд экспериментов, позволяющих в сравнительном аспекте оценить роль внутриклеточных протеолитических процессов в развитии соленостных адаптаций у рыб и морских беспозвоночных. Задачей исследования было установление особенностей реакции ферментов внутриклеточного протеолиза (активности и свойств), осуществляемого главным образом катепсинами В и D в лизосомах и Ca^{2+} -зависимыми протеазами, или кальпаинами, в цитозоле, в ответ на изменение солености среды обитания изучаемых организмов. Известно, что интенсивность обмена белков, отражающая соотношение скорости их синтеза и деградации, зависит от многих внутриклеточных факторов и, прежде всего, от ионных модуляторов.

Известно, что у взрослых особей рыб поддержание водно-солевого баланса достигается за счет гормональной регуляции (кортикостероидами, катехоламинами, пролактином, вазотоцином) активности мембраносвязанного фермента Na^+ , K^+ -АТФазы в хлоридных клетках жабр. У лососевых значительное увеличение активности Na^+ , K^+ -АТФазы проявляется в норме после переноса в морскую воду с последующей стабилизацией на более высоком уровне. В процессе физиологической и поведенческой трансформации личинок (фрай – парр – смолт) атлантического лосося *Salmo salar* L., 1758, или смолтификации, происходит подготовка осморегуляторного аппарата рыб к миграции из пресных водоемов в море; в период перехода от одной стадии в другую рыбы временно теряют способность регулировать уровень электролитов в плазме крови. Результаты эксперимента по акклимации личинок (пре-смолтов) к воде различной солености, свидетельствуют о том, что при их перемещении в воду полной солености происходит снижение общей интенсивности внутриклеточного протеолиза, в частности, в органах снижается активность Ca^{2+} -зависимых протеаз (μ - и m -кальпаинов). Эту реакцию, вероятно, следует расценивать как проявление неспецифической стресс-реакции, а не как механизм поддержания осмотического баланса, поскольку в данных условиях выживаемость личинок снижена.

Известно, что основным регулятором активности кальпаинов в клетке является уровень ионизированного Ca^{2+} . Наши наблюдения согласуются с данными об относительной стабильности этого показателя в плазме крови и тканях взрослых особей при изменении

солености среды и значительном его повышении с ростом солености среды в органах личинок. Кроме того, выявлена корреляция активности кальпаинов с содержанием их возможных регуляторов, ненасыщенных фосфолипидов, а также с проницаемостью клеточных мембран, оцениваемой при помощи индекса фосфолипиды / холестерин.

Таблица 1. Активность протеаз (в единицах изменения оптической плотности, вызываемого ферментом, выделенным из 1 г ткани, за единицу времени) в тканях мидий при различной солености среды. * – различия между контролем и опытом достоверны при $P \leq 0,05$ ($n = 15$)

| Соленость, ‰ | Суммарная Ca^{2+} -зависимая активность, ΔE_{280} /г/час | Катепсин D, ΔE_{280} /г/час | Катепсин В, ΔE_{525} /г/30 мин. | Содержание белка, мг / мл |
|---------------------------|--|-------------------------------------|---|---------------------------|
| Мидии литоральной зоны | | | | |
| 5‰ | 0,29* | 1,45±0,16* | 12,1±0,13* | 3,15±0,36 |
| 15‰ | 0,15 | 0,79±0,08 | 4,95±0,51 | 2,10±0,26* |
| 25‰ (контроль) | 0,17 | 0,84±0,09 | 6,05±0,71 | 3,15±0,37 |
| Мидии сублиторальной зоны | | | | |
| 5‰ | 0,13* | 0,67±0,07* | 6,95±0,82* | 0,68±0,08 |
| 15‰ | 0,70* | 0,60±0,07* | 1,55±0,18* | 0,43±0,05* |
| 25‰ (контроль) | 1,24 | 1,12±0,13 | 3,95±0,49 | 0,55±0,05 |
| 35‰ | 1,75 | 0,90±0,13 | 1,45±0,17* | 0,33±0,04* |
| 45‰ | 2,56* | 1,30±0,21* | 2,25±0,30* | 0,43±0,05* |

У морских моллюсков, включая представителей сем. Mytilidae, являющихся типичными пойкилоосмотическими организмами, отсутствуют регуляторные механизмы поддержания осмотического давления жидкости внутренней среды. Соленостные адаптации этих животных разнообразны и гораздо хуже изучены, чем соответствующие приспособления гомеосмотических организмов, обладающих способностью к осмотической регуляции посредством

механизма активного транспорта ионов. Значительная эвригалинность морских моллюсков, позволяющая им выживать в диапазоне солености от 4–5‰ до 75–80‰, достигается благодаря комплексу клеточных адаптаций, депонированию экстрависцеральной жидкости, играющей роль как осмотического, так и температурного буфера, внутриклеточной изоосмотической регуляции, а также характерной эволюционной реакции, изолирующей мантийную полость от внешней среды.

Ведущая роль в осмотической и объемной регуляции клеток моллюсков принадлежит неорганическим ионам, при этом значительное варьирование содержания ионов Na^+ и Cl^- позволяет рассматривать их в качестве основных агентов регуляции электролитного состава клеток при изменении солености среды. Не менее важна роль Na^+ в реализации генетической информации клетки в ходе транскрипции и на различных посттрансляционных этапах синтеза белка.

Другой составляющей механизма поддержания осмотического баланса клеток является содержание низкомолекулярных азотсодержащих соединений (аминокислот, таурина, триметиламинооксида и др.), продукция которых является отражением активности внутриклеточных протеаз. Так, в мантии мидии *Mytilus edulis* L., 1758 при акклимации к солености среды от 5 до 45‰ (обычная соленость воды в Белом море 25‰) показано повышение активности кальпаин-подобных ферментов при повышенной солености среды (35–45‰) и, напротив, снижение при солености 5–15‰ (табл. 1). В экспериментальных условиях показана корреляция активности кальпаин-подобных протеаз с составом фосфолипидов мембран и относительным содержанием холестерина. Деятельность кальпаинов в деградации тканевых белков ограничивается расщеплением субстратов до крупных фрагментов, поэтому для высвобождения низкомолекулярных пептидов и аминокислот требуется участие других протеолитических систем. Так, показана активация лизосомальных катепсинов, сопряженная с усилением протеолиза в цитозоле. Активация протеолитических процессов в тканях при повышенной солености среды, очевидно, отражает их специфическую роль в поддержании осмотического давления в клетках посредством обогащения пула свободных аминокислот. Наблюдаемая стабильность молекул ферментных белков эвригалинных пойкилоосмотических беспозвоночных согласуется с широким диапазоном допустимых изменений ионной силы *in vitro*,

при которых сохраняется стабильность нативной конформации их макромолекул. Выявлена более высокая устойчивость литоральной экологической группы мидий в сравнении с сублиторальными.

Таким образом, параметры состояния системы протеолиза у мидий и рыб позволяют установить пределы диапазона толерантности организма по отношению к фактору солености и эффективность осморегуляторного аппарата. Значительное опреснение среды в большей степени угрожает стабильности обменных процессов на клеточном уровне, а, следовательно, и благополучию организма в целом, чем повышенная соленость. Несомненно, дальнейшее детальное исследование приспособлений к изменению солености различных беспозвоночных, являющихся более примитивной, исходной формой адаптации, чрезвычайно важно для анализа эволюционных аспектов проблемы эвригалинности.

Работа выполнена при поддержке грантов РФФИ 05-04-48729, Президента РФ НШ-4310.2006.4, ФЦНТП № 2006-РИ-112.0/001/287 и Фонда поддержки отечественной науки.

ВИДЫ-ТРУПОЕДЫ В СООБЩЕСТВАХ ВЕРХНЕЙ СУБЛИТОРАЛИ ВЕРШИНЫ КАНДАЛАКШСКОГО ЗАЛИВА БЕЛОГО МОРЯ

Е.А. Генельт-Яновский^{1,3}, С.А. Назарова^{2,3},
А.В. Полоскин^{1,3}, К.С. Волков³

- 1 – Каф. зоологии беспозвоночных Биолого-почвенного ф-та С-ПбГУ;
2 – Каф. ихтиологии и гидробиологии Биолого-почвенного ф-та С-ПбГУ;
3 – Лаб. экологии морского бентоса С-ПбГДТЮ

Деструкцию органического вещества в море выполняют в основном микроорганизмы-редуценты и детритофаги, однако не следует игнорировать участие в этом процессе крупных организмов, в том числе бентосных животных-трупоедов и некрофагов. Поедая мертвые организмы, они играют важную роль в утилизации трупов. Наиболее актуально исследование трупоедов в тех случаях, когда в системе присутствуют скопления других видов, характеризующихся периодическими явлениями массовой смертности.

С плотными поселениями *Mytilus edulis* L., 1758 ассоциировано значительное количество видов, вступающих с мидиями в трофические и топические взаимоотношения. К настоящему времени показано, что мидии могут оказывать значительное влияние на

структуру сообществ, расположенных в непосредственной близости от их банок. Известно, что мидиевые банки развиваются циклично, при этом в цикле существуют стадии резкого уменьшения численности представителей старших возрастных когорт, после чего возможно перезаселение банки молодыми особями. Следует ожидать, что в такой системе должны присутствовать представители экологической группы трупоедов, которые могут быть обычными видами этого сообщества, или будут появляться в случае резкого повышения уровня смертности в популяции вида-доминанта.

Целью данной работы стало описание фауны, а также некоторых аспектов биологии массовых видов-трупоедов, ассоциированных с плотными поселениями *M. edulis* в Кандалакшском заливе Белого моря.

Материал для данной работы был получен в июле 2004–2005 гг. в ходе Беломорских экспедиций группы исследования прибрежных сообществ Лаборатории экологии морского бентоса (гидробиологии) Санкт-Петербургского городского дворца творчества юных в Южной губе острова Ряжкова (Северный архипелаг, Кандалакшский залив Белого моря).

Исследования проводились с помощью системы садков-ловушек с приманками, которыми служили: живые мидии, их створки, давленные мидии, мертвая рыба, дель, выдержанная в воде с мертвыми мидиями, и чистая дель. Контрольные садки не содержали приманки. Также в каждый садок в качестве груза помещались хорошо промытые камни.

Всего было проведено 5 серий наблюдений, в которых было использовано 40 садков. Садки устанавливались на глубину от 2 до 8 метров. Время экспозиции для разных серий составляло от 3 до 72 часов. После извлечения садков их промывали над кюветой, всех встреченных животных определяли и проводили оценку их встречаемости.

Всего было обнаружено 18 видов животных: *Lineus sp.*, *Tubificoides benedeni* (Udekem, 1855), *Eteone longa* (Fabricius, 1780), *Phyllodoce groenlandica* (Oersted, 1842), *Harmothoe imbricate* (L., 1767), *Fabricia sabella* (Ehrenberg, 1837), *Polydora quadrilobata* (Jacobi, 1883), *Paranais littoralis* (Müller, 1780), *Jaera sp.*, *Gammarus sp.*, *Monoculodes sp.*, *Calliopius laeviusculus* (Kroyer, 1838), Chironomidae gen. sp., *Hydrobia ulvae* (Pennant, 1777), *Littorina saxatilis* (Olivi,

1792), *Macoma balthica* (L., 1758), *Onoba aculeas* (Gould, 1841), *Asterias rubens* (L., 1758).

Наиболее часто встречаемыми в садках видами оказались *A. rubens* и *Lineus sp.* При этом представители *A. rubens* встречались как на живых мидиях, так и на давленных (табл. 1), а *Lineus sp.* на живых мидиях встречались достоверно реже. Таким образом, можно предположить, что *Lineus sp.*, в отличие от *A. rubens*, является специализированным трупоедом

Эксперименты показали, что данные два вида пользуются при поиске добычи хеморецепцией, поскольку в садках с делью, выдержанной в воде с мертвыми мидиями, животных было достоверно больше, чем в садках, содержащих чистую дель.

Для анализа избирательности данных видов использовались 2 серии садков: с мертвыми мидиями и с мертвой рыбой. Оказалось, что *Lineus sp.* отсутствовали в садках с рыбой, тогда как *A. rubens* с сопоставимой частотой появлялись на обеих приманках.

Таблица 1. Встречаемость и среднее обилие *Lineus sp.* и *A. rubens* в садках с различной приманкой. $P \pm Sp$, % – частота встречаемости вида в садках с различными видами приманки, $X \pm Sx$, экз. – средняя численность животных в садках с различными видами приманки

| Приманка \ Вид | <i>Lineus sp.</i> | | <i>A. rubens</i> | |
|-------------------------|-------------------|-------------------|------------------|-------------------|
| | $P \pm Sp$, % | $X \pm Sx$, экз. | $P \pm Sp$, % | $X \pm Sx$, экз. |
| трупы мидий | 100 | 33±6 | 73±13 | 6±2 |
| створки мидий | 17±17 | 0,3±0,3 | 0 | 0 |
| живые мидии | 33±19 | 0,8±0,5 | 67±19 | 5±3 |
| Контроль (пустые садки) | 18±12 | 0,2±0,1 | 18±12 | 0,2±0,1 |

Анализируя динамику появления трупоедов в садках с приманкой (табл. 2) можно отметить, что *Lineus sp.* обнаруживали и достигали приманки раньше морских звезд, которые, в отличие от немуртин, оставались на кормовом объекте дольше.

Стоит также отметить, что крупные *A. rubens* либо более медлительны, либо проделывали больший путь к добыче, поскольку появлялись в садках последними. Возможно, *Lineus sp.* избегает скопления морских звезд, и, как только плотность этих хищников в садках с приманкой увеличивается, немуртины покидают кормовое пятно.

Таблица 2. Динамика появления трупоедов в садках, экз./садок

| Вид \ Время | 3 ч. | 12 ч. | 24 ч. | 36 ч. | 72 ч. |
|-------------------|------|-------|-------|-------|-------|
| <i>Lineus</i> sp. | 83±4 | 36±15 | 401±9 | 15±7 | 4±1 |
| <i>A. rubens</i> | 3±1 | 4±3 | 8±2 | 6±1 | 7±2 |

Авторы выражают благодарность всем участникам 25 и 26-й Беломорских экспедиций ГИПС ЛЭМБ, и лично А.В. Коробкову за участие в сборе и обработке материала, администрации Кандалакшского государственного природного заповедника за поддержку работ, а также В.В. Бианки за внимание к работе.

О ДОЛГОВРЕМЕННЫХ ТРЕНДАХ В ДИНАМИКЕ
СТРУКТУРЫ ПОСЕЛЕНИЙ МАССОВЫХ ВИДОВ
ДВУСТВОРЧАТЫХ МОЛЛЮСКОВ В БЕЛОМ МОРЕ

А.В. Герасимова, Н.В. Максимович, Ф.М. Мартынов,
А.А. Саминская

Каф. ихтиологии и гидробиологии Биолого-почвенного ф-та С-ПбГУ

Изучение многолетней динамики структуры поселений массовых видов двустворчатых моллюсков в Белом море было начато силами студентов и сотрудников кафедры ихтиологии и гидробиологии Санкт-Петербургского государственного университета еще в конце 70-х гг. Фундаментальная идея многолетнего мониторинга состоит в создании модельных представлений о пространственно-временной организации популяций долгоживущих форм морского макробоентоса. В качестве объектов исследований были выбраны поселения двустворчатых моллюсков, широко распространенных в сублиторальной и литоральной зонах Керетского архипелага (Белое море, Кандалакшский залив) и отличающихся относительно большой продолжительностью жизни – более шести лет. В настоящее время система долговременного мониторинга охватывает около двадцати поселений более десяти видов двустворчатых моллюсков, занимающих 12 местообитаний. Поселения располагаются от средней литорали вниз до глубины 40 м. Наблюдения осуществляются с интервалом в 1–3 года в конце июня – июле. Для сбора материала в сублиторали использовали драгу и дночерпатели, а в

осушной зоне – выборочные площадки размером 0,01–1 м². Возраст моллюсков оценивали в результате анализа внешней морфологии раковин. Длительность временных наблюдений по отдельным видам (*Mya arenaria* (L., 1767), *Mytilus edulis* (L., 1758), *Macoma balthica* (L., 1758), *Arctica islandica* (L., 1767)) превышает 20 лет. С 1986 по 2000 гг. эти исследования дополнены ежегодными наблюдениями за структурой личиночных гемипопуляций массовых видов моллюсков губы Чупа.

Основные итоги долговременных наблюдений можно описать следующим образом. Характерной чертой организации большинства изученных бентосных поселений морских двустворчатых моллюсков (*M. balthica*, *M. edulis*, *M. arenaria*, *Macoma calcarea* (Chemnitz, 1782), *Serripes groenlandicus* (Fabricius, 1780), *Yoldia amygdalea* (Torell, 1859)) является пространственно-временная гетерогенность их возрастной структуры. Основные причины проявления такой неоднородности удалось связать со спецификой формирования и развития отдельных генераций моллюсков в составе поселений. Изменения в структуре таких поселений моллюсков модельно можно охарактеризовать как циклические. В частности отмечено:

1. Характерной чертой динамики структуры большинства поселений моллюсков является преобладание на протяжении ряда лет представителей отдельных генераций.

2. Наблюдаемые межгодовые смещения характеристик возрастной структуры поселений *Bivalvia*, по-видимому, в значительной степени обусловлены флуктуациями в ежегодном уровне пополнения поселений молодью.

3. Такие особенности динамики структуры поселений моллюсков, по-видимому, не связаны ни с межгодовыми вариациями в репродуктивном успехе популяций, ни с изменениями гидрологического режима акватории, ни с эффектами хищничества.

4. Развитие локальных поселений одного и того же вида в разных местообитаниях, очевидно, происходит в асинхронном режиме.

Крайняя степень нестабильности возрастной структуры отмечена в поселениях *M. arenaria*. В акваториях Керетского архипелага Белого моря проводятся многолетние наблюдения за структурой поселений *M. arenaria* на четырех типичных литоральных пляжах. Исследования показали, что характерной чертой анализируемых

поселений оказалось преобладание на протяжении многих лет представителей отдельных генераций при практически полном отсутствии следов ежегодного пополнения. На одном из изучаемых участков развитие поселения *M. arenaria* на протяжении почти 15 лет происходило как динамика одной генерации 1988 г.

Межгодовую вариабельность уровня пополнения в исследованных поселениях *Bivalvia* мы склонны рассматривать как отражение известных для двустворчатых моллюсков конкурентных отношений взрослых особей и молоди, поскольку в ходе наших наблюдений появление значительного числа сеголеток (особей, пополнивших поселение в предыдущем году и не достигших возраста одного года к моменту исследования) в поселениях *Bivalvia* неоднократно сочеталось с существенной элиминацией к этому времени представителей прежде доминировавших генераций (*M. arenaria*, *S. groenlandicus*, *Y. amygdalea*).

В случае относительно стабильного уровня ежегодного пополнения формируются поселения, которые модельно могут рассматриваться как стационарные. Пополнение таких поселений является или результатом оседания спата [*Portlandia arctica* (Gray, 1824) и *Musculus niger* (Gray, 1824) и одно из поселений *M. balthica*], или происходит за счет миграций особей других возрастов, что предполагается у *A. islandica* и в одном из поселений *M. calcarea*.

Наблюдения, проводимые за поселением *A. islandica* с 1984 г., показали, что в поселении преобладают особи старших возрастных групп 8–10 лет с размерами 30–40 мм, причем распределение моллюсков в пределах участка, расположенного на глубинах 5–15 м, было устойчиво неравномерным. На глубинах до 10 м были представлены все возрастные группы *A. islandica*, начиная с сеголеток, и здесь отмечены лишь единичные находки моллюсков старше 9 лет. В качестве основной многолетней тенденции в изменении показателей обилия *A. islandica* можно отметить общее снижение численности моллюсков в мелководной зоне изучаемого участка. Среднегодовая величина плотности поселения *A. islandica* составила 53 экз./м² при колебаниях от 10 до 124 экз./м².

На максимальных для участка глубинах (10–15 м) отмечено резкое увеличение показателей обилия моллюсков по сравнению с мелководной зоной. Средняя за время наблюдений плотность поселения составила около 180 экз./м² при межгодовых колебаниях от 76 до 333 экз./м². Возрастная и размерная структуры данного

скопления *A. islandica* отличались значительным постоянством на всем протяжении исследований: преобладали моллюски в возрасте 8–10 лет и размерами 30–40 мм, практически отсутствовали особи размерами менее 20 мм и моложе 5–6 лет. Однако при наблюдаемой стабильности структуры данного поселения моллюсков ни в один из сезонов исследований не было отмечено такое количество сеголеток, которое было бы соизмеримо с численностью особей старших возрастов. В качестве рабочей гипотезы было принято, что одним из возможных механизмов поддержания наблюдаемой стабильности структурных свойств (возрастной, размерной структур, показателей обилия) поселения *A. islandica* на глубинах 10–15 м могут быть регулярные миграции сюда особей в возрасте 7–8 лет из мелководной зоны.

НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ АДАПТАЦИЙ ДЕНДРОИНТРОДУЦЕНТОВ В УСЛОВИЯХ КОЛЬСКОГО СЕВЕРА

О.Б. Гонтарь

Полярно-альпийский ботанический сад-институт
Кольского научного центра РАН

Интродукция растений является ведущим направлением научно-исследовательской работы многих ботанических садов, в том числе и Полярно-альпийского ботанического сада-института КНЦ РАН. В результате более чем 70-летних исследований накоплен значительный объем фенологических и биометрических данных по дендроинтродуцентам и местным видам. Несмотря на то, что этот материал представляет большую ценность как основа для изучения адаптаций древесных и кустарниковых растений на Кольском Севере, его обработка современными статистическими методами, позволяющими выявить скрытые закономерности формирования адаптивных реакций, до последних лет не проводилась ни в ПАБ-СИ, ни (за отдельными исключениями) в других ботанических садах. В связи с этим данное направление исследований представлялось актуальным как с практической, так и с теоретической точек зрения.

Целью настоящей работы была разработка основных принципов долгосрочного прогноза устойчивости дендроинтродуцентов в

местных условиях на основе комплексного анализа ряда их фенологических и ростовых признаков.

Объектами исследования служили представители 27 видов древесных растений различных жизненных форм и адаптивных состояний, произрастающих в северных и горных областях Евразии и Северной Америки, интродуцированных в Полярно-альпийском ботаническом саду с 1976 г. Фактический материал представлен результатами многолетних измерений приростов годичных побегов, оценки качества перезимовки по семибалльной шкале и фенологических наблюдений за интродуцентами по девяти фенологическим и ростовым признакам, которые проводились по общепринятой для ботанических садов методике. Статистическая обработка проводилась на основе стандартного набора программ, используемых в биометрии.

Согласно данным многих авторов (Александрова, Головкин, 1978; Аврорин, 1956; Головкин, 1973; Жиров и др., 1990; Шавров, 1961, 1972, 1973), интродуценты могут классифицироваться на основе их принадлежности к определенным климатическим или фенологическим группам, что позволяет прогнозировать их зимостойкость в новой среде обитания. Кроме того, в этой связи определенный интерес представляют абсолютные величины ростовых и фенологических признаков. На основе сравнительного анализа показателей температуры и влажности мест происхождения и распространения исследуемых дендроинтродуцентов были выделены пять климатических групп по мере убывания их сходства с центральной частью Кольского полуострова. Сравнительный анализ показателей фенологических признаков исследуемых объектов позволил подразделить их на 8 групп по срокам начала и завершения вегетации, на 7 групп по срокам завершения роста побегов и его продолжительности и на 6 групп по срокам завершения одревеснения побегов и его продолжительности. Все три группы характеристик оценивались по информативности в отношении зимостойкости интродуцентов.

Проведенный анализ не выявил связи между зимостойкостью и принадлежностью исследуемых объектов к определенным климатическим или фенологическим группам. В связи с этим представляло интерес более подробно исследовать альтернативную возможность оценки зимостойкости по величинам отдельных фенолого-ростовых параметров. Для каждого конкретного рода из них были выявлены признаки, наиболее информативные по отноше-

нию к зимостойкости. Такими оказались именно ростовые признаки: скорость роста и одревеснения побегов – для одноствольных деревьев и стелющихся кустарников, и длина побегов – для деревьев кустарникового типа и прямостоячих кустарников.

Поскольку используемые в настоящей работе фенолого-ростовые признаки и зимостойкость являются интегральным выражением ключевых особенностей процессов роста и развития, было логично предположить, что они зависят от возраста интродуцентов. В этом случае изучение характера их возрастной изменчивости могло бы существенно расширить представления о долговременных адаптивных перестройках исследуемых растений и способствовать разработке новых методов интродукционного прогноза. В результате исследования 297 кривых было установлено существование восходящих, горизонтальных и нисходящих трендов.

Судя по данным из литературы (Лапин, 1967; Александрова, Головкин, 1978), временная изменчивость исследуемых фенологических признаков во многом зависит от многолетней динамики процесса адаптации интродуцентов, причем по наклону соответствующих трендов можно судить о направлении этого процесса. Снижение продолжительности роста и одревеснения, а также более раннее окончание одревеснения побегов свидетельствуют о возрастании устойчивости, поскольку при этом уменьшается продолжительность периода активного роста и вегетативного цикла в целом. Вместе с тем, направления процесса адаптации, определяемые по трендам многолетней динамики исследуемых фенологических признаков или по степени морозных повреждений во время перезимовки, не всегда совпадают друг с другом, так как последние могут с успехом компенсироваться высокой способностью к регенерации. В связи с этим в данной работе мы разделяли зимостойкость, оцениваемую по величине зимних повреждений, и общую устойчивость, как фактор акклиматизации интродуцента в целом.

Согласно мнению многих авторов (Шитт, 1968; Серебряков, 1962; Гуппало, 1969; Хохряков, 1975, 1977), исследуемые признаки роста связаны не только с резистентностью дендроинтродуцентов, но и с процессами старения. В связи с этим представляло интерес более подробно проанализировать темпоральные изменения зимних повреждений побегов и фенологических признаков со стороны адаптивности исследуемых растений в условиях Крайнего

Севера, а признаков роста – в свете представлений о вариациях физиологического возраста растений (Чернов, 1963).

Выявленные последовательности жизненных форм по возрастанию в процессе акклиматизации зимостойкости, общей устойчивости или физиологического возраста у объектов различного происхождения подразделяются на следующие группы по взаимоотношениям направлений временных изменений зимостойкости (ЗС), общей устойчивости (ОУ) и физиологического возраста (ФВ):

1. Одинаковые (однофазные) изменения всех трех характеристик (группы А и Г).

2. Разнофазные изменения общей устойчивости с одной стороны и зимостойкости с физиологическим возрастом – с другой. Подразделяются на группу Б снижения устойчивости (ОУ) и повышения зимостойкости (ЗС) и физиологического возраста (ФВ), и группу В повышения устойчивости (ОУ) и снижения зимостойкости (ЗС) и физиологического возраста (ФВ).

Сочетание снижения скоростей роста и одревеснения, а также уменьшения длины побегов, с уменьшением продолжительности периодов их роста и одревеснения (группа А) проявляется в заметном сокращении продолжительности вегетационного периода, что, вместе с возрастанием зимостойкости, свидетельствует о принадлежности этих перестроек к адаптациям пассивного типа с достаточно высокой степенью защиты, так как аналогичные формы адаптаций доминируют у наиболее резистентных местных растений. В отличие от них, представители группы (Б), также реализующие пассивный тип адаптаций, не отличаются такой же стабильностью адаптивных реакций, поскольку в процессе акклиматизации продолжительность периода их вегетации увеличивается.

Растения группы (В) отличаются снижением физиологического возраста и уменьшением продолжительности периодов роста и одревеснения побегов в процессе акклиматизации, что указывает на стабильное течение процесса адаптации к местным условиям по активному типу; у представителей группы (Г) снижение физиологического возраста (ФВ) и возрастание исследованных фенологических признаков (ФП) свидетельствует о нестабильном развитии этого процесса также по активному типу.

Устойчивое развитие адаптаций пассивного типа свойственно одноствольным деревьям и кустарникам, а неустойчивое – только

одноствольным деревьям. Оба типа активных адаптаций были характерны для деревьев кустарникового типа.

Кроме стабильно развивающихся пассивной и активной адаптаций, у исследованных растений были обнаружены их неустойчивые формы. При этом реакции активного типа наблюдались только при темпоральном снижении, а пассивного – при возрастании физиологического возраста. Используя данную логику, можно было предполагать существование целого спектра различных форм адаптаций, различающихся по своей локализации в двумерной системе координат: (X) активность – пассивность и (Y) устойчивость – неустойчивость приспособительных реакций.

Возможны четыре основные и шесть переходных форм адаптаций, из которых одна не была обнаружена в анализируемом материале и потому осталась гипотетической. Эти формы дифференцируются по трем градациям в горизонтальном и по четырем – в вертикальном направлениях. В представленной двумерной системе ее правая и левая части (зоны реакций пассивного и активного типов, соответственно) различаются по направлению изменений физиологического возраста. Поскольку зависимые от возраста процессы, в частности, старение, в принципе необратимы, эти различия могут быть обусловлены их различной скоростью у исследованных объектов, либо существенными изменениями их морфофизиологического статуса (жизненной формы). Судя по наличию явно выраженных переходных состояний, различные типы адаптаций могут превращаться друг в друга, причем, согласно теории циклического старения и омоложения растений (Кренке, 1940), ведущим фактором этих трансформаций является изменчивость физиологического возраста.

В соответствии с данной логикой, чисто практические задачи долгосрочного прогноза состояния интродуцентов и определения методов воздействия на процесс их акклиматизации должны решаться с учетом возрастной специфики каждого конкретного объекта и динамики его возрастных изменений.

ДВЕ ЭТИКИ В РЕШЕНИИ ПРОБЛЕМЫ ОХРАНЫ ПРИРОДЫ И СОХРАНЕНИЯ БИОЛОГИЧЕСКОГО РАЗНООБРАЗИЯ

В.К. Жиров

Полярно-альпийский ботанический сад-институт
Кольского научного центра РАН

Международная Конвенция о сохранении биологического разнообразия, принятая в 1992 г. в Рио-де-Жанейро, в настоящее время представляет собой основной документ, регламентирующий международные отношения в сфере организации сотрудничества различных стран при решении одной из наиболее важных мировых экологических проблем. Поскольку «сохранение биологического разнообразия является общей задачей всего человечества», в Конвенции особенно подчеркивается «значение и необходимость поощрения международного, регионального и глобального сотрудничества между государствами и межправительственными организациями и негосударственным сектором» в деле его сохранения. В 90-е годы прошлого столетия более ста пятидесяти правительств подписали этот документ и уже в общей сложности более ста семидесяти пяти стран ратифицировали его к настоящему времени.

Эти события послужили существенным стимулом для развития исследований не только в биологической и экологической, но и гуманитарной областях. В частности, в последние годы большое внимание научной общественности привлекают нравственно-этические и социальные аспекты сохранения биоразнообразия. Сформировалось новое понятие – биополитика, основанное на представлениях о глубоком сходстве всех живых существ не только на уровне биологической, но и социальной организации, и следующих из них идеях о равных правах всего живого на существование при высокой ответственности человека, как сознательного представителя биоты, за сохранение биологического разнообразия. Вместе с биоэтикой, наполняющей эти представления морально-нравственным содержанием, биополитическое направление способно в перспективе сыграть роль идейного базиса новой экологической стратегии мирового сообщества, продекларированной решениями Конференции 1992 г.

Бесспорная важность указанной проблемы обуславливает необходимость совместных действий всех здравомыслящих ученых и политиков мира для ее решения. При этом не вызывает сомнений и потребность в идейном оснащении новой стратегии. Эта

потребность будет возрастать со временем, поскольку мировой масштаб Конвенции предполагает вовлечение в нее все большего количества стран в ближайшем будущем. В связи с этим правомочен вопрос, в какой мере согласуется биологическая этика в общепринятом в настоящее время понимании с духовно-нравственными традициями различных представителей нашего многополярного мира?

Современный биоэтический подход, построенный на идеях эволюционной связи и социально-биологическом сходстве человека и животных, по сути биоцентричен и в идеале предполагает равенство их прав на существование. В философской проекции эта идея близка к концепции глубинной экологии (deep ecology) Арне Нэша. В аспекте современных экологических и социальных проблем биоцентрическая доктрина, пока в основном используемая различными общественными «зелеными» организациями, критикуема с позиций традиционных мировых религий – христианства, ислама и иудаизма, которые относительно взаимодействия человека и окружающей среды ориентированы строго антропоцентрически. Существенно, что в настоящее время подавляющее большинство народонаселения относит себя к одной из этих конфессий.

Религиозный, в частности, христианский антропоцентризм (персонализм по С. Флегонтовой) основан на представлениях о человеке, как венце творения, который призван главенствовать над природой, играя при этом роль не только мудрого, но и доброго хозяина. Поэтому с христианской точки зрения сохранение биологического разнообразия является необходимым следствием уважения ко всякого рода творению при условии приоритета человеческих ценностей. Достижение баланса между потребностями человечества и необходимостью сохранения биологического разнообразия является с этих позиций восстановлением первозданной мировой гармонии, нарушенной в результате грехопадения. Попутно отметим, что с тех же позиций достижение этой гармонии в материальном мире невозможно, хотя ее стяжание рассматривается как возможный путь душеспасения светски образованных, но духовно не просвещенных представителей современной интеллигенции.

Биоцентрическая ориентация в решении проблем сохранения биоразнообразия, если ее применение не выходит за рамки деятельности различных негосударственных природоохранных организаций, чаще всего проявляется в их антисоциальных и антигосу-

дарственные акциях. В целом эти акции не представляют серьезной угрозы для общества, хотя и создают определенные сложности – в частности, в организации работы таких важных систем энергообеспечения, как атомные электростанции. Свидетельством этому являются специальные устройства для защиты АЭС от нападений «зеленых», строительство которых практикуется в Германии и других странах.

Много более серьезные последствия биоцентризма для человечества можно предвидеть при переходе его на уровень государственной и, тем более, международной политики. Законодательное воплощение биоцентрических идей о равных правах на существование всех живых организмов, включая человека, легко приводит к принципам презумпции виновности человечества перед другими живыми существами. Сам по себе данный подход представляется скорее наивным, чем порочным, и не расходится с христианской ориентацией на личное смирение. Однако его сочетание с хорошо известными идеями о необходимости решения проблемы роста народонаселения в условиях растущего дефицита природных ресурсов таит в себе вполне откровенную угрозу для человеческого общества в целом, и особенно – слаборазвитых стран малоимущих слоев населения. Первые признаки практической реализации биоцентризма на государственном уровне просматриваются в ряде западноевропейских стран и, прежде всего, в Нидерландах, законодательство которых весьма жестко регламентирует права животных, но разрешает эвтаназию человека. Внедрение биоцентрических представлений в массовое сознание приводит к смещению нравственных акцентов в сторону представлений о малоценности человеческой жизни и дозволенности геноцида в современных цивилизованных формах, в частности, планирования семьи.

С христианских позиций биоцентризм классифицируется как неоязычество, поскольку на уровне философского учения «глубинной экологии» оно предполагает мистическое духовное взаимодействие человека со своими эволюционными предками, а соответствующие биоэтические построения уходят своими корнями в древние культы их почитания (тотемизм). Именно вследствие этого биоцентрические представления до сих пор не слишком популярны в нашей стране, духовной основой которой было и остается православие. В России и других странах с доминантой традиционных монотеистических религий идеология и практика биоцентризма навязываются искусственно.

В целом эволюцию этических установок человечества в отношении животных и растений со времен массового распространения язычества можно представить в виде цикла, первая половина которого связана с восхождением от политеистического понимания отношений с окружающей природной средой, и через пантеизм античного периода к ветхозаветному юридическому восприятию этих отношений. При этом на стадии Ветхого Завета существовала четкая регламентация прав и обязанностей человека и дифференциация животных как природных объектов на «чистых» и «нечистых». Вершиной этого цикла и человеческого отношения к природе и к миру в целом следует считать раннехристианские позиции, согласно которым милосердие ко всякому роду твари не должно подменяться преклонением перед ней. Последующая история трансформации христианского миропонимания, в частности, в плане обсуждаемой здесь проблемы, представляет собой вторую и по существу симметричную часть цикла, в котором – по нисходящей – располагаются юридическое понимание долга (в т.ч. перед природой) на стадии католицизма, переходящее в автономную этику понимания его, как долга перед своими собственными убеждениями на стадии протестантизма, и – в завершение – атеистический антропоцентризм. Переход от последнего к неязыческому биоцентризму означает замыкание этого цикла, т.е. возвращение на исходные позиции допотопного человечества, полностью потерявшего духовную ориентацию и веру в Бога Единого. Таким образом, с позиций изложенного, формирование биоцентрических представлений представляет собой результат деградации христианского миропонимания, в настоящее время сохранившегося только в Православии.

Из вышесказанного следует, что в решении проблемы сохранения биоразнообразия антропоцентрическая и биоцентрическая этики альтернативны и в перспективе могут стать предметом серьезных разногласий на арене экологической деятельности мирового масштаба. Выбор между ними, по меньшей мере, должен определяться духовными традициями конкретной страны и региона. В условиях России биоцентрическая этика неприемлема: в решении проблем сохранения биоразнообразия доминирующее значение должен приобрести христианский антропоцентрический (персоналистический) подход.

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ БЕСПОЗВОНОЧНЫХ ЖИВОТНЫХ-ПАДАЛЬЩИКОВ В
ЗАВИСИМОСТИ ОТ ГЛУБИНЫ, ТИПА ПРИМАНКИ И ВРЕМЕНИ
НАХОЖДЕНИЯ ПРИМАНКИ В ВОДЕ

А.В. Зыкова¹, А.Л. Мельниченко¹, А.С. Савченко¹,
В.О. Мокиевский², А.Б. Цетлин^{1,3}

1 – Каф. зоологии беспозвоночных Биологического ф-та МГУ
им. М.В. Ломоносова; 2 – Ин-т океанологии РАН; 3 – Беломорская био-
станция МГУ им. М.В. Ломоносова

В июле 2006 г. в Великой Салме в районе Беломорской биологической станции МГУ была проведена работа по исследованию привлекательности различных типов пищи для беспозвоночных животных-падальщиков в зависимости от глубины и времени нахождения приманки в воде. Целью данной работы было составление списка видов беспозвоночных животных-падальщиков и выявление закономерностей их распределения.

Было изготовлено пять ловушек из сети с диаметром ячеи 2 мм, натянутой на алюминиевый каркас, в которые помещали приманку: нарезанную рыбу, измельченных морских звезд или раздробленных мидий. Каждая ловушка имела вид цилиндра диаметром 20 см, внутрь которого вдавалось два конуса с отверстиями 10 см в диаметре. Для закрепления ловушек на морском дне использовали грузы весом 4 кг. Устанавливали ловушки с лодки; для определения глубины использовали рыболовецкий эхолот.

Были совершены три постановки ловушек с различной приманкой на разные промежутки времени и на разных глубинах (6 м, 10 м и 15 м). Первая постановка была проведена чуть восточнее причала ББС в ночь с 27 на 28 июля с 21:30 до 10:30. В эту пробу было включено пять ловушек. Одна ловушка с рыбой была утеряна. После снятия первой пробы ловушки были модернизированы. Одно отверстие было зашито, чтобы избежать вымывания животных из ловушки во время поднятия ее со дна.

Вторая постановка была проведена восточнее причала ББС 28 июля с 17:00 до 21:00, и включала в себя 4 ловушки. Ловушка со звездами была потеряна.

Третья постановка была выполнена 29 июля с 13:00 до 18:00, восточнее Еремеевских островов. Две ловушки были установлены на глубине 10 м, приманка – рыба и звезды, и одна на глубине 15 м, приманка – мидии.

Таблица 1 (начало). Количество животных в сетевых ловушках с приманками (* – с учетом двух видов рода *Caprella*)

| Время, длительность и место постановки | ночь, 13 часов, возле причала | | | | день, 4 часа, возле причала | | | |
|--|-------------------------------|----------------|-----------|------------|-----------------------------|------------|--------------|------------|
| Вид \ Глубина, тип приманки | 6 м, мидии | 6 м, м. звезды | 6 м, рыба | 15 м, рыба | 10 м, мидии | 10 м, рыба | 10 м, звезды | 15 м, рыба |
| <i>Acanthonotosoma inflatum</i> | | | | | 1 | 1 | | |
| <i>Ancula cristata</i> | | | | | | | | |
| <i>Anonyx sp.</i> | | | | | | 16 | | |
| <i>Anonyx nugax</i> | | | | 12 | | | | |
| <i>Asterias rubens</i> | | 2 | 2 | | | | | |
| <i>Buccinum undatum</i> | 4 | 2 | | | 7 | | | 1 |
| <i>Caprella monocera</i> | | | | 1 | 1 | | | 10 |
| <i>Caprella linearis</i> | | | | 60 | 66 | 12 | 6 | 605 |
| <i>Coryphella verucosa</i> | | | | | 1 | | | |
| <i>Dendronotus robustus</i> | | | | | | | | |
| <i>Epheria vincta</i> | | | | 3 | | | | |
| Gammaridae gen.sp. | | | | | 1 | 1 | | |
| <i>Iphimedia obesa</i> | | | | | 1 | | | |
| <i>Littorina saxatilis</i> | | | | | | | | |
| <i>Margarites helicinus</i> | | | | | 3 | | 9 | 1 |
| Nematoda gen.sp. | | 5 | | | | 1 | | |
| Nudibranchia gen.sp. | | | | | | | | |
| <i>Ophiura robusta</i> (Аурес, 1851) | | | | | | | | |
| Polychaeta gen.sp. | 1 | | | | | | | |
| Число видов* | 2 | 3 | 1 | 4 | 8 | 5 | 2 | 4 |
| Экземпляров* | 5 | 9 | 2 | 76 | 81 | 31 | 15 | 617 |
| Число видов падальщиков | 2 | 3 | 1 | 2 | 6 | 4 | 1 | 2 |
| Экземпляров падальщиков | 5 | 9 | 2 | 15 | 14 | 19 | 9 | 2 |

Таблица 1 (конец). Количество животных в сетевых ловушках с приманками (* – с учетом двух видов рода *Caprella*)

| Время, длительность и место постановки | | день, 5 часов, Еремеевские о-ва | | | |
|--|-----------------------|---------------------------------|-----------|-------|-------|
| Вид | Глубина, тип приманки | 10 м, | 10 м, | 15 м, | 15 м, |
| | | рыба | м. звезды | рыба | мидии |
| <i>Acanthonotosoma inflatum</i> | | | | | |
| <i>Ancula cristata</i> | | 1 | | | |
| <i>Anonyx</i> sp. | | | 1 | | |
| <i>Anonyx nugax</i> | | | | 1 | |
| <i>Asterias rubens</i> | | | 1 | | 2 |
| <i>Buccinum undatum</i> | | 4 | 1 | | 1 |
| <i>Caprella monocera</i> | | | 3 | | |
| <i>Caprella linearis</i> | | 51 | 197 | 12 | 57 |
| <i>Coryphella verucosa</i> | | | | | |
| <i>Dendronotus robustus</i> | | 2 | | | |
| <i>Epheria vincta</i> | | | | | |
| Gammaridae gen.sp. | | 3 | 3 | | |
| <i>Iphimedia obesa</i> | | | | | |
| <i>Littorina saxatilis</i> | | | | | 9 |
| <i>Margarites helycinus</i> | | | 1 | | 1 |
| Nematoda gen.sp. | | | | | |
| Nudibranchia gen.sp. | | 1 | | | |
| <i>Ophiura robusta</i> (Ayres, 1851) | | | 2 | | 1 |
| Polychaeta gen.sp. | | | | 1 | |
| Число видов* | | 6 | 8 | 3 | 6 |
| Экземпляров * | | 62 | 209 | 14 | 71 |
| Число видов падальщиков | | 5 | 6 | 2 | 5 |
| Экземпляров падальщиков | | 11 | 9 | 2 | 14 |

Днем 7 августа была проведена дополнительная постановка, на 5 часов, чтобы восстановить данные, которые недополученных из-

за потери ловушек. Одна ловушка с приманкой из морских звезд была установлена на глубине 10 м недалеко от пирса. Еще одна ловушка с рыбой была поставлена на глубину 15 м за Еремеевскими островами.

Всего в ловушках обнаружены беспозвоночные 19 видов (табл. 1). Наиболее многочисленными были морские козочки *Caprella linearis* (L., 1767) и *Caprella monocera* (G. Sars, 1895) (до 605 особей в одной ловушке). Они встречались во всех ловушках, которые были установлены на глубинах 10–15 м. Известно, что они не являются падальщиками, и, вероятно, используют ловушки в качестве субстрата, поскольку им легко удержаться на сетке. При анализе полученных данных морские козочки не учитывались как падальщики. Падальщики рода *Anonyx* и *Vuccinum undatum* (L., 1758) доминировали – до 20 особей в одной ловушке.

Все выводы, сделанные в ходе работы, носят сугубо предварительный характер, поскольку не учитывались такие факторы, как характер грунта, течения, особенности сообщества. В ходе работы были выявлены следующие закономерности:

1. Наибольшее количество особей падальщиков и наибольшее видовое разнообразие выявлены на глубине 10 м.

2. Наиболее привлекательной приманкой из предложенных была рыба, а наименее привлекательной – морские звезды.

3. По-видимому, количество особей падальщиков возрастает с увеличением времени пребывания ловушки в воде.

4. Разнообразие пойманных в ловушки животных больше за Еремеевскими островами.

5. Виды падальщиков можно разделить на две группы:

встречающиеся только на одном определенном типе приманки – *Ancula cristata* (Alder, 1841), *Anonyx nugax* (Phipps, 1774), *Coryphella verrucosa* (M. Sars, 1829), *Dendronotus robustus* (Verrill, 1880), *Epheria vineta* (Montagu, 1803), *Iphimedia obesa* (Rathke, 1843), *Littorina saxatilis* (Olivi, 1792), *Nudibranchia* gen. sp., *Polychaeta* gen. sp.;

привлекаемые приманками всех предложенных типов – *Acanthonotozoma inflatum* (Krøyer, 1842), *Asterias rubens* (L., 1758), *B. undatum* (L., 1758), *Margarites helycinus* (Phipps, 1774).

Y.G. Kamenir (Ю.Г. Каменир)

Marine Ecology Laboratory, Faculty of Life Sciences, Bar-Ilan University
(Лаб. морской экологии Биологического ф-та Ун-та Бар-Илан)

A very important property of natural aquatic communities is their high taxonomic complexity reinforced by their high spatial heterogeneity and seasonal dynamics. Analysis of such systems demands a huge amount of very competent work, which is often unrealistic. A rational solution can be found in a search for rigid estimates and patterns measurable by automated tools. If such rigid descriptors exist, they can be used as specific keystone reference points, to quantify the “typical pattern” deformations in the perturbed ecosystem.

A possible way to search for such patterns is based on a simple model of Ideal Minimal Ecosystem, IMES (Kamenir, 1986). IMES considers the living part of an ecosystem as an indivisible dissipative structure, a coherent ensemble of recycling flows supported by some energy store or influx. This energy is consumed and dissipated during the incessant process of replenishment of huge heterogeneous mobs of “flow-through elements”. The production, decay and regeneration processes are supported just by those eternal coherent recycling flows of all major components needed to produce and support such ephemeral entities. This model, based on ideas of G. Cuvier and V.I. Vernadsky, leads to statistical approaches, such as the time-space averaged estimates of whole living matter (Vernadsky, 1978) and the Operational Taxonomic Unit (OTU) (Sneath & Sokal, 1973) statistical distributions. If OTU partition is based on size, the living part of an ecosystem can be described by size spectra, i.e., distribution of the total biomass, organism abundance and OTU number to body mass (M) size classes. The three types of size spectra are known as the biomass (BSS), the normalized (NBS) and the taxonomic (TSS) size spectra. Using such methods we can look for rigid estimates and patterns capable of withstanding strong environmental impacts and pronounced changes in other ecosystem properties. The monitoring data, dealing with statistical distributions of numerous “particles of different sizes and shapes”, can be collected by modern automated tools such as flow cytometers and image analyzers. The resulting statistical descriptors (averaged estimates and typical patterns) can be valuable as specific Archimedean points needed for environmental management, fundamental theory and quantitative models.

The main property of the IMES model is its ability to exist, i.e., to safeguard some basic properties, withstanding changes in the environment, deficiencies in its structures, and faults in its components. This ability is implemented through the continuous replacement of ephemeral bodies, supported by energy dissipation and the eternal recycling of a limited store of numerous resources. Closure of the main flows of the model implies that the energy influx is the main limiting factor, since energy dissipation is an intrinsic property of any real process; therefore, the energy recycling is less ideal than the recycling of all other resources. Since energy (sunlight) flux (compensating the energy losses) has the dimension Length^{-2} (e.g., W m^{-2}), living matter (i.e., the totality of living beings) integrating over a unit area or the whole ecosystem area (rather than a unit volume), is the object of those constraints.

When size spectrum width is large [$M_{\max} / M_{\min} \gg 1$], as in many natural communities, one cannot ignore the differences in specific metabolic requirements of organisms of various sizes. As E. Odum (1971) wrote, the biomass (B) overemphasizes the importance of large organisms, and their abundance (N) overemphasizes the importance of the small ones. A power function ($\log Y \sim b \log M$, $b \sim 0.75\text{--}0.80$) describes this disproportion. The “metabolic surface” (S_m), which controls the metabolic exchanges of an organism with its environment, is composed of very complicated fractal structures such as roots, leaves, lungs, gills, etc. Therefore, S_m is often much larger than the geometrical estimation obtained from body mass approximated by a cube or sphere. The S_m scaling on the body mass has a power coefficient $b \sim 0.78$, hence, S_m is preferable to N and B, when one depicts the energy dissipation according to the criteria based on the IMES model used.

Literature-based analysis was performed on the total community biomass and metabolic surface scaling with the ecosystem size. The following criteria were used for the selection of the references: completeness of the ecosystem size interval possible for this planet, comparison of natural and artificial, marine and freshwater communities, comparison of laboratory measurements and field studies. An optimal (on the basis of such criteria) ecosystem set was composed of the World Ocean, a sea, lake, reservoir, pond, mesocosm, microcosm, and a sealed microbial vial. A series of thoroughly studied objects of aquatic ecology was compiled from the scientific literature.

The resulting set of aquatic ecosystems encompassed some 20 orders of magnitude of the ecosystem size (its water area, S_{es}). The data comparison evidences almost ideal linear growth of integral parameters

of the community (total biomass and external surface of bodies of all organisms, B_{sum} and S_{sum} , respectively) with the system scale. When normalized to water area size, these parameters seem to be invariant, i.e., independent of ecosystem size. Two “ideal objects” most closely conform to the ideal system (IMES) definition: the sealed microbial vial and the World Ocean. All other points lie quite close to the line connecting these two “ideal” objects. The integral quantity of living matter, averaged per unit area of aquatic ecosystems in the most broad ecosystem size range possible for this planet, seems to be very similar, approximately 10 g protein per square meter. The same is true for the cumulative external surface of all organisms, producing approximately $10^2 \text{ m}^2 \text{ m}^{-2}$ (i.e., a dimensionless value).

Using subtropical Lake Kinneret (Israel) long-term (30 years) monitoring data base, a taxonomic size spectrum (TSS) set was produced for each of several years notable for pronounced stability or strong disturbances of the lake community. Each TSS was created as a discontinuous frequency distribution (histogram) of the cumulative number of OTUs registered during one year to size classes. A fixed cell volume was used for each OTU. Hierarchical cluster analysis was applied to evaluate shape similarity between histograms, in order to find and compare the most closely related TSS shapes. Each histogram, i.e., a column of numbers, was interpreted as a numerical vector according to the pattern recognition methodology widely used in computerized data retrieval systems. The Pearson correlation and Euclidean distance were applied to estimate the average linkage between the group centers. The most disturbed years were marked with pronounced changes in many environmental parameters, the aquatic community composition and its annual succession pattern. While evident changes were notable in the phytoplankton biomass dynamics and its monthly levels, size distributions of phytoplankton cell abundance and its OTU number (i.e., NBS and TSS) were very rigid, even during extremely perturbed years.

Statistical methods are necessary to study complicated web-like structures common in natural aquatic ecosystems. Application of such methods evidences the existence of very rigid parameters and structural patterns of integral aquatic communities. Application of modern histogram similarity techniques for size spectrum comparisons can produce quantitative estimations of the integral natural community structural variability. Such means are acutely needed for environmental management and monitoring, and in theoretical ecology.

Резюме. Целью исследования был поиск таких способов описания природных сообществ, чтобы они были достаточно устойчивыми и могли послужить в качестве опорных точек для измерения деформаций структуры сообществ. Поиск таких «опор» проводился с помощью модели, базирующейся на идеях Ж. Кювье, В.И. Вернадского и методологии «операционных таксономических единиц» (Operational Taxonomic Unit; Sneath, Sokal, 1973). Результаты исследования показывают, что для изучения сложных сетей, типичных для природных водных экосистем, необходимо применение статистических методов. Суммарные величины биомассы и площади наружной поверхности организмов в пересчете на единицу акватории, вычисленные для максимально широкого диапазона размеров водных экосистем, возможного на нашей планете, имеют очень близкие оценки. Некоторые варианты размерных спектров – NBS (“Normalized Biomass Spectra”, «нормализованный спектр биомасс») и TSS (“Taxonomic Size Spectra”, «спектр размеров таксонов»), определенные для фитопланктона оз. Киннерет, сохранились даже в годы максимально сильных за 30 лет возмущений экосистемы.

ВЛИЯНИЕ ХИМИЧЕСКОГО И РАДИАЦИОННОГО ФАКТОРОВ НА АССИМИЛЯЦИОННЫЙ АППАРАТ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ

А.Н. Кизеев, В.К. Жиров

Полярно-альпийский ботанический сад-институт им. Н.А. Аврорина
Кольского научного центра РАН

На Кольском полуострове расположены крупные металлургические предприятия, объекты ядерной энергетики и атомного флота и другие источники промышленных эмиссий (Доклад о состоянии и охране окружающей среды Мурманской области в 2003 году, 2004). Леса Мурманской области испытывают огромную антропогенную нагрузку. Одной из основных лесообразующих пород на Кольском полуострове является сосна обыкновенная, ассимиляционный аппарат которой чувствителен к техногенному воздействию (Ярмишко, 1997). На сегодняшний день особую актуальность приобретают вопросы, связанные с комплексным влиянием соединенных токсичных химических элементов и малых доз радиации на морфологические и физиолого-биохимические характеристики хвои сосны в условиях Кольского Севера.

В работе исследовали химический состав (тяжелые металлы, фтор, алюминий, основные элементы питания), радиационно-экологические (суммарная удельная α - β - активность, радионуклидный состав), морфологические (длина, масса) и физиолого-биохимические (оводненность, проницаемость клеточных мембран для эндогенных электролитов, пигментный состав) характеристики двухлетней хвои сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.), произрастающей в зонах влияния медно-никелевого комбината «Североникель» (г. Мончегорск), Кандалакшского алюминиевого завода (г. Кандалакша) и 30-километровой зоне действия Кольской АЭС (г. Полярные Зори).

Отбор растительных образцов проводили в течение 2004–2005 гг. в соответствии с общими требованиями к отбору проб (Helmisaari, 1992; Черных, Сидоренко, 2003), на стационарных пробных площадках, представляющих собой сосняки кустарничково-лишайниковые V класса бонитета, произрастающие на Al–Fе-гумусовых подзолах (Раменская, 1983; Цветков, Семенов, 1985).

В результате проведенных исследований установлено, что деятельность комбината «Североникель» и Кандалакшского алюминиевого завода приводит к избыточному накоплению в хвое сосны тяжелых металлов, S, Al, F и др. поллютантов. Промышленное загрязнение влияет на содержание в хвое основных элементов питания. Вблизи комбината «Североникель» увеличивается содержание S, N, P и K, а содержание Zn, Mn, Ca, Mg и Al снижается. Вблизи Кандалакшского алюминиевого завода в хвое возрастает содержание Al, Mn и Mg.

Впервые для Мурманской области выявлены особенности накопления удельной α - и β -активности, радионуклидов природного (радионуклиды рядов ^{238}U и ^{232}Th , ^{40}K , ^7Be) и техногенного (^{137}Cs , ^{90}Sr) происхождения в хвое сосны в меридиональном разрезе между городами Мончегорск и Кандалакша. Выявлен ряд потенциальных источников поступления этих радионуклидов в хвою. Максимальные величины исследуемых радиационно-гигиенических характеристик не выходили за пределы природного радиационного фона [Нормы радиационной безопасности (НРБ-99). Гигиенические нормативы СП 2.6.1.758-99].

В зоне максимального воздействия на хвою радиационного фактора (повышенной α - и β -активности и накопления радионуклидов ^{226}Ra , ^{137}Cs , ^{90}Sr) вблизи Кольской АЭС (район р. Пиренга),

содержание в хвое сосны Mn, K, P, N, Mg, F и Al возрастало, а содержание S, Ca, Ni, Cu, Co, Fe, Pb и Zn снижалось, что в определенной мере компенсирует техногенное воздействие и оптимизирует усвоение биогенных элементов и микроэлементов.

Перестройки морфологических и физиолого-биохимических показателей, наблюдаемые в районе р. Пиренга, не затрагивают структуры органического уровня иерархии, т.е. размеры и массу хвои, и связаны в основном со структурами клеточного и субклеточного уровней. Об этом свидетельствует увеличение оводненности хвои, снижение выхода эндогенных электролитов, уменьшение содержания хлорофиллов и каротиноидов, увеличение соотношения хлорофилла *a* к хлорофиллу *b* и отношения каротиноидов к хлорофиллам в хвое. Эти изменения свидетельствуют о пониженном физиологическом возрасте растений сосны (Кренке, 1940; Чернов, 1963), и могут интерпретироваться как адаптация активного типа (Зауралов, 1981).

Таким образом, в условиях комплексного загрязнения окружающей среды отходами различных металлургических производств на Кольском полуострове слабое радиационное воздействие (в пределах фоновых значений) оказывает положительное влияние на сосну обыкновенную, стимулируя адаптивные возможности растительного организма по отношению к действию других загрязнителей.

МНОГОЛЕТНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ ПИТАНИЯ МОРСКИХ ПТИЦ, БЕСПОЗВОНОЧНЫЕ ЖИВОТНЫЕ ЛИТОРАЛИ БЕЛОГО МОРЯ И ТРОФИЧЕСКИЕ СТРАТЕГИИ ОБИТАТЕЛЕЙ ЭКОТОНОВ

В. В. Корбут

Каф. биогеографии Географического ф-та МГУ им. М.В. Ломоносова

Литораль, система экотонная, привлекает птиц как источник разнообразных ресурсов. Многие виды птиц используют литораль Белого моря как основную и даже единственную кормовую станцию для сбора большого количества полноценной белковой пищи, что особенно важно во время подготовки к миграциям.

Для изучения питания было выбрано два модельных вида: кулик-сорока и сизая чайка. Материалы собирали с начала августа по начало сентября у кордона Лувеньга (Кандалакшский государст-

венный природный заповедник, 67°06'N, 32°42'E), где стаи этих птиц достигают 100–200 особей. Анализировали помет (Корбут, 1994, 1998а), его сбор проводили в период наиболее активной кормежки птиц – в двух-трехчасовом интервале до и после пика отлива. Время суток – с 9 до 19 ч., погодные условия – штиль, без осадков и ветра. Такие ограничения позволили уменьшить влияние суточных вариаций питания (Корбут, 2003). Число проб: для сизой чайки – более 30000, для кулика-сороки – более 7500. В настоящем сообщении приведены данные по встречаемости (относительно общего числа проб) основных кормов, собираемых птицами на литорали.

Питание кулика-сороки, специализированного вида, на Белом море полностью приурочено к морским стациям (Корбут, 1998а), в отличие от «генералиста» – сизой чайки, использующей для сбора корма и сушу. В Лувеньге основные кормовые объекты, общие для изучаемых птиц – мидия и рачки-бокоплавы в целом составляющие не менее половины рационов. Птицы собирают их с поверхности или разыскивают в обрастаниях и штормовых выбросах. Кроме того, специализированные кулики активно поедают маком, разыскивая их в толще грунта, а чайки собирают полихет (Корбут, 1998а, б, 2003). Места сбора пищи у чаек и куликов практически одинаковы и обусловлены изменениями уровня воды в ходе отлива – прилива (Корбут, 1998, 2003). Ранее было показано (Корбут, 1998а, б, в, 2003), что распределение и обилие этих объектов определяют перемещения птиц по литорали время ухода и прихода воды.

В ходе наблюдений на протяжении ряда лет была выявлена значительная изменчивость встречаемости отдельных объектов во многом общая для изучаемых птиц (табл. 1). Обнаружены некоторые общие тенденции: а) нарастание в рационах доли рачков-бокоплавов до 2000–2001 гг., их значительный спад в последующие годы; б) циклические, но аперiodические колебания встречаемости мидии; в) повышенное разнообразие (Корбут, 1998, 2003) и сопряженность использования различных кормовых объектов.

Резкое нарастание потребления рачков-бокоплавов у сизой чайки совпало с постепенным прекращением работы крупного коровника в пос. Лувеньга, а для кулика этот процесс явно был связан с естественными процессами. Резкое увеличение эксплуатации рачков большим количеством сизых чаек не могло не привести к на-

растанию конкуренции за этот вид пищи, что повлекло за собой рост использования дополнительных кормов.

Таблица 1. Встречаемость некоторых объектов, поедаемых птицами на литорали

| Годы | Кулик-сорока | | | Сизая чайка | | |
|------|--------------|------------|--------|-------------|------------|----------|
| | Мидия | Бокоплавцы | Макома | Мидия | Бокоплавцы | Полихеты |
| 1990 | 6,7 | 39,2 | 51,6 | 6,5 | 46,7 | 2,5 |
| 1991 | 3,7 | 47,7 | 50,2 | 5,0 | 48,5 | 5,9 |
| 1992 | 6,6 | 37,6 | 55,6 | 15,9 | 42,5 | 6,7 |
| 1993 | 33,9 | 41,8 | 37,7 | 23,7 | 33,8 | 25,8 |
| 1994 | 30,0 | 45,0 | 40,0 | 2,0 | 83,2 | 5,5 |
| 1995 | 26,0 | 50,0 | 42,0 | 0,9 | 81,5 | 22,7 |
| 1996 | 24,0 | 60,0 | 45,0 | 1,1 | 82,7 | 39,8 |
| 1997 | 23,4 | 64,1 | 46,9 | 5,4 | 77,0 | 10,5 |
| 1999 | 3,7 | 43,8 | 68,8 | 5,2 | 85,9 | 7,9 |
| 2000 | 34,3 | 45,7 | 34,3 | 7,9 | 73,7 | 5,7 |
| 2001 | 16,1 | 80,6 | 16,1 | 5,2 | 84,3 | 20,2 |
| 2002 | 6,2 | 40,7 | 86,6 | 16,6 | 66,6 | 29,6 |
| 2003 | 5,1 | 19,6 | 85,5 | 13,2 | 51,0 | 36,8 |
| 2004 | 17,0 | 24,5 | 53,2 | 19,9 | 65,5 | 8,8 |
| 2005 | 9,3 | 13,2 | 97,7 | 8,9 | 39,8 | 55,8 |

В качестве дополнительного пищевого объекта птицы используют мидию. В р-не кордона Лувеньга мидиевые банки почти недоступны чайке и кулику, птицы могут использовать лишь небольшие запасы мелких моллюсков (длиной не более 10–15 мм) на обрастаниях или выбросах. В целом этот моллюск составляет небольшую, хотя в некоторые годы весьма существенную часть видовых рационов. По мере сокращения добычи мидий чайки начинают активнее использовать полихет и рачков, а кулики переходят на снот макомы.

Вопрос о причинах повышенного динамизма трофических отношений изучаемых видов птиц связан с особенностями формирования и существования птиц в системах экотонов.

Ранее (Корбут, 1998а, 2003) было показано использование стратегий «охотника» и «мусорщика» в зависимости от особенностей

распределения, разнообразия, обилия и доступности потенциальной пищи. Полученные данные подтверждают высказанную ранее гипотезу (Корбут, 1988, 2000), о значительном объеме «резерва накопленной изменчивости» (Шмальгаузен, 1968) у птиц, обитающих в динамичной среде.

Кулик-сорока, специализированный вид морских побережий, и сизая чайка, преимущественно обитатель материковых заболоченных ландшафтов, оказались способны использовать бедную трофическими ресурсами литораль Лувеньги. Стоит отметить, что эти птицы на значительной части своих видовых ареалов активно входят в культурные ландшафты, в том числе и города.

ЦВЕТЕНИЕ РАСТЕНИЙ В РАЙОНЕ КАНДАЛАКШИ В ОКТЯБРЕ 2005 Г.

А.С. Корякин, Л.А. Москвичева

Кандалакшский гос. природный заповедник

Реакция различных видов растений на погодные аномалии заслуживает внимания на фоне общей климатической нестабильности. В 2005 г. в районе Кандалакшского залива лето было жарким, осень – теплой и продолжительной, без сильных заморозков. К началу октября вегетация большинства растений закончилась, но вплоть до 17 октября, когда выпал первый снег, у ряда видов отдельные особи продолжали цвести и/или бутонизировать. Наблюдения за растениями проводились ежедневно в период с 1 по 17 октября 2005 г. в районе устья р. Нива (г. Кандалакша, р-н Нижняя Кандалакша); цветущие растения регистрировались и в других районах города. Также было проведено обследование ряда островов Северного архипелага, которые расположены в Кандалакшском заливе Белого моря и входят в состав Кандалакшского заповедника.

Приведем список, в который вошли 47 видов растений, 31 из которых – аборигенные и давно натурализовавшиеся адвентивные виды, и 16 – преимущественно декоративные, недавно интродуцированные на участке, где проводятся постоянные фенологические наблюдения в р-не Нижняя Кандалакша. Условием для включения вида в список было обнаружение хотя бы одного цветка или буто-

на (одни только бутоны отмечены у двух видов – *Asparagus officinalis* L. и *Symphytum officinalis* L.).

Аборигенные и адвентивные виды (в скобках указано место находки, СА – Северный архипелаг, НК – р-н Нижняя Кандалакша): тысячелистник обыкновенный *Achillea millefolium* L. (НК); купырь лесной *Anthriscus sylvestris* (L.) Hoffm. (СА: о. Рязков); колокольчик круглолистный *Campanula rotundifolia* L. (НК); пастушья сумка *Capsella bursa-pastoris* (L.) Medic. (НК); чертополох колючий *Carduus crispus* L. (НК); бодяк полевой *Cirsium arvense* (L.) Scop. (Кандалакша); дескурия Софьи *Descurainia sophia* (L.) Webb ex Prantl (НК); желтушник ястребинколистный *Eresium hieracifolium* L. (СА: о. Вороний); земляника обыкновенная *Fragaria vesca* L. (НК); пикульник красивый *Galeopsis speciosa* Mill. (НК); герань луговая *Geranium pratense* L. (НК, СА: о. Рязков); борщевик сибирский *Heracleum sibiricum* L. (НК); ромашка душистая *Lepidotheca suaveolens* (Pursh) Nutt. (НК); донник белый *Melilotus albus* Medik. (НК); донник лекарственный *M. officinalis* (L.) Pall. (НК); лапчатка лапландская *Potentilla arctica* Rouy (СА: о. Сумеречная Скалистая); лапчатка серебристая *P. argentea* L. (НК); лапчатка средняя *P. intermedia* L. (НК); лютик едкий *Ranunculus acris* L. s.l. (НК, СА: о. Рязков); погребок поздний *Rhinanthus serotinus* (Schoenh.) Oborny (НК); камнеломка дернистая *Saxifraga caespitosa* L. (СА: о. Рязков); крестовник обыкновенный *Senecio vulgaris* L. (НК); звездчатка злаковидная *Stellaria graminea* L. (НК); звездчатка средняя *S. media* (L.) Vill. (НК); пижма обыкновенная *Tanacetum vulgare* L. (НК); одуванчик лекарственный *Taraxacum officinale* Wigg s.l. (Кандалакша); клевер луговой *Trifolium pratense* L. (НК, СА: о. Рязков); клевер ползучий *T. repens* L. (НК); трехреберник Гукера *Tripleurospermum hookeri* Sch. Bip. (НК, СА: о-ва Рязков, Сумеречная Скалистая); брусника *Vaccinium vitis-idaea* L. (СА: о-ва Вороний, Головин, Рязков); горошек мышинный *Vicia cracca* L. (НК).

Интродуцированные виды: таран Вейриха *Aconogonon weyrichii* (Fr.Schmidt) Naga; полынь обыкновенная *Artemisia vulgaris* L.; спаржа лекарственная *Asparagus officinalis* L.; астра иволистная *Aster salignus* Willd.; борец обыкновенный *Aconitum lycoctonum* L.; хризантема *Chrysanthemum* sp.; кларкия ноготковая *Clarkia unguiculata* Lindl.; цимбалярия стенная *Cymbalaria muralis* Gaertn., Mey. et Scherb.; эшшольция калифорнийская *Eschscholzia californica* Cham.; гравилат красноцветковый *Geum quellion* Sweet; годения

Godetia amoena (Lehm.) G. Don; качим изящный *Gypsophila elegans* Bieb.; лиатрис язычковидностолбиковый *Liatris ligulistylis* (Nelson) Nelson; мак лапландский *Papaver lapponicum* (A. Tolm.) Nordh.; окопник лекарственный *Symphytum officinalis* L.; фиалка трехцветная *Viola tricolor* L.

Сходная ситуация наблюдалась и теплой осенью 2000 г., когда в октябре при случайных наблюдениях было отмечено цветение также у (даты указаны в квадратных скобках): *Dianthus barbatus* L. [15], *Knautia arvensis* (L.) Coult. [27], *Leucanthemum vulgare* Lam. [25], *Leontodon autumnalis* L. [10], *Linum grandiflorum* Desf. [07], *Ptarmica cartilaginea* (Lebed. ex Reichb.) Lebed. (Blakw. ex DC) [07], *Rosa rugosa* Thunb. [07], *Spiraea salicifolia* L. [07], *Helianthus annuus* L. [20].

В настоящее время для многих видов невозможно оценить статус наблюдавшегося феномена и его возможные долговременные последствия. Достаточно массовое повторное цветение было в 2005 г. у ряда аборигенных видов (*V. vitis-idaea*, *S. caespitosa*), но у большинства, особенно интродуцентов, видимо просто расширился период цветения, т.к. не было сильных ранних заморозков. Отметим, что в списке местной флоры очевидно преобладают виды, ведущие себя в районе Кандалакши, как рудеральные или сегетальные сорняки. В случае увеличения вегетационного периода они получают дополнительные преимущества. В Кандалакше некоторые из упомянутых декоративных однолетников (*G. elegans*, *C. unguiculata*, *C. muralis*) способны самовоспроизводиться, по крайней мере, в длительные и теплые вегетационные сезоны, подобные сезону 2005 г.

ПЛАНКТОННОЕ СООБЩЕСТВО БЕЛОГО МОРЯ В ЗИМНИЙ ПЕРИОД:
РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ ЭКСПЕДИЦИИ Г/С «СЕРГЕЙ
КРАВКОВ» В ГЛУБОКОВОДНОЙ ЧАСТИ МОРЯ В АПРЕЛЕ 2003 Г.

К.Н. Кособокова¹, Н.М. Перцова²

1 – Ин-т океанологии им. П.П. Ширшова РАН, 2 – Каф. Зоологии беспозвоночных Биологического ф-та МГУ им. М.В. Ломоносова

18–26 апреля 2003 г. в Белом море прошла вторая в истории его изучения комплексная зимняя океанографическая экспедиция, состоявшаяся почти 70 лет спустя после зимней экспедиции ледоко-

ла «Гаймыр» 1934 г. (Тимонов, 1947; Трофимов, Голубчик, 1947). Задачами экспедиции являлось проведение гидрофизических, гидрохимических, гидробиологических и геохимических наблюдений в глубоководных районах моря в конце зимнего периода. Глубокий циклон, прошедший над акваторией Белого моря в середине марта 2003 г., привел к разрушению припая почти по всему морю, и большая часть дрейфующего льда была вынесена через Горло в северную часть моря, в Воронку и Мезенский залив. Сложившиеся аномальные ледовые условия позволили провести наблюдения по всей глубоководной части моря от южной части Горла до Кандалакшской впадины в пределах 100-метровой изобаты без использования ледокола. Съёмка проводилась с борта судна ледового класса гидрографического судна «Сергей Кравков» и включила 64 станции, в том числе 63, на которых проводилось CTD-зондирование для определения температуры, солёности и концентрации растворенного кислорода, и 14 комплексных станций, где выполнялся отбор проб воды для изучения взвеси, фитопланктона и сбор зоопланктона. На четырех станциях были отобраны пробы грунта и на трех проведен отбор проб снега и колонок льда. Кроме того, в устье р. Северной Двины и Двинском заливе на 11 станциях были отобраны пробы воды с поверхности для определения концентрации растворенного органического углерода и взвеси.

Результаты гидрофизических и геохимических исследований показали, что в период проведения экспедиции гидрологическая ситуация соответствовала условиям, обычным для конца гидрологической зимы, несмотря на раннее освобождение значительной части моря ото льда (Лукашин и др., 2003). К моменту исследований радиационный прогрев повлиял на теплосодержание только верхней части конвективного слоя толщиной 5–10 м и не затронул его основную часть. Не разрушенные мартовским штормом ледяные поля не имели характерных признаков весеннего таяния сверху, однако таяние льда все же происходило снизу и сбоку за счет тепла поверхностного слоя воды. В период съёмки все еще наблюдалась зимняя межень стока р. Северная Двина, о чем свидетельствовала малая удаленность опресненных вод от устья и высокая прозрачность воды в Двинском заливе.

Пробы зоопланктона отбирали сетями Джеди с диаметром входного отверстия 37 см и фильтрующим конусом из газа с ячейей 180 мкм путем послыного вертикального облова водной толщи от дна до поверхности по стандартным горизонтам 0–10, 10–25, 25–

50, 50–100, 100–150, 150–200, 200–250, 250 м – дно. Состав зоопланктона был однороден на всей исследованной акватории. По биомассе резко доминировали виды холодноводного комплекса: копеподы *Calanus glacialis* Jaschnov, 1955, *Pseudocalanus minutus* (Krøyer, 1848) и *Metridia longa* (Lubbock, 1854), а также щетинко-челюстные *Sagitta elegans* Verill, 1873. Тепловодные виды прибрежья *Centropages hamatus* Lilljeborg, 1853 и *Temora longicornis* Müller, 1875, обычно обильные в летнем планктоне, нацело отсутствовали. В популяциях копепод *C. glacialis* и *P. minutus* преобладали старшие копеподитные стадии и взрослые особи, причем многие самки обоих видов уже были готовы к откладке яиц. На ряде станций вблизи поверхности в небольшом количестве присутствовали яйца калянуса, свидетельствуя о начале его нереста. Такое раннее размножение калянуса отмечено в открытых водах Белого моря впервые. Вертикальное распределение общей биомассы зоопланктона и отдельных видов, особенно популяций *C. glacialis* и *P. minutus*, свидетельствовало о начале весеннего подъема мигрирующих видов из глубинных слоев в поверхностные. Хотя основная масса планктона поверхности еще не достигла, глубины свыше 150 м уже были обеднены по сравнению с вышележащими слоями.

Результаты гидрохимических (Лукашин и др., 2003) и биологических наблюдений показали, что, несмотря на отсутствие существенного поверхностного прогрева и выраженной плотностной стратификации вод, в период наблюдений в пелагиали уже начались весенние процессы. Кроме развития ледовых водорослей, в районах с плавучим льдом и на свободных ото льда акваториях наблюдалось начало развития крупных планктонных диатомовых. Как ледовые, так и планктонные формы оказались доступными для массовых планктонных гетеротрофов – копепод-фильтраторов *C. glacialis* и *P. minutus*, зимующие стадии которых к этому времени уже вышли из диапаузы, начали подъем из глубинных слоев и частично приступили к размножению.

МЕЙОБЕНТОС В ПЛАНКТОНЕ: СЛУЧАЙНОСТЬ ИЛИ ЗАКОНОМЕРНОСТЬ?

Е.Д. Краснова

Беломорская биостанция МГУ им. М.В. Ломоносова

Мейобентос – это не только размерная группировка живых организмов, но и единая экологическая группа, которая характеризуется собственными пространственными и временными масштабами. При обсуждении пространственных масштабов мейобентоса принято исходить из того, что это мелкие организмы с небольшими индивидуальными пространствами, и что большая часть входящих в него организмов облигатно бентосные, без плавающих расселительных стадий. Такое представление о мейобентосе традиционно, и именно им руководствуются при построении экологических моделей и при использовании этой экологической группы в биоиндикации, например, при контроле влияния нефтяного загрязнения на морские экосистемы, когда мейобентос выступает в роли индикатора локальных изменений качества среды, а именно грунта.

Однако в последнее десятилетие появилось много сообщений о том, что мейобентосные животные встречаются не только на дне, но и в водной толще. Сначала казалось, что это некие случайные ситуации, но, по мере накопления сведений, стало понятно, что это явление обычное, и оно, во-первых, нуждается в особом изучении, во-вторых – в объяснении, и, в-третьих – имеет серьезные последствия для наших представлений о роли мейобентоса в морских экосистемах и его индикаторных свойствах, поскольку он не так уж строго «привязан» к месту своего обитания.

В разных таксономических группах, входящих в состав мейобентоса, обнаружены разного рода пространственные миграции: вертикальные и горизонтальные, регулярные (в том числе суточные и приливо-отливные) и нерегулярные, пассивные и активные, в ходе которых животные покидают грунт и оказываются в водной толще, причем нередко в этом есть адаптивный смысл (Palmer, 1988). Чаще такие миграции совершают гарпактициды: они обычно придерживаются самых верхних слоев грунта, и среди них много активных пловцов (Sibert, 1981; Chandler, Fleeger, 1983; Palmer, Gust, 1985; Walters, Bell, 1986). Всплывать над грунтом могут турбеллярии, они тоже хорошо плавают (Hagerman, Rieger, 1981). Был даже предложен быстрый способ оценки численности и видового разнообразия турбеллярной, основанный на их способно-

сти мигрировать в темноте из грунта в омывающую его воду – по расчетам авторов, этот метод должен сократить затраты времени на обработку проб на 90% (Armonies, 2000).

Совершает далекие миграции молодь брюхоногого моллюска *Hydrobia ulvae* (Armonies, Hartke, 1995): улитки прикрепляются к поверхностной пленке и в массе переносятся течениями. В Северном море такие миграции имеют сезонный характер и приводят к возникновению временных поселений на побережье – на несколько дней или даже часов (Armonies, Hartke, 1995). Реже встречаются в воде не приспособленные к плаванию и роющие группы – остракоды, киноринхи, и гастротрихи (Palmer, 1984; Commito, Tita, 2002). Даже бентосные фораминиферы нередко оказываются в массе вымытыми из субстрата в воду при взмучивании (Sherman, Coull, 1980). Находят в планктоне и свободноживущих нематод (Hopper, Meyers, 1966; Jensen, 1981; Fegley, 1988; Commito, Tita, 2002), причем некоторые виды – чаще других (Bell, Sherman 1980; Hagerman, Rieger, 1981; Jensen, 1981; Warwick, Gee, 1984; Eskin, Palmer, 1985). По мнению ряда исследователей, нематоды могут прибывать по воде из весьма отдаленных мест (Coull, Palmer, 1984; Vrizer, Vukovic, 2000). Из-за массового заноса водными течениями могут даже возникнуть стерильные поселения свободноживущих нематод (Skoolmun, Gerlach, 1971).

Водный перенос мейобентоса есть и в Белом море, в частности в окрестностях ББС МГУ. Планктонологи издавна обращали внимание на то, что в их пробах регулярно, и порой в массе, встречаются круглые черви. Предполагали, что это – личинки паразитических нематод, но в руки соответствующих специалистов они не попадали. Чтобы прояснить этот вопрос, мы с нашим специалистом по планктону Т.Л. Беэр решили выбирать нематод из планктонных проб, отобранных в ходе регулярных планктонных съемок, которые выполняются на ББС МГУ под руководством проф. Н.А. Марфенина. Оказалось, что эти нематоды – свободноживущие, большей частью – обитатели сублиторали, и в районе исследований они встречаются практически везде (Краснова, Беэр, 2001; Краснова, Беэр, 2006).

Обычно в 1 м³ бывает от нескольких особей до трех десятков нематод. Анализ данных двух полусуточных станций показал, что их обилие в планктоне не зависит ни от фазы приливо-отливного цикла, ни от времени суток. Облов разных горизонтов свидетель-

ствует в пользу того, что в толще воды нематоды распространены повсеместно в примерно равном количестве.

Численность нематод в планктоне хотя и невелика, но сопоставима с численностью планктонных личинок таких массовых видов беспозвоночных как *Littorina littorea* (L., 1758), *Asterias rubens* (L., 1758) и *Electra pilosa* (L., 1767), какая бывает летом вне пиков их размножения, из чего следует, что в планктонном сообществе они могут играть столь же заметную роль, которую не следует недооценивать.

На некоторых станциях численность нематод всегда на порядок больше, отмеченный максимум – 245 экз./м³, то есть там периодически или постоянно складываются особые условия, благоприятствующие попаданию нематод в водную толщу. В окрестностях ББС есть четыре такие точки. Две из них – приходится на мелководья с глубиной на малой воде до 5 м, а в двух других точках глубина существенно больше 10 м. Как попадают эти нематоды в водную толщу – активно или пассивно, почему оказываются так далеко от дна, на какие расстояния их могут разносить течения, велик ли вклад этого разноса в формирование структуры беломорских мейобентосных сообществ и распространение видов – на эти вопросы пока нет ответа. В одной из съемок мы обнаружили достоверную положительную корреляцию между численностью нематод и личинок морских звезд, а также между численностью нематод и личинок мшанок, что позволило предположить, что все они имеют общий источник. Вероятно, это участки верхней сублиторали с постоянными течениями, которые и вымывают нематод из грунта.

На первый взгляд, ничего удивительного в этом нет. Придонные течения осуществляют перенос минеральных частиц, детрита и мелких организмов. В то же время нематоды – это не пассивные частицы. Известно, что на литорали в обычных условиях, какие преобладают в летнее время, даже при сильном волнении, нематоды хорошо защищены от вымывания. Во-первых, нематоды способны активно зарываться в грунт. Во-вторых, они прикрепляются к частицам грунта с помощью секрета хвостовых и шейных желез – более того, постоянно выделяя этот клейкий секрет, они скрепляют песчинки друг с другом и тем самым эффективно закрепляют окружающий субстрат. Благодаря этому нематоды многих видов, несмотря на колоссальную численность в грунте, редко встречаются в воде над литоралью.

Но есть и такие виды, которые, наоборот, оказываются там очень часто. Среди них – *Desmodora communis* (Butschli, 1874) и *Timmia acuticauda* Galtsova, 1976. Нематоды этих видов очень часто встречались в воде, и не только над литоралью, это – лидеры по встречаемости и в планктонных пробах. В акватории, прилегающей к ББС МГУ, *D. communis* обнаруживались в каждой третьей пробе планктона. Среди мелких нематод из отряда Chromadorida не только *T. acuticauda*, но и другие виды способны к активному плаванию в любых направлениях. В планктоне нередко оказывались нематоды *Enoplus communis* Bastian, 1865 – это очень крупные для мейобентоса черви длиной до 1 см, но в планктоне мы встречали только самых маленьких личинок длиной до 3 мм, что наводит на мысль о возможной их расселительной роли. И еще одна интересная нематода обильна в планктоне: *Draconema* sp. – эти черви умеют «шагать» по поверхности субстрата, подобно пяденицам. Таким образом, среди нематод есть внешне очень разные представители, которых объединяет отсутствие жесткой привязанности ко дну, и это, по всей видимости – их естественная биологическая особенность.

Но и те нематоды, которые обычно эффективно избегают открытой водной стихии, могут, тем не менее, попадать в нее в больших количествах. Нам известен, по крайней мере, один путь – дождевой смыв с литорали. Изучение влияния поверхностного пресного стока на мейобентос литорали показало, что он может служить путем массового переноса животных. В частности, летние ливни играют «очищающую» роль, вынося с литорали в море огромное количество мейобентоса (Краснова, Воронов, 2006). Дело в том, что большинство морских нематод очень чувствительно к опреснению. При контакте с пресной водой они теряют подвижность, распрямляются и в таком состоянии утрачивают способность к активному сопротивлению водным потокам. Обездвиживание у нескольких изученных нами литоральных видов наступало при пороговой солености от 7 до 13‰. Такое опреснение вполне вероятно на самой поверхности грунта во время сильного дождя (Краснова, 2003).

На одном из пляжей в черте поселка ББС мы изучали планктон маленького опресненного ручья и обнаружили, что его воды несут заметное количество мейобентосных животных общей численностью порядка сотни на литр (Краснова, Воронов, 2006). Это, главным образом, гарпактициды, значительно меньше численность

нематод – единицы в литре воды, но в пересчете на кубические метры это уже тысячи, что, во-первых, намного превосходит количество нематод в омывающей морской воде, а во-вторых, сопоставимо с плотностью эупланктона. Но самое важное происходит, если во время отлива пройдет сильный дождь. Пресная дождевая вода омывает всю поверхность пляжа и собирается в бурные потоки, которые несут в море огромное количество мейобентоса. Если в обычное время, в отсутствие дождей при солености в его нижней части 16‰, в 1 л воды содержится около двух десятков организмов мейобентоса, и это преимущественно гарпактициды и молодь амфипод, то после ливня соленость понижается до 0‰, а животных в нем оказывается на порядок больше. В одном литре ручьевого воды насчитывалось более сотни организмов, в том числе более десятка нематод. После дождя стекшая вода может формировать на поверхности моря опресненную линзу, в которой взвешено множество мейобентосных животных с численностью, измеряемой тысячами на кубометр, и до половины ее приходится на нематод.

Это не может не накладывать отпечатка на функционирование бентосных литоральных и сублиторальных сообществ, одни из которых несут таким образом существенный ущерб, а другие получают массу непредвиденных иммигрантов. Небезразлично это может быть и для прибрежного планктонного сообщества в силу сходства размерных характеристик и сопоставимой численности эупланктона и псевдопланктона мейобентосного происхождения.

Зная все это, мы можем смело утверждать, что нельзя игнорировать водный перенос организмов мейобентоса. В результате его изучения может измениться представление о мейобентосе как экологической группе, о его пространственных характеристиках; будут внесены и существенные поправки в методологию его изучения. Водный перенос мейобентоса может быть столь значительным, что порой вносит существенный вклад в динамику состава сообществ мейобентоса. Некоторые виды животных, которые прежде считались облигатно бентосными, встречаются в водной толще настолько часто, что для изучения их пространственной структуры придется пользоваться методами, принятыми в планктонологии.

Н.В. Кучерук

Ин-т океанологии РАН

Исследования прибрежного бентоса Черного моря на протяжении многих десятилетий были исключительно скучным занятием. С момента проведения классических исследований С.А. Зернова (1909–1910) до конца 1980-х гг. картина распределения донных сообществ была практически неизменна. На скальных грунтах до глубины 20 м существовала растительная ассоциация с доминированием бурых водорослей *Cystoseira crinita* и *C. barbata*. На больших глубинах ее сменяла ассоциация красной водоросли *Phyllophora nervosa*, опускающаяся до нижней границы скального грунта. На рыхлых грунтах диапазон глубин 5–30 м занимало сообщество с доминированием двустворчатого моллюска *Venus (Chamekia) gallina*. Ниже, на глубинах до 60 м располагался пояс ильной формы мидии *Mytilus galloprovincialis*, который еще глубже, в свою очередь, замещался биоценозом *Modiola phaseolina*. Указные региональные биоценозы кольцами опоясывали Черное море. Локальные пятна других биоценозов (исключая знаменитое «Филлофорное поле Зернова») занимали менее процента общей площади шельфа. Даже вселение в Черное море в 1947 г. хищной гастроподы *Rapana venosa*, практически полностью уничтожившей устричные банки, не изменило общей картины распределения бентоса.

Первые изменения в бентосе, связанные с эвтрофикацией вод из-за стока Дуная, были ограничены частью северо-западного шельфа и не захватывали остальные побережья Черного моря. Ситуация резко изменилась в 1988 г. после вспышки развития пелагического вселенца – гребневика-полифага *Mnemiopsis leidyi*. Результатом его массового развития явилось снижение численности зоопланктона, резкое возрастание численности фито- и бактериопланктона, и, как следствие, трех-четырёхкратное снижение прозрачности воды. Снижение прозрачности, в свою очередь, привело к изменению в распределении растительных ассоциаций. Нижняя граница ассоциации цистозир поднялась до 10 м, а ассоциация филлофоры просто исчезла. Деструкция водорослевых ассоциаций имела неожиданные последствия, которые мы рассмотрим позднее.

Другое воздействие *M. leidyi* на донные сообщества было не опосредованным, а прямым. Интенсивное выедание голозооплankтона сопровождалось не менее интенсивным потреблением личиночных стадий двустворчатых моллюсков, что привело к практически полной приостановке пополнения их популяций в верхней сублиторали (численность мнемниопсиса резко падает ниже термоклина). Здесь пора вернуться к последствиям деструкции водорослевых сообществ. Основным регулирующим фактором плотности популяции *R. venosa* является количество пищи, доступной для ее молоди. Биомасса мелких митилид в плотных зарослях филлофоры составляла в среднем 2 кг/м^2 , но эта пища была недоступна для молоди рапаны. Теперь этот обильнейший пищевой ресурс оказался доступен, что привело к вспышке ее численности. Ее плотность на скальных грунтах в 1999 г. достигала 40 экз./м^2 , а на песках – $1-2 \text{ экз./м}^2$. Сочетание выедания взрослых экземпляров двустворчатых моллюсков рапаной, а личинок – мнемниопсисом, привело к исчезновению сообщества *V. (Ch.) gallina*. Если в нормальных условиях численность доминанта не падала ниже 150 экз./м^2 , биомасса превышала 50 г/м^2 , то при съемке 1999 г. на суммарной площади более 3 м^2 было найдено четыре экземпляра *V. (Ch.) gallina*. Подобная ситуация наблюдалась на участке протяженностью более 250 км от Новороссийска до Адлера. Можно утверждать, что совместное воздействие *M. leidyi* и *R. venosa* привели к исчезновению этого сообщества. Только небольшие его участки уцелели на мелководье в пятнах zostеры, корневища которых служили препятствием (наподобие проволочных заграждений) для передвижения закопанной в грунт рапаны (на рыхлых грунтах рапана захватывает моллюсков, будучи погруженной в песок). Зимой 1999–2000 гг. наблюдалась массовая гибель рапаны из-за отсутствия пищи.

Однако в августе того же 1999 г. произошло новое событие: в Черном море массово размножился новый вселенец – облигатный ктенофорофаг гребневик *Beroe ovata*. В результате уже через месяц численность мнемниопсиса упала почти до нуля, выедание пелагических личинок двустворок прекратилось, и на лишенный взрослых моллюсков грунт произошло массовое оседание их молоди. Плотность поселения *V. (Ch.) gallina* по съемкам, проведенным в июне 2000 г., колебалась от 10 до 36 тыс. экз./ м^2 . Чудовищно высокая плотность популяции привела к сильнейшему замедлению темпов роста моллюсков. В нормальных условиях годовалые вену-

сы имеют размеры 7-8 мм, а к концу второго года жизни достигают 17-18 мм и готовы к размножению. В нашем случае, даже при падении плотности поселений венуса до 2000–4000 экз./м² размеры моллюсков в 2002 г. не превышали 4 мм. Обилием мелких моллюсков тут же воспользовалась *R. venosa*. Плотность ювенильных особей рапаны в 2003 г. составляла от 80 до 150 экз./м². В результате в 2004 г. численность венуса упала до сотен экз./м², а биомасса оказалась сопоставимой с биомассой рапаны, а в 2005 г. в большинстве проб двустворчатые моллюски были крайне немногочисленны. Весной 2006 г. вновь, как и в 2000 г., была отмечена массовая гибель рапаны. Можно было бы ожидать и нового массового оседания молодежи двустворок и начала нового цикла, но этого в 2006 г. не произошло. Не исключено, что отсутствие оседания молодежи связано с дефицитом половозрелых особей – ведь генерация 1999 г. так и не приступила к размножению из-за слишком высокой плотности оседания.

Таким образом, современное состояние прибрежных донных сообществ российского побережья Черного моря определяется взаимодействием и совместным воздействием трех видов вселенцев. Вселение в Черное море мнемииописа послужило пусковым механизмом для первой вспышки численности рапаны. Взаимодействие двух гребневиков-вселенцев обеспечивает возможность или невозможность существования в планктоне достаточного для нормального заселения дна количества пелагических личинок двустворчатых моллюсков. И, наконец, рапана контролирует состояние популяций взрослых моллюсков. Первоначальный толчок, вызванный мнемииописом, полностью вывел бентосные прибрежные сообщества из состояния равновесия, в котором они пребывали на протяжении десятилетий, если не тысячелетий, с момента формирования современного гидрологического режима Черного моря. И предсказать по имеющимся данным, вернуться ли сообщества к первоначальному состоянию, или когда они хотя бы придут к новому равновесному состоянию, в настоящее время не представляется возможным.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ 05-05-64329.

Н.В. Максимович, А.В. Герасимова

Каф. ихтиологии и гидробиологии Биолого-почвенного ф-та С-ПбГУ

Динамика численности поселений морских *Bivalvia* формируется как отражение, в основном, двух процессов: пополнения (молодью и мигрантами) и смертности. На примере долгоживущих видов моллюсков Белого моря было показано, что определяющее значение в формировании возрастной структуры их поселений приобретают эффекты выживания спата зимой и снижения численности особей в отдельных возрастных группах (Герасимова, 2001; 2002). Цель данной работы – выявление закономерностей динамики численности возрастных групп некоторых массовых видов двустворчатых моллюсков Белого моря. В ее основе лежат результаты многолетних (1979–2004 гг.) наблюдений динамики возрастной структуры в 13 поселениях моллюсков девяти видов: *Macoma balthica* (L., 1758), *Mya arenaria* L., 1767, *Mytilus edulis* L., 1758, *Arctica islandica* (L., 1767), *Serripes groenlandicus* (Bruguiere, 1789), *Musculus niger* (Gray, 1824), *Macoma calcarea* (Chemnitz, 1782), *Yoldia amygdalea* (Torel, 1859), *Portlandia arctica* (Gray, 1824). Все наблюдения проведены в конце июня – начале июля. Возраст моллюсков определяли подсчетом меток зимней остановки роста на раковине. В результате анализа возрастной структуры поселений по каждому виду удалось получить непрерывные (4–15 лет) характеристики отдельных генераций, начиная со второго года развития. Снижение численности генераций с возрастом составляющих ее особей мы и попытались описать в терминах понятия смертность. При этом было принято, что рост численности за счет миграции возможен только в сезон формирования генерации данного вида в местообитании, а после в ней происходит только убыль особей. Строго говоря, только в местообитаниях *M. arenaria* данные выборочной процедуры способны выявить изменения численности отдельных генераций как следствие естественной элиминации, поскольку *M. arenaria* закапываются глубоко, не могут перемещаться и малодоступны для хищников. Во всех других случаях пресс хищников и скорости миграции особей разного возраста приняты неизменными в разные годы, и возможные их эффекты включены в смертность.

При описании снижения численности особей в поколениях исходили из двух предпосылок.

1. Представление о постоянстве скорости смертности особей в поколениях моллюсков с возрастом. Динамика генерации описана как развитие когорты, снижение численности особей которой с возрастом соответствует выражению $N_t = N_0 e^{-\mu t}$, где μ – константа, коэффициент смертности (год⁻¹); t – возраст (в годах), N_t – плотность поселения особей генерации в возрасте t (экз./м²), N_0 – начальная плотность.

2. Представление о коэффициенте смертности как единичной реализации случайно варьирующей величины. По двум разнесенным на год наблюдениям за генерацией такой показатель рассчитывали по формуле $\mu = (\ln N_1 - \ln N_2)$.

Если динамику всех когорт проанализировать вместе по усредненным относительным показателям численности, то константа μ оказывается равной 0,45. Насколько груба такая оценка? Оказалось, что учет вариации видовых интегральных (в развитии когорты) оценок величины μ и более того – единичных интервальных оценок μ , приводит к получению очень разнородных оценок скорости смертности моллюсков разных видов и разного возраста.

Смертность (как среднегодовая константа в развитии генерации) у разных видов, в разных поселениях и в разных поколениях колеблется от 0,3 год⁻¹ до 1,4 год⁻¹ (табл. 1).

Близкие показатели получены и при расчете величин μ как средних из ряда интервальных оценок в многолетнем развитии одной генерации: от 0,4 год⁻¹ до 1,4 год⁻¹. Из табл. 1 видно, что в динамике численности одной генерации оба показателя (μ и μ ср.), как правило, согласуются плохо.

Общий размах варьирования годовых оценок μ составил 0,1–2,0 год⁻¹ (табл. 1). По итогам дисперсионного и регрессионного анализов определено, что вариацию таких величин μ в той или иной степени можно связать с возрастом особей и, иногда (для *S. groenlandicus*, *M. calcarea*, *A. islandica*) – с меньшим весом, а также с показателями обилия данной возрастной группы или всего поселения. При этом можно отметить общую для всех изученных видов тенденцию к росту скорости смертности с возрастом генерации. Однако при рассмотрении наиболее полного ряда наблюдений (генерация *M. arenaria* с 1988 по 2004 гг.) четко выявилась

U-образная зависимость коэффициента смертности от среднего размера моллюсков в возрастной группе.

Таблица 1. Вариация значений μ как константы в развитии генерации (I) и по интервальным (через год) оценкам изменений численности особей в возрастных группах (II). Примечания: S – местообитание; Н – глубина (м), СГЛ – средний и НГЛ – нижний горизонты литорали, ВС – верхняя сублитораль; μ – коэффициент смертности; $m\mu$ – ошибка коэффициента смертности; n – число измерений; $\Delta\mu$ – размах колебаний μ ; μ ср. – их среднее значение; m – ошибка средних

| Вид | S | Н | I | | | II | | |
|-------------------------|---|-------|-------|--------|-----|-------------|-----------|------|
| | | | μ | $m\mu$ | n | $\Delta\mu$ | μ ср. | m |
| <i>M. balthica</i> | 1 | СГЛ | 1,4 | 0,16 | 10 | 0,2–1,7 | 0,77 | 0,16 |
| | | НГЛ | 1,1 | 0,17 | 8 | 0,2–2,0 | 0,76 | 0,17 |
| | 2 | СГЛ | 0,7 | 0,16 | 9 | 0,2–2,0 | 0,83 | 0,16 |
| | | НГЛ | 0,5 | 0,11 | 4 | 0,1–0,9 | 0,88 | 0,11 |
| | | ВС | 0,5 | 0,13 | 6 | 0,4–1,2 | 1,44 | 0,13 |
| <i>M. arenaria</i> | 1 | НГЛ | 0,3 | 0,03 | 14 | 0,01–0,9 | 0,40 | 0,03 |
| | 2 | СГЛ | 0,4 | 0,11 | 7 | 0,004–0,9 | 0,54 | 0,03 |
| <i>M. edulis</i> | 1 | НГЛ | 0,6 | 0,10 | 16 | 0,2–1,5 | 0,59 | 0,11 |
| <i>A. islandica</i> | 1 | 10–15 | 1,0 | 0,18 | 9 | 0,01–1,7 | 0,77 | 0,11 |
| <i>S. groenlandicus</i> | 1 | 3–5 | 0,6 | 0,14 | 6 | 0,03–1,6 | 0,58 | 0,10 |
| <i>M. niger</i> | 1 | 5–9 | 0,4 | 0,08 | 9 | 0,2–1,6 | 0,62 | 0,18 |
| <i>M. calcarea</i> | 1 | 8–10 | 0,7 | 0,20 | 8 | 0,1–1,1 | 0,67 | 0,14 |
| | 2 | 10–15 | 0,4 | 0,08 | 8 | 0,1–1,4 | 0,58 | 0,08 |
| | 3 | 40 | 1,1 | 0,11 | 3 | 0,1–1,8 | 0,84 | 0,20 |
| <i>Y. amygdalea</i> | 1 | 40 | 0,6 | 0,06 | 7 | 0,3–1,7 | 0,52 | 0,08 |
| <i>P. arctica</i> | 1 | 15–20 | 0,5 | 0,09 | 5 | 0,1–1,1 | 0,83 | 0,11 |

Таким образом, коэффициент смертности не может уверенно рассматриваться как постоянная величина на протяжении жизненного цикла моллюсков, и величину $\mu = 0,45$ (год⁻¹) следует принять как относительно грубую оценку скорости смертности в разновозрастных поселениях изученных видов двустворчатых моллюсков Белого моря.

СЕЗОННАЯ ДИНАМИКА ПОПУЛЯЦИЙ ПРЕСНОВОДНЫХ GASTROPODA
(НА ПРИМЕРЕ ОДНОЙ ИЗ ГУБ НИЖНЕТУЛОМСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА
В РАЙОНЕ УРОЧИЩА СУХОЙ ПОРОГ)

И.О. Нехаев

Мурманский гос. технический ун-т

Изучение сезонной динамики популяций является одним из важнейших атрибутов изучения экологии видов и механизмов функционирования экосистем. Однако ранее проводившиеся исследования экологии пресноводных гастропод Кольского полуострова данного вопроса не затрагивали. В имеющихся публикациях рассматривалась лишь приуроченность отдельных видов к различным типам водоемов.

Целью данной работы являлось изучение сезонной динамики пресноводных гастропод, обитающих в одной из губ Нижнетуломского водохранилища. В ходе исследований решались следующие задачи: выявление сезонных колебаний численности и биомассы гастропод, установление сроков размножения для фоновых видов и выявление сезонных изменений в их распределении.

Район исследований находится вблизи урочища Сухой порог напротив пос. Тулома и представляет собой расширенную устьевую часть ручья, впадающего в Нижнетуломское водохранилище. Непосредственно в месте впадения ручья в губу наблюдается скопление мертвой растительности и ила, уменьшающееся по мере удаления от ручья. Небольшая часть исследованного района занята водной растительностью и валунами. Таким образом, исследованный участок характеризуется широкой дисперсией экологических условий.

Сбор материала для настоящей работы осуществлялся 22 мая (сход льда), 18 августа (максимальный прогрев воды) 2004 г., и 2–4 ноября 2005 г. (становление льда). Пробы отбирались по стандартной методике сбора количественных бентосных проб при помощи бентосного сачка площадью 0,014 м² в трехкратной повторности, до глубины 1,8 м на 17 станциях. Для каждой станции отмечались тип субстрата, скорость течения и температура воды. Взвешивание гастропод производилось с точностью до 0,1 мг на торсионных весах.

За все время исследований было обнаружено шесть видов гастропод: *Anisus borealis* (Westerlund, 1877), *A. contortus* (L., 1758), *Cincina depressa* (Preiffer, 1821), *Valvata spirorbis* Draparnaud, 1805, *Lymnea tumida* (Held, 1836), *Lymnea* sp.; из них *A. borealis* и *C. depressa* встречались наиболее часто.

На станциях, в состав грунта которых входили примеси мертвой органики, наибольшая общая биомасса гастропод наблюдалась в августе. Помимо фоновых видов, в биотопах этой группы существенный вклад в биомассу вносили *L. tumida* и *A. contortus*. В ноябре высокие показатели биомассы отмечены на станциях с песчаными и каменистыми субстратами, что обуславливается доминированием на этих станциях крупных особей *Lymnea* sp. В мае наблюдались самые низкие значения количественных показателей популяций гастропод, основу биомассы в этом сезоне составляли *A. borealis* и *C. depressa*.

Средние значения биомассы представителей фоновых видов в рассматриваемые периоды приведены в табл. 1. Наименьшая средняя биомасса *A. borealis* наблюдалась в мае, что свидетельствует о массовом выходе молоди в этот период времени. Уменьшение средней биомассы рассматриваемого вида в ноябре по сравнению с августом, вероятнее всего, происходит в связи с гибелью старых моллюсков. В пользу гибели, а не миграции старых катушек может также свидетельствовать отсутствие в наших сборах особей *A. borealis* старше двух лет. Средняя биомасса *C. depressa* мало подвергалась колебаниям. Наибольшее количество молоди данного вида наблюдалось в августе и ноябре, одновременно с наибольшим разбросом биомассы. Подобное распределение может свидетельствовать о начале размножения при достижении водой определенной температуры. Последующее уменьшение средней биомассы *C. depressa*, возможно, также связано с гибелью старых особей.

В целом, наибольшая численность и биомасса отмечена в зоне скопления органики, приносимой ручьем. В августе и ноябре в районе исследования было отмечено шесть и пять видов соответственно. В эти месяцы распределение гастропод обуславливалось субстратными предпочтениями каждого вида. По полученным ранее данным основным местообитанием для *A. borealis* и *A. contortus* являются биотопы с большим количеством слабо разложившейся органики. *C. depressa* предпочитает песчаные субстраты с мертвой органикой; *V. spirorbis* – заболоченные биотопы; *L. tumida* и *L. sp.* – камни и затопленные коряги.

В мае на исследованной территории отмечено самое низкое количество видов – четыре. В этот период высокие количественные показатели для *A. borealis* наблюдались в биотопах расположенных в зоне влияния ручья. Температура здесь на 2–3° выше, чем на станциях, термический режим которых близок к аналогичному для Нижнетуломского водохранилища. На остальных станциях доминировала *C. depressa*. Биомасса гастропод в период схода льда была распределена равномерно по всему исследованному участку.

Таблица 1. Средняя биомасса (в мг) фоновых видов гастропод в различные месяцы

| | <i>A. borealis</i> | <i>C. depressa</i> |
|--------|--------------------|--------------------|
| Май | 2,55±0,12 | 7,40±0,13 |
| Август | 7,34±0,06 | 7,96±0,24 |
| Ноябрь | 4,08±0,03 | 7,91±0,35 |

В результате проведенных исследований было установлено, что наибольшее число видов гастропод в прибрежной зоне наблюдается в августе. Тогда же наблюдались самые высокие значения количественных показателей. Период схода льда характеризуется наименьшими значениями биомассы и численности гастропод. Сроки массового выхода молоди для *A. borealis* совпадают с началом гидрологической весны. У *C. depressa* период размножения приурочен к середине лета.

За помощь в проведении данной работы автор выражает благодарность научному сотруднику Мурманского морского биологического института КНЦ РАН А.А. Фролову.

АНОМАЛЬНО РАННЕЕ ВЫСЫПАНИЕ СЕМЯН *PICEA OBOVATA* LEDEB.
(ЕЛИ СИБИРСКОЙ) В РАЙОНЕ ЛУВЕНГИ В 2004 Г.
И ИХ ВСХОЖЕСТЬ

В.Н. Плюснина, Е.В. Шутова

Кандалакшский гос. природный заповедник

Семена ели созревают в октябре-ноябре и высыпаются из шишек во второй половине зимы. Но при теплой и сухой осенней погоде они могут разлетаться до зимы (Погребняк, 1968).

В 2004 г. в начале сентября в окрестностях кордона Лувеньга Кандалакшского заповедника было отмечено раскрытие шишек *Picea obovata* Ledeb. и высыпание семян. Дважды был проведен учет количества деревьев с раскрытыми шишками: 18 сентября шишки раскрылись на 71,5% деревьев, 4 октября – на 86,1%.

Таблица 1. Прорастание семян ели сибирской *Pinus obovata* Ledeb. (%), собранных в Лувеньге в октябре 2004 г.

| День наблюдения | Дата | Проба | | | | | |
|-----------------|----------|-------|----|----|----|----|----|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 1 | 30.03.05 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2 | 31.03.05 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 3 | 01.04.05 | 0 | 11 | 6 | 0 | 0 | 0 |
| 4 | 02.04.05 | 0 | 16 | 7 | 0 | 0 | 0 |
| 5 | 03.04.05 | 3 | 19 | 14 | 0 | 0 | 0 |
| 6 | 04.04.05 | 6 | 24 | 21 | 0 | 0 | 0 |
| 7 | 05.04.05 | 11 | 25 | 23 | 1 | 2 | 0 |
| 8 | 06.04.05 | 15 | 26 | 23 | 6 | 5 | 5 |
| 9 | 07.04.05 | 18 | 26 | 26 | 16 | 10 | 10 |
| 10 | 08.04.05 | 21 | 26 | 26 | 21 | 18 | 17 |
| 11 | 09.04.05 | 22 | 26 | 26 | 23 | 20 | 23 |
| 12 | 10.04.05 | 23 | 26 | 26 | 24 | 21 | 27 |
| 13 | 11.04.05 | 23 | 26 | 26 | 30 | 22 | 29 |
| 14 | 12.04.05 | 24 | – | – | 30 | 23 | 29 |
| 15 | 13.04.05 | 24 | – | – | 31 | 24 | 29 |
| 16 | 14.04.05 | – | – | – | 31 | 26 | 29 |
| 17 | 15.04.05 | – | – | – | 31 | 27 | 29 |
| 18 | 16.04.05 | – | – | – | – | – | 29 |

Для определения всхожести семян в начале октября с этих деревьев были собраны шишки. Были отобраны внешне нормальные семена – 6 проб по 100 экз. Их подвергли стратификации при температуре 3–6 °С в течение 30 дней; первые три пробы семян (номера 1–3, табл. 1) находились во влажном песке, а остальные – в сухом состоянии в бумажных пакетах. Семена проращивались на влажной фильтрованной бумаге в чашках Петри на свету при тем-

пературе 18–20 °С. Для каждой пробы наблюдения заканчивались через 10 дней после начала прорастания семян.

Всхожесть семян ели сибирской обычно высокая (80–90%), хотя может изменяться до 14% и 95% в отдельных популяциях (Погребняк, 1968). У собранных нами семян всхожесть оказалась около 30%. Причем те, что проходили стратификацию во влажном песке проросли на 3-й – 5-й день, а семена, лежавшие в сухом состоянии – только на 7-й – 9-й день, но процент всхожести у них был в среднем выше на 4%.

ЗООПЛАНКТОН НАСКАЛЬНЫХ ВАНН ОСТРОВОВ КЕРЕТСКОГО АРХИПЕЛАГА КАНДАЛАКШСКОГО ЗАЛИВА БЕЛОГО МОРЯ

Н.В. Полякова, А.И. Старков, А.Н. Кошелева, Н.М. Сухих

Каф. ихтиологии и гидробиологии Биолого-почвенного ф-та С-ПбГУ

Наскальные ванны являются типичным элементом ландшафта островов Кандалакшского залива Белого моря. Одним из основных свойств экосистем наскальных ванн является экстремальность условий существования, что вызвано небольшими размерами водоемов и резкими колебаниями физико-химических характеристик в течение сезона. Типичным для наскальных ванн является понижение уровня воды в середине лета, вплоть до полного пересыхания отдельных водоемов. Несмотря на широкое распространение, этим интересным и специфичным водоемам уделялось достаточно мало внимания.

В результате комплексных многолетних наблюдений, проводимых сотрудниками и студентами кафедры ихтиологии и гидробиологии Санкт-Петербургского государственного университета на экосистемах наскальных ванн Керетского архипелага Кандалакшского залива Белого моря, обследовано около ста водоемов, при этом на 24 водоемах пяти островов, начиная с 1992 г., проводятся долговременные мониторинговые исследования. До 2004 г. работы проводили на пресноводных водоемах, расположенных выше зоны заплеска, однако, начиная с 2004 г. начаты исследования каскадов ванн, соленостью от 1 до 32‰.

Съемки проводили с интервалами от 10 до 20–30 суток. Сбор материала осуществляли фильтрацией 1–10 л воды через сито № 70. Фиксация проводилась 4% раствором формалина, разбор

проб осуществлялся в камере Богорова под бинокляром при 32-кратном увеличении.

Исследованные водоемы достаточно разнообразны: площадь составляла от 0,3 до 80 м², глубина от 10 до 80 см, высота над нулем глубин от 0,5 до 17 м.

Всего в ваннах разной солености отмечено 52 таксона планктонных беспозвоночных, в отдельных водоемах от одного до 19. Из них 24 – Rotifera, 14 – Cladocera, 14 – Copepoda, 5 – организмы меропланктона, при этом 32 таксона обычны для пресных вод, 47 – для солоноватоводных. Интересно, что 7 видов коловраток и 10 видов ракообразных обнаружены как в пресных, так и в ваннах зоны заплеска, почти все ветвистоусые ракообразные отмечены в ваннах с соленостью не выше 2–3‰, за исключением представителей рода *Daphnia*, которых отмечали при 8–10‰, причем *D. arctica* (Werestschagin, 1913) обнаружена только в двух солоноватоводных ваннах.

Таким образом, отмечено резкое отличие фауны пресноводных водоемов от населения солоноватоводных. Смена массовых форм происходит в ваннах с соленостью выше 3–5‰. При дальнейшем повышении солености закономерного изменения видового состава планктонных организмов не наблюдалось. Видовой состав сообществ солоноватоводных водоемов характеризовался крайней бедностью по сравнению с пресноводными наскальными ваннами и близлежащими озерами, а так же морской фауной. Все отмеченные виды встречались лишь в небольшом числе водоемов. В ваннах с низкой соленостью преобладали Cladocera, в более соленых – Copepoda, причем важную роль играли Harpacticoidae – нами отмечены представители шести таксонов, однако, возможно, при более детальном определении видовые списки будут расширены.

Мы выделили комплекс массовых видов, который включает в пресноводных ваннах 14 видов, из них три – Rotatoria [*Rotaria* sp., *Keratella quadrata* (Müller, 1785), *Mytilina mucronata* (Müller, 1773)], девять – Cladocera [*Daphnia magna* (Straus, 1820), *D. pulex* (De Geer, 1778), *D. longispina* (O. F. Müller, 1785), *Bosmina obtusirostris* (Sars, 1862), *Chydorus sphaericus* (O. F. Müller, 1785), *Polyphemus pediculus* (L., 1778), *Ceriodaphnia affinis* (Lilljeborg, 1900), *Sclapholeberis mucronata* (O. F. Müller, 1785), *Acantholeberis curvirostris* (O. F. Müller, 1786)], два – Copepoda [*Eudiaptomus graciloides* (Lilljeborg, 1898), *Acanthocyclops languides* (Sars, 1863)].

В солоноватоводных ваннах это только два вида Copepoda – *Eurytemora hirundoides* (Nordquist, 1888) и *Harpacticus uniremis* (Krøyer, 1845). В ряде ванн *H. uniremis* был единственным видом, причем плотность его достигала 800 экз./л. Все указанные виды обладают широкой экологической валентностью. Интересно отметить, что в сравнении с близлежащими озерами среди массовых форм не обнаружено общих видов, и в целом списки совпадают только на 10 процентов.

Величины обилия сообществ зоопланктона исследованных ванн характеризовались большой вариабельностью, и это полностью согласуется с данными других авторов. Численность колебалась от единиц до 10 тыс. экз./л, биомасса достигала 700 мг/л за счет массового развития дафний в ваннах. В пресноводных ваннах численность планктонных беспозвоночных составляла 10–900 экз./л, биомасса – 0,5–220 мг/л. В солоноватоводных водоемах эти величины были на порядок ниже. Отмечены сезонные изменения видового состава и величин обилия, в целом характерные для водоемов данного региона. Для пресноводных ванн показаны существенные различия видового состава планктонных организмов на разных островах, что связано с разнообразием островных ландшафтов. Состав зоопланктона отдельных ванн за весь период исследований не менялся.

Таким образом, наскальные ванны являются специфическими водоемами со своеобразным составом биоты. Пресноводные ванны имеют постоянный состав планктонных беспозвоночных с преобладанием ветвистоусых ракообразных. Видовой состав солоноватоводных ванн очень неоднороден, и в них преобладают веслоногие ракообразные, в основном Harpacticoidae.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЯ
ЗООПЛАНКТОНА ПО УЛОВАМ СЕТЕЙ ДЖЕДИ И WP2
В БАРЕНЦЕВОМ И НОРВЕЖСКОМ МОРЯХ

И.П. Прокопчук, Г.Б. Руднева, Э.Л. Орлова,
В.Н. Нестерова, Д.И. Александров

Полярный НИИ морского рыбного хозяйства и океанографии

Традиционные методы сбора и обработки планктона (Яшнов, 1934; Богоров, 1947; Бродский, 1950), принятые в отечественной

гидробиологии и предусматривающие его лов стандартной планктонной сетью Джеди (БСД) с полным анализом видового, возрастного и размерного состава проб, не соответствуют задачам быстрого представления информации для оперативного использования. В настоящее время существующие методы пересматриваются, также предпринимаются попытки уточнения и стандартизации данных, полученных разными орудиями лова. Оперативно использовать получаемые данные позволяет метод фракционной обработки проб планктона, предложенный в 1982 г. на Дальнем Востоке (Волков, 1988, 1996). Суть этого метода сводится к разделению сетных проб зоопланктона на три размерные фракции (мелкую, среднюю и крупную) путем процеживания их сквозь набор сит с разным размером ячеек, последующим определением биомассы каждой фракции, подсчетом численности отдельных видов и дальнейшим расчетом частной биомассы видов по стандартным сырым весам организмов.

Экспресс-метод фракционной обработки планктона с 1985 г. нашел применение и у норвежских специалистов в Бергенском институте морских исследований (БИМИ), а также в институте морских исследований Исландии и в ряде стран Европейского Содружества при использовании в качестве основного орудия лова сети WP2. Планктон, собранный этой сетью, разделяется на две равные части, одну из которых фиксируют для дальнейшей камеральной обработки, а другую половину пробы делят на размерные фракции путем процеживания сквозь сита с различной ячейкой (180, 1000 и 2000 μm), и в каждой размерной фракции определяют видовой состав. Затем разделенный на фракции планктон высушивают и в береговых условиях взвешиванием получают его биомассу в единицах сухого веса.

В 2004–2005 гг. в Баренцевом и в 2005 г. в Норвежском морях был выполнен комплекс методических работ с целью унификации данных по планктону, полученных сетями Джеди и WP2. В Баренцевом море сетями Джеди и WP2 было собрано 143 парные пробы, а в Норвежском море – 129 пар проб для определения биомассы планктона и 20 парных проб для анализа видового состава.

В 2004 г. в Баренцевом море проведено сравнение данных по планктону, собранных сетями Джеди и WP2. Общая биомасса связана зависимостью $y = 0,79x + 39$ ($r = 0,76$); «копеподная» часть пробы – зависимостью $y = 0,81x + 29$ ($r = 0,89$), где x – данные, полученные с помощью сети WP2, y – с помощью сети Джеди. Эти

зависимости легко преобразовать в обратные. В целом, по значениям общей биомассы уловистость сети WP2 оказалась незначительно выше, поскольку, имея большее входное отверстие, она лучше улавливает крупные организмы. С помощью данных уравнений можно по известной биомассе, полученной по уловам сети Джели, вычислить таковую для сети WP2 и наоборот. Этот прием был использован для построения многолетнего ряда по биомассам планктона Баренцева моря (1982–2004 гг.), в котором данные по сети Джели (материалы ПИНРО) за отдельные годы отсутствовали, и мы воспользовались таковыми по данным сети WP2 (материалы БИМИ). Восстановленный таким образом ряд наблюдений позволяет проводить анализ динамики биомасс планктона за 23 года.

Видовой состав планктона в размерных фракциях и биомасса планктона, полученные сетями Джели и WP2 в 2005 г., по одним параметрам оказались сходными, а по другим существенно различались. Общий характер распределения и возрастной состав планктона на акватории Баренцева моря, типичный для сентября, эти два метода отражали сходным образом. По данным обеих сетей, биомасса зоопланктона была значительно выше в слое 0–дно по сравнению с таковой в слое 0–100 м. При этом биомасса самой мелкой размерной фракции (180–1000 μm) была ниже, чем суммарная биомасса более крупных фракций (1000–2000 μm и >2000 μm). Основные различия были связаны с количественной оценкой биомассы планктона, зависящей от уловистости сетей. В слое 0–дно, где биомассы были заметно больше, зоопланктеры средней размерной фракции наиболее успешно облавливались сетью WP2, и их биомасса составляла более 5 г/м² сухого веса, что почти вдвое превышало таковую, полученную сетью Джели. Наиболее существенные различия были отмечены на самых северных участках (77–79° с.ш.), где в уловах максимальная доля приходилась на рачков крупной размерной фракции, лучше облавливаемых сетью WP2. В этих районах высока доля крупных арктических видов копепоид – *Calanus glacialis* (Jaschnov, 1955) и *Calanus hyperboreus* (Kroyer, 1838), и биомасса планктона здесь формировалась в основном за счет этих видов.

Сети Джели и WP2 различались по уловистости *Calanus finmarchicus* (Gunner, 1765) и *C. glacialis* в разное время суток. В утреннее и дневное время обе сети хорошо облавливали *C. finmarchicus* I–III копепоидитных стадий, хотя в уловах WP2 особой

этого вида таких возрастных стадий было больше. Основные различия наблюдались в ночное время, когда сеть Джеди лучше ловила крупных особей (IV–V стадий) *C. finmarchicus*, а также вечером, когда ею лучше облавливались мелкие особи. Ранние стадии *C. glacialis* как в вечернее, так и дневное время лучше улавливались сетью WP2.

В Норвежском море в летний период основные концентрации зоопланктона находились в верхнем 50-метровом слое моря. Основной вклад в общую биомассу зоопланктона по уловам сети WP2 вносили организмы мелкой размерной фракции (180–1000 μm). Области высоких концентраций планктона на исследованной акватории по уловам обеих сетей в основном совпадали. Анализ видового состава зоопланктона показал, что *C. finmarchicus*, *Oithona similis* (Claus, 1863) и *Pseudocalanus* sp. были доминирующими видами в планктоне как по уловам сети Джеди, так и WP2. Отмечена большая уловистость крупных форм зоопланктона, в частности, Chaetognatha, сетью WP2. Несмотря на большой диаметр входного отверстия сети WP2 и, следовательно, большую уловистость этой сети, в уловах сети Джеди общая численность организмов планктона зачастую превышала таковую в уловах сети WP2. На некоторых станциях, где основной вклад в общую численность планктона вносили *O. similis* и *C. finmarchicus* II–III копеподитных стадий, численность организмов была заметно выше в уловах сети WP2.

ВИДОВОЕ РАЗНООБРАЗИЕ И СТРУКТУРА СООБЩЕСТВА БЕНТОСНЫХ ГЕТЕРОТРОФНЫХ ЖГУТИКОНОСЦЕВ ЭСТУАРИЯ Р. ЧЕРНОЙ И ПРОЛИВА БЕЛИКАЯ САЛМА (КАНДАЛАКШСКИЙ ЗАЛИВ, БЕЛОЕ МОРЕ)

Д.В. Тихоненков¹, Ю.А. Мазей²

1 – Ин-т биологии внутренних вод РАН;

2 – Пензенский гос. педагогический ун-т

Полифилетическая группа протистов, объединенная под названием «гетеротрофные жгутиконосцы», включает в себя все одноклеточные свободноживущие организмы, использующие для движения и питания жгутики и обладающие гетеротрофным типом питания. Гетеротрофные жгутиконосцы являются обязательной составной частью микробиоценозов во всех типах водных экосистем, где вносят значительный вклад в потоки вещества и энергии. Со-

общества гетеротрофных жгутикообразных северных регионов практически не исследованы, а данные по составу и распределению бентосных гетеротрофных жгутиконосцев Белого моря в литературе полностью отсутствуют. В связи с этим, целью настоящей работы явилось изучение видового состава, распределения бентосных гетеротрофных жгутиконосцев на литорали пролива Великая Салма, а также характера структурных изменений сообщества гетеротрофных жгутикообразных вдоль средовых градиентов в эстуарии р. Черная (Кандалакшский залив, Белое море).

Материал был собран в августе 2004 г. В эстуарии р. Черной сообщества гетеротрофных жгутиконосцев исследовали на пяти станциях, расположенных вдоль береговой линии от мористой к опресненной части. Пробы на станциях отбирали на верхнем, среднем и нижнем горизонтах литорали из интерстициали и поверхности осадка. На литорали пролива Великая Салма и в оз. Кисло-Сладком, отделенном от акватории пролива узкой перемычкой, было отобрано по две пробы с поверхности донного осадка. Видовой состав гетеротрофных жгутиконосцев определяли в двух повторностях методами фазовой и интерференционной световой и трансмиссионной электронной микроскопии. Параллельно со сбором биологического материала измеряли соленость, pH и Eh среды при помощи солемера KRÜSS S-10, карманных моделей pH-метра и ORP-измерителя окислительно-восстановительного потенциала фирмы HANNA с автоматической температурной компенсацией.

Соленость воды в проливе Великая Салма составляла 25‰ во всех пробах, в эстуарии изменялась от 24‰ в мористой части до 0,2‰ в опресненной. Критический уровень и максимальная вариабельность солености отмечались в эстуарии на четвертой со стороны моря станции (0,5–14‰) и в оз. Кисло-Сладком (4–13‰). Кислотно-основные характеристики интерстициальной жидкости в эстуарии изменялись мозаично, а окислительно-восстановительные условия – направленно: в мористой части анаэробные условия на поверхности грунта были выражены резче по сравнению с пресноводной.

В изученных биотопах выявлено 106 видов и форм гетеротрофных жгутиконосцев. Наибольшим видовым богатством характеризовались группы Choanoflagellida, Euglenida, Kinetoplastida, Bicosoecida, Chrysomonadida, Thaumatomonadida и жгутиконосцы Incer-

tae sedis с доминированием видов *Ancyromonas sigmoides* Kent, 1880 и *Petalomonas pusilla* Skuja, 1948.

Большинство обнаруженных видов являются бактериотрофами. В эстуарии трофическая структура сообществ изменялась от станции к станции незначительно. Бактерио-детритофаги фильтраторы и собиратели, играющие важную роль в контроле обилия, продукции и структуры бактериоценозов, доминировали по видовому богатству на всех станциях.

Исследованные сообщества гетеротрофных флагеллят крайне гетерогенны. С увеличением количества станций общее число найденных видов постепенно возрастало. Полученная «кривая сборщика» не насыщена и хорошо описывается уравнением $S = 21,2 N^{0,50}$, что свидетельствует о большом потенциальном видовом разнообразии гетеротрофных жгутиконосцев в изучаемом регионе. В то же время, «кривые сборщика», описанные ранее для сообществ инфузорий эстуария р. Черной, были насыщены на всех станциях (Mazei, Burkovsky, 2005; Tikhonenkov *et al.*, 2006). Это может быть интерпретировано с точки зрения большей гетерогенности микроместообитаний (микроних) для гетеротрофных жгутиконосцев, чем для инфузорий.

Видовое богатство сообщества гетеротрофных флагеллят изменялось от 7 до 38 видов на пробу. Наиболее богатыми были пробы из мористой части эстуария и пролива Великая Салма, наименее – из опресненной части эстуария р. Черная, а так же солоноватоводного оз. Кисло-Сладкого. Распределение гетеротрофных жгутиконосцев подчиняется правилу «критической солености», которое носит, по-видимому, универсальный характер для организмов разного размерного уровня. Однако полученная кривая зависимости видового богатства от солености имеет менее выраженную впадину в условиях критической солености, нежели это показано для других организмов (Мордухай-Болтовской, 1953, 1960; Хлебович, 1974). Это может быть следствием большого количества эвригаллиных видов среди обнаруженных флагеллят, таких как *Amastigomonas caudata* Zhukov, 1975; *Bodo designis* Skuja, 1948; *B. saltans* Ehrenberg, 1832; *Cafeteria roenbergensis* Fenchel, et Patterson, 1988; *Goniomonas pacifica* Larsen et Patterson, 1990; *Percolomonas cosmopolitus* (Ruinen, 1938) Fenchel et Patterson, 1986; *Petalomonas minor* Larsen et Patterson, 1990; *Ploetia corrugata* Larsen et Patterson, 1990; *Rhynchomonas nasuta* (Stokes, 1888) Klebs, 1892, галотолерантность которых показана в ряде работ и проверена экспери-

ментально (Жуков, 1970; Горячева и др., 1978; Мыльников, 1983; Тихоненков, 2006; Patterson, Simpson, 1996; Arndt *et al.*, 2000).

Видовые морфологические признаки гетеротрофных жгутиконосцев, обнаруженных как в мористой, так и в опресненной части эстуария, сходны, за исключением сократительных вакуолей, которые, как правило, отсутствуют у особей, идентифицированных в участках эстуария с высокой (более 10‰) соленостью. Не исключено, что здесь мы имеем дело с разными «физиологическими видами», для таксономического разделения которых морфологический критерий не подходит. Это особенно важно в свете недавних исследований, где показано, что особи одного и того же «морфологического вида» *B. designis*, выделенные из различных морских, пресных и почвенных местообитаний, проявляют разную степень устойчивости к изменению солености и, более того, характеризуются высокой генетической разнородностью, что в совокупности может служить основой для предположения о том, что изученные клоны являются различными биологическими видами или так называемыми видами-двойниками (Koch, Ekelund, 2005).

Мозаичность изучаемых сообществ не одинакова в различных участках эстуария. Наибольшее сходство видового состава гетеротрофных жгутиконосцев разных горизонтов литорали и разных слоев грунта обнаружено в мористой части. В опресненной части, в особенности на четвертой со стороны моря, наиболее вариабельной по гидрохимическим параметрам, отмечается максимальная гетерогенность сообщества. Оценка сопряженности в распределении видов по станциям также указывает на наименьшую связность видов в опресненной части эстуария, характеризующейся критическими значениями солености и максимальной гетерогенностью среды обитания.

Формирующиеся в эстуарии локальные ценозы отличаются по видовой структуре. Применение методов ординации и классификации показало, что выявленные в эстуариях 99 видов и форм гетеротрофных флагеллят можно распределить по трем группам: 1) преимущественно морские виды; 2) эвригалинные виды, предпочитающие биотопы с повышенной соленостью; 3) эвригалинные виды, предпочитающие биотопы с пониженной соленостью. Сообщество гетеротрофных жгутиконосцев эстуария является континуальным образованием, разделенным на два варианта: 1) ценоз галофильных видов, представленный преимущественно морскими формами и эвригалинными видами, предпочитающими биотопы с

повышенной соленостью; 2) ценоз галофобных видов с преобладанием эвригалинных форм, тяготеющих к пресным биотопам. Условная и нечеткая граница между вариантами проходит при солености 9–10‰. Реакции эстуарных сообществ гетеротрофных жгутиконосцев и инфузорий на изменение абиотических факторов сходны, но отличаются от реакции сообществ микрофито-, мейозоо- и макрзообентоса, что, по-видимому, указывает на сходство механизмов отклика организмов одного уровня организации на факторы среды.

Работа выполнена при поддержке грантов РФФИ 04-04-48338 и Президента РФ МК-7388.2006.4.

ОСОБЕННОСТИ ЛИПИДНОГО СОСТАВА МИДИЙ *MYTILUS EDULIS* L., 1758, РАЗЛИЧАЮЩИХСЯ МЕСТООБИТАНИЕМ В БЕЛОМ МОРЕ

Н.Н. Фокина, З.А. Нефедова, Т.Р. Руоколайнен,
Н.Н. Немова, И.Н. Бахмет

Ин-т биологии Карельского научного центра РАН

Мидии *Mytilus edulis* L., 1758 обитают в литоральной и сублиторальной зонах Белого моря. По сравнению с обитателями относительно стабильной сублиторальной окружающей среды, литоральные организмы подвержены постоянным перепадам температуры, солености, испытывают краткосрочную гипоксию, что приводит к возникновению у них различий по некоторым физиологическим параметрам. Целью данной работы было изучить влияние места обитания (литораль и сублитораль) на липидный состав мидий одного возраста (4+). Сбор материала был проведен на Беломорской биологической станции «Картеш» Зоологического института РАН в марте. Размер литоральных мидий составлял 2,0 см, сублиторальных – 5,8 см. Средний вес сублиторальных особей был в 60 раз выше по сравнению с литоральными мидиями, которые, кроме того, были заражены трематодами с интенсивностью заражения 10–15 экз. на особь.

У литоральных *M. edulis* уровень общего содержания липидов значительно превышал таковой у сублиторальных мидий (табл. 1), главным образом, за счет структурных липидов – холестерина и фосфолипидов. Наряду с этим, в содержании запасных липидов

(триацилглицеринов и эфиров холестерина) наблюдалось обратное явление – более высокий уровень у сублиторальных мидий.

Таблица 1. Содержание липидов (в % от сухого веса) и отдельных жирных кислот (в % от их суммарного количества) в литоральных и сублиторальных мидиях четырехлетнего возраста

| Липидный состав | Литоральные мидии | Сублиторальные мидии |
|------------------------------|-------------------|----------------------|
| Общее содержание липидов | 11,8 | 7,3 |
| Фосфолипиды | 7,0 | 2,7 |
| Холестерин | 4,4 | 2,7 |
| Триаилглицерины | 0,3 | 1,1 |
| Эфиры холестерина | 0,05 | 0,8 |
| Фракции фосфолипидов: | | |
| Фосфатидилинозитол | 0,5 | 0,03 |
| Фосфатидилсерин | 0,3 | 0,2 |
| Фосфатидилэтаноламин | 1,0 | 0,2 |
| Фосфатидилхолин | 1,6 | 0,6 |
| Лизофосфатидилхолин | 0,7 | 1,1 |
| Сфингомиелин | 0,5 | 0,0 |
| Жирные кислоты: | | |
| 14:0 | 2,2 | 2,4 |
| 16:0 | 12,6 | 14,9 |
| 18:0 | 4,2 | 2,4 |
| Сумма насыщенных кислот | 23,6 | 22,8 |
| 16:1n-7 | 2,4 | 4,7 |
| 18:1n-9 | 13,6 | 5,0 |
| 20:1n-9 | 3,1 | 3,7 |
| Сумма моноеновых кислот | 24,5 | 17,7 |
| 16:4n-3 | 5,5 | 4,1 |
| 20:5n-3 | 8,0 | 15,7 |
| 22:6n-3 | 10,9 | 18,5 |
| Сумма n-3 кислот | 30,8 | 47,2 |
| 18:2n-6 | 2,7 | 1,8 |
| 20:4n-6 | 5,9 | 1,3 |
| Сумма n-6 кислот | 17,8 | 7,3 |

В спектре жирных кислот были идентифицированы следующие жирные кислоты: 15:0, 20:0, 15:1; изомеры по положению двойной связи 16:1, 18:1, 20:1; n-3 кислоты – 18:4, 20:2, 20:3, 20:4, 22:5; n-6 кислоты – 16:2, 16:3, 18:3, 20:2, 22:2, 22:3, 22:4, 22:5, уровень которых не превышал 2,0%. Различия в их содержании были не достоверны.

У мидий из разных мест обитания были отмечены различия в составе отдельных фракций фосфолипидов. У литоральных мидий уровень фосфатидилинозитола (ФИ) был значительно выше, чем у сублиторальных. Высокое содержание ФИ как минорного компонента клеточной мембраны отражает изменения, возникающие в метаболизме клетки при экстремальных воздействиях окружающей среды, так как он является поставщиком вторичных мессенджеров, участвующих в функционировании ионных каналов, трансдукции внешних сигналов внутрь клетки. У них же отмечено высокое содержание основных мембранных фосфолипидов – фосфатидилэтаноламина (ФЭА) и фосфатидилхолина (ФХ), и значительно выше было соотношение ФЭА/ФХ, являющееся одним из параметров, отражающих уровень микровязкости биологических мембран. Уровень сфинголипидов (СМ) у литоральных мидий также значительно превосходил таковой у сублиторальных. Данный фосфолипид, помимо структурной, выполняет регуляторную функцию: контролирует синтез холестерина в клетке. Примерно на одном уровне у мидий из двух исследуемых групп был уровень фосфатидилсерина (ФС), который является предшественником для синтеза ФЭА, а также регулирует активность многих мембраносвязанных ферментов.

В спектре жирных кислот литоральных мидий отмечено высокое содержание моноеновых (в основном за счет олеиновой 18:1n-9 кислоты) и n-6 полиеновых жирных кислот (главным образом за счет линолевой 18:2n-6 и арахидоновой 20:4n-6 кислот), в то время как у сублиторальных мидий наблюдался высокий уровень n-3 кислот фитопланктонного происхождения: эйкозапентаеновой 20:5n-3 и докозагексаеновой 22:6n-3 кислот. Наибольшее содержание запасных липидов, а также 20:5n-3 и 22:6n-3 жирных кислот у сублиторальных мидий указывает на более благоприятные условия (доступность кормовых объектов) существования данных моллюсков по сравнению с литоральными особями. Преобладание структурных липидов (холестерин, фосфолипиды, ФХ, ФЭА, СМ и ФИ), а также функционально важных жирных кислот (олеиновой, лино-

левой и арахидоновой кислот) у литоральных мидий характеризует высокую адаптированность данных организмов к обитанию в постоянно изменяющейся приливно-отливной среде по сравнению с сублиторальными мидиями.

Авторы выражают благодарность руководителю ББС «Картеш» ЗИН РАН д.б.н. В.Я. Бергеру и ст.н.с. В.В. Халаману за возможность проводить исследования на биостанции.

Работа выполнена при поддержке грантов РФФИ 05-04-48729а, 02-04-48451а, Президента РФ «Ведущие научные школы» НШ 894.2003.4 и НШ 4310.2006.4 и Программы ФЦНТП 2006-РП-112.0/001/287.

ВИДОВОЙ СОСТАВ И СТРУКТУРА СООБЩЕСТВ РАКОВИННЫХ АМЕБ СФАГНОВЫХ БОЛОТ ПОБЕРЕЖЬЯ БЕЛОГО МОРЯ

А.Н. Цыганов¹, Ю.А. Мазей²

1 – Каф. гидробиологии Биологического ф-та МГУ им. М.В. Ломоносова;
2 – Пензенский гос. педагогический ун-т

Раковинные амебы (Rhizopoda, Testacea) – многочисленная и разнообразная полифилетическая группа свободноживущих простейших с широким биотопическим и географическим распространением. Особенно обильно они представлены в сфагновых биотопах болотных экосистем, где играют важную роль в превращениях вещества и энергии, составляя до 48% всей биомассы бактерий и гетеротрофных простейших. Благодаря наличию хорошо выраженных экологических предпочтений, высокой чувствительности к изменениям состояния среды, хорошей сохранности в ископаемом состоянии и высокой численности, раковинные амебы и образуемые ими сообщества (ассоциации) широко используются в качестве биоиндикаторов и для палеореконструкции климатических изменений. Однако необходимым условием для корректного использования тестацей в этих целях является всестороннее и подробное исследование их локальной экологии. Сфагновые болота беломорского побережья ввиду своеобразных климатических условий и истории формирования представляют особый интерес для изучения.

Исследования проводились в июне – августе 2004 г. на побережье Белого моря в окрестностях деревни Черная река. Для анализа видового состава и структуры сообществ раковинных амеб на трех

станциях было отобрано 53 количественных и 6 качественных проб. Станция 1 представляет собой ручей, с берегами, поросшими сфагнумом (*S. teres*); станция 2 – кустарничково-сфагновая ассоциация в пойме ручья, древостой слагается сосной, травяно-кустарниковый ярус – багульником и клюквой, моховой покров представлен сфагнумами (*S. capillifolium*, *S. fallax*, *S. angustifolium*, *S. fuscum*), а на кочках к ним добавляется *Polytrichum strictum*; станция 3 – зарастающий сфагнумом водоем с открытым зеркалом воды в центре, сплавина образована преимущественно видами *S. angustifolium*, *S. majus*, *S. magellanicum*, *S. fuscum*, *S. fallax*. В пределах каждой сфагнутой сплавины микробиотопы выделялись с таким расчетом, чтобы охватить максимальное разнообразие условий обитания (кочки, мочажины и т.д.).

В составе сообществ сфагновых биотопов обнаружено 55 видов и подвидов раковинных амёб, относящихся к 22 родам. Семь видов (*Hyalosphenia papilio*, Leidy 1879, *H. elegans* Leidy, 1879, *Heleopera sphagni* Leidy, 1874, *Assulina muscorum* Greeff, 1888, *Archerella flavum* Archer, 1877, *Arcella catinus* Penard, 1890) встречены более чем в 65% проб. Восемь видов [*Arcella vulgaris* v. *penardi* Deflandre, 1928, *Centropyxis cassis* (Wallich 1864) Deflandre, 1929, *Cyphoderia calceolus* Penard, 1902, *Diffugia bacilliarum* Perty, 1849, *D. bacilifera* Penard, 1890, *Euglypha strigosa* Leidy, 1878, *Lesquereusia epistomium* Penard, 1893, *Sphenoderia fissirostris* Penard, 1890] встречены лишь единожды. Шесть видов [*Arcella hemisphaerica intermedia undulata* Deflandre, 1928, *A. vulgaris* Ehrenberg, 1832, *Diffugia globulosa* Dujardin, 1837, *D. Septentrionalis* Awerintzew, 1906, *Euglypha acanthophora* Ehrenberg, 1843, *Placocysta spinosa* (Carter, 1865) Leidy, 1879] обнаружены исключительно в грунтовых водах, подстилающих сфагнум.

Сообщества на станциях 1 и 2 характеризовались высокими значениями видового богатства (26 и 27 видов соответственно), тогда как на станции 3 этот показатель был несколько ниже (20 видов). Выравненность распределения обилий видов была больше в сообществе на станции 1 (0,72) по сравнению с остальными (0,65 на станции 2 и 0,66 на станции 3). В результате, индекс видового разнообразия Шеннона-Уивера составлял на станции 1 – 2,36; станции 2 – 2,13; станции 3 – 1,98.

Во всех сообществах доминировала *H. papilio* (относительное обилие 30%). Однако субдоминантный комплекс различался. На станции 1 субдоминантами были *Nebela tinctoria major* Deflandre,

1936 – *A. muscorum*, на станции 2 – *A. flavum*, на станции 3 – *A. flavum* и *H. elegans*). Кроме этого, сообщество на станции 1 образовано следующими специфическими видами: *Qudrulella symmetrica* (Wallich, 1863) Schulze, 1875, *Centropyxis aerophila sphagnicola* Deflandre 1929, *Tracheleuglypha acolla stenostoma* Bonnet et Thomas, 1955, *Nebela lageniformis* Penard, 1902, *Arcella arenaria* Greeff, 1866, *Corythion dubium* Taranek, 1881, а на станциях 2 и 3 – *A. catinus*, *H. sphagni*, *Phryganella hemisphaerica* Penard 1902, *Placocysta lens* Penard 1899, *Nebela tincta* Leidy, 1879 и *N. tenella* Penard, 1893. В пределах последнего типа сообщества выделяется один вариант, формирующийся в условиях пониженной увлажненности, с характерными видами *A. muscorum*, *Arcella costata* Ehrenberg, 1847, *Nebela militaris* Penard, 1902, *Centropyxis orbicularis* Deflandre, 1929.

Исследованные сообщества формировали три типа вертикальной структуры: 1) постепенное изменение видового состава с глубиной; 2) четкая дифференциация верхних, средних и нижних горизонтов, где для верхних горизонтов (0–3 см) характерны *A. catinus*, *Bullinularia indica* Penard, 1907, для средних (6–9 см) – *A. muscorum*, и для нижних (9–12 см) – *Trinema lineare* Penard, 1890); 3) четкая дифференциация двух горизонтов: верхнего и нижнего, причем для верхнего горизонта (0–6 см) были характерны *A. flavum* и *H. papilio*, для нижнего (6–12 см) – *H. elegans*, *N. tincta*, *N. militaris*, *N. tenella* и *P. lens*).

При изучении сезонной изменчивости сообществ обнаружено, что она выражена значительно в меньшей степени, чем пространственная. При этом в верхних горизонтах (0–3 см) структура доминирования (*H. papilio*, *H. sphagni*) остается неизменной в течение всего сезона, а в более глубоких слоях происходит смена доминантов с *H. elegans* в июне на *N. militaris* в августе.

Полученные данные свидетельствуют о сложной пространственно-временной организации сообществ раковинных амёб, которую необходимо учитывать при использовании методов биоиндикации и палеорекострукции.

Работа выполнена при поддержке грантов РФФИ 04-04-48338 и Президента РФ МК-7388.2006.4.

К БИОЛОГИИ ГИПЕРИИД РОДА *THEMISTO* БАРЕНЦЕВА МОРЯ

Д.И. Александров

Полярный НИИ морского рыбного хозяйства и океанографии

Выполнен анализ распределения, видового состава и некоторых особенностей биологии гипериид (Amphipoda, Hyperiidea) Баренцева моря в период теплых лет с 2003 г. по 2005 г. Сборы проб макропланктона были выполнены притральной сетью (площадь входного отверстия 0,2 м²) в придонном пятиметровом горизонте с октября по декабрь во время съемок донных рыб. Съемка охватывала большую часть акватории Баренцева моря, за исключением крайних северо- и юго-восточных районов, и включала прилегающие с запада районы до границы континентального шельфа.

Пелагические амфиподы Hyperiidea широко распространены в северных морях. В Баренцевом море представители данного подотряда встречаются повсеместно. Всего в составе планктонных сообществ водоема указано семь видов гипериид, из них три относятся к роду *Themisto*. Массовыми являются два вида: *Themisto abyssorum* (Boeck, 1870) и *Themisto libellula* (Lichtenstein, 1882).

Гиперииды отмечены нами в большинстве проб макропланктона. Арктобореальный вид *T. abyssorum* распространен по всей акватории исследований. Наибольшие в количественном отношении уловы этого вида, до 0,2 экз./м³, отмечены в западной части района съемки – в водах Западного Шпицбергена и на Финмаркенской банке. Анализ размерно-возрастной структуры показал, что в пробах на северо-западе моря (Западный Шпицберген, Зюйдкапский Желоб, Шпицбергенская банка) доминировали младшие возрастные группы (модальный размерный класс 7 мм). К востоку доля молодежи снижалась. В районе о. Надежды, Центрального Желоба и Центрального Плато преобладали старшие возрастные группы (модальный размерный класс 10–13 мм).

Распространение арктического вида *T. libellula* в наших сборах было ограничено арктическими водами и областью распространения полярного фронта. При этом, наиболее плотные концентрации были отмечены именно в области последнего. Максимальные скопления этого вида в течение всего периода наблюдений отмечены в области 76–79° с.ш. и 30–40° в.д. в районе Возвышенности Пер-

сея. Здесь его концентрации достигали 1,2 экз./м³. Размерный ряд всех промеренных особей составил от 2 до 37 мм, что соответствует, согласно ряду исследований, трем-четырем возрастным группам. В большинстве проб размерный состав соответствовал II–III, II–IV генерациям. Рачки младшей возрастной группы встречались только в районах о. Надежды и Возвышенности Персея.

Размерно-весовые зависимости в осенний период описываются степенными функциями с уравнениями $y = 0,033x^{2,7}$ и $y = 0,11x^{2,9}$ для *T. abyssorum* и *T. libellula* соответственно.

ИССЛЕДОВАНИЯ МОРСКИХ КЛЕЩЕЙ ЛИТОРАЛЬНЫХ ФУКОИДОВ В ОКРЕСТНОСТЯХ ББС

М.П. Анциферова

Ин-т океанологии РАН

Среди обитателей литоральных фукоидов морские клещи составляют существенную часть. К настоящему времени фауна и экология морских клещей Белого моря вообще и фукоидов литорали в частности практически не изучены.

Цель данной работы – изучить состав, размерную структуру и закономерности распределения эпифауны фитали, установить роль морских клещей в сообществе фитали. Здесь приведены предварительные результаты.

Материал собирали в июле–августе 2005 г. на участке типичной каменисто-валунной литорали у солоновато-водного озера, расположенного в 1 км от Беломорской биостанции МГУ, на пяти горизонтах с интервалом 5–12 м. На каждом горизонте было взято 78 проб в трех повторностях. В процессе отбора талломы фукоидов [*Fucus vesiculosus* L., *F. inflatus* L., *F. serratus* L., *Ascophyllum nodosum* (L.) Le Jolis] расчленили ножницами на верхнюю, среднюю и нижнюю часть и с каждой части отдельно делали смыв. Концентрированный смыв фиксировали 4% формалином, субстрат взвешивали. Количество гидроидов и нитчаток оценивали по трехбалльной шкале. Кроме того, в лабораторных условиях были сделаны попытки кормления и содержания клещей.

При обработке материала учитывали следующие факторы: положение на литорали точки отбора пробы (расстояние от верхней

ее границы), вид водоросли-субстрата, количество нитчаток и гидроидов на поверхности водоросли.

Среди обитателей фукоидов самые многочисленные группы – мидии, гарпактициды, остракоды, нематоды и галакариды, по сравнению с которыми представители прочих групп присутствуют в весьма незначительном числе. Мы вычислили коэффициенты корреляции попарно для всех учтенных факторов и численностей разных групп животных. Наиболее значительная корреляция обнаружена между гидроидами и морскими клещами (0,74), гидроидами и равноногими раками (0,73), нитчатками и хирономидами (0,66), положением на литорали и морскими клещами (0,58), нитчатками и мидиями (0,58), нитчатками и *Littorina* sp. (0,55), видом водоросли-субстрата и численностью остракод (0,53). Ни у одной группы распределение по таллосу не связано с его положением на литорали. Обсуждать степень влияния фактора на ту или иную группу эпифауны имеет смысл только после проведения факторного анализа.

В наших литоральных пробах, отобранных конце июля – начале августа 2006 г., мы встретили пять видов морских клещей, из которых три – массовые. По численности доминировал *Rhombognathides seahami* (Hodge) Viets, 1927 (подсемейство Rhombognathinae). Несколько менее многочисленными были *Thalassarachna baltica* (Lohmann, 1889) и *Thalassarachna basteri* (Johnston, 1836) (подсемейство Halacarinae). *Metarhombognathus nudus* (Viets, 1928) и *Rhombognathides pascens* (Lohmann, 1889) встречались существенно реже. Подобная картина наблюдалась и в августе 2003 г. На верхних участках литорали доминировал *Rh. seahami*, ниже по литорали возрастала роль представителей рода *Thalassarachna*. Численность всех клещей с увеличением глубины возрастала.

В популяции *Rh. seahami*, размножающегося круглогодично, всегда присутствовали представители всех стадий развития – от личинок до взрослых особей. *Th. basteri* и *Th. baltica*, размножающиеся сезонно, в это время года представлены были в основном дейтонимфами.

Устные сообщения и литературные данные о питании морских клещей подсемейства Halacarinae, к которому относятся *Th. baltica* и *Th. basteri*, полупереваренным содержимым гастральной полости гидрантов колониальных гидроидов нами пока не подтверждены. О том, что это явление все-таки существует, отчасти говорит связь

между распределением морских клещей и гидроидов. Возможно, что питание морских клещей не столь специфично, и они просто высасывают все подходящие объекты, среди которых сытые гидранты или любые другие малоподвижные объекты, не защищенные наружным скелетом.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ 0405-64176 а.

МЕХАНИЗМЫ ФОРМИРОВАНИЯ ТЕЧЕНИЙ ГИДРОПЛАЗМЫ В КОЛОНИЯХ ГИДРОИДНЫХ ПОЛИПОВ

Ю.Б. Бурькин

Беломорская биостанция МГУ им. М.В. Ломоносова

Характерной чертой распределительной системы колониальных гидроидов является наличие течений гидроплазмы в гастроваскулярной полости. Именно они переносят по колонии пищевые частицы от проглотивших добычу гидрантов и клеточный материал от участков рассасывающихся тканей, которые захватываются и потребляются клетками гастродермы. Это во многом способствует сохранению физиологического единства всей колонии.

У гидроидов рода *Tubularia* направленное перемещение гидроплазмы осуществляется за счет согласованной работы ресничек гастродермы. Однако у абсолютного большинства колониальных гидроидов гидроплазма перемещается по узкому каналу то в одном, то в противоположном направлении, а ее движителями являются пульсации стенок гидрантов и участков ценосарка (при этом движения ресничек гастродермы приводят лишь к ее дополнительному локальному перемешиванию). Причинная связь между пульсациями и движениями гидроплазмы была установлена еще в начале XIX века (Cavolini, 1813). А вот механизмы формирования протяженных течений не всегда были ясны; тем более, что в колониях разных видов они не совсем одинаковы.

В частности, до последнего времени оставались непонятными причины возникновения гидроплазматических течений в побегах с относительно мелкими гидрантами. Считалось, что сжатия одного из гидрантов в таком побеге недостаточно для образования протяженного течения гидроплазмы (Марфенин, 1988, 1993). Однако, предложенное Н.Н. Марфениным (1985, 1988, 1993, 2002) объяснение формирования выходящего из побега течения путем «под-

страивания» пульсаций желудков гидрантов друг под друга вследствие «сдвига» фазы сжатия, никакими фактами не подтверждается и к реальным побегам отношения не имеет (Бурыкин, 2006). Напротив, сначала для ростовых пульсаций кончика верхушки (Wytttenbach, 1973), а затем для других пульсаций в колонии (Бурыкин, 2006) было показано, что поступление гидроплазмы в полость пульсатора в момент сжатия может увеличивать продолжительность фазы сжатия (или впячивания верхушки в ростовом цикле), никуда, однако, ее не сдвигая и не изменяя периода пульсаций. Более того, осмотический механизм пульсаций тканевых пластов, основанный на периодическом чередовании накачивания воды и одновалентных ионов в вакуоли клеток с выбросом воды и ионов в межклеточную среду (Белоусов и др., 1988), определяется эндогенным ритмом и от прихода гидроплазмы в полость пульсатора зависеть не может. Следовательно, предположение о сдвиге фазы сжатия под действием гидроплазмы противоречит самой природе пульсаций.

Наши исследования процесса формирования гидроплазматических течений в побегах выполнены на примере колоний *Gonothyræa loveni* (Allman, 1859). Под микроскопом, а также с помощью цейтраферной видеосъемки регистрировали с секундомером все перемещения гидроплазмы в побеге и в столоне под ним. Исследовано 20 побегов разных размеров в разных колониях. Непрерывные наблюдения проводили, как правило, на протяжении 15-60 циклов подряд. Циклом считали отрезок времени, в течение которого в побеге происходило сжатие каких-либо гидрантов с выталкиванием гидроплазмы из их желудков, затем наступала пауза, когда течения в побеге отсутствовали.

Прежде всего, оказалось, что одиночные сжатия желудков гидрантов в таких побегах не только могут вызывать протяженные течения гидроплазмы, выходящие из побега в стolon, но это происходило примерно в половине всех зарегистрированных случаев (47%). Конечно, этого можно было ожидать от гидрантов, находящихся в основании побегов, когда выталкиваемая из них гидроплазма устремляется сразу в стolon, если в этот момент давление в его полости ниже, чем в полости побега. Однако, во многих случаях (41,5%) течения гидроплазмы начинались в одном из терминальных гидрантов (в т.ч. крупных побегов), устремлялись в стolon и нередко достигали его верхушки. Наибольшая протяженность такого течения зарегистрирована в колонии с 8 побегами и

составляла 52 мм. При этом течение началось от вершины побега с 15 гидрантами, прошло под основаниями всех побегов и остановилось вблизи верхушки stolona. То есть при одиночном сжатии одного из гидрантов достигнута максимальная дальность перемещения гидроплазмы в колонии (Марфенин, 1993).

Примерно в половине циклов (51%) сжатия желудков разных гидрантов в побеге в той или иной мере совпадали по времени. При одновременном сжатии двух гидрантов течение гидроплазмы из побега в stolon наблюдали, в среднем, в 49% случаев, трех гидрантов – в 67% случаев, четырех гидрантов – в 88% случаев.

В колониях *G. loveni* обнаружен еще один механизм образования течений гидроплазмы. Он наблюдался в побегах, в которых все или большинство гидрантов проглотили перед этим добычу (науплиусы *Artemia salina*). При отсутствии в побеге пустых желудков, в которые могла бы ответвляться гидроплазма с пищей, пищевые частицы, непрерывно выдавливаемые из гидрантов, скапливаются в полости ствола побега, создавая здесь область высокого давления, из которой гидроплазма периодически перетекает в stolon, где давление ниже. Это может сопровождаться сжатием желудков каких-либо гидрантов, а может выглядеть как чистый отток гидроплазмы из ствола побега в stolon. В среднем, каждое третье течение, выходящее из перекормленных побегов, имело именно такое происхождение.

С этим феноменом связано еще одно любопытное явление. При наличии плотного сгустка пищевых частиц в стволе побега, гидроплазма, выдавливаемая из проксимальнее расположенных гидрантов, отталкивается от него и устремляется в stolon. То есть, пищевой сгусток в полости ствола является как прямым источником нисходящих течений гидроплазмы в побеге, так и фактором, отбрасывающим в stolon гидроплазму, выходящую из проксимальных гидрантов.

В целом же в 2/3 всех циклов сжатий гидрантов в побеге формируется нисходящее течение гидроплазмы в stolon. В остальной трети циклов гидранты перебрасывают гидроплазму друг другу без результирующего течения, выходящего из основания побега.

Следовательно, для возникновения течений гидроплазмы внутри побегов с относительно мелкими гидрантами достаточно как одиночных сжатий их желудков, так и совпадений фазы сжатия у двух или нескольких желудков, что происходит весьма часто. При

активном питании к этому добавляется отток гидроплазмы в стolon из зоны высокого давления в стволе побега, где происходит накопление пищевых частиц.

У гидроидов с еще более мелкими гидрантами (сем. Sertulariidae) сжатия их желудков выталкивают небольшие порции гидроплазмы как правило не далее, чем в полость побега, а протяженные течения создаются благодаря пульсациям стенок ствола побегов (Бурыкин, 2006).

Наконец, у всех колоний с распределительной системой пульсаторного типа одним из мощных выталкивателей гидроплазмы являются концы растущих столонов. Зоны пульсаций вблизи верхушек роста весьма протяженны (могут достигать длины междоузлия) и при сжатии способны выталкивать значительные объемы гидроплазмы с образованием течений, пронизывающих порой всю колонию (Бурыкин, 2006).

Перечисленных механизмов достаточно для объяснения возникновения любых течений гидроплазмы и их взаимодействий в колониях гидроидных полипов.

ОСОБЕННОСТИ ЛЮМИНЕСЦЕНЦИИ *HARMOThOE IMBRICATA*

М.Ю. Высоких¹, И.В. Манухов², М.В. Плющева³

1 – НИИ Физико-химической биологии МГУ им. М.В. Ломоносова;
2 – Гос. унитарное предприятие НИИ Генетика; 3 – каф. зоологии беспозвоночных Биологического ф-та МГУ им. М.В. Ломоносова.

Harmothoe imbricata (L., 1767) широко распространена во всех морях северного полушария. Часть сегментов тела этих червей с дорзальной стороны тела снабжена элитрами. Гистологически элитры представляют собой эпителиальную ткань с большим экстраклеточным пространством. С точки зрения физиологии, элитра представляет собой нейроэктодермальный орган, отличающийся высокой степенью электрохимического сопряжения нервного импульса и каскада биохимических реакций благодаря быстрым флюктуациям концентрации внутриклеточного кальция.

Еще в 1950-х гг. было показано, что электростимуляция элитр *H. imbricata* вызывает устойчивую квантовую эмиссию с их поверхности (Nicol, 1953). Дальнейшие исследования показали, что отдельные эпителиальные клетки элитр обладают уникальными

структурами, представляющими собой пакеты трубок эндоплазматического ретикулума с кубической структурой мембран, обогащенных рибофлавином (Bassot, 1966). Названные фотосомами, эти структуры расположены по периферии клетки и связаны с клеточной мембраной посредством многочисленных щелевых контактов. В середине 1970-х гг. было показано, что именно эти структуры ответственны за эмиссию света в ответ на деполяризацию мембраны клетки (Bassot, 1977). Молекулярный механизм люминесценции фотогенными клетками элитр *H. imbricata* остается невыясненным до конца. Ранее было показано, что возможна очистка и реконструкция фотогенной системы, включающей в себя флавино-содержащий белок, названный полиноидином, и ряд кофакторов флавинового ряда (Nicolas, 1980). Исследования, проведенные при помощи ловушек радикалов и различных доноров электрона, показали, что реконструированная из полиноид система обладает наиболее высоким на данный момент сродством именно к аниону супероксида – одной из активных форм кислорода, имеющей огромное биологическое значение как оксидант практически всех клеточных компонентов с достаточно большой константой скорости реакции (Ghislain, 1995), что делает возможным предположить успешность нейтрализации даже столь короткоживущей молекулы до ее взаимодействия с клеточными мембранами, ДНК и белками. В связи с этим особый интерес представляет возможность применения белка полиноидина в качестве чувствительного и специфичного сенсора аниона супероксида. Уже в 1990 г. было показано, что применение реконструированной системы позволяет детектировать настолько низкий уровень генерации аниона супероксида нейтрофилами (Hastings, 1990), что применение традиционных зондов типа люцигенина невозможно по причине нелинейности сигнала и неспецифичности взаимодействия.

Материал для исследования собирали в проливе Великая Салма между островами Великий и Малый Еремеевский (Кандалакшский залив, Белое море) с ракушечника на глубине 18–20 м. Собранный легководолазным методом грунт промывали, изымали червей и помещали их в морскую воду с температурой 6–8°C; измерение люминесценции с поверхности червя или изолированных элитр проводили в 100 mM калий-фосфатном буфере pH = 7,0 при помощи экспериментального люминометра отечественного производства высокой чувствительности – конструкция и монтаж инженера С.Е. Кривенко, г. Москва. Белок выделяли из гомогенизиро-

ванных в гомогенизаторе Поттера (стекло-тефлон) элитр при 4°C в фосфатно-солевом буфере (150 mM NaCl, 50 mM NaH₂PO₄, pH = 7,4), содержащем 0,05% тритон X-100. Соотношение буфер-ткань не превышало 25 : 1 (объем на массу ткани). Очистка белка включала в себя три шага хроматографирования: две гель-фильтрации и ионообменную хроматографию. Чистоту препарата проверяли методом электрофореза по Laemmli. Изоэлектрическую точку определяли методом изоэлектрофокусирования в градиенте pH от 3 до 10 в полиакриламидном геле по О'Фаррелу в камере капиллярного типа Biometra. Интенсивность люминесценции измеряли в среде, содержащей 1Е ксантиноксидазы, 1 mM гипоксантин, 20 mM рибофлавин, 1 mM NADH и 50 μM феназинметасульфат. Экстинкцию белка определяли спектрофотометрически на двухлучевом спектрофотометре Aminco DW-2000.

Измерение люминесценции с верхней поверхности элитр целого небольшого червя, помещенного в кювету люминометра, показало, что в состоянии покоя или в отсутствие высокой метаболической активности (перед опытом в течение суток червь голодал) эмиссия света не превышает фонового свечения морской воды или буфера (около 200 относительных единиц). Стимуляция червя в течение 1 сек. посредством подведения электрического тока с напряжением около 10 в и частотой примерно 20 гц приводила к подъему люминесценции до примерно 2 000 000 отн. ед. с последующим быстрым падением до фонового значения. Аналогичные результаты были получены при внесении в среду измерения системы гипоксантин-ксантиноксидаза, то есть при индукции образования в среде измерения аниона супероксида. Показано, что отрыв (сброс) элитры и сопутствующее разрушение системы электрохимического сопряжения является фактором, индуцирующим люминесценцию. Видимо, определяющим является проведение импульса по нервному волокну при стрессе, в то время как в условиях покоя в отсутствие активных форм кислорода свечение элитр нестимулированного червя не превышает фонового значения. Для четырех идентифицированных и различающихся по цвету типов элитр обнаружено значительно расхождение времени падения свечения до половинного уровня ($t_{1/2}$). Обогащенные пигментом элитры демонстрировали среднее значение величины люминесценции с дорзальной стороны, низкое – с вентральной и малое значение $t_{1/2}$. Мы предполагаем, что быстрое падение свечения обусловлено тем, что

пигмент элитр обладает свойствами тушителя флюоресценции полиноидина.

Для проверки этого предположения мы исследовали свечение элитр с меньшим содержанием пигмента. Оказалось, что изменился характер временной зависимости люминесценции с обратной экспоненты на колоколообразную кривую, и более чем в два раза возросло время полужизни хромофора в возбужденном состоянии. Измерение люминесценции прозрачных элитр с вкраплениями красного пигмента показало, что достигается значительно более высокое значение интенсивности свечения, и характер зависимости интенсивности свечения от времени приобретает характер сигмоиды, что говорит о возможной кооперативности индукции флюоресценции и согласуется с теоретической моделью резонансного переноса энергии для фотогенных тканей.

Исследование кинетики падения интенсивности свечения для обедненных пигментом прозрачных элитр показало, что время полужизни возбужденного хромофора существенно возросло, в то время как максимальное значение люминесценции упало в сравнении с частично окрашенными элитрами. Вероятно, в неокрашенных элитрах и при низкой концентрации пигмента увеличивается время отдельной вспышки, в то время как общая интенсивность люминесценции снижается за счет увеличения времени миграции энергии. При изучении характера люминесценции в отсутствие и в присутствии кальция, было показано, что Ca^{2+} играет важную роль в индукции свечения: в присутствии ЭДТА свечение не выше фонового уровня, в то время как внесение кальция индуцирует подъем эмиссии до контрольного уровня. Белок полиноидин был выделен из элитр и очищен до гомогенного состояния. Определена последовательность 22 аминокислот с N-концевой части полипептидной цепи.

Выводы:

1. Фотогенные структуры локализованы на дорзальной стороне элитры *H. imbricata*.

2. Пигментация обеспечивает вторичную эмиссию, регистрируемую с вентральной стороны элитры с максимумом флюоресценции в районе 520 нм и в оптимальной концентрации приводит к резкому подъему интенсивности свечения в объеме, что создает эффект вспышки.

3. Люминесценция с поверхности элитр может быть индуцирована внесением в окружающую червя среду аниона супероксида или при электростимуляции.

4. Люминесценция опосредована скачкообразным изменением концентрации внутриклеточного кальция в ответ на деполяризацию мембраны.

ПОЛОЖЕНИЕ РОДА *TRAVISIA* (OPHELIIDAE) В СИСТЕМЕ ПОЛИХЕТ. СРАВНИТЕЛЬНО-АНАТОМИЧЕСКИЙ ПОДХОД

А.Э. Жадан¹, П.А. Белова², С.С. Водопьянов²

1 – Беломорская биостанция МГУ им. М.В. Ломоносова; 2 – Каф. зоологии беспозвоночных Биологического ф-та МГУ им. М.В. Ломоносова

В последние десятилетия система многощетинковых червей подверглась значительным преобразованиям в связи с развитием новых методов анализа (секвенирование ДНК, кладистика). Одной из проблемных групп является *Scolecida* (Rouse, Fauchald, 1997), объединяющая седентарных полихет без головных придатков. Выделение этой группы слабо подкреплено морфологическими признаками, исследования 18S рНК также не подтверждают монофилию сколецид (Rouse, Fauchald, 1997; Bleidorn, Vogt, Bartolomaeus, 2003). Более того, границы семейств – наиболее стабильных групп в системе полихет – также были пересмотрены. Так, род *Travisia*, традиционно относящийся к семейству *Opheliidae*, по результатам молекулярных данных был перенесен в семейство *Scalibregmatidae* (Bleidorn, Vogt, Bartolomaeus, 2003; Persson, Pleijel, 2005). В то же время внутренняя морфология большинства сколецид изучена недостаточно, а для многих, в том числе представителей рода *Travisia*, сведений об анатомии и ультраструктуре и вовсе нет.

Настоящая работа предпринята с целью сравнения внутреннего строения и тонкой морфологии у трех видов полихет: *Travisia forbesii* Johnston, 1840, *Scalibregma inflatum* Rathke, 1843 и *Ophelia limacina* (Rathke, 1843). Материал был собран в окрестностях Беломорской биостанции МГУ с помощью легководолазной техники. Червей фиксировали 4% раствором формалина на морской воде, затем переводили в спирт. Анатомию изучали на вскрытиях с помощью бинокля, отдельные фрагменты были высушены методом критической точки и изучены с помощью сканирующего элек-

тронного микроскопа Hitachi 400А. Всего было произведено около 30 вскрытий, на сканирующем электронном микроскопе (СЭМ) исследовано по четыре экземпляра каждого вида.

Покровы у всех трех видов несут вторичную кольчатость, при этом тонкая структура их различна: у *Ophelia* покровы гладкие, у *Scalibregma* вторичные кольца разбиты глубокими поперечными бороздами на прямоугольные фрагменты, у *Travisia* на фотографиях СЭМ видны своеобразные округлые вздутия около 50 мкм в диаметре, предположительно, это клетки эпидермиса. Нухальный орган *Travisia* представляет собой овальное ресничное образование, у *Ophelia* он способен втягиваться.

Очень сходной оказалась тонкая структура капиллярных щетинок у *Scalibregma* и *Travisia*: они несут многочисленные вторичные волоски, так что щетинка выглядит густо опушенной. Данных о щетинках *Ophelia* получено не было.

Глотка у всех трех видов устроена принципиально одинаково, она мягкая аксиальная, способна выворачиваться. Во ввернутом состоянии ее передняя часть складчатая, не несет ресничек, задняя густо покрыта ресничками.

Полость тела в передней части у всех трех видов не разделена диссепиментами, за исключением нескольких септ в передней части, называемых диафрагмами. У *Ophelia* две диафрагмы, у *Scalibregma* и *Travisia* обнаружено четыре диафрагмы. У всех видов диафрагмы усилены продольными и поперечными мышечными волокнами.

У всех изученных видов кровеносная система представлена мощно развитым околокишечным синусом, продольными и поперечными кровеносными сосудами, в передней части тела находится сердце. Обнаружены слепозамкнутые капилляры в разных частях кровеносной системы. Такие образования в голове и переднем отделе тела были описаны для *Ophelia bicornis* (Harris, 1994), а также в задней части тела у *Scalibregma inflatum* (Ashworth, 1901). Нами слепозамкнутые капилляры были обнаружены в головном отделе *Scalibregma*, а у *Travisia* – на нескольких передних поперечных сосудах, причем они представлены двумя типами. На первых двух парах сосудов имеются бульбообразные вздутия, а на пяти следующих – пучки из примерно десяти длинных тонких, постепенно становящихся тоньше к концу капилляров. Функция этих

образований не совсем ясна, предположительно, они могут быть местом образования гонад.

Выделительная система представлена метанефридиями. У *Travisia* обнаружена одна пара очень крупных нефридиев впереди и четыре пары более мелких в средней части тела. У *Scalibregma* – много пар сравнительно мелких нефридиев вдоль всего тела. У *Ophelia* – пара крупных передних нефридиев и несколько пар в средней части тела.

Продольная мускулатура имеет свои особенности у каждого из изученных животных. Слабее всего она развита у *Ophelia*, где продольные мышечные волокна не образуют сплошного слоя. У *Travisia* и *Scalibregma* продольная мускулатура мощно развита, причем у *Travisia* представлена отдельными волокнами, а у *Scalibregma* они собраны в компактные пучки.

Таким образом, среди анатомических признаков есть общие для всех трех изученных видов, в частности – наличие слепозамкнутых капилляров. Этот признак может рассматриваться как синапоморфия для офелиид и скалибрегматид. Некоторые признаки, например количество диафрагм, сближают *Scalibregma* и *Travisia*, что свидетельствует в пользу гипотезы о принадлежности *Travisia* к скалибрегматидам. Эти выводы, однако, являются предварительными, так как для сравнительно-анатомического анализа требуются сведения о разнообразии внутреннего строения внутри семейств Opheliidae и Scalibregmatidae, а также данные о родственных им группах полихет.

НЕИЗВЕСТНЫЕ «ПАЛОЧКИ»

А.Э. Жадан¹, А.Б. Цетлин^{1,2}, Т.В. Неретина³,
О.Е. Каменская⁴, Н.С. Мюге⁵

1 – Беломорская биостанция МГУ им. М.В. Ломоносова; 2 – Каф. зоологии беспозвоночных Биологического ф-та МГУ им. М.В. Ломоносова;

3 – Ин-т биоорганической химии РАН; 4 – Ин-т океанологии РАН;

5 – Ин-т биологии развития РАН

В 2005 г. в Белом море при исследованиях морского дна с помощью дистанционно управляемого подводного аппарата «Гном» на глубине около пятидесяти метров впервые были обнаружены массовые образования неизвестной природы, которые назвали «па-

лочками». Впоследствии их обнаружили на разных глубинах и в самых разнообразных биотопах. Оказалось, что «палочки» весьма многочисленны и, по-видимому, играют существенную роль в донных сообществах Белого моря. Настоящая работа предпринята для выяснения этой роли, а также для определения их природы.

Наблюдения и сбор материала проводили с помощью легководолазного метода. Было проведено около сорока погружений, собрано более ста палочек, сделано более двухсот подводных фотографий. Палочки фотографировали в естественных условиях с помощью цифровой фотокамеры Sony DSC F717 в боксе Gates. Для определения плотности «палочек» на дне фотографировали участок дна размером 25x25 см, затем подсчитывали их количество на фотографиях. В лаборатории объекты фотографировали с помощью цифровой камеры Olympus, соединенной с бинокляром и микроскопом. «Палочки» фиксировали различными способами для электронно-микроскопических исследований и для выделения ДНК. Были изготовлены серии поперечных полутонких срезов, которые окрашивали толуидиновым синим и фотографировали. Ультратонкие срезы были изготовлены на ультратоме LKB и просмотрены на микроскопе Jeol JEM 100-CX. Фрагменты палочек были изучены на сканирующем электронном микроскопе Hitachi 400A.

«Палочки» представляют собой длинные тонкие упругие структуры, которые прикреплены базальной частью к различным твердым субстратам, их дистальная часть обращена в толщу воды. Они довольно гибкие и сгибаются на течении. «Палочки» имеют округлое сечение, в основании утолщены, на дистальном конце сужаются. Наименьшие размеры – около 10 мм в длину, около 0,2 мм в толщину в нижней части. Наибольший размер – 20 см в длину, около 2 мм в толщину у основания. У маленьких палочек базальная часть, которой они прикреплены к субстрату, почти не утолщена, но с увеличением размера она заметно утолщается и приобретает форму либо плоской лепешки, либо бульбообразного утолщения, либо формируются несколько отростков, наподобие ризоидов водорослей. Цвет палочек серо-коричневый, видны включения красных и зеленых нитчатых водорослей.

Палочки встречаются на всех типах субстратов, их отмечали на глубинах от 3 до 50 м. На илах их основание погружено в толщу грунта, где оно прикрепляется к более или менее твердым предметам – кусочкам zostеры, раковинам моллюсков. Палочки не встре-

чены в проливах с очень сильными приливными течениями. Наибольшее их количество наблюдали на твердых грунтах в районах с умеренным течением, где их плотность составляла более 2 тыс. экз./м². Палочки прикрепляются к камням, губкам, асцидиям, трубкам полихет, пустым раковинам моллюсков, однажды были встречены на кладке брюхоногого моллюска *Cryptonatica clausa*. Иногда они прикрепляются друг к другу, образуя ветвистые конструкции. В зимний период они не исчезают, и также во множестве встречаются в разных биотопах (личное сообщение и подводные фотографии Н. Червяковой). Палочки часто бывают покрыты различными обрастаниями – водорослями, губками, на них встречаются недавно осевшие двустворчатые моллюски, голожаберные моллюски, амфиподы. Чаще всего на палочках сидят бокоплавы семейства Podoceridae *Dulichia bispina* Gurjanova, 1930. Иногда на одной палочке может сидеть 10–20 мелких рачков и 1–2 крупных, обычно самка и самец.

Палочки имеют довольно толстую и рыхлую внешнюю оболочку. На фотографиях, сделанных на сканирующем электронном микроскопе, видно, что она имеет волокнистое строение, тонкие волокна пересекаются в различных направлениях, образуя подобие войлока. Часто у крупных палочек под первой оболочкой можно обнаружить вторую и третью оболочки. Слоистая структура оболочки хорошо просматривается на полутонких срезах. На трансмиссионных электронно-микроскопических фотографиях видны многочисленные цитоплазматические тяжи и множество включений, в том числе клеток с крупными ядрами. Центральная часть не имеет волокон и заполнена неструктурированным материалом, больше всего напоминающим ил.

Анализ последовательностей нуклеотидов митохондриальной ДНК показал наличие ДНК диатомовых водорослей.

Были выдвинуты следующие гипотезы об организмах, формирующих эти необычные структуры:

1. Гигантские простейшие, возможно, близкие к фораминиферам семейства Gromiidae.

2. Колонии диатомовых водорослей.

3. Так как с увеличением длины палочки становятся толще, можно предположить, что это постройки неких организмов, строящих палочку снаружи. Наиболее вероятно, что их строят бокоплавы *D. bispina*. Сходные постройки близких видов того же семейства

ва *Dyopedos monacanthus* (Metzger, 1875) и *D. porrectus* Bate, 1857 описаны в работе Мэттсона и Кедхагена (Mattson, Cedhagen, 1989). По их данным, в Гуллмарфиорде (Скагеррак, Швеция) бокоплавры строят палочки с помощью выделений специальных желез на 3–4 переоподах, склеивая различные частицы. Молодые рачки некоторое время обитают на материнской палочке, затем строят свои собственные. Зрелые самцы не строят своих палочек, а путешествуют по постройкам, на которых сидят самки. Они охраняют эти палочки и не допускают на них других самцов. Мэттсон и Кедхаген предполагают, что палочки позволяют рачками приподниматься над субстратом для более эффективного фильтрационного питания, а также снижают пресс хищных рыб, которым приходится заглатывать бокоплавров вместе с жесткими палочками, не имеющими питательной ценности. Нам не удалось наблюдать процесс постройки палочек бокоплаврами. Многие вопросы биологии рачков *Dulichia* остались нерешенными:

1. В отличие от описанных в литературе построек подоцерид, *D. bispina* в ряде случаев пристраивают новые палочки к уже имеющимся. Возможно, это особенность их социальной или семейной жизни.

2. Особенности и детали строительства «палочек»: насколько похожи приемы строительства беломорских *Dulichia* на те, которые описаны для *Dyopedos*?

3. В окрестностях ББС МГУ известны три вида из родов *Dulichia* и *Dyopedos*: *Dulichia spinosissima* Kroyer, 1845, *D. bispina* и *Dyopedos porrectus*. Все ли они строят «палочки», если да, то чем они отличаются?

4. Виды *Dulichia* считались редкими формами в Белом море. Однако по нашим данным постройки *Dulichia* оказались очень распространенными – в самых разных донных биотопах Белого моря их плотность превышает 2000 экз./м^2 , на которых обитает не менее 20000 рачков. Предстоит выяснить роль видов *Dulichia* и их построек в донных сообществах.

Авторы выражают искреннюю признательность Николаю Николаевичу Марфенину и Игорю Арнольдовичу Косевичу за помощь в фото- и видеосъемке в лаборатории, а также Наталье Червяковой за подводные фотографии палочек, сделанные зимой.

К ВОПРОСУ О РАСПРОСТРАНЕНИИ *NEMATOSCELIS MEGALOPS*
(CRUSTACEA, EUPHAUSIACEA) В БАРЕНЦЕВОМ МОРЕ

Н.Г. Жукова

Полярный НИИ морского рыбного хозяйства и океанографии

В Баренцевом море в 2003–2005 гг. был найден тепловодный вид эвфаузиид *Nematoscelis megalops* G.O. Sars, 1883, который в последний раз в планктонных пробах в этом водоеме отмечался в середине прошлого века. Более того, нами обнаружено самое северо-восточное нахождение вида в Баренцевом море. В связи с этим представляет интерес анализ распространения данной эвфаузииды, выполненный на основе сборов проб планктона на акватории Баренцева моря в теплые 2003–2005 гг.

Длина взрослых особей этого вида 20–26 мм. *N. megalops* – биполярный вид, обитающий в северной части Атлантического океана и его субтропической области (Ломакина, 1978; Пономарева, 1990) и относящийся к субтропическо-умеренным пелагическим организмам (Ломакина, 1978; Brinton *et al.*, 1999). Этот рачок встречается при температуре от 6 до 16 °С. В северной части Атлантического океана границей зоны размножения служит годовая изотерма 10°С на глубине 100 м (Einarsson, 1945). С Северо-Атлантическим течением этот вид проникает в воды Мурмана (Пономарева, 1990). Наиболее северное нахождение *N. megalops* было отмечено в фиордах Норвегии до 68° с.ш. (Wiborg, 1958), а крайнее восточное – в Баренцевом море в точке с координатами 68°45' с.ш., 38°50' в.д. (Зеликман, 1964).

В Баренцевом море этот рачок не размножается и встречается редко (Зеликман, 1964). В начале прошлого века, по данным А.К. Линко, единичные экземпляры были отмечены в юго-западной части моря, не далее 72° с.ш., 35° в.д. За период 1934–1937 гг. было только три случая нахождения *N. megalops*: один экземпляр в северной части Норвежского моря, второй – у острова Инге (Западный Финмаркен), третий – у северо-восточной оконечности полуострова Рыбачий в желудке трески (Болдовский, 1937). Начиная с 1937 г., эти рачки стал попадаться в пище сельди и, как правило, у рыб, отловленных в районах непосредственного воздействия струй Нордкапского течения (Болдовский, 1941). В 1949 г. на Западном склоне Гусиной банки *N. megalops* был отмечен в желудке трески в количестве около шестисот экземпляров (Гринкевич, 1957). В 1950 г. рачков также обнаруживали в желуд-

ках трески, но в значительно меньших количествах. В 1953–1955 гг. *N. megalops* находили единично (Дробышева, 1957). В 1955 г. половозрелые самец и самка были обнаружены в желудке пикши, пойманной у о-ва Кильдин (Зеликман, 1958). В 1967 г. *N. megalops* был отмечен в юго-западной части моря Баренцева моря, не более 2 экз. в уловах (Носова, 1970).

В основу работы положен материал, собранный и обработанный автором в 2003–2005 гг. в Баренцевом море. В августе-сентябре 2003 г. сбор проб осуществляли планктонной сетью WP2 (площадь входного отверстия 0,25 м², размер ячее сита 180 мкм) на горизонте дно-поверхность. В октябре-феврале 2004 и 2005 гг. орудием лова служила притраловая сеть (площадь входного отверстия 0,2 м², размер ячее сита 564 мкм), которая прикреплялась к верхней подбуре донного трала и облавливала придонный слой (4–5 м от дна).

Нашими исследованиями было показано, что в сентябре 2003 г. восточная граница ареала *N. megalops* достигала северо-восточных районов Баренцева моря: 73°33′ с.ш., 52°19′ в.д. (район Сухого Носа) и 73°50′ с.ш., 50°22′ в.д. (район Новоземельской банки). В теплых водах Новоземельского течения эвфаузииды были отмечены единично (1–2 экз. в пробе). В октябре-феврале 2004 и 2005 гг. в южной части моря и особенно в прибрежных районах (Рыбачья и Кильдинская банки, Западный Прибрежный район) *N. megalops* встречался на большинстве станций.

Чаще и в большем количестве рачок был отмечен в районе Рыбачья банка (на глубинах 119–396 м). Данный район характеризуется сложным рельефом (Промысловое описание Баренцева моря, 1981). Течения и прибрежное положение района определяют распределение температуры и солености воды, особенно в придонном слое. Наиболее высокая температура воды наблюдается в глубоководной северо-западной части района. Здесь даже в самый холодный период, в марте-апреле, температура в верхнем стометровом слое по средним многолетним данным составляет около 3°C, а в придонном слое достигает 3,5°C. Осенью, когда верхний слой воды на банке охлаждается, температура придонного слоя повышается. Максимального значения она достигает в ноябре. В последующие зимние месяцы охлаждается вся толща воды.

По нашим данным в феврале и декабре 2004 г. в районе Рыбачья банка доминирующим видом эвфаузиид был арктобореальный

Thysanoessa longicaudata – 44 и 57% от общей численности рачков в пробах соответственно. Относительная численность бореального *Meganocythanes norvegica* составляла 28 и 23%, арктобореального *Thysanoessa inermis* – 22 и 16% соответственно, аркто-бореального *Thysanoessa raschii* – по 1%. Доля *N. megalops* в пробах макропланктона в феврале и декабре составляла 5 и 3% соответственно. Рачки *N. megalops* были длиной 12–26 мм, превалировали особи длиной 15–20 мм.

В 2003–2005 гг. в Баренцевом море в пополнении запаса эвфаузиид значительную роль играл занос рачков из Норвежского моря (Состояние биологических сырьевых ресурсов Баренцева моря и Северной Атлантики, 2004, 2005, 2006). *N. megalops* не имел существенного кормового значения, поскольку в уловах он был отмечен в незначительном количестве. В эти годы в южной части Баренцева моря наблюдалась повышенная адвекция атлантических вод из Норвежского моря (Состояние биологических сырьевых ресурсов Баренцева моря и Северной Атлантики, 2004, 2005, 2006; Сентябрь, 2005). Общее состояние океанографических условий в Баренцевом море в этот период соответствовало категории теплых (2003 г.) и даже аномально теплых (2004 и 2005 гг.) лет. В осенне-зимний период 2004–2005 гг. область распространения *N. megalops* не выходила за пределы придонных температур 4,5°C и ограничивалось районами проникновения вод атлантического происхождения. Таким образом, перенос *N. megalops* из районов традиционного обитания в необычные для него высокие широты можно объяснить повышенной адвекцией атлантических вод.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПОЛИМОРФИЗМА ОКРАСКИ РАКОВИНЫ *LITTORINA OBTUSATA* (L., 1758) МЕТОДОМ ЦВЕТОВЫХ ИЗМЕРЕНИЙ

П.А. Лезин, Е.В. Козминский

Беломорская биостанция Зоологического ин-та РАН

Брюхоногие моллюски, и в частности, литторины используются в качестве модельного объекта для широкого круга популяционных исследований. Значительный интерес представляют исследования генетических процессов в популяциях, где в качестве маркеров генотипа используются признаки окраски раковины животного. Определенную сложность, однако, представляет проблема точной

идентификации цветовых вариаций. Неоднократно предпринимались попытки стандартизации критериев, по которым моллюски разделяются на цветовые морфы. Тем не менее, использованные подходы оказались малоэффективны вследствие индивидуальных особенностей восприятия цвета. В данной работе рассматривается разработанная авторами методика точных цветовых измерений на примере сравнения основных вариантов окраски беломорских *Littorina obtusata* (L., 1758).

В работе использованы качественные сборы *L. obtusata* из нескольких районов Кандалакшского залива Белого моря. Перед началом измерений мягкие ткани извлекали из раковины, предварительно погрузив моллюсков в кипящую воду. Далее раковины подсушивали в термостате и проводили цветовые измерения.

Для получения оцифрованных изображений раковин использовали компьютерный сканер. Кювету из тонкого органического стекла с прикрепленными раковинами помещали в сканер. Раковины размещали таким образом, чтобы измеряемые участки раковин касались стекла сканера.

Цветовые измерения осуществляли с помощью специализированного программного обеспечения. Цветовые координаты элементов окраски раковин фиксировали в международной колориметрической системе (МКО) RGB.

Основой количественного описания цвета в МКО RGB служит тот факт, что любой цвет можно представить в виде смеси определенных количеств трех линейно независимых цветов – красного, зеленого и синего. Значения всех цветов, равные нулю, соответствуют черному цвету, равные 256 – белому. Красный, зеленый и синий цвета формируют прямоугольную систему координат – так называемую цветовую координатную систему. Три числа, характеризующие конкретный цвет, являются количествами основных цветов в смеси и называются цветовыми координатами.

У каждого моллюска определяли цвет отдельных элементов окраски в 10 точках последнего оборота раковины, затем рассчитывали их среднее значение (табл. 1).

Рисунок окраски раковины литорин складывается из ряда элементов – фоновой окраски (окраски основной части поверхности раковины), продольных полос и мелкого рисунка из пятен или полосок (шашек).

Таблица 1. Средние значения цветовых координат элементов окраски раковины *L. obtusata*

| Цвет элементов | R | G | B |
|--------------------|----------|----------|---------|
| Фон | | | |
| Пурпурный | 98 ± 9 | 68 ± 5 | 49 ± 4 |
| Пурпурно-оранжевый | 135 ± 7 | 75 ± 5 | 39 ± 5 |
| Коричневый | 118 ± 6 | 93 ± 5 | 51 ± 4 |
| Оранжевый | 172 ± 6 | 94 ± 4 | 27 ± 5 |
| Желтый | 226 ± 7 | 181 ± 7 | 20 ± 10 |
| Шашки | | | |
| Белые | 193 ± 10 | 152 ± 9 | 66 ± 7 |
| Желтые | 173 ± 7 | 128 ± 5 | 46 ± 4 |
| Полосы | | | |
| Белые | 217 ± 12 | 185 ± 12 | 94 ± 13 |
| Желтые | 210 ± 8 | 154 ± 9 | 43 ± 9 |
| Оранжевые | 189 ± 11 | 119 ± 9 | 43 ± 8 |

В фоновой окраске беломорских *L. obtusata* выделяется несколько основных цветов: пурпурный, пурпурно-оранжевый, коричневый, оранжевый и желтый. В табл. 1 приведены средние значения цветовых координат основных вариантов фоновой окраски литторин. Значения цветовых координат фоновой окраски характеризуются высокой степенью варьирования в области красной и зеленой компонент и существенно более низкой дисперсией синей составляющей. Значения синей компоненты у всех рассмотренных вариантов колеблются в пределах 20–51, тогда как размах варьирования двух других цветов достигает 96–228 для красного и 68–180 для синего цвета. В области красного и зеленого цветов моллюски с пурпурной и желтой окраской раковины занимают противоположные позиции по направлению от черного к желтому цвету. Литторины с коричневой окраской фона занимают промежуточное положение. Отдельно отстоят моллюски с оранжевой и пурпурно-оранжевой раковиной за счет более низких значений зеленой и более высоких – красной составляющей цвета. При этом для пур-

пурно-оранжевых моллюсков отмечаются более низкие значения обеих компонент, то есть более темная окраска, тогда как оранжевые литорины ближе к особям с желтой окраской фона.

Окраска шашек у *L. obtusata* менее вариабельна, чем окраска фона раковины и представлена двумя основными вариантами: белой и желтой. Как и в случае с фоновой окраской, основная доля дисперсии приходится на красную и зеленую компоненты, тогда как синяя составляющая варьирует слабо. Оба варианта окраски шашек по своим значениям цветовых координат различаются незначительно, располагаясь в светло-желтой части спектра.

Продольные полосы на раковине литторин представлены, в большинстве случаев, тремя вариантами окраски: белые, желтые и оранжевые. В отличие от предыдущих элементов окраски, в случае полос отмечается более высокая вариабельность синей составляющей цвета. Моллюски с белыми полосами отличаются существенно более высокими значениями синей компоненты, занимая в пространстве красной и зеленой цветовых координат позицию, близкую к белой части спектра. От особей с белой окраской полос хорошо отличаются моллюски с оранжевыми полосами. Литорины с желтым цветом полос занимают промежуточное положение.

Полученные результаты показывают, что рассмотренная методика позволяет дать точную количественную характеристику окраски раковины и обладает высокой разрешающей способностью. Метод позволяет определять не только окраску животного в целом, но и цвет отдельных элементов рисунка раковины. Предложенная методика может быть использована как для идентификации цветовых морф моллюсков, так и для детальных исследований цветового полиморфизма.

Исследования выполнены при поддержке гранта РФФИ 05-04-48056.

ГЕТЕРОГЕННОСТЬ ЛИТОРАЛЬНЫХ ПОСЕЛЕНИЙ
Mya arenaria L., 1767 ПО СКОРОСТИ РОСТА ОСОБЕЙ (КЕРЕТСКИЙ
АРХИПЕЛАГ, КАНДАЛАКШСКИЙ ЗАЛИВ, БЕЛОЕ МОРЕ)

Ф.М. Мартынов, А.В. Герасимова

Каф. ихтиологии и гидробиологии Биолого-почвенного ф-та С-ПбГУ

Песчаные ракушки *Mya arenaria* L., 1767 благодаря специфике образа жизни (глубокое закапывание в грунт) оказываются удобны-

ми модельными объектами в популяционном анализе: они практически лишены способности перемещаться и относительно мало доступны для хищников. Следует ожидать, что популяционные показатели этого вида (в частности, особенности роста) в локальных местообитаниях в наиболее адекватной степени должны отвечать именно данным условиям жизни моллюсков.

Цель настоящей работы состоит в изучении неоднородности характеристик линейного роста обыкновенной мии в разных местообитаниях Кандалакшского залива Белого моря.

Выбранные для исследования участки типичны для осушной зоны акваторий Керетского архипелага. Изучаемые поселения моллюсков располагаются на четырех участках литоральной зоны Керетского архипелага. На двух станциях наблюдения проводились в 1980 г. (станции 3 и 4), и на двух других – в 2000 г. (станции 1 и 2).

Станция 1 расположена на песчаном заиленном пляже средней литорали у о. Большой Горелый; станция 2 – на песчаном с небольшой примесью ила пляже средней литорали губы Яковлевой у о. Кишкин; станция 3 – на глинисто-песчаном заиленном пляже в бухте Лебяжьей (там было две точки отбора проб: станция 3а на нижнем горизонте осушной зоны и станция 3б на среднем горизонте); станция 4 – на глинисто-песчаном заиленном пляже пролива Сухая Салма (станция 4а на нижнем горизонте осушной зоны и станция 4б на среднем горизонте).

Для сравнительного анализа скорости линейного роста в каждом местообитании были отобраны пятилетние особи, от 22 до 111 особей в местообитании (табл. 1). Возраст особей *M. arenaria* оценивали по числу меток зимних остановок роста на раковине. При этом было принято допущение, что ростовые метки беломорских моллюсков, связанные с сезонной периодичностью роста, имеют полную цикличность и образуют на раковинах ступенчатую зону раздела соседних ростовых колец (Матвеева, Максимович, 1977; Максимович, Чемоданов, 1983). В анализе характера линейного роста моллюсков использовали индивидуальные (внутригрупповая вариация) и групповые (межгрупповая вариация) возрастные ряды. Выравнивание возрастных рядов осуществлено с использованием уравнения Бергаланфи. Сравнение возрастных рядов осуществлено в ходе анализа остаточных дисперсий относительно кривых роста (Максимович, 1989) по индексу $F / F_{кр}$ (F – эмпирическое

значение критерия Фишера, $F_{кр}$ – критическое значение критерия Фишера) как меры расхождения. Значения $F / F_{кр}$ меньше 1 свидетельствовали о том, что на выбранном уровне значимости ($\alpha < 0,05$) различия между рядами случайны.

Таблица 1. Средние размеры и размах варьирования в возрастных группах, определенных по годовым кольцам, и количество групп (n), достоверно отличающихся по характеру роста. N – количество анализируемых особей (экз.), n – количество групп, достоверно отличающихся по характеру роста

| Год | ст. 1 | ст. 2 | ст. 3а | ст. 3б | ст. 4а | ст. 4б |
|-----|--|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | Средний размер и доверительный интервал ($P = 0,95$) | | | | | |
| 2-й | 6,7±0,6 | 7,9±0,5 | 9,4±0,5 | 7,5±0,5 | 7,8±1,1 | 7,6±0,6 |
| 3-й | 9,6± 0,4 | 15,7±0,6 | 16,1±0,8 | 13,8±0,8 | 12,7±1,0 | 12,9±0,9 |
| 4-й | 12,6±0,4 | 22,6±0,8 | 21±0,9 | 19,2±1,0 | 17,5±1,1 | 16,4±1,2 |
| 5-й | 15,6±0,5 | 30,5±1,0 | 23,7±1,0 | 23,0±1,2 | 20,6±1,3 | 19,7±1,3 |
| | Размах варьирования (min–max) | | | | | |
| 2-й | 3,8–10,4 | 4,7–13,6 | 4,5–15,5 | 3,5–14,6 | 4,4–11,5 | 5,4–10,2 |
| 3-й | 6,3–16,0 | 10,0–20,7 | 6,6–25,8 | 8,2–24,9 | 7,5–21,2 | 8,9–17,6 |
| 4-й | 8,0–20,7 | 15,8–30,6 | 10,2–33,2 | 11,7–35,2 | 12,6–26,3 | 10,9–23,1 |
| 5-й | 10,0–23,8 | 20,7–39,7 | 11,8–37,0 | 13,1–41,2 | 16,4–29,8 | 13,4–26,3 |
| N | 87 | 70 | 111 | 54 | 22 | 26 |
| n | 8 | 5 | 4 | 5 | 4 | 2 |

Размеры пятилетних *M. arenaria* различались в пределах местобитаний в 2–3 раза, например, на ст. 3б моллюски в этом возрасте имели длину от 13 до 41 мм (табл. 1). В результате анализа внутригрупповой вариации возрастных рядов была выявлена значительная внутренняя неоднородность исследованных поселений по скорости роста особей ($F / F_{кр} = 3,17–15,82$). В отдельных поселениях *M. arenaria* выделено от 2 (ст. 4б) до 8 (ст. 1) групп моллюсков, достоверно различающихся по характеру линейного роста. В целом, кластеры, полученные в ходе анализа каждого поселения, можно подразделить на три группы: группа быстро растущих осо-

бей, группа медленно растущих особей, и группа, в которую попадают моллюски с промежуточным темпом роста. Следует отметить, что в пределах поселения средняя скорость роста у медленно растущих и у быстро растущих особей в среднем отличалась в 1,5–2 раза.

Также был проведен анализ группового роста, при котором возрастные ряды для отдельных местообитаний были построены в результате усреднения размеров моллюсков в периоды зимних остановок роста по данным всех лет наблюдений. Оказалось, что расхождение между рядами неслучайно ($F / F_{кр} = 10,26$). Комплекс возрастных рядов был разделен на пять кластеров. В первый и второй кластер попали моллюски со станций 3а и 3б соответственно, в третий кластер были включены все моллюски со станций 4а и 4б, в четвертый и пятый кластер – моллюски со станций 2 и 1 соответственно.

Следует отметить слабые различия между первой и второй группами (3а и 3б) ($F / F_{кр} = 1,05$), что проявляется и в слабом расхождении как параметров групповых возрастных рядов выделенных совокупностей, так и соответствующих им кривых роста, а также в незначительных различиях среднегодовых темпов роста моллюсков (в среднем 1,69 мм). Наибольшие различия наблюдались между сравниваемыми рядами со станций 2 и 1, даже на начальном этапе роста, в возрасте двух лет, наблюдались достоверные различия в росте моллюсков, а к пяти годам средние размеры моллюсков с станции 2 вдвое превышали соответствующие со станции 1.

Таким образом, было показано отсутствие или наличие относительно слабых различий ростовых характеристик *M. arenaria* в разных горизонтах литорали одного и того же участка. Тем не менее, даже в пределах столь небольшой акватории средняя скорость роста пятилетних моллюсков достоверно различалась во всех четырех местообитаниях

Основной итог работы можно сформулировать следующим образом. Различия между поселениями по скорости группового роста были менее существенны, чем эффект гетерогенности отдельного поселения. При этом вариация ростовых характеристик моллюсков в пределах одного местообитания вполне сопоставима с различиями групповых характеристик в разных местообитаниях.

МОРФОГЕНЕТИЧЕСКАЯ ЭВОЛЮЦИЯ СТРОЕНИЯ КОЛОНИИ У ГИДРОИДОВ

Н.Н. Марфенин, И.А. Косевич

Каф. зоологии беспозвоночных Биологического ф-та МГУ

Под морфогенетической эволюцией строения колонии мы понимаем совокупность регуляторных процессов, способствовавших упорядочению и усложнению строения основных частей колонии гидроидных полипов. В данной статье мы ограничимся рассмотрением подкласса Leptolida, в пределах которого, в качестве примера, акцентируем внимание на вероятной последовательности усложнения морфогенеза колоний в семействах Campanulariidae и Sertulariidae, хотя обсуждаемые процессы не специфичны и должны проявляться параллельно в других таксономических группах.

Рассмотрим макроморфогенез на надклеточном уровне организации, оставляя в стороне молекулярные и биохимические механизмы этого процесса, проявляющиеся во время экспрессии генов. Макроморфогенез не может быть сведен только лишь к генетическим регуляциям, так как в его осуществлении несомненна роль взаимодействия элементов целого и воздействия на них факторов среды.

Соотношение скоростей роста разных частей целого или скорости роста одной части (зачатка органа) в разных направлениях (аллометрия роста), расположение зон роста, а также порядок и время закладки новых зон роста, форма (пропорции) органов, наличие или отсутствие скелета – вот главные параметры, учитываемые при этом подходе. В данном исследовании мы опирались на серию работ Берилла (Berrill, 1949a, b, c; 1950), опыт разработки «теории биологического (эмбрионального) поля» А.Г. Гурвича (Gurwitsch, 1922) и его последователей, а также на единственную в своем роде публикацию Л.В. Белоусова о «параметрической системе гидроидов» (Белоусов, 1975). Однако подобных работ очень мало и метод морфогенетического анализа классификации форм до сих пор развит слишком слабо.

Представляемые в данном сообщении факты и теоретические соображения были накоплены нами в процессе изучения биологии, роста, формообразования и экологии девяти видов гидроидов из шести семейств, а именно: *Clava multicornis* (Forskal, 1775), *Cordylophora inkermanica* Marfenin, 1983, *Dynamena pumila* (L., 1758), *Gonothyraea loveni* (Allman, 1859), *Laomedea flexuosa* Hincks, 1861,

Moerisia maeotica (Ostroumow, 1896), *Obelia geniculata* (L., 1758), *Obelia longissima* (Pallas, 1766), *Orthopyxis integra* McGillivray, 1842, *Tubularia larynx* Ellis et Solander, 1786.

Менее подробно мы имели возможность изучить морфологию и экологию еще восьми видов гидроидов: *Abietinaria abietina* (L., 1758), *Diphasia fallax* (Johnston, 1847), *Hydrallmania falcata* (L., 1758), *Rhizogeton nudum* (Broch, 1903), *Sertularella gigantea* Mereschkowsky, 1878, *Sertularia mirabilis* (Verrill, 1873), *Sarsia tubulosa* (M. Sars, 1835), *Sarsia producta* Wright, 1858.

Дополнительно к этому были использованы данные, полученные при осмотре фиксированных гидроидов в музейных коллекциях (в основном Зоологического института РАН), а также сведения из научных публикаций.

В эволюционном усложнении макроморфогенеза колонии у Hydrozoa решающую роль играют четыре главных, но неравных по широте возможностей, процесса: 1) формирование мягкими частями тела внешнего твердого скелета; 2) соотношение продолжительности роста и перехода к дифференцировке во взаимозависимых зонах; 3) соотношение скоростей роста отдельных зон в пределах зачатка, побега или всей колонии; 4) взаимное расположение зон роста. Рассмотрим каждый из них подробнее.

1. Формирование внешнего скелета. Считается, что колониальные беспозвоночные произошли от унитарных в результате незавершенного вегетативного размножения (Беклемишев, 1964; Иванов, 1968). Если предположить, что постоянные колонии произошли от временных в результате задержки отделения дочерних особей от материнской, то наличие перисарка должно способствовать удержанию зооидов в связи друг с другом. Первоначальной функцией хитиноидного вещества, выделяемого определенными клетками эпидермы было прикрепление к субстрату. Затем, при переходе от временных колоний к постоянным, перисарк оказался эффективен для фиксации связи между зооидами (пример «смены функций»). Одновременно он стал выполнять опорную и защитную функции. Получив опору, колонии приобрели конструктивную возможность эволюционировать в направлении создания «высотных структур»: либо гидрантов на длинных ножках (*Tubularia indivisa* L., 1758), либо побегов, состоящих из множества гидрантов.

2. *Продолжительность роста зачатка до и после его дифференцировки в гидрант.* Образование побегов, способных нести на себе множество зооидов и при этом противостоять течению осуществилось у гидроидов двумя основными альтернативными путями, а именно:

а) продлением функционирования зоны роста под основанием гидранта, который и сам постепенно мог увеличиваться в размерах, как это происходит, к примеру, у гимнобластических (лишенных гидротек) гидроидов;

б) сокращением продолжительности функционирования зоны роста и прекращением роста самого гидранта с одновременным образованием новой зоны роста дочернего гидранта (как у калиптбластических (имеющих гидротеки) гидроидов. Для большинства *Athecata* характерна ранняя дифференцировка зачатка гидранта. После появления дефинитивных признаков (щупальца и гипостом) рост недоразвитых гидрантов продолжается, хотя скорость роста может постепенно снижаться.

Зона роста локализована ниже основания гидранта – на границе между его телом и ножкой. Производимые в ней клетки могут использоваться для роста и ветвления столонов, надстраивания ножки гидранта, или активно мигрировать в тело. У многих стелющихся колоний и у моноподиальных побегов с терминально расположенными зооидами (по терминологии Kuhn) значительная часть клеток, производимых в зоне роста, используется для надстраивания ножки гидранта. В отличие от стелющихся колоний, у моноподиальных нижняя часть зоны роста одновременно является и зоной почкования, где образуются новые боковые зачатки, которые функционируют по тем же закономерностям. На них дифференцируется терминальный гидрант, но рост ветви и самого гидранта не прекращается. Примитивный вариант такого морфогенеза мы находим у *S. inkermanica*, у которой ножка гидранта может удлиняться в течение продолжительного времени, а боковые ветви образуются нерегулярно (Марффенин, 1985). Такие побеги не способны возвышаться над субстратом, зато используются в качестве «мостов» при переходе колонии с одного субстрата на другой – например, на листьях *Zostera marina*. Если функционирование зон роста-почкования не лимитировано во времени, ветвление происходит регулярно, а скорости роста всех ветвей одинаковы, то образуется колония в форме куста с поверхностным расположением гидрантов, как у видов рода *Coryne* или у *T. larynx*. Если боковые

ветви прирастают к материнской и друг к другу, то образуется полисифонная колония, как у ряда видов рода *Eudendrium*. Морфогенетически они различаются главным образом углом наклона ветвей к стволу. Это важный морфогенетический признак. У большинства видов гидроидов, обладающих разветвленными побегами, угол между ветвью и стволом или между ветвями разного порядка составляет примерно 60° . В полисифонных побегах угол значительно меньше и зачаток ветви растет вдоль ствола, а не под углом к нему.

3. Взаимное расположение зон роста. В моноподиальных колониях с терминальными зооидами в каждой ветви имеется по одной зоне роста. Расстояние между зонами роста, расположенными в разных ветвях, со временем увеличивается, так как длина ветвей возрастает, а зоны расположены вблизи их верхушек. Симподиальные колонии отличаются тем, что у них зона роста функционирует временно – пока не закончится дифференцировка гидранта. После этого в определенном месте сбоку ножки гидранта образуется зачаток очередного гидранта. Морфогенетический цикл повторяется, и сам рост побега становится циклическим. Образование боковых ветвей также приурочено к определенным местам побега – к пазухам между ножкой гидранта и основанием следующего междуузлия. Дальнейшая эволюция строения побега происходит благодаря все более ранней закладке боковой почки – зачатка очередного гидранта. Чем раньше наступает закладка очередной почки в морфогенетическом цикле междуузлия побега, тем меньше расстояние между двумя зачатками: предыдущего междуузлия и последующего, эту тенденцию можно проиллюстрировать на примере нескольких видов *Campanulariidae*. При минимальном расстоянии между зачатками они сливаются. Это означает, что верхушка роста подразделяется на две части, из одной формируется гидрант этого междуузлия, а из другой – следующее междуузлие побега. Отсюда один шаг до перехода симподиального строения в моноподиальное с терминально расположенными зонами роста и к дальнейшему усложнению строения побегов, этот процесс можно проиллюстрировать для различных родов семейства *Sertulariidae*.

Как только верхушка роста не вся превращается в гидрант, а отделяет часть в виде зачатка следующего междуузлия, так гидротека оказывается частично соединенной своим боком со стволом. Степень слияния гидротеки со стволом зависит от соотношения в

росте зачатков, образуемых при расщеплении верхушки. Если какое-то время зачаток продолжает самостоятельно расти, то он вышашается над поверхностью ствола, если же зачаток гидранта быстро прекращает расти, то он оказывается на уровне ствола. Д.В. Наумов (1960) первым отметил явление «погружения гидранта в гидрофитон» по мере эволюционного усложнения конструкции побегов.

Переход к расщеплению верхушки роста на два зачатка открывает новый этап эволюции морфогенеза и усложнения строения побега. С этого момента получает развитие сам процесс расщепления верхушки на зачатки еще задолго до наступления дифференцировки верхушки в гидрант. Если верхушка роста у стелющихся колоний, симподиальных побегов и моноподиальных побегов с терминально расположенными зооидами представляет собой радиально симметричное сбалансированное образование, то при слиянии двух зон роста в результате прогрессирующей ранней закладки и переходе к расщеплению верхушки на зачатки верхушка становится асимметричной и неуравновешенной. Последствия этого феномена хорошо разобраны в работах Л.В. Белоусова (Belousov, 1991). Асимметрия верхушки роста лежит в основе появления разнообразных форм ее подразделения.

Ранняя закладка очередного междоузлия в зоне роста недоразвитого предыдущего междоузлия приводит к образованию побегов с одно или двухрядным расположением гидрантов. Если на верхушке роста закладывается больше почек, то образуются побеги с большим числом рядов. Теперь все зависит от числа долей, на которые расщепляется верхушка роста, их взаимного положения и соотношения скоростей роста. У побегов с многорядным расположением гидротек морфогенетический цикл междоузлия усложняется, он включает образование уже не одного, а нескольких гидрантов до того, как форма верхушки роста не приходит снова к исходной, это явление можно проиллюстрировать на примере роста побега *A. abietina*. При образовании каждого очередного гидранта форма верхушки роста меняется таким образом, что создаются предпосылки для образования очередного гидранта с противоположной стороны ствола. После формирования третьего гидранта происходит отщепление еще одного зачатка, который становится боковой ветвью. Только после этого форма верхушки становится идентичной той, с которой начинался весь цикл. Так с появлением асимметричной верхушки роста и по мере усложнения

морфогенеза побега происходит зарегулирование ветвления побегов. Закладка боковых ветвей становится обязательной составляющей морфогенетического цикла развития междуузлия.

4. Соотношение скоростей роста различных частей колонии. Форма колонии зависит также и от соотношения скоростей и продолжительности роста различных ее частей. Ярче всего это проявляется в строении побегов, что можно проиллюстрировать на нескольких примерах с ростом ветвей.

Если все ветви растут с одинаковыми скоростями, то форма побега подобна копыю (*S. mirabilis*) или ели (*H. falcata*). Если растут только молодые ветви, образующиеся вблизи верхушки роста побега, то форма побега ланцетовидная или ершевидная. Если старые ветви рассасываются, то побег похож на сосну с оголенной нижней частью ствола. Менее упорядоченное ветвление у *G. loveni* и *D. pumila*, у которых новые ветви могут образовываться на любом междуузлии. Необычный вариант ветвления у *O. geniculata*. На боковых ветвях, образующихся обычным порядком, вскоре отделяются верхушки роста, превращаясь во фрустулы (планулоподобные отделяющиеся фрагменты), и побег остается слабо разветвленным при интенсивном ветвлении.

Скорость роста ветвей разного порядка нередко различается. При переходе от ствола к ветвям высшего порядка уменьшается и диаметр, и скорость роста: ствол самый толстый и быстро растущий, а веточки 2-го или 3-его порядков тоньше. Пропорционально уменьшается величина междуузлия, хотя величина гидрантов остается постоянной; так, например, устроен побег у *O. longissima*.

Основная тенденция морфологической эволюции строения колонии у гидроидов – это все возрастающая интеграция колонии, которая постепенно достигает высоты упорядоченности унитарного организма. В процессе этой эволюции возрастает степень индивидуальности самой колонии при параллельном снижении степени индивидуальности зооидов (Беклемишев, 1964).

Принимая во внимание описанные выше четыре морфогенетических процесса, определяющих форму колонии, можно представить эволюционную тенденцию усложнения конструкции колонии: от временной к постоянной с высокоорганизованными побегами, в которых гидранты и боковые ветви расположены строго упорядочено. Сравнительно-морфологический анализ множества видов *Leptolida* и исследование морфогенеза (последовательности

формообразования) побегов у ряда видов, позволяют утверждать, что главным морфогенетическим механизмом конструкционного усложнения является ранняя закладка очередных «почек», т.е. сближение и последующее слияние зон роста. Это вариант типичной гетерохронии, играющей ведущую роль в эволюционном процессе всего живого (Gould, 1977; Raff, Kaufmann, 1983; McKinney, McNamara, 1991). Эффективность этого процесса возрастает в том случае, если ему предшествовала ясная дифференцировка структур, т.е. усложнение морфогенеза деталей конструкции целого. У гидроидов это выражается в эволюционном становлении морфогенетического цикла формирования побега, во время которого определяется продолжительность развития зооида, пропорции его формы, регулярность ветвления и др.

Сближение зон роста (вернее сокращение периода закладки очередной зоны роста) на промежуточном этапе усложнения морфогенеза проявляется весьма вариабельно. Еще Беррилл (Berrill, 1949c) приводил примеры разновременной закладки зачатка очередного гидранта вблизи верхушки роста *O. geniculata* (Campanulatiidae) и *Schizotricha tenella* (Alder, 1857) (Plumularidae), в результате чего боковой зачаток может даже обгонять в росте осевой, от которого он отошел. Мы не рассматривали в своей работе эволюцию морфогенеза в пределах семейства Plumularidae, и этот пример из статьи Беррилл дает важное подтверждение общности рассматриваемой нами закономерности.

Похожие процессы мы можем распознать в группе гидроидов, чья эволюция пошла под определяющим влиянием кальцификации скелета. Появление все более интегрированных циклосистем (В.Н. Беклемишев, 1964, называл такую систему обобщенно – кормидий) происходило явно по пути сближения локальных зон роста. Высокая морфологическая интеграция всей колонии сифонофор (кормуса) предопределена изначальным сближением трех зон роста в личинке.

Сокращение периода времени между закладками очередных зачатков с образованием интегральных (сложных, совокупных) зон роста – широко распространенный «прием» эволюции морфогенеза. Его можно продемонстрировать на всех модульных организмах, к которым относятся как беспозвоночные, так и растения и грибы. На гидроидах, в силу ряда причин, эти процессы изучать проще, чем на других колониальных беспозвоночных.

СТРАТЕГИЯ ЖИЗНЕННЫХ ЦИКЛОВ И ПОПУЛЯЦИОННАЯ ЭКОЛОГИЯ
ПОЛИХЕТ-ПОЛИНОИД *LEPIDONOTUS SQUAMATUS*
И *HARMOТНОЕ IMBRICATA* В БЕЛОМ МОРЕ

М.В. Плющева¹, Т.А. Бритаев², Daniel Martin³

1 – Каф. зоологии беспозвоночных Биологического ф-та МГУ
им. М.В. Ломоносова; 2 – Ин-т проблем экологии и эволюции РАН;
3 – Centre d'Estudis Avancats de Blanes (CSIC)

Полихеты-полиноиды *Lepidonotus squamatus* (L., 1767) и *Harmothoe imbricata* (L., 1767) – одни из самых многочисленных хищных полихет. Они широко распространены во всех морях северного полушария. В Кандалакшском заливе Белого моря эти виды встречаются на гравиевом дне и ракушечниках, в ризоидах ламинарий, в сообществе обрастания мидиевых коллекторов, заселяя сходные биотопы.

Занимая верхние звенья трофических цепей, достигая высокой численности и имея широкое распространение, эти виды, безусловно, играют важную роль в функционировании сообществ твердых грунтов. Тем не менее, сведения об их биологии, в частности о размерной и возрастной структуре поселений, темпах роста, продолжительности жизни, питании и репродуктивных циклах этих видов в Белом море отсутствуют, что определяет актуальность настоящего исследования.

Материал собирали с мидиевых коллекторов, расположенных в Кандалакшском заливе Белого моря между островами Лушовым и Еловым (окрестности Беломорской биостанции МГУ). Пилотные исследования были выполнены в 1996 и 1997 гг., сезонные сборы – в период 1998 по 1999 гг. Для сбора полихет брали весь коллектор, обросший мидиями, длина которого около 3 м. Мидиевую друзу разбирали на отдельные составляющие и выбирали из нее всех полихет сем. Polynoidae. При проведении исследований использовали следующие методы: гистологические, опыты по искусственному оплодотворению, планктонные сборы и бентосную легководолазную съемку, световое и электронное микроскопирование, измерения длины и ширины особей, выделение возрастных групп методом «вероятностной бумаги», определение возраста методом подсчета линий роста на челюстях. Для выявления спектра питания вскрывали желудки червей и изучение содержимого фекальных пеллет.

Репродуктивный цикл

L. squamatus. Все данные о биологии этого вида, кроме некоторых стадий личиночного развития, получены нами впервые. Развитие гамет происходит внутри гонад на стенках сегментных кровеносных сосудов. Гаметы созревают к июню, размер зрелых ооцитов 100–120 мкм. Сперматозоиды примитивного строения. Ежегодный цикл размножения отмечен у всех половозрелых особей, относящихся к различным размерно-возрастным группам. Вторичные половые признаки не выражены. Оплодотворение внешнее, личиночное развитие целиком пелагическое. Развитие до стадии нектохеты длится около полутора месяцев, после чего происходит оседание. Все развитие, от момента оплодотворения до оседания в Белом море, длится около двух месяцев. Личинки оседают на стадии нектохеты с семью щетинконосными сегментами и четырьмя парами элитр. Осевшую молодежь можно обнаружить в конце сентября – октябре.

H. imbricata. Развитие сперматозоидов и ооцитов происходит на стенках сегментных кровеносных сосудов. Самки нерестятся дважды в течение каждого сезона размножения, ооциты созревают двумя когортами, максимальный размер яиц 120–150 мкм. Сперматозоиды специализированные, снабжены удлинённой акросомой. Ежегодный цикл размножения отмечен у всех половозрелых особей, относящихся к различным размерно-возрастным группам (полителия). Первый пик нереста наблюдается в марте, когда удастся обнаружить самок с яйцевой массой под элитрами и развивающейся второй генерацией ооцитов, прикрепленных к кровеносным сосудам. Оплодотворение происходит путем псевдокопуляции, оплодотворенные эмбрионы вынашиваются самкой под элитрами до стадии трохофоры. Личинки появляются в планктоне в начале мая. На стадии метатрохофоры закладывается восемь щетинконосных сегментов. Осевшую молодежь можно обнаружить в большом количестве, начиная с первой половины июня.

Размерная и возрастная структура популяции

L. squamatus. Гистограммы размерных распределений представляют собой полимодальную кривую с асимметрией в левой части. Используя метод «вероятностной бумаги» удастся во всех случаях выделить пять размерных классов, которые мы интерпретируем как возрастные. Максимальная численность особей наблюдается в первой размерной группе. Количество линий роста на че-

люстях варьирует от 0 до 5, при этом первая линия роста закладывается на втором году жизни. Максимальная продолжительность жизни составляет не менее 6 лет.

H. imbricate. Гистограммы размерных распределений представляют собой полимодальную кривую с асимметрией в левой части. Используя метод «вероятностной бумаги» удастся во всех случаях выделить три размерных класса, которые мы интерпретируем как возрастные. Максимальная численность особей наблюдается в первой размерной группе. Количество линий роста на челюстях варьирует от 0 до 3. Первая линия роста закладывается на первом году жизни. Максимальная продолжительность жизни оценивается не менее чем в три года.

Темпы группового роста

Скорость группового роста в популяции *L. squamatus* варьирует в разных возрастных классах от 0,3 до 0,44 мм в месяц; *H. imbricata* растут быстрее (табл. 1). В популяции *H. imbricata* скорость группового роста в летний период варьирует в разных возрастных классах от 0,5 до 0,9 мм в месяц.

Таблица 1. Скорость группового роста *L. squamatus* и *H. imbricate*, мм / месяц

| Размерные классы | <i>L. squamatus</i> | | <i>H. imbricata</i> | |
|------------------|---------------------|-------|---------------------|-------|
| | Ширина | Длина | Ширина | Длина |
| I | 0,30 | 1,02 | 0,59 | 3,02 |
| II | 0,37 | 1,40 | 0,65 | 3,36 |
| III | 0,44 | 1,76 | 0,85 | 4,51 |

Динамика численности

В исследуемом биотопе с августа 1996 г. по август 1998 г. численно доминировал *L. squamatus*. В августе 1998 г. относительная численность *H. imbricata* стала резко расти, и с октября 1998 г. по август 1999 г. этот вид стал доминировать почти во всех пробах.

Питание

По типу питания оба вида являются хищниками-полифагами со сходными спектрами питания. В пищевой спектр обоих видов входят мелкие ракообразные, двустворчатые моллюски, полихеты, гидроиды, мшанки, губки, нитчатые водоросли и диатомеи. Ос-

новными пищевыми объектами являются бокоплавы. Однако, в зависимости от конкретного местонахождения, видовой состав амфипод меняется. Так, в сообществе обрастания мидиевых коллекторов это – бокоплавы *Amphithoe rubricata* и морские козочки *Caprella septentrionalis*, на губочнике на Еремеевском пороге – *C. septentrionalis*, а на губочнике в районе биостанции – бокоплавы *A. rubricata* и *Corophium bonelli*. Интересно, что *A. rubricata* строят домики из живых нитчаток и обрывков водорослей, а *C. bonelli* делают норки в губках и трубочки из крупных частиц детрита. Съедаемые вместе с амфиподами водоросли, губки, гидроиды и т.д. попадают в кишечники полихет. Вероятно, именно этим объясняется высокая частота встречаемости нитчаток и диатомей в кишечнике и фекальных пеллетах и *H. imbricata* и *L. squamatus*.

Полученные нами данные позволяют рассмотреть репродуктивные стратегии *L. squamatus* и *H. imbricata* в рамках теории *r*- и *K*- отбора. Прежде, чем перейти к рассмотрению особенностей стратегий жизненных циклов, хочу подчеркнуть, что в данном случае не может существовать абсолютных понятий и принципов, возможен только сравнительный анализ (табл. 2).

Как видно из табл. 2, по большинству признаков *L. squamatus* является более специализированным видом, чем *H. imbricata*. Однако у морских беспозвоночных характерные признаки *r*- и *K*-стратегий в каждом конкретном случае лишь частично соответствуют теории. Например, небольшого размера виды с ранней половой зрелостью, непрерывной полителией (многократным в течение жизни размножением) и небольшой продолжительностью жизни (*r*-стратегии), очень часто вынашивают потомство, развивающееся из небольшого количества крупных яиц, хотя согласно теории они должны продуцировать большое количество небольших потомков с возможностью широкого расселения. Согласно демографическим теориям оптимальная репродуктивная тактика определяется балансом между настоящей репродуктивной отдачей (вложением) и последующим репродуктивным успехом. *H. imbricata* обладает более крупными яйцеклетками и инкубирует личинок на ранних стадиях развития (признаки *K*-стратегии), что так же не укладывается в рамки теории. Тем не менее, использование теории *r*- и *K*-отбора позволяет дать приемлемое объяснение изменению соотношения численности обоих видов в сообществе мидиевых обрастаний. На наш взгляд, на протяжении большей части периода наблюдений в сообществе существовали стабильные условия, благо-

приятствовавшие виду специалисту *L. squamatus*, а затем произошли некие резкие изменения среды, и селективные преимущества получил вид оппортунист *H. imbricata*. Этими особенностями, на наш взгляд, являются: забота о потомстве, раннее оседание, высокие темпы роста и ранее наступление половой зрелости.

Таблица 2. Основные характеристики стратегий жизненных циклов *L. squamatus* и *H. imbricata*. *K* – черты специализации, *r* – оппортунизма

| Признак | <i>L. squamatus</i> | <i>H. imbricata</i> |
|------------------------------------|------------------------------|---|
| Время наступления половой зрелости | 2 года (<i>K</i>) | 1 год (<i>r</i>) |
| Размеры ооцитов | 110–120 мкм (<i>r</i>) | 120–150 мкм (<i>K</i>) |
| Тип личиночного развития | планктонное (<i>r</i>) | комбинированное с защитной стадией (<i>K</i>) |
| Тип репродуктивного цикла | полителя (<i>K</i>) | полителя (<i>K</i>) |
| Репродуктивные затраты | низкие (<i>K</i>) | высокие (<i>r</i>) |
| Максимальная смертность | 3-й год (<i>K</i> ?) | 2-й год (<i>r</i> ?) |
| Продолжительность жизни | 6+ лет (<i>K</i>) | 3+ лет (<i>r</i>) |
| Максимальная скорость роста | 1,76 мм в месяц (<i>K</i>) | 4,51 мм в месяц (<i>r</i>) |

Выводы

1. В Белом море *L. squamatus* и *H. imbricata* являются массовыми видами со сходными чертами биологии, совместно обитающими на каменистых, галечных и биогенных субстратах верхней сублиторали.

2. Продолжительность жизни *L. squamatus* в Белом море более шести лет. Максимальная скорость роста в летний период составляет 1,76 мм в месяц. Нерест происходит в июле, оплодотворение наружное, развитие личинок пелагическое и длится около двух месяцев. Забота о потомстве не выражена.

3. Продолжительность жизни *H. imbricata* в Белом море более трех лет. Максимальная скорость роста в летний период составляет 4,51 мм в месяц.

4. Размножение происходит в марте – апреле, развитие личинок длится около полутора месяцев. Развитие комбинированное: имеется выраженная забота о потомстве на ранних стадиях развития эмбрионов с инкубацией под элитрами, но последующее развитие личинок происходит в планктоне.

5. В отличие от других частей ареала (Средиземное, Черное, Северное моря), где *H. imbricata* является монотеличным видом, то есть размножение происходит один раз в течение жизни, после чего особь погибает, в Белом море наблюдается полителия, с размножением несколько раз в течение жизни с некоторой периодичностью, и цикл чаще всего годичный. Ежегодный нерест отмечен у всех особей популяции, относящихся к разным размерно-возрастным группам.

6. *L. squamatus* и *H. imbricata* являются хищниками-полифагами с активным пищевым поведением. Спектры питания обоих видов в Белом море в значительной степени перекрываются, однако не совпадают полностью по относительным долям разных пищевых объектов. Перекрывание пищевых спектров свидетельствует о возможности межвидовой конкуренции за пищевые ресурсы.

7. Сравнение полученных данных по биологии обоих видов показывает, что *L. squamatus* является более специализированным видом, выживанию которого способствуют стабильные условия окружающей среды (*K*-стратегия). *H. imbricata* демонстрирует признаки оппортунизма (*r*-стратегия), получая селективные преимущества при возникновении нестабильных условий.

ГРИБЫ НА *SALICORNIA EUROPAEA* L. ИЗ ГЕОГРАФИЧЕСКИ УДАЛЕННЫХ РЕГИОНОВ (КУЛУНДИНСКАЯ СТЕПЬ И ПОБЕРЕЖЬЕ БЕЛОГО МОРЯ)

Е.Н. Бубнова¹, М.Л. Георгиева², Е.Н. Биланенко²

1 – Беломорская биостанция МГУ им. М.В. Ломоносова; 2 – Каф. микологии и альгологии Биологического ф-та МГУ им. М.В. Ломоносова

При исследовании микобиоты, ассоциированной с высшими растениями, факторами, влияющими на ее состав и структуру, обычно считают следующие: вид растения-хозяина, географическая зона (в первую очередь, связанный с ней климат) и условия конкретного местообитания, которые могут быть очень различны в пределах одной географической зоны. Для каждого конкретного вида грибов, ассоциированных с растением, наиболее важными могут быть различные из приведенных выше факторов. Например, для некоторых из микоризообразующих грибов или облигатных паразитов важнее всего вид растения-хозяина. Вполне допустимым представляется предположение о том, что при отсутствии грибов, имеющих четкую приуроченность к конкретному виду растения-хозяина, состав эпифитных видов грибов этого растения будет, в первую очередь, связан с физико-химическими условиями конкретного местообитания и географической зоной, и, следовательно, с микобиотой окружающих экотопов.

Объект нашего исследования, солерос европейский (*Salicornia europaea* L. Chenopodiaceae Vent.), широко распространен на территории Евразии, где развивается на солончаках и засоленных почвах в полупустынной и степной зонах (включая долины рек, соры и соляные залежи до высот 3900 м), а также на морских берегах в пределах литоральной зоны многих морей континента. Известные к настоящему времени исследования микобиоты солероса были связаны в основном с морскими местообитаниями; в континентальных засоленных экотопах таких исследований не проводилось.

Образцы растений для нашего исследования были отобраны на побережье Белого моря (Кандалакшский залив, окрестности Беломорской биостанции МГУ) и в содовых солончаках Кулундинской степи (южная часть Западно-Сибирской равнины). Изучали видовой состав грибов на корнях и надземных частях побегов растений

с побережья Белого моря и только на надземных частях растений из Кулундинской степи. Для выделения грибов использовали метод инкубации частей растений и посевы из смывов с частей растений; использовали как специальные (щелочной агар и среды на основе природной морской воды), так и обычные наиболее распространенные среды на основе пресной воды (табл. 1). Всего было собрано и обработано 17 образцов растений.

Таблица 1. Методы выделения грибов с разных частей растений из разных географических точек. БМ:к – образцы корней растений с побережья Белого моря; БМ:ст – образцы надземных частей растений с побережья Белого моря; К:ст – образцы надземных частей растений из Кулундинской степи

| Питательные среды Способы инкубации | На пресной воде | | | На морской воде (24‰) | |
|---|-----------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|---------------|
| | Среда Чапека | Сусло-агар | Щелочной агар | Среда Чапека | Сусло-агар |
| Инкубация неотмытых частей растений | БМ:к* БМ:ст | БМ:к БМ:ст К:ст | БМ:к БМ:ст К:ст | БМ:к БМ:ст | БМ:к БМ:ст |
| Инкубация частей растений, отмытых стерильной водой | БМ:к БМ:ст | – | – | БМ:к БМ:ст | – |
| Инкубация смывов | БМ:к БМ:ст | – | – | БМ:к БМ:ст | – |

В результате исследования было выделено около ста изолятов мицелиальных грибов, которые мы отнесли к 25 видам. Кроме того, девять морфотипов были идентифицированы только до уровня рода; также было изолировано большое количество стерильных светло- и темноокрашенных мицелиев. Из выделенных видов один – *Chaetomium spirale* Zopf – относится к аскомицетам (Ascomycetes, Sordariales, Chaetomiaceae); один – представитель зигомицетов (*Mortierella* sp. 1). Все остальные выделенные грибы представлены конидиальными спороношениями или стерильными мицелиями, и относятся к несовершенным грибам (табл. 2).

Таблица 2. Грибы, выделенные с *Salicornia europaea*, «+» – вид присутствует на растении; «-» – вид отсутствует

| Виды грибов | ББС: побеги | ББС: корни | Кулулда: побеги |
|---|----------------|---------------|--------------------|
| <i>Acremonium charticola</i> (J. Lindau) W.Gams | - | + | - |
| <i>A. rutilum</i> W.Gams | - | - | + |
| <i>A. strictum</i> W.Gams | - | - | + |
| <i>A. tubakii</i> W.Gams | - | + | - |
| <i>Acremonium</i> sp.1 | + | - | - |
| <i>Acremonium</i> sp. 2 (sect. Nectrioidea) | - | - | + |
| <i>Alternaria alternate</i> (Fr.) Keissl. | + | - | + |
| <i>Alternaria</i> sp.1 | + | - | - |
| <i>Ascochyta salicorniae</i> Magnus f. <i>salicorniae</i> | + | + | - |
| <i>Aspergillus versicolor</i> (Vuill.) Tirab. | + | - | - |
| <i>A. wentii</i> Wehmer | - | + | - |
| <i>Aspergillus</i> sp.1 | + | + | - |
| <i>Bipolaris australiensis</i> (M.B. Ellis) Tsuda et Ueyama | + | + | - |
| <i>B. hawaiiensis</i> (M.B. Ellis) J.Y. Uchida et Aragaki | - | + | - |
| <i>Botrytis cinerea</i> Pers. | + | + | - |
| <i>Chaetomium spirale</i> Zopf | - | + | - |
| <i>Cladosporium cladosporioides</i> (Fresen.) G.A. de Vries | + | + | - |
| <i>C. herbarum</i> (Pers.) Link | - | + | - |
| <i>Drechslera</i> sp.1 | + | - | - |
| <i>Epicoccum nigrum</i> Link | - | - | + |
| <i>Fusarium heterosporum</i> Nees et T. Nees | - | + | - |
| <i>Geomyces pannorum</i> (Link) Sigler et J.W. Carmich. | - | + | - |
| <i>Geotrichum candidum</i> Link | + | - | - |
| <i>Mortierella</i> sp.1 | - | + | - |
| <i>Natrassia mangiferae</i> (Syd. et P. Syd.) B. Sutton et Dyko | - | + | - |

| Виды грибов | ББС: побеги | ББС: корни | Кулунда: побеги |
|--|----------------|---------------|--------------------|
| <i>Penicillium aurantiogriseum</i> Dierckx | + | + | + |
| <i>P. chrysogenum</i> Thom. | - | + | - |
| <i>P. cyclopium</i> Westling | + | - | - |
| <i>P. velutinum</i> J.F.H. Beyma | - | + | - |
| <i>Penicillium</i> sp.1 | - | + | - |
| <i>Penicillium</i> sp.2 | + | + | - |
| <i>Scopulariopsis</i> sp.1 | + | + | - |
| <i>Trichothecium roseum</i> (Pers.) Link | - | - | + |
| <i>Ulocladium botrytis</i> Preuss | - | + | - |
| Стерильный мицелий светлоокрашенный | + | + | + |
| Стерильный мицелий темноокрашенный | + | + | + |
| Всего в варианте | 17 | 24 | 9 |

Обратившись к распределению выделенных видов грибов по исследованным местообитаниям, можно отметить следующие моменты:

Из всех трех местообитаний выделялись только стерильные мицелии и *Penicillium aurantiogriseum* Dierckx. Единственным видом, отмеченным на надземных частях как растений из Кулунды, так и с побережья Белого моря, является *Alternaria alternata* (Fr.) Keissl., все остальные грибы были выделены только из образцов растений одной из географических зон. Если рассматривать видовой состав грибов, выделенных с корней и надземных частей растений с побережья Белого моря, то эти два местообитания близки между собой: из общего числа морфологически различающихся типов (17 и 24 соответственно), общими являются 7. Больше всего грибов (24 морфотипа, 17 видов) было выделено с корней растений с побережья Белого моря, что вполне можно объяснить тем, что из всех исследованных местообитаний здесь среда наиболее гетерогенна. С беломорских растений были выделены облигатные и факультативные морские грибы: *Ascochyta salicorniae* Magnus f. *salicorniae* и *Bipolaris* spp. Вместе с тем, относительное обилие и

разнообразие видов рода *Acremonium* spp. на растениях того и другого региона сближает их.

Состав видов грибов значительно варьирует в зависимости от применяемых методов и сред выделения. На сусло-агар и среду Чапека были выделены в основном широко распространенные виды-космополиты. Однако применение селективных сред (щелочной агар и среды на морской воде) позволило нам выделить специфические для данных условий местообитания сообщества грибов.

Большинство видов, выделенных с *Salicornia europaea*, были отмечены нами также в других окрестных экотопах (как в литоральных грунтах и почвах, так и в содовых солончаках), куда они, возможно, попадают при отмирании растений.

Незначительная степень сходства составов видов грибов, изолированных с солероса из Кулундинской степи и с побережья Белого моря, может служить предварительным подтверждением гипотезы о том, что на формирование микобиоты на *Salicornia europaea* решающее влияние оказывают физико-химические условия конкретного местообитания.

ЗАВИСИМОСТЬ СТРУКТУРЫ СООБЩЕСТВА МОРСКИХ ПЛАНКТОННЫХ ВОДОРΟΣЛЕЙ ОТ ИСТОЧНИКА АЗОТА

Е.В. Запара, Т.А. Белевич

Каф. гидробиологии Биологического ф-та МГУ им. М.В. Ломоносова

При недостатке минеральных форм азота некоторые виды планктонных водорослей используют в качестве источника азота растворенные органические субстраты. В составе фитопланктона Белого моря отмечен ряд видов, имеющих миксотрофный тип метаболизма (Ильяш и др., 2003). Цель настоящего исследования – изучение структуры экспериментально изолированного сообщества планктонных водорослей Белого моря при ассимиляции различных форм органического и минерального азота.

Работа проводилась на Беломорской биологической станции МГУ (Кандалакшский залив Белого моря) с 11 по 29 августа 2005 г. Концентрированный фитопланктон, пропущенный через зоопланктонную сеть, сеяли на среду f/2 (Guillard, Ryther, 1962), обогащенную всеми биогенными элементами, за исключением

азота. Азот вносили в виде глицина, мочевины, нитратов или аммония в концентрации 0,18 ммоль N/л. В качестве контроля рассматривали фитопланктон без добавок азота. Экспериментальные сообщества экспонировали в склянках на глубине 1 м. Каждые трое суток из склянок отбирали пробы для количественного анализа фитопланктона согласно рекомендациям (Федоров, 1979; Hillebrand *et al.*, 1999). Оценку сходства экспериментальных сообществ по структуре и проверку достоверности влияния факторов времени и добавок азота на структуру сообществ, а так же выделение характерных и дифференцирующих видов производили с помощью пакета анализа экологических данных PRIMER Version 5.2.4. (Clarke, Warwick, 1994, 2001).

В составе экспериментальных сообществ фитопланктона отмечено 60 таксономических единиц, относящихся к трем отделам водорослей – Bacillariophyta, Dinophyta и Cyanophyta. Помимо истинно планктонных форм обнаружены также перифитонные водоросли *Licmophora oedipus* и *Licmophora* sp.

Исходно структура экспериментальных сообществ в целом соответствовала структуре вегетирующих в августе комплексов природного фитопланктона (Федоров и др., 1982). После внесения добавок азота во всех сообществах наблюдалось увеличение суммарных численности и биомассы, превосходящее таковое в контроле. Динамика суммарных показателей зависела от источника азота. Наибольших величин максимальной численности фитопланктон достигал при использовании глицина и аммония. Наибольшее значение максимальной биомассы отмечено в сообществе с добавкой нитратов на шестые сутки роста. К 18-м суткам эксперимента сообщества, росшие с использованием разных источников азота, имели сходные значения суммарной биомассы.

В общем виде на основе анализа сходства структуры экспериментальных сообществ выделяются следующие этапы их развития:

1-й этап. 0–6 сутки – синхронная сукцессия во всех вариантах сообществ.

2-й этап. 9–12 сутки – проявление реакции на внесение азотсодержащих добавок, дифференциация сообществ с добавками азота от контроля, проявление сходства структуры пар сообществ, ассимилирующих нитраты (N) и мочевины (M), а также глицин (G) и аммоний (A), проявление достоверного отличия этих пар.

3-й этап. 12–18 сутки эксперимента – сохранение дифференциации сообществ, росших с добавками от контроля и между парами сообществ «N–M» и «G–A». Структурные изменения во времени не выражены.

Таблица 1. Характерные (полужирный шрифт) и дифференцирующие виды экспериментальных сообществ. К – контроль, N–M – нитраты-мочевина, G–A – глицин-аммоний

| Сравниваемые группы сообществ | К | N–M | G–A |
|-------------------------------|---|---|--|
| К | <i>Thalassiosira sp.2</i> , <i>Nitzschia longissima</i> , <i>Chaetoceros spp.</i> | – | – |
| N–M | <i>Licmophora oedipus</i> , <i>Coscinodiscus sp.</i> , <i>Chaetoceros spp.</i> | <i>Licmophora oedipus</i> | – |
| G–A | <i>Nitzschia sp.</i> , мелкие пеннатные диатомеи, <i>Melosira moniliformis</i> | <i>Nitzschia sp.</i> , <i>Licmophora oedipus</i> , <i>Melosira moniliformis</i> , мелкие пеннатные диатомеи | <i>Nitzschia sp.</i> , мелкие пеннатные диатомеи |

Высокое сходство внутри каждой группы сообществ (в нашем случае это пары сообществ «N–M» и «G–A»), а также контрольное сообщество, росшее без добавок) определяют не все виды, входящие в их состав, а так называемые характерные виды. С другой стороны виды, обуславливающие различия между сообществами являются дифференцирующими (Миркин и др., 1989). Характерными и дифференцирующими видами, определяющими специфический отклик сообществ на добавки азота и форму азота в добавках (9–18-е сутки), оказались водоросли, представленные в табл. 1.

Сходный эффект пар азотсодержащих субстратов «мочевина и нитраты» и «глицин и аммоний» на структуру сообщества может быть обусловлен рядом факторов: в природных морских экосистемах мочевина потребляется преимущественно фитопланктоном, поскольку у большинства бактерий величины константы полусыщения для мочевины существенно выше таковых у водорослей

(Jahns *et al.*, 1988). Многие планктонные бактерии не способны потреблять нитраты вследствие отсутствия у них нитратредуктазы (Kirchman, 1994). К тому же из-за высоких энергетических затрат потребление нитратов бактериями, имеющими нитратредуктазу, во многих случаях лимитировано недостатком органического углерода – источником энергии для гетеротрофов (Kirchman, 1994). Поэтому аммоний и аминокислоты являются предпочтительным источником азота для гетеротрофного бактериопланктона. И если бактериопланктон в экспериментальных сообществах был лимитирован недостатком органического углерода, то при потреблении бактериями глицина возможно выделение аммония в среду. Следовательно, потребление части аммония и глицина бактериопланктоном может вести к иной динамике азота в сообществах, росших с добавками аммония и глицина по сравнению с таковой в случае добавок мочевины и нитратов. Однако, близкие величины биомассы, накопленной к концу эксперимента (18-е сутки) фитопланктоном, использовавшим нитраты, мочевины, глицин и аммоний, а также близкие значения максимальной биомассы, достигаемые фитопланктоном, ассимилирующим нитраты, глицин и аммоний, косвенно свидетельствуют об отсутствии значимых потерь азота для фитопланктона вследствие потребления глицина и аммония бактериопланктоном.

Сходство отклика фитопланктона на добавки нитратов и мочевины (аналогично, глицина и аммония) может быть обусловлено преимущественным развитием вследствие большей конкурентной способности водорослей, у которых эффективность использования этих субстратов примерно одинакова.

ЭПИЛИТНЫЕ ЛИШАЙНИКИ ЛИТОРАЛИ И СУПРАЛИТОРАЛИ КАНДАЛАКШСКОГО ЗАЛИВА БЕЛОГО МОРЯ

И.С. Жданов

Российский ун-т дружбы народов им. П. Лумумбы

Нами исследованы видовой состав и распределение эпилитных лишайников на литорали и супралиторали в вершине Кандалакшского залива Белого моря. Обнаружено 35 видов лишайников-эпилитов (табл. 1); все они произрастают исключительно на валунах. В зоне литорали зафиксировано 16 видов. Здесь на крупных

валунах отчетливо прослеживается вертикальное распределение лишайниковой биоты. Нами выделено три вертикальных пояса.

Таблица 1. Распределение эпилитных видов лишайников по береговым зонам и поясам. «+++» – вид встречается регулярно, в большом количестве; «++» – вид встречается часто; «+» – вид встречается редко либо найден единично; «-» – вид отсутствует

| Вид | Местонахождение | | | Супралитораль |
|--|-----------------|-------------|--------------|---------------|
| | Литораль | Нижний пояс | Средний пояс | |
| <i>Acarospora fuscata</i> (Nyl.) Arnold | - | - | + | + |
| <i>A. molybdina</i> (Wahlenb. in Ach.) A. Massal. | - | - | ++ | - |
| <i>Amandinea cacuminum</i> (Th. Fr.) H. Mayrhofer | - | - | ++ | + |
| <i>A. coniops</i> (Wahlenb.) Scheid. et H. Mayrhofer | - | - | +++ | + |
| <i>Arctoparmelia incurva</i> (Pers.) Hale | - | - | - | + |
| <i>Bellemerea alpina</i> (Sommerf.) Clauzade et Roux | - | - | - | + |
| <i>B. cinereorufescens</i> (Ach.) Clauzade et Roux | - | - | - | + |
| <i>Caloplaca scopularis</i> (Nyl.) H. Magn. | - | - | +++ | - |
| <i>C. verruculifera</i> (Vain.) Zahlbr. | - | - | + | - |
| <i>Candelariella vitellina</i> (Hoffm.) Müll. Arg. | - | - | - | + |
| <i>Lecanora cenisia</i> Ach. | - | - | - | + |
| <i>L. helicopsis</i> (Wahlenb.) Ach. | - | - | + | - |
| <i>L. intricata</i> (Ach.) Ach. | - | - | - | + |
| <i>L. polytropha</i> (Hoffm.) Rabenh. | - | - | - | +++ |
| <i>L. salina</i> H. Magn. | - | - | +++ | - |
| <i>Lecidea atrobrunnea</i> (Ramond ex Lam. et DC.) | - | - | - | +++ |
| <i>L. auriculata</i> Th. Fr. | - | - | - | + |
| <i>Lecidella scabra</i> (Taylor) Hertel et Leuckert | - | - | + | - |
| <i>L. stigmatea</i> (Ach.) Hertel et Leuckert | - | - | - | + |
| <i>Melanelia disjuncta</i> (Erichsen) Essl. | - | - | + | - |
| <i>M. hepaticum</i> (Ach.) Thell | - | - | - | + |
| <i>M. soredata</i> (Ach.) Goward et Ahti | - | - | - | + |

| Вид | Местонахождение | Литораль | | | Супралитораль |
|---|-----------------|-------------|--------------|--------------|---------------|
| | | Нижний пояс | Средний пояс | Верхний пояс | |
| <i>Parmelia fraudans</i> (Nyl.) Nyl. | | - | - | - | + |
| <i>P. saxatilis</i> (L.) Ach. | | - | - | - | ++ |
| <i>Physcia caesia</i> (Hoffm.) Fürnr. | | - | - | ++ | ++ |
| <i>P. dubia</i> (Hoffm.) Lettau | | - | - | - | ++ |
| <i>Protoparmelia badia</i> (Hoffm.) Hafellner | | - | - | - | + |
| <i>Rhizocarpon geographicum</i> (L.) DC. | | - | - | - | ++ |
| <i>R. grande</i> (Flörke ex Flot.) Arnold | | - | - | + | ++ |
| <i>R. hochstetteri</i> (Körb.) Vain. | | - | - | - | + |
| <i>Umbilicaria deusta</i> (L.) Baumg. | | - | - | - | + |
| <i>U. torrefacta</i> (Lightf.) Schrad. | | - | - | + | +++ |
| <i>Verrucaria maura</i> Wahlenb. | | - | ++ | - | - |
| <i>V. mucosa</i> Wahlenb. | | +++ | - | - | - |
| <i>Xanthoria candelaria</i> (L.) Th. Fr. | | - | - | + | + |

Нижний пояс охватывает как относительно небольшие валуны, во время приливов полностью погружающиеся под воду, так и нижние, заливаемые части более крупных валунов; верхняя граница его примерно совпадает со средним уровнем приливов. В этом поясе обнаружен только один лишайник – *Verrucaria mucosa*, который произрастает здесь в большом количестве.

Средний пояс охватывает относительно небольшую часть каменистых поверхностей, расположенных примерно на уровне средней высоты приливов. По всей видимости, в более высокие приливы он погружается под воду, в более же низкие остается не залитым. Здесь произрастает другой представитель рода *Verrucaria* – *V. maura*. Оба упомянутых представителя рода *Verrucaria* – облигатно галофильные виды, распространенные в мире исключительно по морским побережьям.

Верхний пояс образован вершинами крупных валунов, выступающих во время приливов над поверхностью моря. Они заливаются только во время особо высоких сизигийных приливов, а также подвергаются воздействию волн и водных брызг во время штормов. Таким образом, хотя территориально этот пояс находится в пределах зоны литорали, по высоте он уже соответствует супралиторали. В верхнем поясе обнаружено 14 видов лишайников, однако лишь некоторые достигают значительного обилия. Наиболее часто здесь встречаются три вида: *Amandinea coniops*, *Caloplaca scopularis* и *Lecanora salina*; их можно найти на вершинах практически всех крупных валунов в зоне литорали. Перечисленные лишайники также не произрастают вне пределов морских побережий либо обнаруживаются там в исключительно редких случаях. Остальные встреченные здесь виды, за исключением *Acarospora molybdina*, *Caloplaca verruculifera* и *Lecanora helicopsis*, не являются облигатно приморскими лишайниками. Все виды лишайников, достигающие высокой численности в верхнем поясе литорали, являются ярко выраженными нитрофилами, поскольку вершины валунов нередко посещаются морскими птицами, вследствие чего здесь происходит постоянное поступление соединений азота.

Зона супралиторали оказалась заметно богаче литорали по числу видов эпилитных лишайников: в ее пределах обнаружено 26 видов. Большинство из них – это обычные обитатели безызвестковых камней, широко распространенные и на соседних, удаленных от побережья территориях; здесь найден только один облигатно приморский лишайник – *Amandinea coniops*. Наиболее массовые виды здесь – *Lecanora polytropa*, *Lecidea atrobrunnea* и *Umbilicaria torrefacta*. Часто, но в значительно меньших количествах, встречаются также *Parmelia saxatilis*, *Physcia caesia*, *P. dubia*, *Rhizocarpon geographicum*, *R. grande*. Экологические условия, складывающиеся в пределах зоны супралиторали, значительно менее специфичны, чем на литорали, даже в ее верхнем поясе, и приближаются к условиям удаленных от побережья территорий.

Я.В. Киреев¹, Е.Н. Бубнова²

1 – Каф. микологии и альгологии Биологического ф-та
МГУ им. М.В. Ломоносова; 2 – Беломорская биостанция
МГУ им. М.В. Ломоносова

Широко известно, что грибы являются обязательным компонентом гетеротрофного блока практически всех известных наземных и водных, в том числе морских, экосистем. В морях грибы встречаются в воде, грунтах, почвах, на различных предметах, погруженных в воду. Кроме того, они могут образовывать различного рода ассоциации с гидробионтами, главным образом водорослями, в которых выступают как паразиты, симбионты, эпифиты или сапробионты. Подробно такого рода ассоциации изучены только для нескольких десятков видов морских грибов. При этом в большинстве работ, посвященных исследованию видового состава грибов на морских водорослях, отмечается, что при использовании культуральных методов выделяются в основном грибы терригенного происхождения. Однако, особенности распространения (в зависимости от вида-хозяина, географического региона, особенно в северных морях, или условий конкретного местообитания) и характера взаимодействия морских водорослей с грибами терригенного происхождения до сих пор остаются малоизученными вопросами.

Основными задачами нашей работы было изучение видового состава и особенностей распространения (в зависимости от вида-хозяина и некоторых условий местообитания) грибов на бурых водорослях литорали и сублиторали Белого моря. Материалами для исследования послужили живые талломы *Laminaria saccharina* (L.) Lam., *Fucus vesiculosus* L., *Fucus distichus* L., *F. serratus* L. и *Ascophyllum nodosum* (L.) Le Jolis, собранные в окрестностях Беломорской биостанции Биологического факультета МГУ и на прилежащих островах в 2001–2005 гг. с июня по октябрь в разные годы. Отдельно в августе 2005 г. отбирали талломы видов рода *Fucus* на различных типах литорали для определения факторов, в наибольшей степени влияющих на видовой состав грибов на водорослях.

Для решения поставленных задач мы инкубировали талломы (не отмытые и отмытые стерильной водой) и сеяли смывы с талломов водорослей на твердые питательные среды в чашках Петри. Применяли среды на основе пресной и морской воды.

В результате, независимо от особенностей применяемых методик и сроков отбора образцов, был выделен 71 вид грибов из 29 родов (табл. 1). Отдел Ascomycota представлен одним видом, Zygomycota – 5 видами; у остальных выделенных грибов (65 видов) наблюдалось только конидиальное спороношение, и они могут быть отнесены к несовершенным грибам. Кроме того, были выделены темно- и светлоокрашенные стерильные мицелии. Наиболее представленными по числу видов родами явились роды *Penicillium* Link (26 видов), *Aspergillus* Link (6), *Acremonium* Link (5), *Ulocladium* Preuss (3). Отметим, что единственным облигатно морским видом является *Acremonium fuci* Summerbell, Zuccaro & W. Gams, а все остальные выделенные виды известны из наземных местообитаний, в том числе и из почв (как луговых, так и лесных подзолистых) данного района.

По общему видовому составу грибов изученные виды водорослей незначительно различаются между собой и в целом сходны с окружающими экотопами (морская вода, грунты и почвы литорали). Но если обратиться к частотам встречаемости и обилию выделенных видов грибов, то оказывается, что отличия бурых водорослей от других морских местообитаний довольно значительны. Наиболее обильными и часто встречающимися на поверхности исследованных водорослей являются представители рода *Acremonium*, *Bipolaris* Shoem, *Lecanicillium* W. Gams et Zare, *Penicillium*, *Cladosporium* Link и *Doratomyces* Corda. Таким образом, мы можем сделать вывод о том, что для бурых водорослей характерна специфичная микобиота, отличная от микобиоты окружающих экотопов. Отметим также, что выводов о том, где – на талломах водорослей или внутри них, а также о том, в каком качестве (паразиты, симбионты и т.д.) – выделенные грибы находятся на исследованных водорослях, исходя из наших данных мы пока сделать не можем.

При исследовании факторов, влияющих на структуру микобиоты бурых водорослей, с использованием методов ординации нами показано, что для формирования структуры микобиоты, ассоциированной с видами рода *Fucus*, наиболее важны тип берега (открытый или закрытый) и связанный с ним тип литорали (абразионный или аккумулятивный). Кроме того, важным фактором оказалась географическая удаленность точек отбора образцов. Вид водоросли-хозяина оказался одним из наименее важных факторов, хотя его значение в большей степени проявляется на берегах открытого типа.

Таблица 1. Грибы, выделенные с исследованных видов водорослей, «+» – вид присутствует на растении; «-» – вид отсутствует

| Вид водоросли Вид гриба | <i>Laminaria saccharina</i> | <i>Fucus vesiculosus</i> | <i>Fucus distichus</i> | <i>Fucus serratus</i> | <i>Ascophyllum nodosum</i> |
|--|-----------------------------|--------------------------|------------------------|-----------------------|----------------------------|
| <i>Mortierella alpina</i> | - | + | - | - | - |
| <i>M.racemosus</i> f. <i>sphaerosporum</i> | - | - | - | + | - |
| <i>Rhizopus nigricans</i> | - | + | - | - | - |
| <i>Eurotium herbariorum</i> | - | + | + | + | - |
| <i>A. fuci</i> | - | + | - | + | - |
| <i>Aphanocladium album</i> | - | + | - | - | - |
| <i>Aspergillus ficuum</i> | - | + | + | - | - |
| <i>A. fumigatus</i> | - | - | - | - | + |
| <i>A. niger</i> | - | + | - | - | - |
| <i>A. pulvirulentus</i> | - | + | + | - | - |
| <i>A. restrictus</i> | - | + | - | - | - |
| <i>A. versicolor</i> | - | + | - | - | + |
| <i>B. hawaiiensis</i> | - | + | - | - | - |
| <i>Botrytis cinerea</i> | - | + | + | - | - |
| <i>Chrysosporium merdarium</i> | - | - | + | - | - |
| <i>Fusarium moniliforme</i> | - | + | - | - | - |
| <i>Geotrichum candidum</i> | - | + | - | - | - |
| <i>Gliocladium deliquescens</i> | - | + | - | + | - |
| <i>Harzia acremonioides</i> | - | + | - | + | - |
| <i>L. psaliotae</i> | - | + | - | - | - |
| <i>P. inflatus</i> | - | - | - | + | - |
| <i>P. canescens</i> | - | + | + | + | - |
| <i>P. citrinum</i> | - | + | - | - | + |
| <i>P. funiculosum</i> | - | + | - | - | - |
| <i>P. glabrum</i> | - | + | - | - | - |
| <i>P. lanosum</i> | - | + | - | - | + |
| <i>P. montanense</i> | - | + | - | - | + |
| <i>P. multicolor</i> | - | + | - | - | - |

| Вид гриба \ Вид водоросли | <i>Laminaria saccharina</i> | <i>Fucus vesiculosus</i> | <i>Fucus distichus</i> | <i>Fucus serratus</i> | <i>Ascophyllum nodosum</i> |
|-------------------------------------|-----------------------------|--------------------------|------------------------|-----------------------|----------------------------|
| <i>P. nigricans</i> | - | + | - | - | - |
| <i>P. oxalicum</i> | - | + | - | - | - |
| <i>P. purpurogenum</i> | - | + | - | - | + |
| <i>P. rubrum</i> | - | - | - | - | + |
| <i>P. sclerotiorum</i> | - | + | + | + | - |
| <i>P. viridicatum</i> | - | + | - | - | - |
| <i>Phialophora cinerescens</i> | - | + | - | - | + |
| <i>Scopulariopsis acremonium</i> | - | + | - | - | - |
| <i>T. inflatum</i> | - | + | - | - | - |
| <i>U. alternariae</i> | - | - | + | - | - |
| <i>U. botrytis</i> | - | - | + | + | - |
| <i>V. dahliae</i> | - | + | - | - | - |
| <i>Phoma</i> sp.1 | - | + | - | - | + |
| <i>Absidia glauca</i> | + | + | - | + | - |
| <i>Mucor hiemalis</i> | + | + | - | - | + |
| <i>Acremonium charticola</i> | + | + | + | + | + |
| <i>A. chrysogenum</i> | + | + | + | + | + |
| <i>A. kiliense</i> | + | + | + | + | - |
| <i>A. strictum</i> | + | + | + | + | + |
| <i>Alternaria alternata</i> | + | + | + | - | + |
| <i>Bipolaris australiensis</i> | + | + | + | - | + |
| <i>Cladosporium cladosporioides</i> | + | + | + | + | + |
| <i>Doratomyces stemonitis</i> | + | + | - | - | - |
| <i>Geomyces pannorum</i> | + | + | - | + | + |
| <i>Lecanicillium lecanii</i> | + | + | + | - | + |
| <i>Paecilomyces farinosus</i> | + | + | - | + | - |
| <i>Penicillium brevicompactum</i> | + | + | + | + | + |
| <i>P. chrysogenum</i> | + | + | + | + | + |
| <i>P. commune</i> | + | + | - | - | - |
| <i>P. cyclopium</i> | + | + | + | + | + |

| Вид гриба \ Вид водоросли | <i>Laminaria saccharina</i> | <i>Fucus vesiculosus</i> | <i>Fucus distichus</i> | <i>Fucus serratus</i> | <i>Ascophyllum nodosum</i> |
|--|-----------------------------|--------------------------|------------------------|-----------------------|----------------------------|
| <i>P. expansum</i> | + | + | + | + | + |
| <i>P. frequentans</i> | + | + | - | - | + |
| <i>P. nalgiovense</i> | + | - | - | - | - |
| <i>P. notatum</i> | + | + | - | + | - |
| <i>P. raistrickii</i> | + | + | + | - | - |
| <i>P. spinulosum</i> | + | + | - | - | + |
| <i>P. steckii</i> | + | + | - | + | + |
| <i>P. thomii</i> | + | + | - | - | - |
| <i>P. velutinum</i> | + | + | - | - | - |
| <i>Tolypocladium cylindrosporium</i> | + | + | + | - | + |
| <i>Trichoderma viride</i> | + | + | - | - | - |
| <i>Ulocladium</i> sp.1 | + | + | - | - | + |
| <i>Verticillium luteoalbum</i> | + | + | - | + | + |
| Мицелий стерильный светлоокрашенный | + | + | - | - | + |
| Мицелий стерильный темноокрашенный | + | + | - | - | + |
| Всего в варианте | 32 | 65 | 23 | 24 | 30 |

ВЛИЯНИЕ ФАКТОРОВ ВНЕШНЕЙ СРЕДЫ НА АКТИВНОСТЬ ЛЕКТИНОВ В ТАЛЛОМАХ ТРЕХКОМПОНЕНТНЫХ ЛИШАЙНИКОВ

А.В. Киташов, А. П.Кожушный, С.А. Феоктистов,
Д.К. Нургазиева, Е.С. Лобакова

Каф. физиологии микроорганизмов Биологического ф-та
МГУ им. М.В. Ломоносова

Химические механизмы узнавания и закрепления мико-, фико- и цианобионта играют, по-видимому, важную роль в формировании лишайникового симбиоза. Причем согласно общепринятой точке зрения ключевую роль в узнавании и связывании компонентов

лишайника играют лектины – вещества белковой или гликопротеидной природы, способные с высокой специфичностью связываться с олигосахаридными остатками на клеточной поверхности. Лишайниковые лектины связаны с поверхностью гиф микобионта. Они высокоспецифично связывают поверхностные детерминанты цианобактерий и, таким образом, участвуют в узнавании и селекции подходящих штаммов.

Изучение зависимости физиологического статуса таллома от внешних условий позволяет оценить влияние отдельных факторов на роста лишайника и выявить экологические оптимумы роста.

В работе использовали трехкомпонентный лишайник *Peltigera aphthosa* (Willd.). Образцы таллома лишайника собирали в окрестностях Беломорской биологической станции МГУ в июне и июле 2006 г. Для каждой пробы указывали увлажненность и освещенность местообитания в процентах. Распределение лектинов в талломе лишайника изучали с помощью реакции ингибирования гемагглютинации и прямой гемагглютинации. Обнаружили повышенное содержание лектина в нарастающем апикальном крае, обеспечивающее постоянную реинициацию симбиоза при нарастании и специфичность взаимодействия мико- и цианобионта.

В *P. aphthosa* цианобактерии выполняют преимущественно азотфиксирующую функцию. Для этого они образуют большое количество гетероцист, осуществляющих фиксацию азота в аэробных условиях и независимо от света.

Изучено изменение гемагглютинирующей активности во времени. Для этого была выбрана популяция лишайников, произрастающая в одном месте. Пробы отбирали каждые 6 часов и ставили реакцию гемагглютинации.

В данном эксперименте учитывали такие параметры, как температура, освещенность (облачность), влажность, количество выпавших осадков. Данные из табл. 1 отражают изменение гемагглютинирующей активности во времени. Колебания могут быть связаны с выработкой и расходом (деградацией) лектина, иначе уровень лектина был бы постоянным. Так как суточная закономерность прослеживалась в течение не всего срока наблюдений, было решено пренебречь суточными колебаниями и рассмотреть колебания более частые, чем суточные, применив накопительный фильтр (вычисление среднего значения по определенному количеству экспериментов) по 5 смежным точкам (покрывающий вре-

менной период в 24 часа). Мы провели сопоставление данных табл. 1 по изменению среднесуточной температуры и удельной гемагглютинирующей активности талломов. Зависимость активности лектинов от среднесуточной температуры не обнаружена, так как в это время существенных колебаний температуры не было.

Таблица 1. Зависимость удельной гемагглютинирующей активности от среднесуточной температуры, времени суток, влажности и облачности

| Дата и время | уГАА (удельная гемагглютинирующая активность) | Среднесуточная температура, °С | Влажность, % | Облачность, % |
|--------------|---|--------------------------------|--------------|---------------|
| 23.06 12:45 | 836 | 18 | 77 | 100 |
| 23.06 18:45 | 2593 | 19 | 68 | 100 |
| 24.06 01:25 | 1911 | 14 | 100 | 90 |
| 24.06 07:00 | 1843 | 12 | 94 | 100 |
| 24.06 17:25 | 1712 | 16 | 77 | 100 |
| 25.06 02:17 | 137 | 13 | 94 | 90 |
| 25.06 15:09 | 1121 | 13 | 62 | 90 |
| 25.06 22:05 | 1004 | 12 | 62 | 50 |
| 26.06 18:30 | 833 | 14 | 54 | 75 |
| 27.06 00:30 | 502 | 8 | 81 | 10 |
| 27.06 13:00 | 1274 | 17 | 45 | 90 |
| 27.06 18:00 | 358 | 17 | 45 | 90 |
| 28.06 00:00 | 2725 | 13 | 71 | 100 |
| 28.06 09:00 | 2915 | 14 | 72 | 75 |
| 28.06 12:00 | 834 | 16 | 63 | 90 |
| 28.06 18:00 | 740 | 14 | 82 | 90 |
| 29.06 00:00 | 2913 | 12 | 71 | 90 |
| 29.06 09:00 | 3232 | 11 | 71 | 100 |
| 29.06 12:00 | 1048 | 12 | 66 | 90 |
| 29.06 18:00 | 3188 | 14 | 62 | 90 |
| 30.06 00:00 | 948 | 11 | 66 | 90 |
| 30.06 06:00 | 479 | 10 | 71 | 10 |
| 30.06 12:00 | 443 | 14 | 62 | 25 |
| 30.06 18:00 | 668 | 17 | 39 | 25 |

| Дата и время | уГАА (удельная гемагглютинирующая активность) | Среднесуточ- ная темпера- тура, °С | Влаж- ность, % | Облач- ность, % |
|--------------|---|--|-------------------|--------------------|
| 01.07 00:00 | 333 | 13 | 62 | 90 |
| 01.07 06:00 | 362 | 12 | 71 | 90 |
| 01.07 12:00 | 867 | 13 | 62 | 75 |
| 01.07 18:00 | 49 | 17 | 51 | 10 |
| 02.07 00:00 | 207 | 11 | 71 | 10 |
| 02.07 06:00 | 242 | 10 | 76 | 0 |
| 02.07 12:00 | 155 | 15 | 55 | 10 |
| 02.07 18:00 | 132 | 20 | 37 | 25 |
| 03.07 00:00 | 206 | 12 | 76 | 25 |
| 03.07 06:00 | 238 | 12 | 76 | 25 |
| 03.07 12:00 | 187 | 18 | 55 | 40 |
| 03.07 18:00 | 240 | 21 | 43 | 0 |
| 04.07 00:00 | 130 | 14 | 72 | 0 |
| 04.07 06:00 | 366 | 16 | 59 | 25 |
| 04.07 12:00 | 248 | 18 | 63 | 0 |
| 04.07 18:00 | 175 | 16 | 72 | 75 |

Также изучалась зависимость гемагглютинирующей активности от облачности во время всего периода исследования, влияние освещенности на активность лектина была бы более вероятна. Однако облачность коррелирует не только с разницей между ночной и дневной освещенностью, но, что очевидно, с влажностью. Данные об облачности не могут быть однозначно сведены к данным об изменении того или иного фактора внешней среды, но корреляция свидетельствует о наличии такой зависимости.

Сопоставлялись изменения удельной гемагглютинирующей активности и относительной влажности. Характер изменения значений удельной гемагглютинирующей активности и относительной влажности сходен, следовательно, можно предположить зависимость активности лектинов таллома лишайника от относительной влажности воздуха.

В качестве показателя влажности, имеющего большее физиологическое значение, чем относительная влажность воздуха, мы выбрали разность между точкой росы (Тр) и актуальной температу-

рой (Т). Из определения точки росы следует, что эта разность будет нулевой, когда атмосферная влага конденсируется и становится непосредственно доступна лишайнику. Таким образом, разность может считаться показателем доступности атмосферной влаги.

Среднесуточная гемагглютинирующая активность зависела от разницы $T_p - T$. Это означает, что при выпадении росы увеличивается выработка лектина или (и) ослабевает его деградация. Данная зависимость хорошо прослеживалась в первые несколько суток проведения эксперимента. К концу проведения эксперимента колебания гемагглютинирующей активности отсутствовали, так как, вероятно, лишайник высох, выработка лектина приостановилась, а выработанный лектин подвергся деструкции.

Таким образом, динамика изменения активности лектинов в талломах лишайников указывает на то, что в природе имеют место процессы выработки (активации) лектинов и их деградации (деактивации), зависящие от факторов внешней среды.

ФУКОИДЫ, НОВЫЕ ДЛЯ БЕЛОГО МОРЯ: МОРФОЛОГИЯ, ЭКОЛОГИЯ, ГЕНЕТИЧЕСКИЕ СВЯЗИ

О.В. Максимова¹, Н.С. Мюге²

1 – Ин-т океанологии РАН; 2 – Ин-т биологии развития РАН

В 1996 г. Беломорской экспедицией Института океанологии РАН в районе губы Чернореченская (Кандалакшский залив Белого моря), в эстуарии р. Черной и приэстуарном районе, было найдено несколько необычных макроводорослей. Их принадлежность к бурым водорослям сем. *Fucaceae* (пор. *Fucales*, класс *Phaeophyceae*) не вызывала сомнений, более того: было очевидно, что две из них относятся к роду *Fucus*, а третья является формой *Ascophyllum nodosum* (L.) Le Jolis, 1863. Однако в имеющейся литературе по альгофлоре региона их описаний или упоминаний не оказалось. Главными их особенностями являются отсутствие органов прикрепления к субстрату, воздушных пузырей, полноценных органов размножения (или полное их отсутствие), а для двух из них – выраженная карликовость талломов.

Карликовые формы фукуса и аскофиллума обнаружены в нижней части эстуария р. Черной, на материковом побережье возле Кривого порога, в губе Лапшагинской, на побережье острова Оле-

невский. Практически везде они ассоциированы с высшими растениями-галофитами (*Aster tripolium* L., *Triglochin maritima* L., *Glaux maritima* L., *Salicornia europaea* L., *Plantago maritima* L. и др.), образуя нижний ярус в их сообществах в верхней литорали. Везде они обитают в условиях более или менее сильного опреснения. Плотные куртинки этих форм напоминают буроватый мох, поэтому в мировой литературе их называют «muscooides-like» – «мохообразные». Отдельные талломы имеют длину от 2–3 до 11 см (в основном – 4–5 см), ветвятся неправильно (аскофиллум) или дихотомически (фукус); ширина веточек не превышает 2 мм. У карликового фукуса крайне редко встречаются крупные, выпуклые цекостомы. Основание таллома погружено в субстрат на 2–4 см и удерживается в нем за счет перепутывания с корнями высших растений. «Мохообразный» аскофиллум имеет ярко-желтую окраску надземной части, а фукус – буровато-оливковую. Подземная часть таллома темная вплоть до черной, самый нижний конец отгнивает. «Карлики» образуют как смешанные заросли, так и отдельные. За время наблюдения за популяцией «мохообразных» фукоидов в эстуарии р. Черная (10 лет) не изменились ни размеры растений, ни локализация самой популяции.

Нами были обнаружены захороненные в грунте обрывки талломов крупных фукусов, от которых отрастали маленькие «побеги» мохообразной формы. «Родительские» талломы было невозможно идентифицировать до вида, но это могли быть только *Fucus vesiculosus* L., 1753 или *F. distichus* L emend. Powell, 1957, обильно представленные в этом районе. Таким образом, определить видовую принадлежность карликового фукуса можно было только генетическими методами.

Третий найденный нами фукоид обитает в верхней sublиторали кутовой части Чернореченской губы, в зарослях *Zostera marina* L. В отличие от карликовых форм, он не погружен в субстрат, а свободно лежит на дне. Часто он вторично прикреплен к субстрату бицусом мидий и матами зеленых нитчаток. Талломы этой формы имеют длину 10–30 см, ширину 1–3 мм, они активно пролиферируют, образуя десятки и даже сотни адвентивных веточек. Кристоустомы и цекостомы отсутствуют. Часть растений несла овальные рецептакулы, причем все обнаруженные нами фертильные талломы были мужскими и несли в скафидиях вполне сформированные антеридии. В 2005 г. мы нашли несколько стерильных талломов

этого фукоида на острове Оленевский, в кутовой части небольшой бухты.

Карликовые фукоиды и неприкрепленные, свободно лежащие на дне формы, населяющие эстуарные и маршевые районы Мирового океана, известны с XIX в. и активно изучаются альгологами Европы, США и Австралии. Основной темой дискуссии, ведущейся уже более ста лет, является их происхождение и связь с обычными прикрепленными фукоидами. В отечественной литературе подобные работы отсутствуют. В последнее десятилетие начаты генетические исследования этих необычных форм, тем не менее, вопрос остается открытым: ряд авторов считает их самостоятельными видами (для карликового «мохообразного» фукуса предложено название *Fucus cottonii* Wynne et Magne, 1991), другие – гибридами растущих рядом видов, третьи же полагают, что они представляют собой экады (экологические формы) распространенных в регионе обычных фукусовых водорослей.

Фукус, обнаруженный в зостернике, по своей жизненной форме аналогичен *F. vesiculosus* f. *mytili* (Nienburg) Hartog, 1959, известному для Северного моря (район Wadden Sea). Но морфологически они не имеют практически ничего общего; кроме того, у f. *mytili* были встречены только женские растения. Габитуально он схож с *F. lutarius* Kutz., 1849 из французских соленых маршей, но последний имеет как мужские, так и женские растения, а также – обильные криптостомы.

В 2002 г. нами был собран материал для генетического анализа: более 40 проб, представлявших собой апикальные части талломов как найденных нами форм, так и массовых видов беломорских фукоидов. Кусочки талломов массой 1,1–2,2 г помещали в сцинтилляционные флаконы, заливали этиловым спиртом (96°) и в течение суток полностью заменяли спирт на новый. Был проанализирован участок ITS-1 с тех же праймеров, что и в работе E.A. Serrão с соавторами (1999), изучивших все основные виды семейства *Fucaceae*, в том числе 8 видов рода *Fucus* (включая беломорские) и *A. nodosum*.

В результате было показано, что карликовый аскофиллум генетически идентичен нормальным прикрепленным растениям и хорошо известной маршевой неприкрепленной экаде этого вида *scorpioides* (Horn.) Reinke, 1889. Обнаруженные нами необычные фукусы – как карликовый, так и «зостеровый» – попадают в тот же

кластер, что и *F. vesiculosus*, а поскольку в Белом море нет других представителей этого кластера, то они могут быть только модификациями данного вида (*F. distichus* и *F. serratus* L., 1753 входят в другой кластер). При секвенировании ITS региона отмечено отсутствие заметной гетерозиготности в исследованных формах. Поэтому с высокой степенью вероятности можно сказать, что нетипичные морфологические вариации *F. vesiculosus* и *A. nodosum* не являются межвидовыми или межродовыми гибридами первого поколения.

Таким образом, впервые для Белого моря описаны «мохообразные» фукоиды. Показано, что они не являются самостоятельными видами или межвидовыми гибридами, а экологическими формами обычных беломорских фукоидов. За карликовым фукусом предлагается сохранить название *F. vesiculosus* *ecad muscoides* Cotton, 1912, а карликовый «мохообразный» аскофиллум выделить из ранее описанной формы *minor* Turner, 1802 в самостоятельную экаду, т.е. назвать его *A. nodosum* *ecad muscoides* по аналогии с известными формами *Fucus* и *Pelvetia*.

Неприкрепленная форма фукуса, обитающая в зарослях zostеры, является новой для науки. Она происходит от *F. vesiculosus*. Мы предлагаем назвать ее в память Владимира Николаевича Вехова – выдающегося исследователя беломорской zostеры, нашего Учителя: *Fucus vesiculosus* *ecad vehoviana*.

ОПЫТ ИССЛЕДОВАНИЯ МИКРОСКОПИЧЕСКИХ ГРИБОВ
В ПОГРЕБЕННЫХ МОРСКИХ ГРУНТАХ
(НА ПРИМЕРЕ ПАЛЕОНТОЛОГИЧЕСКОГО ПАМЯТНИКА
НА ТЕРРИТОРИИ ББС МГУ)

О.Е. Марфенина, Е.Е. Кислова

Каф. биологии почв ф-та почвоведения МГУ им. М.В. Ломоносова

Изучение свойств палеоэкологических объектов в настоящее время привлекает в мире внимание биологов разного профиля. Микологические свойства погребенных почв и грунтов до сих пор изучены очень слабо. В то же время состав и структура грибных комплексов погребенных почв могут быть одним из показателей экологических условий имевших место в прошлом (Марфенина, 2005).

Интересно отметить, что как своеобразный тип почв некоторые авторы (Карпачевский, 1997 и др.), рассматривают и морские грунты, так как они формируются во многом аналогично почвам наземных биогеоценозов, а именно: в зависимости от подстилающих пород, рельефа, жизнедеятельности определенных групп организмов и т.д.

Целью нашей работы было выяснение наличия жизнеспособных микроскопических грибов в погребенных морских грунтах (ориентировочно возрастом 10 000 лет), перекрытых другими отложениями.

Исследуемый объект расположен в районе Беломорской биостанции МГУ (Кандалакшский залив Белого моря; координаты 66°33'18" с.ш. и 33°06'20" в.д.). Он залегает на глубине более 2 м и перекрыт отложениями песка, валунника и слоем морской глины. Этот погребенный, органогенный, глинистый горизонт насыщен останками морских двустворчатых моллюсков *Trodonia borealis* (Schumacher, 1817), *Hiatella arctica* (L., 1767), *Elliptica elliptica* (Brown, 1827), брахиопод *Rhynchonella psittacea* (Gmelin, 1792) (Калякина и др., 1994). Поверхностный профиль почв типичен для иллювиально-железистых подзолов данного региона.

Образцы почвы и глубже залегающих слоев отбирали в августе 2005 г. Анализировали иллювиальный горизонт Vf (глубина 8–23 см), а также С1 – слой грубозернистых песков темно-серного цвета (глубина 23–80 см), С3 – слой грубозернистого песка охристого цвета (глубина 150–170 см), С4 – слой сизовато-серой глины (глубина 170–210 см), С5 – слой голубовато-серой глины с включениями останков моллюсков (глубина 200–230 см). С2 – слой, состоящий из обкатанного валунника, в микробиологическое исследование не включали. Анализ грибных комплексов проводили прямым счетом при окраске калькофлюором и высеве на питательную среду Чапека со стрептомицином в качестве бактериального ингибитора. Структуру грибных комплексов описывали на основании частоты встречаемости видов микроскопических грибов, которую вычисляли как отношение числа образцов, в которых вид обнаружен, к общему числу исследованных образцов (в %).

Было установлено, что исследованные погребенные древние морские грунты содержат комплекс жизнеспособных микроскопических грибов. Однако численность грибов в них очень невысока (единичные споры при прямом подсчете) и резко убывает вниз по

профилю. При высеве на питательную среду число грибных зачатков в почвенных горизонтах составляло от 24,1±3,2 тыс. колониеобразующих единиц (КОЕ) на грамм почвы, а в погребенном морском грунте до 0,8±0,3 тыс. КОЕ/г.

Однако, несмотря на невысокую численность, исследованный погребенный морской грунт и выше залегающий над ним слой содержат довольно разнообразный комплекс микромицетов (табл. 1), даже более разнообразный в исследованный срок, чем минеральный почвенный горизонт Bf1.

Таблица 1. Встречаемость (%) микроскопических грибов в профиле почв, включающих погребенные морские грунты (возраст 10 000 лет)

| Вид | Bf1 | C1 | C3 | C4 | C5 |
|---|-----|-----|-----|----|----|
| <i>Acremonium kiliense</i> Grutz | | | | 20 | |
| <i>Acreminium strictum</i> W.Gams | | | | | 20 |
| <i>Aureobasidium pullulans</i> de Bary G.Arnaud | | | 40 | | |
| <i>Aureobasidium</i> sp. | | | | 40 | 20 |
| <i>Geomyces pannorum</i> var. <i>pannorum</i> (Link) Sigler & Carmichael | 100 | 100 | 100 | | |
| <i>Gliocladium penicilloides</i> Corda | | | | 20 | |
| <i>Cladosporium cladosporioides</i> (Fres) G.A. de Vries | | 100 | | | |
| <i>Cladosporium sphaerospermum</i> Penzig | | | 60 | | |
| <i>Cladosporium</i> sp. | | | | 60 | |
| <i>Micromucor ramannianus</i> var. <i>ramannianus</i> (A.Moller) Arx | | | | | 20 |
| <i>Mucor</i> sp. | | 33 | | | |
| <i>Penicillium chrysogenum</i> Thom | | | | 20 | |
| <i>P. citrinum</i> Thom | | 100 | | | 20 |
| <i>P. citreonigrum</i> Dierckx | | | | | |
| <i>P. implicatum</i> Biourge | | | | | 40 |
| <i>P. janchewskii</i> K.M.Zalessky | 60 | 100 | 40 | 20 | 40 |
| <i>P. simplicissimum</i> (Oudemans) Thom | 40 | 67 | | | |
| <i>P. purpurogenum</i> Stoll | | | | 20 | |
| <i>P. thomii</i> Maire | | | | | 80 |
| <i>P. waksmanii</i> K.M. Zalessky | | | | 20 | |

| Вид | Bf1 | C1 | C3 | C4 | C5 |
|---|-----|----|----|-----|----|
| <i>Pencillium</i> sp. | 100 | | | | |
| <i>Phoma</i> sp. (<i>dennisii</i> ?) | | | 40 | | 20 |
| <i>Pseudogymnoascus roseus</i> Raillo | | | 20 | 100 | 40 |
| <i>Rhinocladiella</i> sp. | 20 | | | | |
| <i>Scopulariopsis brumptii</i> Salianet-Duval | | | | 80 | |
| <i>Trichoderma viride</i> Persoon | 80 | | 60 | 20 | |
| <i>Trichoderma</i> sp. | 20 | | | | |
| <i>Verticillium</i> sp. | | | | | 20 |
| Стерильный мицелий светлоокрашенный | 40 | 33 | 20 | 20 | |
| Стерильный мицелий темноокрашенный | | | 20 | 20 | 40 |

При анализе грибов по профилю отмечено изменение состава микромицетов от поверхностных к погребенным горизонтам. С глубиной прослеживается увеличение содержания темноокрашенных грибов и снижение встречаемости грибов рода *Penicillium* (типичного для современных хвойных биогеоценозов) вплоть до горизонта, содержащего останки беспозвоночных. Увеличение содержания темноокрашенных вниз по профилю может быть связано с их способностью сохраняться в условиях низкой влажности, уплотнения и дефицита питательных веществ. Большое разнообразие и увеличение представленности *Penicillium* в погребенном морском грунте, на наш взгляд, может определяться другими причинами.

До сих пор не окончательно сформированы представления о том, как происходило образование исследованного погребенного органогенного слоя. Работы в этом направлении продолжаются. Предположительно, по характеру и состоянию останков беспозвоночных, это был участок дна на мелководье, перекрытый отложениями в результате таянья льда (устное сообщение Б.Т. Янина). В дальнейшем участок испытал поднятие. Не исключается влияние и стоков с берега в бореальную или атлантическую климатическую фазу, когда в наземных биогеоценозах преобладали березовые и хвойные леса.

Такой возможный ход событий подтверждают и наши предварительные данные. В слое с ракушечником сохранились и пред-

ставлены многие виды грибов характерные для лесных почв исследуемого региона, а также для пресноводных стоков с суши и участков литорального грунта вокруг них. Так, из погребенного органогенного слоя, кроме разнообразных видов грибов рода *Penicillium*, выделяется и эдификатор подзолистых почв – *Micromucor ramannianus* var. *ramannianus*, а также виды рода *Trichoderma*, *Pseudogymnoascus roseus* (табл. 1). В то время как в современных морских грунтах литорали чаще встречаются представители других родов микроскопических грибов, например, виды рода *Acremonium* (Согонов, Марфенина, 1998; Бубнова, 2005).

Хотя грибные комплексы исследованного погребенного морского грунта, безусловно, требуют дальнейших изучения, тем не менее, очевидно, что микологические данные могут помочь в реконструкции событий происходивших при формировании данного палеообъекта.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ 05-04-48380а.

ВОССТАНОВИТЕЛЬНАЯ СУКЦЕССИЯ ПОСЛЕ ПРОМЫСЛА ЛАМИНАРИЙ В БЕЛОМ МОРЕ

Т.А. Михайлова

Ботанический ин-т РАН

Основные запасы ламинариевых в Белом море сосредоточены на каменисто-песчаных грунтах. Многолетняя добыча драгами на таких участках привела к уменьшению запасов водорослей, смене сообществ, сокращению количества твердого субстрата и нарушениям в его распределении по дну.

Дополнительное внесение субстрата может способствовать ускорению восстановления нарушенных сообществ. Быстрое нарастание биомассы водорослей на новом субстрате свидетельствует о возможности значительного увеличения запасов ламинариевых и открывает перспективу крупномасштабных работ в этом направлении. Этим методом можно не только восстанавливать нарушенные заросли, но и создавать промысловые сообщества в местах, удобных для добычи.

Такой способ восстановления подразумевает вторичное вмешательство человека в природу. В прикладной альгологии за ним закрепился термин «рекультивация». Экологический контроль за

изменением экосистем моря в процессе рекультивации можно осуществить только на основе всесторонних знаний о развитии ламинариевых фитоценозов на внесенных субстратах.

Исследования проводились в период с 1991 по 2004 г. в акватории научной базы Северного отделения Полярного института рыбного хозяйства и океанографии (СевПИРО), расположенной на о. Соловецкий, и на заготовительном участке Архангельского опытного водорослевого комбината в районе о. Жижгинский. Всего было заложено 13 экспериментальных участков, площадь которых варьирует от ста до нескольких тысяч метров. В качестве субстрата использовались прибрежные камни, в некоторых специальных экспериментах субстратом служили бетонные блоки, пластины обрастания из шифера и оргстекла. Отбор биологических проб выполнялся водолазным способом, определялся видовой состав водорослей, их биомасса, плотность поселения, возрастная и размерная структура ценопопуляций доминантов. Анализировались данные по составу и количественному соотношению видов в естественных и экспериментальных фитоценозах, их ярусах и группировке эпифитов.

Эксперименты, проведенные в верхнем этаже ассоциации на глубинах от 2 до 5 м, показали четкую зависимость процесса заселения нового субстрата от сезона его погружения в море. Субстрат, внесенный в конце весны, в начале и середине лета, засеивается преимущественно спорами *Alaria esculenta* (L.) Greville, (1830), концентрация которых в прибрежных водах в это время остается высокой, несмотря на то, что период массового спороношения вида приходится на апрель. Стадия этого вида длится 1–2 года, после чего в течение следующего года наблюдается стадия смешанного (бидоминантного) сообщества *A. esculenta* + *Laminaria saccharina* (L.) Lamouroux (1813). На 3–4-й год в сообществе доминирует *L. saccharina*.

Оба вида поселяются в равном соотношении, если субстрат размещается в море в конце лета. Эта фаза неустойчива, в двухлетнем фитоценозе уже господствует *L. saccharina*. На субстрате, внесенном биологической осенью, доминирует *L. saccharina*, основной пик спороношения которого достигается в октябре. В этом случае *A. esculenta* вообще не проявляет себя в сукцессии в качестве доминанта, а фаза *L. saccharina* в сукцессии длится довольно долго.

Через два-три года после начала сукцессии в сообществе появляются проростки *Laminaria digitata* (Huds.) Lamouroux (1813), через пять лет можно определить биомассу вида. Содоминантом этот вид способен стать не ранее, чем через 10–15 лет сукцессии, поскольку размеров, сопоставимых с размерами взрослых, двух-трехлетних растений *L. saccharina*, спорофиты *L. digitata* могут достичь только в возрасте 5–6 лет. Доминирующую позицию в сообществе этот вид займет, когда не единичные, а многие растения достигнут таких размеров.

Итак, климаксовыми видами являются *L. saccharina* и *L. digitata*. Полноценная сукцессия включает четыре фазы: (*A. esculenta*) → (*A. esculenta* + *L. saccharina*) → (*L. saccharina*) → (*L. saccharina* + *L. digitata*). Присутствие фаз, включающих *A. esculenta*, связано со сроком погружения субстрата в море.

В нижнюю часть ассоциации *L. saccharina* + *L. digitata* алярия проникает редко. Этот вид не является здесь пионерным доминантом, независимо от сроков погружения субстрата. Здесь алярия теряет свойства вида-оппортуниста. Поэтому сукцессия на глубинах 5–8 м начинается с фазы (*L. saccharina*) и имеет только две фазы.

В ассоциации *L. digitata* сукцессия длится дольше – до наступления фазы господства этого вида (фазы *L. digitata*).

В ассоциации *L. saccharina*, наоборот, сукцессия проходит быстрее. Например, если эта ассоциация занимает самый нижний этаж ламинариевого пояса (глубина 8–10 м), куда почти не заходят конкурирующие виды, сукцессия упрощается до монофазного процесса и длится пять лет.

В верхнем этаже ламинариевого пояса при более раннем внесении субстрата, как уже отмечалась, наблюдается присутствие начальных фаз с доминированием *A. esculenta*. Это сопряжено с низкой биомассой сообществ на протяжении первых нескольких лет. Двухлетние сообщества, которые в своем развитии проходили, или в момент исследования находятся в стадии (*A. esculenta*), имеют биомассы низкие, не более 2–3 кг/м². Сообщества, в которых сразу доминировал вид *L. saccharina* (один или был содоминантом), на второй год имеют биомассы более 4 кг/м². Биомассы трехлетних сообществ, находящихся на стадии доминирования *L. saccharina*, также составляют не менее 4 кг/м², достигая почти 7 кг/м². При этом, если субстрат вносится раньше и сукцессия начинается с фа-

зы (*A. esculenta*), при прочих равных условиях, общая биомасса водорослей оказывается в 1,5 раза ниже, чем у сообщества, начавшего формирование с фазы (*L. saccharina*).

Другими словами, чем позднее внести субстрат в мелководную зону, тем более высокие величины биомассы водорослей можно ожидать. Оптимально – приурочить это событие к массовому спороношению *L. saccharina*. В нижней части ламинариевого пояса, наоборот: чем раньше вносится субстрат, тем больше будет биомасса формирующихся сообществ, но величина ее на протяжении всей сукцессии не превысит 3 кг/м².

Состав сопутствующих видов и трехъярусная структура фитоценоза формируются быстро, в течение двух- четырехлетнего периода. Чем раньше вносится субстрат, тем быстрее формируется видовой состав сообщества. Отличия между сообществами, начавшими формироваться в разные сроки, отчетливо прослеживаются в 1-й и 2-й вегетационный сезоны, в фитоценозах двух- трех-летнего возраста они уже практически неразличимы. Комплексы видов не связаны с фазой, которую проходит сукцессия, а определяются жизненной формой вида-доминанта: его морфологией, размерами и, согласно возрасту, пространственным расположением в фитоценозе.

Взрослые слоевища ламинариевых можно рассматривать в качестве эдификаторов-аналогов. Под тяжестью собственного веса их пластины пригибаются к грунту, образуют полог, который оказывает влияние на освещенность всех компонентов фитоценоза и ингибирует ростовые процессы мелких водорослей. Пластины сметают с субстрата часть спор из общего спорового фонда фитоценоза. Мощная ризоидальная система формирует благоприятный субстрат и среду обитания для сопутствующих организмов. В этом выражаются основные функции средообразующих видов во взрослых ламинариевых фитоценозах.

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА МЕТОДОВ ИССЛЕДОВАНИЯ СТРУКТУРЫ ВИДОВ И ПОПУЛЯЦИЙ У МОРСКИХ РЫБ

Е.А. Бурыкина

Беломорская биостанция МГУ им. М.В. Ломоносова

Определение структуры видов и популяций морских рыб в значительной мере зависит от эффективности применяемых методов исследований. Морфологические и меристические (число позвонков, лучей в плавниках, чешуй в боковой линии и пр.) признаки, которые традиционно использовались для выделения у морских рыб внутривидовых групп в ранге подвидов, стад, популяций, как выяснилось, подвержены весьма значительным изменениям, прежде всего, возрастным и внутривидовым. Последние обусловлены воздействием абиотических факторов среды (в основном, температуры и солености воды во время нереста и развития рыб) и различием в условиях питания локальных группировок и особей (Попова, 1968; Татарко, 1968; Osse, 1990 и др.). Изменчивость таких критериев приводит к стиранию выделяемых на их основе границ между любыми группами внутри вида (Тамбс-Люхе, 1956). Иными словами, «степень различий между популяциями одного вида варьирует от полного отсутствия до уровня почти соответствующего уровню видовых различий» (Майр, 1974). Например, для атлантической трески наиболее популярным критерием внутривидовой подразделенности было среднее число позвонков. Однако выяснилось, что при достаточно больших выборках средние значения числа позвонков различны для одних популяций и совпадают или перекрываются для других (Schmidt, 1930; Шмидт, 1947; Бирюков, 1970). В дальнейшем оказалось, что этот меристический признак у многих морских рыб имеет тем большую величину, чем ниже температура воды в период нереста (Расс, 1977, 1988, 1992; Rass, 1989), хотя в ряде случаев факты свидетельствовали об обратном или же указывали на наименьшее число позвонков не при крайних, а при средних значениях температурного оптимума (Itazawa, 1959). Кроме того, выяснилось, что у океанических форм значения этого показателя обычно выше, чем у прибрежных (Jordan, 1891; Schmidt, 1917; Rollefson, 1934; Sætersdal, 1962; Nylen, 1964; Løken *et al.*, 1994; Løken, Pedersen, 1996). И, наконец, было обнаружено, что эти значения могут быть весьма

различны в разных локальных группировках одной и той же популяции (Дементьева, Танасийчук, 1935). Все это указывает на весьма относительную целесообразность использования морфометрических признаков в решении вопроса о внутривидовой подразделенности и то лишь в качестве дополнительного критерия.

Биологические показатели морских рыб (темп роста, сроки созревания и нереста, плодовитость, продолжительность жизни и др.) также весьма изменчивы и сильно зависят от экологических условий. Так, по темпу роста могут заметно отличаться не только разные локальные группировки, но и разные поколения (Попова, 1968).

В целом же биологические показатели могут служить весьма важной характеристикой внутривидовых различий. Ценную информацию о направлениях миграций взрослых особей можно получить на основании данных по мечению рыб. Но этот метод весьма трудоемок и не охватывает всего жизненного цикла вида. Одним из основных методов изучения внутривидовой структуры рыб в последнее время является популяционно-генетический анализ. В ряде случаев с его помощью удастся достаточно четко дифференцировать отдельные популяции. Однако в других случаях различия между популяциями могут быть выражены весьма нечетко. Для внутривидового же анализа указанный метод оказался недостаточно чувствительным и малоэффективным.

Со второй половины XX века решение вопроса о популяционной структуре видов морских рыб, имеющих пелагическую фазу в жизненном цикле, уже не обходится без результатов ихтиопланктонной съемки, которая позволяет получить достаточно полное представление о локализации районов нереста, характере распределения и направлениях пассивного дрейфа пелагических икринок и личинок рыб, местах «оседания» молоди в связи с ее переходом к придонному существованию. «Ихтиопланктонный метод оценки численности и характеристики распределения многих промысловых объектов... оказался весьма экономичным, оперативным, методически простым и высоко достоверным. Ихтиопланктонные съемки широко применяются в мировой рыбохозяйственной науке для оценки биомассы рыб, урожайности поколений, прогнозирования величины пополнения, выявления состояния запасов и причин их флюктуаций» (Дехник, Расс, 1987). На основании ихтиопланктонных исследований можно получить более полное представление о составе ихтиофауны данного района, определить хро-

ки и продолжительность нереста, места нерестовых скоплений промысловых рыб, оценить распространение основных видов рыб, определить факторы, оказывающие наибольшее влияние на выживаемость рыб на ранних стадиях онтогенеза. Работы В.П. Серебрякова с соавторами (Серебряков, 1962, 1967; Serebryakov, 1965; Норвилло, Серебряков, 1983; Serebryakov, Aldonov, 1984), в которых данные ихтиопланктонных исследований впервые были использованы для популяционного анализа атлантической трески и других видов морских рыб, стали классическими. Представляется также перспективным использовать ихтиопланктонный метод для выяснения внутривидовых отношений между локальными группировками в период раннего онтогенеза у рыб с пелагической фазой развития.

В целом же, выбор методов исследования в тех или иных сочетаниях при изучении внутривидовой и внутривидовой дифференциации у морских рыб должен определяться, очевидно, характерными особенностями их биологии.

ЭВОЛЮЦИЯ ТРЕСКОВЫХ РЫБ И ВОЗНИКНОВЕНИЕ СОВРЕМЕННЫХ ВИДОВ ТРЕСКИ

Е.А. Бурькина

Беломорская биостанция МГУ им. М.В. Ломоносова

Тресковые – древняя группа костистых рыб, о происхождении и эволюции которой имелись лишь отрывочные сведения. Однако результаты исследований последних десятилетий позволяют воспроизвести (предположительно) цепь эволюционных событий и реконструировать сопровождающие их геотектонические и палеоокеанологические процессы.

Трескообразные (отряд Gadiformes) появились в мелу и, как считается, берут свое происхождение от каких-то близких к исходному типу представителей Teleostei (Никольский, 1954; Наумов, Карташев, 1979). Трескообразные, по мнению Г.В. Никольского (1954), возникли в тропических водах океана, откуда затем расселились в Северное полушарие (Gadidae – тресковые), на глубины (Moridae) и в воды Южного полушария (Muraenolepidae).

По современным тектоническим представлениям, в меловой период [135–65 млн. лет назад, за основу взята геохронологическая

шкала, которую приводит Кеннетт (1987)], в результате раскола единого суперконтинента Пангея, начавшегося еще в конце триаса–начале юры (около 200 млн. лет назад), продолжалось раскрытие Северной Атлантики. Около 125 млн. лет назад Африка начала отходить от Пиренейского полуострова, что привело к соединению Северной Атлантики с морем Тетис и образованию океана Тетис, простиравшегося в широтном направлении (Кеннетт, 1987). По-видимому, именно в водах этого океана происходила эволюция трескообразных в меловой период.

Семейство тресковых, как показал П.Г. Данильченко (1947а, б, 1949, 1950) на основании анализа ископаемых остатков, сформировалось, по всей вероятности, также в тропических водах Тетиса, видимо, в конце мела (Никольский, 1954). Об этом свидетельствуют находки обитавшего здесь же в палеогене наиболее древнего из известных рода *Paleogadus*, представителя подсемейства *Mercussiinae*, от которого, как считается, берут свое начало *Gadinae* (Банников, Федотов, 1987; Fedotov, Bannikov, 1989).

В палеогене (65–25 млн. лет назад) эволюция тресковых охватывала, по всей видимости, также и умеренные воды Северной Атлантики, где сохранилось до настоящего времени много эндемичных родов (*Brosme*, *Raniceps*, *Phycis*, *Urophycis*, *Molva*, *Trisopterus* и др.) и преобладающее число видов (Световидов, 1948).

Около 55–50 млн. лет назад, после открытия пролива, соединившего Северный Ледовитый океан с Атлантическим (Кеннетт, 1987), часть тресковых проникла, очевидно, в умеренно теплые в то время воды Арктического бассейна, где шел процесс постепенного формирования холодолюбивых форм тресковых. Однако дальнейшее общее похолодание климата в неогене (25–1,8 млн. лет назад) с относительно короткими периодами потепления, по-видимому, снова заставило их вернуться в Северную Атлантику.

К концу миоцена Средиземное море (остаток Тетиса), оказалось полностью изолированным от Атлантического океана (так называемый Мессинский соленостный кризис), превратившись в пересыхающий водоем (5,6–5,3 млн. лет назад) (Несис, 2000), потерявший в это время свое значение для эволюции тресковых до открытия Гибралтарского пролива.

В конце неогена (плиоцене) начавшийся 4,6 млн. лет назад и продолжавшийся почти два миллиона лет теплый период (Несис, 2000) способствовал расселению тресковых в Арктике. В Тихий

океан они проникли из арктических вод, по всей вероятности, именно в этот период потепления, когда открылся Берингов пролив (Световидов, 1948; Никольский, 1954; Grant, Ståhl, 1988).

Из выше сказанного следует, что эволюция семейства Gadidae проходила, в основном, в Северной Атлантике с проникновением в периоды потепления в воды Арктики. Следовательно, Арктический бассейн следует рассматривать не как центр возникновения тресковых (Световидов, 1948), а как вторичный центр их видообразования (Никольский, 1954).

Главными кайнозойскими палеоокеанологическими событиями, несомненно повлиявшими на эволюцию тресковых в Северной Атлантике, явились раскрытие и расширение Норвежского и Гренландского морей в палеоцене – эоцене, последующее соединение глубинных вод Арктического и Атлантического бассейнов в олигоцене-миоцене, а также закрытие с востока океана Тетис (Кеннетт, 1987). В конце миоцена – плиоцене в Северном полушарии произошли крупные геоморфологические изменения: открытие Гибралтарского (5,3 млн. лет назад) и Берингова (3,5 млн. лет назад) проливов, а также поднятие Панамского перешейка (4–1,9 млн. лет назад) (Несис, 2000). Последнее событие стало финалом в разрушении системы циркумглобальной экваториальной циркуляции. Именно в плиоцене в Северном полушарии складывается почти современный тип океанической циркуляции вод (Нешиба, 1991) с возникновением в Северной Атлантике субмеридиональных течений Гольфстрима и его ответвлений вместо прежней широтной. Кардинальная перестройка системы течений в Атлантическом и Северном Ледовитом океанах, по-видимому, явилась одной из главных причин начала формирования ледниковых щитов Северного полушария (около 3 млн. лет назад), что предопределило в дальнейшем глобальное изменение климата (Кеннетт, 1987; Несис, 2000).

Подсемейство Gadinae выделилось среди тресковых, видимо, в позднем миоцене (10–5 млн. лет назад) (Банников, Федотов, 1987). Примерно в это же время, вероятно, возник и род *Gadus* (Световидов, 1948). А формирование современных видов рода *Gadus* проходило уже, по всей вероятности, в плиоцене (5–1,8 млн. лет назад).

В настоящее время в роде *Gadus* выделяют три вида, ранее считавшихся подвидами атлантической трески *G. morhua* (Светови-

дов, 1948; Никольский, 1954; Линдберг, 1971; Линдберг и др., 1980): *G. morhua* L. 1758 – атлантическая треска, *G. macrocephalus* Tilesius, 1810 – тихоокеанская треска, *G. ogac* Richardson, 1836 – гренландская треска.

Проникновение трески в Тихий океан произошло с появлением Берингова пролива. По современным представлениям (Несис, 2000), после 100 млн. лет существования Берингии, соединявшей Азию с Северной Америкой (с середины мелового периода до конца миоцена), первое открытие Берингова пролива произошло 5,5–5,0 млн. лет назад (Гладенков, 1999; Несис, 2000). Однако, будучи узким и мелководным, он вскоре вновь закрылся. Его новое открытие уже как широкого и глубоководного пролива произошло в середине плиоцена, около 3,5 млн. лет назад (Кеннетт, 1987; Несис, 2000). Именно в это время, как считается (Grant, Ståhl, 1988), треска проникла из умеренно-теплых вод Арктики в Тихий океан. Предок тихоокеанской трески попал сюда, по-видимому, мигрируя вдоль Арктического побережья Северной Америки (Световидов, 1948; Никольский, 1954). Об этом свидетельствует значительное морфологическое сходство *G. macrocephalus* с *G. ogac* (Световидов, 1948) и наличие у обоих видов придонной икры (Muus *et al.*, 1981). На единство их происхождения от общего предка указывает также ареал распространения *G. ogac*: ее обнаруживают среди южных островов Канадского арктического архипелага от пролива Барроу до западной Гренландии (Leim, Scott, 1966; Hunter *et al.*, 1984); в Гудзоновом заливе вплоть до южной его части (залив Джеймса) (Ochman, Dodson, 1982); вдоль побережья Лабрадора; в северной части залива Св. Лаврентия и иногда южнее – у о. Кейп-Бретон (Новая Шотландия) (Scott, 1952). Эта холодолюбивая форма трески сохранилась здесь после похолодания, начавшегося в плиоцене 2,73 млн. лет назад (Несис, 2000). Последующие неоднократные замыкания Берингова пролива в плейстоцене (1,8 млн. – 10 тыс. лет назад) (Петров, 1976; Кеннетт, 1987; Несис, 2000) в периоды оледенений способствовали, очевидно, обособлению тихоокеанской трески в качестве отдельного вида.

ОСОБЕННОСТИ ВЕРТИКАЛЬНОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ИКРИНОК И ЛИЧИНОК ТРЕСКИ В БЕЛОМ МОРЕ

Е.А. Бурькина

Беломорская биостанция МГУ им. М.В. Ломоносова

У рыб-пелагофилов, выметывающих икру в толщу воды, икринки держатся в хорошо аэрируемых, чаще верхних слоях даже в тех случаях, когда нерест проходит у дна. Положительная плавучесть икринок у большинства морских костистых рыб (около 90% видов) обеспечивается в период нереста гидратацией ооцитов в материнском организме гипоосмотичной овариальной жидкостью, менее плотной, чем окружающая морская вода (Craig, Harvey, 1987). Поэтому при сильном опреснении верхних слоев в оз. Могильном (о. Кильдин в Баренцевом море) и Балтийском море икринки трески держатся глубже, в слое нереста, соответственно на глубине 6,5–7,6 м при 22–28‰ (Цееб, Поздняков, 1975) и 20–100 м при 10–22‰ (Грауман, 1961; Бирюков, 1970; Nissling, 1994).

Икринки беломорской трески сохраняют положительную плавучесть в течение всего нерестового периода и имеют тенденцию к концентрации у поверхности воды. Их плотность ниже, чем у аркто-норвежской трески, но выше, чем у балтийской. Практически все выловленные нами икринки держались в поверхностном слое (0–5 м), и лишь незначительная их часть опускалась до глубины 10 м (табл. 1).

В начале нереста икринки концентрировались у самой поверхности и отсутствовали на глубине 5 м, где температура и соленость воды имели близкие значения (табл. 1, 2). Можно полагать, что все выметанные икринки первых порций, несмотря на неодинаковую их плотность (Махотин и др., 1986), имея достаточный «запас» положительной плавучести, всплывали к поверхности.

В конце нереста, во время таяния льда и активного материкового стока, вызывающих заметное опреснение поверхностных вод, распространение икринок охватывало уже верхний 5-метровый слой с погружением небольшого их количества на глубины до 10 метров (табл. 1).

Поскольку в процессе развития плотность икринок трески повышается (увеличивается их удельный вес), а плавучесть снижается (Цветков, 1989), часть из них на поздних стадиях развития начинает погружаться в подповерхностные слои (Makhotin *et al.*,

1984; Махотин и др., 1986). По нашим данным, наиболее крупные икрилки поздних стадий развития (от первых порций) обнаруживали преимущественное погружение в подповерхностный слой (табл. 1).

Таблица 1 (начало). Вертикальное распределение икринок трески в западной части пролива Великая Салма (численность в экз./лов по данным серии горизонтальных ловов с замыканием сети ИКС-80 на разных горизонтах при 10-минутной циркуляции судна); гл. – глубина места взятия проб; I–IV – стадии развития икринок

| Горизонт лова, м | Станция «ББС» (гл. 9–12 м) 7.03.1986 | | Станция «к западу от мыса Киндо» (гл. 10–12 м) | | | | | | |
|------------------|--|-------|---|-------|------------|-------|------------|----|--------|
| | | | 7.03.1986 | | 11.03.1986 | | 18.03.1986 | | |
| | I | II-IV | I | II-IV | I | II-IV | I | II | III-IV |
| 0-1 | 0 | 0 | 43 | 0 | 3 | 0 | 71 | 4 | 0 |
| 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 10 | – | – | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

Таблица 1 (конец). *Dcp* – среднее значение диаметра икринок (мм); *n* – число икринок в выборке

| Горизонт лова, м | Станция «мыс Киндо» гл. 10 м, 14.05.1984 | | | | | Станция «мыс Киндо» гл. 50 м, 23.05.1986 | | | | |
|------------------|---|------------|------------|----------|-----------------------|---|-----------|-------------|-------------|-----------------------|
| | I | II | III | IV | <i>Dcp</i> | I | II | III | IV | <i>Dcp</i> |
| 0-1 | 37, 41% | 33, 36% | 19, 21% | 2, 2% | 1,34, <i>n</i> =88 | 0 | 18, 3% | 421, 69% | 171, 28% | 1,47, <i>n</i> =50 |
| 5 | 13, 12% | 48, 39% | 54, 43% | 7, 6% | 1,40, <i>n</i> =83 | 0 | 2, 2% | 92, 78% | 24, 20% | 1,47, <i>n</i> =50 |
| 10 | 3, 27% | 5, 46% | 2, 18% | 1, 9% | 1,3, <i>n</i> =11 | 0 | 0 | 2 | 0 | 1,50, <i>n</i> =2 |
| 20 | – | – | – | – | – | 0 | 0 | 0 | 0 | – |

Такое вертикальное распределение икринок беломорской трески характерно, однако, только для безветренной или слабоветренной погоды. При усилении ветра их распространение охватывает более глубокие слои с одновременным снижением их численности у поверхности.

Предличинки после вылупления (ср. дл. 4,0 мм) держатся, в основном, у поверхности воды. По мере развития, достигая более крупных размеров (средняя длина 4,5 мм) они концентрируются в подповерхностном слое, как и предличинки аркто-норвежской трески (Tilseth, Strømme, 1976; Ellertsen *et al.*, 1981).

Таблица 2. Температура и соленость воды на горизонтах отбора икhtiопланктонных проб в западной части пролива Великая Салма.

| Горизонт лова, м | Станция «ББС» (гл. 9– 12 м) 7.03.1986 | | Станция «к западу от мыса Киндо» (гл. 10–12 м) | | | | | | Станция «мыс Киндо» (гл. 50 м) 23.05.1986 | |
|---------------------|---|------|---|------|------------|------|------------|------|---|------|
| | | | 7.03.1986 | | 11.03.1986 | | 18.03.1986 | | | |
| | t°C | S‰ | t°C | S‰ | t°C | S‰ | t°C | S‰ | t°C | S‰ |
| 0–1 | -0,7 | 27,0 | -1,4 | 27,1 | -1,4 | 26,7 | – | 26,4 | +1,4 | 22,6 |
| 5 | -0,8 | 27,0 | -1,0 | 27,0 | -1,1 | 27,0 | – | 27,0 | +4,2 | 23,4 |
| 10 | – | – | – | – | -0,9 | 27,5 | – | – | +1,1 | 26,3 |
| 20 | – | – | – | – | – | – | – | – | +0,2 | 24,8 |

Все выловленные нами личинки в безветренную погоду держались в верхнем пятиметровом слое, а в его пределах концентрировались преимущественно на глубине 0–2 м. При наличии сильных ветров они погружаются на большие глубины, а слой ветрового воздействия в открытых районах Белого моря в весенне-летний сезон составляет 10–12 м (Добровольский, Залогин, 1982).

В целом же, положительная плавучесть икринок трески и ее регуляция в зависимости от солености путем гидратации ооцитов во время нереста обеспечивает развитие эмбрионов в наиболее благоприятном, насыщенном кислородом слое морской воды. При отсутствии сильного опреснения икринки, предличинки и личинки трески распространяются в верхних слоях воды, концентрируясь, преимущественно, у поверхности.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МИКРОЭЛЕМЕНТНОГО СОСТАВА
ХРУСТАЛИКА CYPRINIDAE И SALMONIDAE НА ПРИМЕРЕ
КАРПА, БЕЛОГО ТОЛСТОЛОБИКА И РАДУЖНОЙ ФОРЕЛИ

А.В. Горбунов, А.Л. Бородин, А.Л. Никифоров-Никишин

Каф. биоэкологии и ихтиологии
Московского гос. ун-та технологий и управления

В условиях мощного антропогенного давления на окружающую среду проблема сохранения водных экосистем как наиболее подверженных влиянию промышленного производства и сельского хозяйства приобретает важное значение. Поллютанты оказывают негативное воздействие, как на отдельные организмы водного биоценоза, так и на процессы, протекающие в экосистеме в результате совокупной деятельности входящих в нее гидробионтов, что приводит к нарушению равновесия в водных экосистемах, а иногда и к полной их гибели (Ахмедов и др., 2000). В последние годы при классификации вредных веществ в группу наиболее опасных токсикантов включают ионы тяжелых металлов. Тяжелые металлы обладают не только высокой токсичностью для гидробионтов, но и значительной стабильностью в водной среде и способностью к аккумуляции и трансформации внутри биоценоза водоема (Перевозников, Лащевская, 2000). Тяжелые металлы в течение длительного времени мигрируют по звеньям общей цепи циркуляции веществ в водоеме и в конечном итоге аккумулируются в ее завершающих звеньях – рыбах, водных млекопитающих и др.

По способности накапливать тяжелые металлы внутренние органы и ткани рыб можно расположить в следующий ряд (Перевозников, Богданова, 1999; Зайцев и др., 2000): скелет > (печень, почки, селезенка) > (кишечник, мозг, гонады, сердце) > мышцы. В наибольшей концентрации тяжелые металлы обнаруживаются в костях скелета, в несколько меньшей – во внутренних органах, и наименьшее их количество приходится на единицу массы мышечной ткани.

Нами были проведены исследования макроэлементного состава хрусталика некоторых видов рыб, в частности карпа *Cyprinus carpio* (L. 1758), толстолобика *Hypophthalmichthys molitrix* (Valenciennes, 1844) и радужной форели *Parasalmo mykiss* (Walbaum, 1792). Хрусталик позвоночных животных, в частности рыб, представляет собой уникальное образование, метаболизм и морфологическое строение которого отличается от любого другого органа.

Хрусталик полностью лишен иннервации и кровеносных сосудов. Рост хрусталика не приостанавливается на протяжении почти всей жизни животного. По мере роста хрусталика старые клетки не отторгаются, а дифференцируются в волокна, на которые новыми пластами наслаиваются молодые волокна хрусталика. В экваториальной части хрусталика происходит постоянная дифференцировка новых волокон. Исследования микроэлементного состава хрусталика проводились методом атомно-абсорбционной спектроскопии на спектрометрах Spectr фирмы "Varian". Энуклеированные хрусталики после предварительного взвешивания подвергались минерализации. Для этого в течение 30–40 мин. образцы экспонировались в смеси азотной кислоты и пероксида 6:1, и затем подвергались термообработке, в процессе которой в течение трех часов температура повышалась со 160 до 200 °С.

После проведения пробоподготовки дальнейший анализ тяжелых металлов, таких как Cr, Ni, Cu, Zn, Cd и Pb проводился на атомно-абсорбционном спектрометре SpectrAA 220 FS; анализ содержания мышьяка проводился на атомно-абсорбционном спектрометре с графитовой печью SpectrAA 220Z GTA-110.

В наибольших количествах в хрусталиках исследованных видов содержится Zn, Cu, и Ni. При этом у каждого отдельного вида содержание таких физиологически значимых металлов, как Zn и Cu и Cd варьирует незначительно. В наибольшей степени вариациям был подвержена концентрация Pb, и величина коэффициента вариации составляла для карпа примерно 49% и 35% для форели (табл. 1).

Таблица 1. Значение коэффициента вариации содержания тяжелых металлов в хрусталиках рыб

| | Карп | Голстоло- бик | Форель |
|----|------|------------------|--------|
| Cr | 42,8 | 28,2 | 9,2 |
| Ni | 24,1 | 26,9 | 23,6 |
| Cu | 17,2 | 13,4 | 1,2 |
| Zn | 6,9 | 7,4 | 8,9 |
| As | 44,8 | 14,5 | 11,3 |
| Cd | 5,3 | 8,6 | 4,3 |
| Pb | 48,5 | 34,9 | 35,4 |

Микроэлементный состав хрусталика карповых рыб и радужной форели заметно различается. Например, содержание Cu в хрусталике форели почти в 10 раз превосходит соответствующий показатель в хрусталике карпа и примерно в 3 раза – в хрусталике толстолобика. В целом, содержание исследуемых металлов в наибольшей степени было подвержено вариациям в хрусталиках карпов, и в наименьшей степени – в хрусталиках форели. По степени вариации тяжелые металлы можно расположить в следующие ряды: для карпа – Pb>As>Cr>Ni>Cu>Zn>Cd, для толстолобика – Pb>Cr>Ni>As>Cu>Cd>Zn, для форели – Pb>Ni>As>Cr>Zn>Cd>Cu.

Для проверки значимости межвидовых различий в содержании тяжелых металлов нами был использован дисперсионный анализ (табл. 2).

Таблица 2. Результаты дисперсионного анализа межвидовых различий в содержании тяжелых металлов. Критические значения F -статистики для соответствующих уровней значимости $F_{0,01} = 8,3$; $F_{0,05} = 4,4$. * – не значимо на уровне $\alpha = 0,05$; ** – значимо на уровне $\alpha = 0,05$; все остальные результаты значимы на уровне $\alpha = 0,01$

| Элемент | Значение F -статистики | | |
|---------|--------------------------|---------------|----------------------|
| | карп – толстолобик | карп – форель | толстолобик – форель |
| Cr | 1,2* | 68 | 59 |
| Ni | 0,58* | 11 | 12 |
| Cu | 34 | 1200 | 2000 |
| Zn | 31 | 230 | 210 |
| As | 120 | 190 | 8,4 |
| Cd | 20 | 24 | 28 |
| Pb | 71 | 5,5** | 24 |

СЕЗОННАЯ ДИНАМИКА ПИТАНИЯ ОКУНЯ В ОЗ. КРИВОЕ (КАРЕЛЬСКИЙ БЕРЕГ БЕЛОГО МОРЯ)

Т.С. Иванова, Е.А. Мовчан, Е.В. Шатских

Каф. ихтиологии и гидробиологии Биолого-почвенного ф-та С-ПбГУ

Данная работа является частью комплексного гидробиологического исследования оз. Кривое, расположенного в окрестностях Бело-

морской биологической станции Зоологического института РАН, проводимого совместно сотрудниками кафедры ихтиологии и гидробиологии Санкт-Петербургского государственного университета и лаборатории пресноводной и экспериментальной гидробиологии Зоологического института РАН. Данное исследование посвящено питанию окуня (*Perca fluviatilis* L.) – одного из массовых представителей ихтиоцена данного водоема в летний период. Задачами работы являлось: изучение динамики интенсивности питания окуней разных весовых групп, характеристика спектра питания окуней и изучение динамики его качественных и количественных показателей в течение лета. Отлов окуней проводили в течение летнего периода в 2004–2005 гг. четыре раза за сезон ставными жаберными сетями с комбинированной ячеей от 12 до 36 мм на двух станциях, расположенных в прибрежной зоне озера, на глубине от 3 до 6 метров. Окуней с одинаковой длиной и массой объединяли в группы и их желудки фиксировали вместе. За весь период сбора проб было собрано и обработано по 24 группы в 2004 г. и в 2005 г. В дальнейшем всех рыб за два года объединили в 7 весовых групп, согласно размерно-частотному распределению: 1-я группа – меньше 20 г, 2-я – 20–40 г, 3-я – 40–60 г, 4-я – 60–105 г, 5-я – 105–125 г, 6-я – 125–225 г, 7-я – больше 225 г.

Был проведен анализ изменчивости индекса наполнения желудков у окуней разных размерных групп (ИН, мг/г = W пищевого комка, мг/ W рыбы, г) и его сезонной динамики. Показано, что индекс наполнения желудков у рыб разных весовых групп не имел значимых различий. Однако этот показатель существенно менялся в течение сезона. В начале и середине июня индекс наполнения желудка в среднем составлял 0,40–0,55%. Наибольший ИН у окуней отмечали в конце июня. Он составлял около 1,4%. Конец июня совпадает с посленерестовым периодом, и у окуней наблюдается интенсивный откорм. Далее ко второй половине лета ИН снизился до 0,40–0,50%. Было показано наличие сезонной динамики доли непитающихся окуней. В июне доля рыб с пустыми желудками во всех весовых группах относительно невелика и в среднем составляла около 10–20%. В середине и конце августа и начале сентября все 100% исследованных рыб питались. Следовательно, ко второй половине лета окуни начинают питаться более равномерно.

За весь исследованный период в желудках окуня были отмечены представители 24 таксонов. Следует отметить, что на протяжении периода наблюдения пищевой спектр существенно расширил-

ся. Так в начале лета в желудках были встречены представители восьми таксонов, далее спектр расширился до 11, и ко второй половине лета пищевой спектр был представлен 16 таксонами. Об увеличении разнообразия спектра питания окуня также свидетельствует и изменение индекса Шеннона. Так в июне он составлял 0,3–0,6 бит/экз., а в начале августа увеличился до 2,6 бит/экз.

Основу рациона окуня оз. Кривое составлял бокоплав *Gammarus lacustris* Sars, 1863. В начале и конце июня бокоплав по встречаемости составляли более 90% от общего числа съеденных организмов. Во второй половине лета доля бокоплавов в пищевом комке снизилась до 20–70%, и в питании окуня начали в больших относительных количествах встречаться другие объекты. Возросла доля личинок Chironomidae (11%). Следует так же отметить, что в начале августа в питании окуня значимую роль играли куколки Diptera (27%). В начале сентября в желудках окуней возросла встречаемость личинок Trichoptera (27%), которые практически отсутствовали ранее.

Все исследованные размерные группы окуней в целом предпочитали бокоплавов со сходными размерными характеристиками. Наблюдалась сезонная изменчивость в потреблении окунем бокоплавов. В июне средний размер потребляемых рачков составлял 8–10 мм, а в августе и начале сентября – 6–7 мм. Также к августу снизился минимальный размер потребляемых бокоплавов – он составлял 2 мм, в то время как в июне окунь практически не употреблял бокоплавов мельче 4 мм. Смещение размерного диапазона потребляемых бокоплавов могло зависеть от изменения их соотношения в бентосе. В июне рачки в бентосе были преимущественно крупными, а в августе появилась молодь, и старые, крупные бокоплавывы частично вымерли, а частично – были к этому времени выедены окунями. Биомасса и численность крупных бокоплавов (более 10 мм) с июня по начало августа снизилась в 5 раз.

Таким образом, было показано, что интенсивность питания окуней в течение исследованного периода менялась, и наибольшую интенсивность питания наблюдали в конце июня, что у данной популяции окуня связано с окончанием нерестового периода. Ко второй половине лета интенсивность питания окуней всех размерных групп снижалась на фоне существенного расширения спектра питания. Основой рациона окуня оз. Кривое являются бокоплавывы, составляя более 90% численности съеденных организмов в начале лета и 20–70% во второй половине лета.

РЕЗУЛЬТАТЫ УЧЕТА МОРСКИХ ПТИЦ НА МУРМАНЕ ЛЕТОМ 1992 Г.

Т.Д. Панева

Кандалакшский гос. природный заповедник

До 30-х гг. прошлого столетия зоологические исследования на Мурмане имели преимущественно фаунистическое направление. С момента организации в регионе заповедника на его территории проводится мониторинг популяций морских птиц. Сведений о распределении и размерах гнездовых колоний на незаповедных территориях Мурмана крайне мало.

В июне-августе 1932 г. научно-промысловая экспедиция НИИ птицепромышленности впервые подробно исследовала гнездовья морских птиц на Мурманском побережье от Вайда-губы (довоенная государственная граница России) до мыса Святой Нос. В опубликованных результатах экспедиции приводятся описания мест размножения морских птиц, видовой состав колоний, но численность птиц определена суммарно для всех видов, включая обыкновенную гагу и крупных чаек (Залевский и др., 1933).

В июне-июле 1960 г. по этому же маршруту исследовала состояние колоний морских птиц (птичьих базаров) экспедиция Кандалакшского заповедника, по ее результатам впервые были опубликованы данные о численности видов в обследованных колониях (Герасимова, 1962).

Через 30 лет Кандалакшским заповедником предпринята следующая инвентаризация колоний Мурмана. В 1991 г. учетные работы проведены только на Восточном Мурмане, в 1992 г. (9–26 июля 1992 г.) нами было обследовано побережье Мурмана протяженностью 450 км от Варангер-фиорда до мыса Клятны (Святоносский залив) (табл. 1). Из-за плотного тумана не удалось обследовать участок у мыса Май-наволок на полуострове Рыбачий, где, как известно, существовал второй по величине на Западном Мурмане птичий базар (Залевский и др., 1933; Герасимова, 1962). Детальные учеты предполагалось выполнить в 1993 г., но они не состоялись, а данные учетов 1991–1992 гг. остались неопубликованными. В данном сообщении мы приводим результаты экспедиции 1992 г. (кроме данных по участкам Кандалакшского заповедника),

в ходе которой были проведены учеты почти по всему Мурманскому побережью.

Таблица 1 (начало). Численность морских птиц (в парах) на Мурмане летом 1992 г.

| Место учета | Координаты | | Большой баклан | Хохлатый баклан |
|--------------------------------------|------------|--------|----------------|-----------------|
| | N | E | | |
| губа Савиха | 68°12' | 39°05' | 0 | 0 |
| о. Нокуев | 68°22' | 38°30' | 63 | 0 |
| губа Дворовая, м. Дворовый | 68°27' | 38°14' | 0 | 2 |
| губа Дворовая, западный берег | 68°27' | 38°14' | 0 | 0 |
| губы Дворовая – Сидоровка | 68°28' | 38°12' | 0 | 0 |
| | 68°28' | 38°11' | 0 | 0 |
| губа Червяная | 68°31' | 38°03' | 0 | 0 |
| м. Корабельная Пахта | 68°33' | 38°02' | 0 | 0 |
| губа Корабельная, островки | 68°33' | 38°02' | 52 | 0 |
| о. Мертвецкий | 68°36' | 37°54' | 61 | 0 |
| о-ва Шубинские Лудки | 68°56' | 36°50' | 16 | 0 |
| м. Шельпинская Пахта | 69°07' | 36°10' | 0 | 0 |
| м. Крутик | 69°09' | 36°56' | 0 | 0 |
| губа Подпахта | 69°09' | 36°56' | 0 | 0 |
| м. Гавриловский | 69°11' | 35°55' | 0 | 50 |
| о. Зеленецкий | 69°13' | 35°35' | 125 | 0 |
| м. Териберский | 69°17' | 35°12' | 0 | 0 |
| губа Завалишина | 69°12' | 35°16' | 140 | 0 |
| губа Териберская, юго-западный берег | 69°12' | 35°16' | 480 | 0 |
| губа Териберская, восточный берег | 69°12' | 35°16' | 140 | 0 |
| губа Корелинская, о-ва Корелинские | 69°25' | 33°26' | 115 | 0 |
| губа Ара, восточный берег | 69°26' | 32°57' | 0 | 0 |
| губа Ара, о. Большой Арский | 69°27' | 32°57' | 20 | 0 |
| о-ва Вичаны | 69°29' | 32°43' | 102 | 0 |
| м. Городецкий – м. Баргоутный | 69°35' | 32°51' | 76 | 6 |
| о. Большой Аникиев | 69°42' | 33°07' | 9 | 0 |
| о. Малый Кий | 69°54' | 31°52' | 224 | 0 |

Таблица 1 (конец)

| Место учета | Моевка | Чистик | Гагарка | Кайры (оба вида) | Тупик |
|--------------------------------------|--------|--------|---------|---------------------|-------|
| губа Савиха | 54 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| о. Нокуев | 63 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| губа Дворовая, м. Дворовый | 16610 | 2 | 8 | 925 | 0 |
| губа Дворовая, западный берег | 443 | 6 | 9 | 1025 | 0 |
| губы Дворовая – Сидоровка | 58 | 40 | 0 | 250 | 0 |
| | 31 | 20 | 4 | 425 | 0 |
| губа Червяная | 22 | 15 | 0 | 0 | 0 |
| м. Корабельная Пахта | 30 | 20 | 0 | 0 | 0 |
| губа Корабельная, островки | 0 | 40 | 1 | 0 | 0 |
| о. Мертвецкий | 0 | 22 | 0 | 0 | 0 |
| о-ва Шубинские Лудки | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| м. Шельпинская Пахта | 0 | 25 | 0 | 0 | 0 |
| м. Крутик | 3200 | 0 | 0 | 200 | 0 |
| губа Подпахта | 100 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| м. Гавриловский | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| о. Зеленецкий | 0 | 5 | 0 | 0 | 0 |
| м. Териберский | 30 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| губа Завалишина | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| губа Териберская, юго-западный берег | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| губа Териберская, восточный берег | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| губа Корелинская, о-ва Корелинские | 142 | 15 | 0 | 0 | 0 |
| губа Ара, восточный берег | 20 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| губа Ара, о. Большой Арский | 36 | 15 | 20 | 125 | 2500 |
| о-ва Вичаны | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| м. Городецкий – м. Баргоутный | 76620 | 10 | 5 | 2100 | 0 |
| о. Большой Аникиев | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| о. Малый Кий | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

ВЛИЯНИЕ ОСТРОЙ ГИПОКСИИ ПЕРИОДА РАННЕГО ОРГАНОГЕНЕЗА НА РАЗВИТИЕ ПОТОМСТВА БЕЛЫХ КРЫС

Т.Ю. Дунаева, А.В. Граф, Н.А. Соколова

Каф. физиологии человека и животных Биологического ф-та
МГУ им. М.В. Ломоносова

Пренатальная гипоксия является одним из наиболее распространенных и тяжелых осложнений беременности, вызываемым целым рядом причин: курение матери, вирусные инфекции, обморочные состояния. Результатом пренатальной гипоксии могут стать внутренняя абортация, преждевременные роды, нарушения физического и психического развития ребенка. Воздействие острой гипоксии в первый триместр беременности, когда происходит закладка основных систем органов, сравнительно мало изучено. В связи с этим целью нашей работы было изучение влияния острой гипоксии периода раннего органогенеза на развитие и общий метаболизм потомства белых крыс.

Работа была выполнена на 66 детенышах белых нелинейных крыс обоих полов, полученных от 11 самок.

Моделирование острой гипоксии проводили на 9–10-й день беременности при разряжении атмосферы в 145 мм рт. ст., что соответствует высоте 11500 м над уровнем моря. Подъем на «высоту» осуществляли за одну минуту. Потомство низкоустойчивых к острой гипоксии самок, время жизни которых «на высоте» не превышало 5 минут – опытная группа (под временем жизни подразумевается время от окончания подъема на «высоту» до остановки дыхания или появления у животного первого вдоха, характерного для предсмертной агонии; в обоих случаях действие гипоксии немедленно прерывали), потомство не подвергавшихся воздействию гипоксии самок – контрольная группа.

На 2-й, 15-й, 22-й, 36-й и 57-й дни жизни проводили измерение морфометрических показателей крысят. Так как в ранние периоды постнатального развития (2-й, 15-й, 22-й дни) достоверных отличий между полами внутри экспериментальных групп не было, то данные, полученные на самках и самцах внутри каждой группы, были объединены. На 36-й и 57-й дни постнатального периода данные, полученные на самках и самцах, анализировали отдельно.

Крысята опытной группы родились недоношенными, и отставание в физическом развитии сохранялось вплоть до половой зрелости (табл. 1). Межполовые отличия в контрольной группе проявлялись уже на 36-й день постнатального развития, в то время как в опытной группе – только на 57-день. У крысят опытной группы достоверно позже выделялись ушные раковины, прорезались зубы, появлялась шерсть, открывались глаза. Все эти факторы являются маркерами нарушений развития. Наблюдаемые отклонения говорят об отставании в физическом развитии от контрольной группы.

Таблица 1. Индекс Кетле – показатель физического развития крысят (среднее \pm стандартная ошибка средней). Контроль – потомство самок, не подвергавшихся воздействию острой гипоксии; опыт – потомство низкоустойчивых самок; # – отличия между самками и самцами ($p < 0,05$); * – отличия между опытной и контрольной группами ($p < 0,05$)

| Группа | | 2-й день | 15-й день | 22-й день | 36-й день | 57-й день |
|----------|--------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|------------------------|
| Контроль | самцы (n=9) | 2,41 $\pm 0,03$ | 3,44 $\pm 0,07$ | 3,78 $\pm 0,12$ | 4,55 $\pm 0,04$ | 6,12 $\pm 0,05$ |
| | самки (n=10) | 2,49 $\pm 0,03$ | 3,58 $\pm 0,13$ | 3,91 $\pm 0,07$ | 4,39 $\pm 0,03\#$ | 5,42 $\pm 0,04\#$ |
| Опыт | самцы (n=19) | 2,28 $\pm 0,03^*$ | 3,19 $\pm 0,05^*$ | 3,03 $\pm 0,11^*$ | 4,21 $\pm 0,09^*$ | 5,76 $\pm 0,07^*$ |
| | самки (n=15) | 2,21 $\pm 0,03^*$ | 3,04 $\pm 0,07^*$ | 2,98 $\pm 0,15^*$ | 4,24 $\pm 0,04^*$ | 5,19 $\pm 0,07^*\#$ |

На 37–57-й дни жизни, что соответствует пубертатному периоду, у крысят измеряли дыхательный коэффициент (отношение продукции углекислого газа к потреблению кислорода в единицу времени) и теплоотдачу (ккал/час./кг) методом непрямой калориметрии.

Острая пренатальная гипоксия привела к достоверному увеличению значений дыхательного коэффициента у самцов опытной группы на 5,24% ($p < 0,05$), тогда как самки опытной группы не отличались по этому показателю от самок контрольной группы. В контрольной группе межполовых отличий по этому показателю не наблюдалось, а у животных опытной группы отличия самцов от

самок были значимы: у самцов опытной группы дыхательный коэффициент был на 5,93% больше, чем у самок ($p < 0,05$). Увеличение значений дыхательного коэффициента у самцов опытной группы может говорить о сдвиге основного метаболизма в сторону окисления углеводов. Тот факт, что увеличение дыхательного коэффициента наблюдался только у самцов, может свидетельствовать об их меньшей устойчивости по данному показателю к пренатальному гипоксическому стрессу.

В опытной группе животных отмечалось достоверное увеличение средних значений теплоотдачи относительно контрольной группы и у самок (на 33%), и у самцов (на 43%). Межполовые отличия значимы и в контрольной, и в опытной группе животных: у самцов теплоотдача больше, чем у самок (на 60% в контрольной и на 72% в опытной группе). Увеличение теплоотдачи у животных опытной группы, возможно, связано с тем, что из-за отставания в росте у них увеличено отношение поверхности к массе тела, что способствует диссипации тепла.

Таким образом, в наших экспериментах было показано, что острая гипоксия периода раннего органогенеза приводит к отставанию в физическом развитии и увеличению теплоотдачи у крысят обоих полов, а также к увеличению дыхательного коэффициента у самцов.

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ЦЕЛОМОЦИТОВ БЕСПОЗВОНОЧНЫХ С ЖИВЫМИ И НЕЖИВЫМИ ОБЪЕКТАМИ *IN VITRO*

И.А. Кондратьева, В.Б. Рябов, Ю.В. Тишина

Каф. физиологии микроорганизмов Биологического ф-та
МГУ им. М.В. Ломоносова

В связи с тем, что у иглокожих крайне редко встречаются бактериальные и паразитарные инфекции, предполагается наличие в их целомической жидкости мощных факторов гуморального иммунитета, природа которых пока не установлена. Центральная эффекторная роль в иммунитете иглокожих принадлежит целомическим клеткам. Именно они продуцируют большинство гуморальных факторов, таких как агглютинины, лизины, цитокиноподобные и комплементподобные молекулы. Таким образом, изучение механизмов реагирования целомочитов животных этого типа и беспозвоночных в целом представляет интерес как в связи с необходи-

мостью понимания процесса эволюции иммунной системы, так и с перспективами использования иммунных клеток низших животных в моделировании механизмов иммунного ответа и получении лекарственных препаратов.

Иммунный ответ беспозвоночных основан на взаимодействии клеточных и гуморальных факторов врожденного иммунитета. Основным процессом, обеспечивающим инактивацию и разрушение чужеродных агентов в организме беспозвоночных, является фагоцитоз. Если чужеродный объект велик и не может быть поглощен фагоцитом, то происходит его инкапсулирование, т.е. формирование вокруг чужеродной частицы многоклеточного агрегата из фагоцитов. В дальнейшем такой агрегат (капсула) может удалиться из организма через стенку тела.

Работа была проведена в период практики по сравнительной иммунологии студентами кафедры клеточной физиологии и иммунологии биологического факультета МГУ на Беломорской биологической станции им. Н.А. Перцова. Изучали взаимодействия фагоцитирующих клеток гемолимфы ряда морских беспозвоночных (морской звезды *Asterias rubens* (L., 1758), морского ежа *Strongylocentrotus* sp. и мидии обыкновенной *Mytilus edulis* (L., 1758) с эритроцитами человека (ЭЧ), частицами китайской туши (Т) и измельченной золой в культуре *in vitro*.

Цейтраферная съемка показала, что в свежеизвлеченной целомической жидкости подвижные амебоциты морской звезды формировали большие скопления звездчатой формы, возможно являющиеся синцитиями. Вокруг них наблюдали образование областей, свободных от ЭЧ.

Амебоциты из целомической полости морского ежа оставались неподвижны и не формировали скоплений. В фагоцитозе были активны подвижные красные сферические клетки, способные к быстрому изменению формы и гранулярные амебоциты. Основное участие в процессе фагоцитоза у мидии принимали гранулярные клетки гемолимфы (гемоциты).

Подсчет числа ЭЧ в начале и в конце съемки показал, что в течение часа инкубации с целомическими клетками количество ЭЧ уменьшилось в случае мидии и морского ежа в четыре раза (от 103 до 34 и от 540 до 148 соответственно), а в случае морских звезд – менее чем на 30% (от 105 до 75). При добавлении крупных чужеродных частиц (в данном случае, золы) было характерно образова-

ние вокруг них агрегатов гемцитов и многоклеточных капсул, что хорошо видно из видеосъемки. Данная реакция наиболее отчетливо проявлялась в случае мидии, по типу питания являющейся фильтратором. В процессе фильтрации случайно захваченные чужеродные частицы могут удаляться из организма мидии именно за счет формирования агрегатов.

При встрече с мелкими неживыми частицами (Т) наблюдался их захват и поглощение одиночными фагоцитами. При этом крупные агрегаты обычно не формировались.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ РЯДА ИСХОДНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ
ЭЛЕКТРОКАРДИОГРАММЫ НЕБЕРЕМЕННЫХ САМОК КРЫС И
БЕРЕМЕННЫХ КРЫС В ПЕРИОД РАННЕГО ОРГАНОГЕНЕЗА,
ОБЛАДАЮЩИХ РАЗЛИЧНОЙ СТЕПЕНЬЮ УСТОЙЧИВОСТИ К ОСТРОЙ
ГИПОБАРИЧЕСКОЙ ГИПОКСИИ

Л.К. Трофимова, А.В. Граф, Я.В. Крушинская,
М.В. Маслова, Н.А. Соколова

Каф. физиологии человека и животных Биологического ф-та
МГУ им. М.В. Ломоносова,

К числу наиболее распространенных патологий беременности относится гипоксия, негативно влияющая на функции сердечно-сосудистой системы матери и плода. На нашей кафедре в лаборатории физиологии регуляторных пептидов проводятся исследования влияния острой гипобарической гипоксии (ОГГ) на течение беременности белых беспородных крыс и на развитие их потомства. Ранее было показано, что и беременные, и небеременные животные могут обладать различной устойчивостью к ОГГ, условно их можно разделить на группы высоко и низкоустойчивых. Было показано также различие в степени нарушения развития потомства низкоустойчивых и высокоустойчивых к гипоксии животных. Выявление различий в работе сердечно-сосудистой системы между группами беременных и небеременных самок одного уровня устойчивости в норме могло бы помочь понять механизмы, определяющие уровень устойчивости, а также способствовать разработке методов профилактики и коррекции гипоксических состояний при беременности.

В работе использовали 34 небеременных и 48 беременных самок белых беспородных крыс. Регистрацию электрокардиограммы (ЭКГ) у беременных крыс проводили на 9–10-й день беременности

(период раннего органогенеза). Первым днем беременности считали день обнаружения сперматозоидов в вагинальном мазке. За день до регистрации ЭКГ всем животным под кожу вживляли по два электрода в области лопаток и по одному у хвоста. Сигналы от электродов через аналого-цифровой преобразователь поступали в компьютер. ЭКГ регистрировали с помощью программы ISCOPE (автор программы Д.Д. Воронцов) в течение двух минут.

Сразу после регистрации ЭКГ проводили моделирование ОГГ в барокамере при давлении 145 мм рт. ст. Снижение давления осуществляли за одну минуту. Самок, у которых в течение 10 минут с момента начала ОГГ агональный вдох (тип вдоха, характерный для предсмертной агонии) или прекращение дыхания не наступали, относили к высокоустойчивым самкам (ВУ). Крысы со временем жизни в условиях ОГГ менее 5 минут были отнесены к низкоустойчивым (НУ). По истечении 10 минут ОГГ или после прекращения дыхания воздействие гипоксией прекращали.

По результатам ОГГ запись ЭКГ каждого животного определяли в ту или иную выборку, в зависимости от устойчивости к гипоксии. Было получено четыре выборки записей для следующих групп животных: небеременные высокоустойчивые ($n = 21$) и низкоустойчивые ($n = 13$) самки, беременные высокоустойчивые ($n = 14$) и низкоустойчивые ($n = 34$) самки. Процентное соотношение ВУ и НУ самок составило, соответственно, 62% и 38% в группе небеременных и 29% и 71% в группе беременных. Таким образом, беременность в периоде раннего органогенеза приводит к снижению устойчивости самок к гипоксии.

Анализ исходной ЭКГ, зарегистрированной до начала гипоксии, проводили ретроспективно для каждой сформировавшейся выборки с помощью программ Spike-C3, Average Plot и Intervals (автор Д.Д. Воронцов). Из двух минут записи выделяли интервал с 60-й по 110-ю секунду регистрации. Для этого интервала рассчитывали следующие показатели (Баевский, 2002): среднее значение RR-интервала (среднее время между двумя R-зубцами на ЭКГ, характеризует средний уровень работы системы кровообращения), мода (наиболее часто встречающийся RR-интервал в выборке; этот показатель отражает влияние вышележащих отделов ЦНС на гуморальную реакцию сердца), амплитуда моды (доля моды в выборке в %; отражает влияние вышележащих отделов ЦНС на вегетативную реакцию сердца), вариабельность ритма (разброс в выборке; увеличение этого показателя может быть связано с появле-

нием аритмии и с рефлекторной активацией парасимпатического звена вегетативной регуляции) и коэффициент монотонности (уменьшение этого показателя свидетельствует о рефлекторной активации парасимпатического звена вегетативной регуляции). Статистическую обработку результатов проводили с помощью программ Excel и Statistica 6.0.

Исходно до начала гипоксии в группе беременных самок, которые в дальнейшем оказались НУ к ОГГ, среднее значение RR-интервала составило 120,7 мс, тогда как в соответствующей группе небеременных самок – 135,1 мс ($p < 0,01$). Таким образом, частота сердечных сокращений у потенциально НУ беременных самок выше, чем у небеременных. Мода у потенциально НУ беременных самок составляла 119,0 мс, у соответствующей группы небеременных самок – 133,1 мс ($p < 0,01$). В то же время амплитуда моды у этих групп была 13,3% и 9,6% соответственно ($p < 0,05$). Полученные результаты свидетельствуют о том, что влияние центральных звеньев регуляции деятельности сердечно-сосудистой системы на вегетативное звено регуляции у вероятно НУ беременных самок увеличено, а на гуморальное звено – уменьшено по сравнению с вероятно НУ небеременными самками. Таким образом, по вышеописанным показателям потенциально НУ самки при беременности отличаются от потенциально НУ небеременных самок. Возможно, при беременности в организмах большей части самок (в данном исследовании – 71%) происходят перестройки в работе сердечно-сосудистой системы, а также в ее регуляции, направленные, прежде всего, на защиту зародыша, что приводит к снижению устойчивости самок к гипоксии.

Что касается потенциально ВУ самок, то достоверных отличий между беременными и небеременными по большинству показателей выявлено не было. Достоверные отличия ($p < 0,05$) были выявлены лишь в вариабельности ритма сердечных сокращений: у беременных этот показатель составил 41,6 мс, у небеременных – 59,1 мс. Такое различие может свидетельствовать о большем уровне активности парасимпатического звена регуляции в группе потенциально ВУ небеременных самок. Видимо, в организмах меньшей части самок (в данном исследовании – 29% беременных самок), потенциально являющихся ВУ к гипоксии при беременности на исследованном сроке работа сердечно-сосудистой системы и уровень ее регуляции нервными и гуморальными влияниями не меняется, по крайней мере, в норме.

ИЗМЕНЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРНОГО РЕЖИМА НА ПОБЕРЕЖЬЕ БЕЛОГО МОРЯ В XIX–XX ВВ.

Ф.А. Романенко¹, О.А. Шиловцева²

1 – Каф. геоморфологии и палеогеографии Географического ф-та МГУ им. М.В. Ломоносова; 2 – Каф. метеорологии и климатологии Географического ф-та МГУ им. М.В. Ломоносова

Из всех инструментально измеряемых метеорологических параметров температура воздуха является наиболее комплексным климатическим показателем. Поэтому анализ ее изменения за длительный срок позволяет получить наглядное представление о характере динамики климата.

На побережье Белого моря расположено 28 станций с периодом наблюдений более пятидесяти лет, которые продолжают работу в настоящее время. Самый длительный период наблюдений оказался в Архангельске – там наблюдения проводились с минимальными пропусками с 1814 г., в результате чего мы имеем возможность проанализировать, как менялась температура на протяжении почти двух веков (табл. 1).

Таблица 1 (начало). Оценки линейного тренда температуры и их значимость (тренд считается достоверным, если $P \geq 0,95$)

| Станция | Период наблюдений | Линейный тренд температуры, °С / 100 лет | | | | |
|-------------|-------------------|--|------|-------|------|-------|
| | | средняя за год | зима | весна | лето | осень |
| Архангельск | 1814-2004 | +0,5 | +0,7 | +0,8 | +0,1 | -0,01 |
| Кемь | 1866-2004 | +0,6 | +1,1 | +1,2 | +0,8 | +0,7 |
| Кандалакша | 1913-2004 | -0,5 | -1,0 | +0,3 | -0,2 | -0,7 |
| Ковда | 1913-2004 | -0,1 | -0,5 | +1,2 | +0,9 | -0,5 |
| Гридино | 1918-2004 | +0,1 | -0,4 | +0,6 | +0,7 | -0,1 |
| Умба | 1933-2004 | -0,2 | -0,8 | +1,2 | -0,1 | -0,1 |

Сопоставление многолетнего хода средних за год температур воздуха в Архангельске и Кемь показало их хорошее согласование. Практически все тенденции изменения температуры от года к

году совпадают. Также хорошо совпадают и межгодовые изменения аномалии средних за год температур воздуха для всех станций. Например, коэффициенты корреляции между средними за год температурами Гридино и Кемь составили 0,98, а Кемью и Канда-лакшей – 0,92. Это позволяет сделать вывод о том, что межгодо-вую изменчивость температурного режима определяют главным образом процессы общей циркуляции атмосферы, характерные для района Белого моря. Таким образом, анализируя изменение темпе-ратуры в Архангельске, мы получаем представление о тенденции климата во всем регионе.

Таблица 1 (конец). Оценки линейного тренда температуры и их значимость (тренд считается достоверным, если $P \geq 0,95$)

| Станция | Период наблюдений | Уровень значимости линейного тренда, P | | | | |
|-------------|-------------------|--|------|-------|-------|-------|
| | | средняя за год | зима | весна | лето | осень |
| Архангельск | 1814-2004 | 0,996 | 0,99 | 0,998 | 0,36 | 0,04 |
| Кемь | 1866-2004 | 0,99 | 0,99 | 0,999 | 0,999 | 0,98 |
| Кандалакша | 1913-2004 | 0,77 | 0,79 | 0,42 | 0,49 | 0,77 |
| Ковда | 1913-2004 | 0,25 | 0,45 | 0,96 | 0,95 | 0,63 |
| Гридино | 1918-2004 | 0,19 | 0,36 | 0,62 | 0,87 | 0,15 |
| Умба | 1933-2004 | 0,18 | 0,46 | 0,84 | 0,15 | 0,10 |

Изменение средней за год температуры воздуха (T_g) в Архангельске за последние 190 лет характеризуется цикличностью. Примерно до 1825 г. наблюдался рост температуры, затем падение примерно до 1880 г. (линейный тренд $-1,3^{\circ}\text{C}/100$ лет, $P = 0,77$). Далее примерно до середины 40-х гг. XX в. наблюдался рост (тренд $+2,5^{\circ}\text{C}/100$ лет, $P = 0,998$). В последующие 35 лет (примерно до 1979 г.) наблюдалась тенденция к уменьшению T_g (линейный тренд $-3,6^{\circ}\text{C}/100$ лет, $P = 0,89$). С начала 80-х гг. наблюдался рост температуры, и за период с 1980 по 2004 гг. тренд температуры составил $+2,8^{\circ}\text{C}/100$ лет ($P = 0,65$). Цикличное изменение температуры происходило на фоне постепенного роста T_g , о чем свидетельствует оценка линейного тренда: в течение последних 190 лет в Архангельске наблюдался рост температуры со скоростью примерно $0,5^{\circ}\text{C}$ за 100 лет ($P = 0,996$).

Анализ векового хода аномалии температуры воздуха (A_t), рассчитанного, как рекомендует Всемирная Метеорологическая Ор-

ганизация, относительно базового периода 1961–1990 гг., показал, что максимальная величина положительной аномалии не превысила 2,5°C, причем она встречалась как в XX веке (1920 и 1989 гг.), так и в XIX (1826 г.). Наибольшая отрицательная аномалия средней за год температуры воздуха оказалась больше по величине, чем положительная (-3,3°C) и наблюдалась в 1902 г., который оказался самым холодным за все 190 лет. Несколько меньшая аномалия (-2,5 – -2,8°C) наблюдалась также четыре раза в XIX веке (в 1856, 1862, 1867, 1893 гг.) и только два раза в XX (1941, 1966 гг.). Таким образом, похолодание, которое наблюдалось в середине XIX века, было более существенным, чем во второй половине XX. Потепление 1920 – 30-х гг. XX века в Архангельске было выражено более ярко, чем в последние двадцать лет предыдущего столетия.

Таблица 2 (начало). Средние и экстремальные температуры воздуха, °С (для экстремальных значений указаны годы их наблюдения)

| Месяц | | I | II | III | IV | V | VI | VII |
|------------|-------|---------------|---------------|---------------|--------------|--------------|---------------|---------------|
| Кандалакша | сред. | -12,1 | -12,0 | -7,7 | -1,5 | +4,3 | +10,9 | +14,7 |
| | макс. | -4,9 1925 | -2,2 1990 | -1,2 1989 | +3,1 1921 | +9,2 1963 | +14,7 1953 | +18,3 1938 |
| | мин. | -23,2 1985 | -21,4 1966 | -15,9 1966 | -5,7 1956 | +1,2 1916 | +4,6 1924 | +10,9 1968 |
| Ковда | сред. | -11,4 | -11,6 | -7,4 | -1,5 | +4,0 | +10,5 | +14,5 |
| | макс. | -4,2 1930 | -1,7 1990 | -1,3 1989 | +2,6 1921 | +9,1 1963 | +14,5 1953 | +18,5 1938 |
| | мин. | -22,6 1985 | -21,0 1966 | -15,7 1966 | -6,6 1929 | -0,4 1916 | +5,7 1924 | +11,2 1968 |
| Умба | сред. | -11,2 | -11,5 | -7,4 | -1,6 | +4,1 | +10,6 | +14,3 |
| | макс. | -4,4 2001 | -1,9 1990 | -1,6 1967 | +1,6 1950 | +8,8 1963 | +14,4 1953 | +19,0 1960 |
| | мин. | -23,3 1985 | -21,8 1966 | -15,8 1966 | -6,5 1958 | +0,6 1999 | +6,7 1982 | +10,7 1968 |

Анализ температуры воздуха по сезонам года показывает, что в Архангельске за период с 1814 г. статистически значимое потепление наблюдалось в первой половине года, особенно сильно оно было выражено весной. В Кемии за 140 лет наблюдений потепление

климата наблюдалось во все сезоны года, а вот в Ковде для периода наблюдений с 1913 г. – в большей степени весной и летом.

Таким образом, степень и характер изменения температурного режима достаточно изменчивы. Для оценки линейного тренда очень важно, какой длительности период наблюдений рассматривается. Анализ зависимости знака и величины линейного тренда и его достоверности с изменением длительности периода наблюдений, проведенный на основе рядов Тг по г. Архангельску, показал, что при той изменчивости, которая наблюдалась в XIX–XX вв. в районе Белого моря, наиболее надежны оценки, полученные для наблюдений длительностью более 110 лет.

Таблица 2 (конец). Средние и экстремальные температуры воздуха, °С (для экстремальных значений указаны годы их наблюдения)

| Месяц | | VIII | IX | X | XI | XII | Средне- довая |
|------------|-------|---------------|---------------|--------------|---------------|-----------------------|------------------|
| Кандалакша | сред. | +12,5 | +7,1 | +1,0 | -4,8 | -9,1 | 0,3 |
| | макс. | +15,5 1937 | +10,2 1920 | +6,2 1961 | +0,2 1967 | -0,8 1970 | +3,3 1938 |
| | мин. | +9,5 1987 | +3,3 1993 | -5,7 1992 | -10,9 2002 | -18,6 1915 | -2,6 1966 |
| Ковда | сред. | +12,6 | +7,6 | +1,5 | -3,9 | -8,3 | +0,6 |
| | макс. | +16,5 1951 | +10,5 1934 | +6,5 1961 | -0,3 1936 | -1,6 1972 | +3,5 1938 |
| | мин. | +9,1 1918 | +4,2 1993 | -3,5 1992 | -9,1 1992 | -17,5 1956 | +2,4 1966 |
| Умба | сред. | +12,4 | +7,5 | +1,5 | -4,0 | -8,1 | +0,5 |
| | макс. | +15,9 1967 | +10,2 1974 | +6,8 1961 | +0,7 1967 | -1,5 1972, 1974 | +3,2 1938 |
| | мин. | +9,6 1987 | +4,1 1993 | -4,3 1992 | -9,8 2002 | -17,2 1955 | -2,2 1966 |

Анализ изменений температуры воздуха для каждого месяца показал, что наиболее сильно процесс потепления выражен в марте, он прослеживается на всех станциях. В Архангельске величина

линейного тренда в этом месяце составила $0,7^{\circ}\text{C}/100$ лет ($P = 0,90$), в Кеми $1,5^{\circ}\text{C}/100$ лет ($P = 0,98$), в Кандалакше $2,6^{\circ}\text{C}/100$ лет ($P = 0,96$), в Ковде $3,3^{\circ}\text{C}/100$ лет ($P = 0,99$). Потепление в марте началось с середины XIX в. и продолжается до сих пор. На станциях с периодом наблюдений 110–120 лет заметно теплеют июнь и октябрь (линейный тренд около $1-1,5^{\circ}\text{C}/100$ лет, $P \geq 0,96$).

Средние и экстремальные температуры воздуха для каждого месяца и в среднем за год для некоторых станций, расположенных наиболее близко к Беломорской биологической станции МГУ, представлены в табл. 2.

Таким образом, в регионе Белого моря последние два столетия на фоне циклических изменений наблюдается статистически значимое увеличение среднегодовой температуры воздуха со скоростью около $0,5^{\circ}\text{C} / 100$ лет, которое проявляется в росте температуры, главным образом, в зимний и весенний сезоны года, и наиболее – в марте. Потепление в первой половине XX века в этом районе оказалось более существенным, чем в 1980–2004 гг.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ 05-05-64872.

МОРФОСТРУКТУРНЫЕ ОСОБЕННОСТИ И ЛАНДШАФТЫ И МОРФОЛОГИЯ БЕРЕГОВОЙ ЗОНЫ ПОЛУОСТРОВА КИНДО (БЕЛОЕ МОРЕ)

И.Г. Авенариус¹, А.Д. Виталь²

1 – Российский НИИ культурного и природного наследия;

2 – Беломорская биостанция МГУ им. М.В. Ломоносова

Морфоструктурные особенности полуострова Киндо обусловлены его положением в приграничной зоне Беломорского мегаблока вблизи с границей Кандалакшско-Двинского новейшего грабенообразного прогиба. Такое приграничное положение – причина повышенной дифференцированности новейших вертикальных тектонических движений, о чем убедительно свидетельствуют данные о мощностях четвертичных отложений на суше (первые метры) и в соседнем проливе Великая Салма (более 100 м) (Авенариус и др., 2005). В целом полуостров Киндо в новейшее время испытывал поднятие, которое в эпохи развития покровных оледенений сменялось гляциоизостатическим погружением. Поднятие носило дифференцированный характер. Судя по геоморфологическим данным, наряду с вертикальными тектоническими движениями в рай-

оне имели место и слабо выраженные горизонтальные движения, обусловленные региональным полем новейшего тектонического напряжения Севера России (Николаев, 1992). Для этого поля в районе Карельского берега характерны направления сжатия северо-северо-восток – юго-юго-запад и направления растяжения – запад-северо-запад – восток-юго-восток. Новейшие поля напряжений предопределили ориентировку основных морфоструктурных элементов района и асимметричное строение водораздельных гряд, а также некоторых элементов рельефа дна (например, в заливе Биофильтов наибольшие глубины смещены к северо-востоку). Особенности геологического строения обусловили более мелкие детали морфоструктурного плана района полуострова Киндо. Об активности новейшей тектонической жизни всего региона свидетельствует достаточно высокая для платформенных территорий современная сейсмичность (Никонов, Ассиновская, 2004). Наряду с собственно тектоническими новейшими движениями разных типов, в формировании облика морфоструктурных элементов важную роль сыграли положительные гляциоизостатические движения, активность которых особенно возрастала в переходные эпохи от оледенений к межледниковьям. Именно в это время имело место значительное усиление сейсмичности региона, отмеченное еще Н.И. Николаевым (1966), когда сила землетрясений могла приближаться к 8 баллам. Об этом наглядно свидетельствуют многочисленные палеосейсмодислокации, известные на Кольском полуострове и в Карелии (Лукашов, 2004). Есть такие палеосейсмодислокации и в районе полуострова Киндо, и на соседних островах, и в окрестностях губы Чупа. Морфоструктурный анализ позволил выявить в пределах блока Киндо более мелкие морфоструктурные элементы: мезо и микроблоки – и оценить направленность и интенсивность их новейших движений в условных баллах.

Сопоставление морфоструктурного плана полуострова Киндо с картой растительности, составленной А.Д. Виталь по результатам полевых работ и дешифрированию детальным аэрофотоснимков, показало, что между ними есть тесная связь. Группа наиболее поднятых мезоблоков (горы Радикунит, Ругозерская, Курган Пирамида) в вершинных частях характеризуется развитием беслесных поверхностей типа «бараньих лбов» и «курчавых скал», покрытых лишайниками. На остальной части этих мезоблоков преобладают различные типы сосновых лесов. Узкие грабенообразные понижения, разделяющие и осложняющие эти мезоблоки, как правило,

заняты различными типами болот. Участки данных мезоблоков, входящие в зоны активных в новейшее время линеаментов (южный склон мезоблока Курган Пирамида, южный и, особенно, восточный склоны Ругозерского мезоблока), отличаются повышенной раздробленностью. Она фиксируется широким развитием системы линейных микроблоков: горстов и грабенов, растительный покров которых отличается очень высокой мозаичностью отдельных урочищ: безлесные скалы, склоны с разреженными сосняками, кустарничково-сфагновые верховые болота. Мезоблоки, испытавшие менее значительное поднятие, характеризуются развитием как сосновых, так и березовых вторичных лесов (последние развиты преимущественно на западе и юге полуострова Киндо). Система мезоблоков, испытавшая в новейшее время слабое погружение, занята преимущественно низинными болотами и озерами. Мезоблоки, претерпевшие умеренное (губа Кислая) и значительное (пролив Великая Салма) прогибание, характеризуются подводными ландшафтами разных типов. На карте растительности нашло отражение и явление асимметрии морфоструктурного плана на полуострове Киндо. Так на севере полуострова березово-сосновые и сосново-березовые леса с небольшой примесью ели с подлеском из рябины и кустарничковоразнотравные и разнотравные леса получили более широко развитие, чем на юге. В южной части полуострова шире распространены участки мозаичного развития скальных ландшафтов посреди сосновых лесов, что закономерно связано с более значительной крутизной южных склонов всех мезоблоков. Заметно выделяется повышенной мозаичностью и крайняя восточная часть полуострова (район бухты Биофильтров). В региональном морфоструктурном плане южной части Кандалакшского залива и прилегающего побережья этот район попадает в зону пересечения крупных новейших линеаментов северо-восточного и запад-северо-западного простираний. В пределах этого пересечения образовался типичный «морфоструктурный узел» (в понимании Е.Я. Ранцман), с характерной для узлов повышенной раздробленностью земной коры и сложным мелкоблоковым строением.

Результаты морфоструктурного анализа были сопоставлены с наблюдениями за морфологией береговой зоны и литорали, характеристика которой приведена в статье Б.К. Лузгина и Д.П. Найдина (1970). На локальных участках с отчетливой тенденцией к незначительному новейшему прогибанию (вершина Ермолинской

губы) отмечается развитие низких аккумулятивных берегов с «луговой террасой», имеющей два подуровня: острово-ситниковый и злаково-разнотравный. Литораль имеет по преимуществу песчано-илистый характер, в вершине губы располагается няша, которая больше нигде авторами не отмечена. Здесь же встречаются заросли солероса и руппии. На участках с ярко выраженной тенденцией к поднятию появляются абразионные типы берегов, сложенных коренными породами, местами развит абразионный бенч (в 1 км к западу от ББС). «Луговая терраса» там практически отсутствует или имеет крайне незначительную ширину, и преобладает скалистый тип литорали. Остальные отрезки берега имеют тенденцию к незначительному поднятию. Для них характерны пологие скалистые берега или отмершие клифы, перекрытые маломощным чехлом рыхлых отложений. «Луговая терраса» имеет незначительную ширину и развиты каменистый или мелкокаменистый типы литорали. Обращают на себя внимание валунно-галечные гряды на литорали, поперечные береговой линии. Б.К. Лузгин и Д.П. Найдин считали их реликтами моренных гряд. Но для моренных гряд их размеры чересчур малы. Скорее всего, это линейные скопления валунно-галечного материала в незначительных трещинах мертвого льда, возникшие в эпоху завершения в регионе покровного оледенения. После окончательного таяния льда линейные скопления валунно-галечного материала спроектировались на земную поверхность. Такие линейные гряды валунов и гальки отмечались нами и на скалистых склонах, где они и сейчас выполняют трещинные зоны в коренных породах, так что их связь с трещинами несомненна. В этой связи интересно проанализировать ориентировку на литорали полуострова Киндо поперечных валунно-галечниковых гряд на разных участках и сопоставить их с ориентировкой на данных участках основных линеаментов, активных в новейшее время. Так, например, на полуострове к северу от Ермолинской губы и далее по берегу вплоть до ББС преобладает северо-западная ориентировка поперечных гряд. К востоку от ББС ориентировка гряд становится преимущественно северо-восточная. Не исключено, что западная и восточная части блока Киндо характеризуются разной ориентировкой роздиаграмм новейших линеаментов, что и сказалось на ориентировке поперечных гряд на литорали.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ 060544253а.

НАЧАЛОСЬ ЛИ УЖЕ ПОТЕПЛЕНИЕ КЛИМАТА НА ББС? (ИНФОРМАЦИЯ ДЛЯ ОБСУЖДЕНИЯ)

Н.Н. Марфенин

Каф. зоологии беспозвоночных Биологического ф-та
МГУ им М.В. Ломоносова

Гипотеза глобального изменения климата в ближайшие десятилетия постепенно подтверждается все новыми фактами и расчетами. Предполагается, что потепление климата должно происходить несравненно быстрее по сравнению с предыдущими историческими примерами. Согласно гипотезе глобального изменения климата климатические изменения будут происходить неравномерно по планете, и приполярные области окажутся в наибольшей степени подвержены потеплению. Авторитетный прогноз международной организации «Фонд защиты дикой природы» (WWF) относительно влияния потепления на видовое разнообразие Арктики, поддержанный Британским Королевским Обществом, предсказывает действительно катастрофическое оскудение фауны и флоры в Заполярье.

Тем не менее, на Беломорской биологической станции мы пока что не отмечаем никаких достоверных признаков потепления климата. Климатические изменения непросто проследить на фоне значительных межгодовых флуктуаций погоды. Метеорологические данные о температуре воздуха и воды регистрируются на ББС МГУ уже в течение полувека. Мы обработали записи в метеожурнале за последние 30 лет, обращая особое внимание на характер погоды в течение летнего сезона, когда происходит размножение большинства видов мелководных беспозвоночных. По всем показателям (таким как: средняя температура воздуха и воды за летний сезон, сроки наступления биологической весны, максимальные и минимальные дневные значения температуры воздуха) межгодовые изменения варьируют весьма существенно – настолько, что крайние значения могли бы соответствовать различным климатическим периодам, хотя временной интервал между ними составляет всего 1–4 года. В последние 10 лет мы проводим также ежегодный учет численности различных литоральных видов беспозвоночных и их планктонных личинок. Наиболее репрезентативные данные получены по колебаниям численности популяции баянусов на литорали [*Semibalanus balanoides* (L., 1758)].

Ограничиваясь в данной короткой заметке лишь анализом хода изменений температуры воздуха и воды вблизи ББС МГУ мы использовали для этого следующие показатели:

метеорологические – средняя температура приземного слоя воздуха (за год, за зиму, за лето), максимальная температура воздуха в течение года, количество дней в году с температурой воздуха выше +20, 25 или 30° (на выбор);

гидрологические – максимальная температура воды за лето, средняя температура поверхностного слоя воды за лето, скорость прогрева воды весной (дата превышения температуры 10° на малой воде на глубине 2 м).

По ряду показателей мы не обнаружили никаких надежных трендов за три десятилетия. Вплоть до 2004 г. не было и других каких-либо признаков потепления климата. Однако за последние два года ситуация изменилась. Впервые за 30 лет наблюдений показатель средней за лето температуры воды на глубине 2 м, регистрируемой на малой воде, сохраняется в течение трех лет на максимальном уровне, а прогрев воды на мелководье происходит раньше среднемноголетнего на 10 дней (табл. 1). Всего шесть раз за тридцатилетний период наблюдений средняя за лето температура воды была выше 13°. Три из них приходятся на период 2003–2005 гг.

Второй признак наступивших изменений – показатель даты прогрева поверхностного слоя воды выше 10° на малой воде (на глубине 2 м). За весь период наблюдений с 1978 по 2001 гг. ни разу поверхностный слой воды не прогревался ранее 20 июня, а в последние пять лет это произошло уже четыре раза.

Используемые нами показатели температуры воды отражают важнейшие для биоты особенности среды обитания. От сроков и степени прогрева поверхностного слоя воды зависят сроки и интенсивность роста и размножения обитателей моря. В Белом море обитают виды, которые по своим зоогеографическим характеристикам принадлежат к холодолюбивым, так и к умеренно теплолюбивым группам. Флуктуации погоды от года к году создают условия для чередования условий размножения то для холодолюбивых видов, то для теплолюбивых, что способствует сохранению биологического разнообразия морских экосистем. В последние годы наметилась тенденция сохранения преимущества для размножения умеренно теплолюбивых видов.

Безусловно, представленные нами результаты недостаточны для уверенного ответа на вопрос: началось ли уже потепление климата в Арктике? Они лишь отражают некие местные локальные изменения в мелководной части Кандалакшского залива. Но не являются ли они более отражающими судьбу всего небольшого Белого моря? А если это так, то не являются ли изменения на мелководья в определенной мере моделью потепления климата в Арктике?

Таблица 1. Динамика за 35 лет наблюдений на Беломорской био-станции МГУ двух температурных показателей: средней за лето (с 15 июня по 31 августа) температуры малой воды на глубине 2 м и даты достижения на малой воде температуры 10° (по данным метеорологических наблюдений ББС МГУ)

| Год | Средняя $t^{\circ}\text{C}$ воды за лето | Дата достижения 10°С | Год | Средняя $t^{\circ}\text{C}$ воды за лето | Дата достижения 10°С |
|------|--|----------------------|------|--|----------------------|
| 1978 | 11,3 | 01.07 | 1993 | 12,4 | 04.07 |
| 1979 | 11,8 | 06.07 | 1994 | 12,8 | 30.06 |
| 1980 | 13,3 | 24.06 | 1995 | 10,9 | 21.06 |
| 1981 | 10,8 | 10.07 | 1996 | 10,6 | 25.07 |
| 1982 | 11,0 | 07.07 | 1997 | 12,8 | Нет данных |
| 1983 | 11,3 | 13.07 | 1998 | 12,1 | Нет данных |
| 1984 | 12,7 | 23.06 | 1999 | 12,8 | 23.06 |
| 1985 | 12,6 | 24.06 | 2000 | 14,2 | 26.06 |
| 1986 | 12,0 | 03.07 | 2001 | 12,0 | 20.06 |
| 1987 | 10,6 | 24.07 | 2002 | 12,5 | 17.06 |
| 1988 | 13,7 | 29.06 | 2003 | 14,2 | 20.06 |
| 1989 | 12,7 | 25.06 | 2004 | 13,9 | 12.06 |
| 1990 | 12,5 | 24.06 | 2005 | 14,1 | 11.06 |
| 1991 | 12,2 | 05.07 | 2006 | Нет данных | 14.06 |
| 1992 | 10,1 | 27.06 | | | |

О МЕТОДАХ АНАЛИЗА ДАННЫХ

А.В. Андрианов

Каф. физики низких температур и сверхпроводимости
Физического ф-та МГУ им. М.В. Ломоносова,

В экспериментальных науках постоянно возникает задача анализа данных. Часто эти данные существуют в виде временных рядов – зависимости изучаемых величин от времени. Эти зависимости удобно представлять в виде графиков. Однако невооруженный глаз по исходным графикам далеко не всегда может уверенно обнаружить такие важные свойства, как периодичность (либо ее отсутствие), а также наличие связи между двумя величинами.

Обнаружить периодичность можно с помощью стандартного метода выявления периодической составляющей во временной зависимости – метода *разложения Фурье*. Этот метод прекрасно разработан, надежен и устойчив, дает однозначные результаты и встроено во все современные программы обработки данных, такие, как Origin и Excel. Показано, что для искусственно построенного ряда случайных чисел, с первого взгляда вызывающего подозрения на периодичность, разложение Фурье очевидным образом доказывает ее отсутствие.

В качестве реального примера рассмотрены знаменитые графики количества заячьих и рысьих шкур, которые охотники ежегодно сдавали на фактории компании Гудзонова залива. Эти данные обычно приводятся как демонстрация взаимосвязанных колебаний численности типа «хищник-жертва» в природе. Показано, что разложение Фурье подтверждает для численности зайцев и рысей ярко выраженную периодичность с одинаковым периодом 10,5 лет, что согласуется с предсказаниями модели «хищник-жертва». Одинаковость периодов двух разных величин – надежный аргумент в пользу наличия функциональной связи между этими величинами.

Эффективный метод обнаружения функциональной зависимости между двумя различными величинами – *метод фазового портрета*, когда обе величины откладываются по разным осям одного графика (исключая таким образом время). На искусственном примере показано, что однозначная нелинейная зависимость между двумя величинами, которая может не обнаруживаться кор-

реляционным анализом, становится очевидной на графике фазового портрета.

Методом фазового портрета проведен анализ вышеупомянутых данных по численности зайцев и рысей, и он ярко демонстрирует наличие и цикличность связи этих двух переменных, характерное для модели «хищник-жертва».

СОВРЕМЕННЫЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ О БИОГЕНЕТИЧЕСКОМ ЗАКОНЕ

Д.А. Воронов

Институт проблем передачи информации РАН

В 1828 г. К. Бэр показал, что ранние зародыши представителей разных классов позвоночных характеризуются значительным морфологическим сходством, постепенно исчезающим в ходе дальнейшего развития. Со времен выхода в свет «Происхождения видов» Ч. Дарвина (1859) сходство зародышей рассматривается, как одно из важнейших доказательств дивергентной эволюции. Э. Геккель (1874) положил его в основу своего «биогенетического закона», согласно которому онтогенез (т.е. индивидуальное развитие организма) есть краткое повторение филогении (т.е. исторического развития вида). Биогенетический закон объясняют тем, что эволюция происходит путем естественного отбора и постепенного накопления мелких изменений признаков, более вероятных на поздних стадиях развития, так как даже небольшие отклонения на ранних стадиях в дальнейшем развитии чрезмерно усиливаются и поэтому отбрасываются отбором.

Биогенетический закон вошел в школьные и университетские учебники, причем до наших дней его иллюстрируют рисункам Геккеля, на которых представлено развитие рыб, земноводных, пресмыкающихся, птиц и млекопитающих. Однако эти рисунки начинаются с уже более или менее сформированных «рыбообразных» зародышей. Как многократно указывалось (например, Ballard, 1976), на более ранних стадиях (зиготы, дробления и гаструляции) зародыши позвоночных значительно различаются, по крайней мере, внешне. Например, объем яиц представителей разных классов различается в миллионы раз; дробление может быть полным (земноводные и млекопитающие) или неполным (рыбы, пресмыкающиеся и птицы); картина гаструляции также весьма разно-

образна. Поэтому D. Duboule (1994) и R.A. Raff (1996) предложили «модель песочных часов», согласно которой в развитии позвоночных из разных классов развитие сильно различающихся ранних зародышей сходится к единообразным зародышам средних стадий, а затем разнообразие вновь возрастает. Такую закономерность развития символически можно представить фигурой, напоминающей песочные часы, «перехват» которых соответствует начальным стадиям на иллюстрациях Геккеля, а расширенные низ и верх – начальным и конечным стадиям развития.

Приблизительно на стадии хвостовой почки, что соответствует перехвату песочных часов, происходит экспрессия генов кластера *HOX*, гомологичных у самых разных многоклеточных животных и отвечающих за дифференцировку вдоль продольной оси, что придает этой стадии особое значение в развитии. Для нее были предложены названия: «фарингула» (Ballard, 1981), «филотипическая стадия» (наиболее распространенное) (Sander, 1983), «зоотип» (Slack *et al.*, 1993).

С эволюционной точки зрения «модель песочных часов» интерпретируют так (Raff, 1996): на филотипической стадии зародыш наиболее интегрирован, он весь охвачен интенсивными индуктивными взаимодействиями между составляющими его модулями (сомитами, нервной трубкой, хордой, зачатками органов). Поэтому вероятность благоприятной мутации в это время низка – мутации, как правило, приводят к многочисленным и тяжелым плейотропным эффектам, затрагивающим весь зародыш. На более ранних стадиях индуктивных взаимодействий существенно меньше и еще нет разнообразных зачатков органов, а на более поздних стадиях индуктивных взаимодействий много, но они происходят внутри полунезависимых модулей – все это снижает неблагоприятные чрезмерные эффекты мутаций.

Из вышеприведенной интерпретации «песочных часов» следует, что филотипическая стадия должна быть наиболее чувствительной к повреждающим факторам. Это было подтверждено для крысы, мыши и хомячка, у которых под действием одних и тех же ядовитых веществ беременность чаще всего прерывается на средних сроках (Galis, Metz, 2001).

Е. Nazkani-Covo с соавторами (2005) получили молекулярно-биологическое подтверждение «модели песочных часов». Они сравнили более 1500 генов, экспрессирующихся на 26 стадиях раз-

вития мышцы, с гомологичными генами человека. Оказалось, что гены мышцы, которые экспрессируются на средних сроках беременности, были ближе к их гомологам у человека, чем гены, экспрессирующиеся на ранних или поздних сроках. Отметим, однако, что статистический разброс полученных данных был весьма велик.

Еще в XIX в. было известно, что Э. Геккель выдавал желаемое за действительное и искажал свои иллюстрации так, чтобы они «доказывали» биогенетический закон. Между тем, именно рисунки Геккеля использовались в «модели песочных часов» для иллюстрации сходства зародышей на филотипической стадии (Duboule, 1994; Raff, 1996). М.К. Richardson с коллегами в серии работ 1990-х гг. заново исследовали строение зародышей представителей разных классов позвоночных и показали, что Геккель допускал серьезные искажения формы зародышей и пренебрегал гетерохрониями: он или пририсовывал еще не возникшие на данной стадии структуры, или не рисовал уже существующие. На основании этих исследований, поначалу чисто качественных, Richardson (1999) пришел к мысли о несостоятельности «модели песочных часов» и предложил «модель адаптивной пенетрантности», или «волчка». Согласно этой модели, в развитии позвоночных разных видов на средних стадиях разнообразие не минимально, как предполагается в «модели песочных часов» но, наоборот, максимально, что символически можно изобразить в виде утолщенной посередине фигуры наподобие вращающегося волчка.

Недавно «модель волчка» была проверена количественно с помощью оценки сходства и различия зародышей позвоночных путем учета частоты гетерохроний, происходящих на разных стадиях развития (Bininda-Emonds *et al.*, 2003). В анализе рассматривалась только последовательность событий, а абсолютное время игнорировалось. В качестве событий рассматривалось появление тех или иных структур, принадлежащих самым разным системам, например, определенных сомитов, изгибание сердца, образование глазного пузырька, ушных плакод, зачатка почек и т.д. Учитывая сходство гомологичных структур у позвоночных, такая формализация дает возможность адекватной оценки сходства зародышей.

Методику применили к двум рядам данных, один из которых включал 41 событие развития у 14 видов позвоночных из пяти классов, а другой – 116 событий развития у 14 видов млекопитающих, одного – птиц и одного – рептилий. Для обоих рядов был

получен сходный результат: частота гетерохроний на средних стадиях была в 2–3 раза выше, чем на начальных и конечных.

Для «модели волчка» была предложена следующая эволюционная интерпретация (Richardson, 1999; Bininda-Emonds *et al.*, 2003). Высокая степень независимости событий на средних стадиях развития указывает на то, что в это время зародыш вовсе не интегрирован, как полагают R.A. Raff (1996) и другие авторы. Обилие слабо интегрированных структур и взаимодействий на средних стадиях дает массу возможностей для адаптивных вариаций и их закрепления отбором, приводя к макроэволюционным изменениям. На ранних стадиях структур и взаимодействий еще мало, поэтому и возможностей для варьирования меньше. Поздние стадии консервативны, так как возникшие в это время вариации не успевают усилиться.

S. Pore и M.H. Wake (2004), однако, обнаружили, что методика обоснования «модели волчка» (Bininda-Emonds *et al.*, 2003) приводит к математическому артефакту – генерированию U образной зависимости сходства от времени развития даже в случае ряда чисел, заведомо этой зависимости не подчиняющегося. Обработав данные Bininda-Emonds с соавторами методом, не дающим смещения оценок, и, кроме того, учитывающим филогенетическое положение видов, Pore и Wake пришли к выводу, что в эволюции развития не существует какой-либо явно выраженной эволюционной тенденции: все стадии приблизительно одинаково пластичны, причем чаще встречаются небольшие сдвиги – изменение порядка соседних событий. Поэтому авторы отрицают все ранее предложенные модели («биогенетический закон», «песочные часы», «волчок») и вместо них предлагают «модель смежности», указывающую на повышенную вероятность небольших изменений.

Итак, после двух веков развития сравнительной эмбриологии позвоночных остается неизвестным, какие стадии эмбрионального развития у них эволюционно пластичнее – в противоречии оказались как интуитивные обобщения, так и данные количественных исследований с привлечением эмбриологических и генетических данных. По-видимому, в развитии позвоночных действительно нет выделенных особо пластичных стадий. Поучителен также пример эволюционной интерпретации предложенных разными авторами закономерностей, когда, казалось бы, в равной мере разумные рассуждения применялись для объяснения диаметрально противоположных выводов из наблюдений. Это указывает на весьма ограни-

ченную ценность подобных объяснений «постфактум» для реального понимания процессов макроэволюции. Дальнейший прогресс рассмотренной тематики зависит от разработки объективных критериев сравнения развития с учетом результатов морфологии, биологии развития и генетики.

ПРЕЗЕНТАЦИЯ НАУЧНО-ПОПУЛЯРНОГО ИЗДАНИЯ
«ЛИТОРИНЫ НА ЛИТОРАЛИ»
(ИЗ ИСТОРИИ СЕВЕРНЫХ МОРСКИХ БИОЛОГИЧЕСКИХ СТАЦИОНАРОВ)

Н.А. Горяшко

Кандалакшский гос. природный заповедник

Научно-популярное электронное издание «Литорины на литорали», подготовленное мною при поддержке Фонда Макартуров в 2004–2005 гг., посвящено истории российских биологических стационаров (и некоторых экспедиций) Белого и Баренцева моря, начиная с 80-х годов XIX века и до наших дней. Основной моей целью было воссоздание живой человеческой истории уникального сообщества ученых-биологов, сложившегося в этом регионе в течение XIX–XXI вв. Я не занималась (и не могла заниматься) историей научных исследований. Однако в данное издание включены те редкие и труднодоступные научные публикации, которые мне удалось обнаружить. Часто эти публикации помогают понять какими людьми и какой ценой делалась наука. Кроме того, как мне кажется, они могут представлять существенный интерес для специалистов.

Настоящее издание включает информацию о 17 стационарах Белого и Баренцева моря существовавших прежде и действующих в наши дни, а также о работе Плавморнина и отдельных (наиболее долговременных) юннатских экспедиций. Материал по каждому стационару (экспедиции) объединен в отдельный раздел. Каждый раздел содержит краткую справку, подробную популярную статью, библиографию и тексты первоисточников, фотоархив и рассказы непосредственных участников событий. В общей сложности представлены тексты более двухсот редких первоисточников, около девятистот фотографий (с 80-х годов XIX века до наших дней), рассказы нескольких десятков очевидцев о работе на различных биологических стационарах (начиная с 20-х годов XX века).

Именной указатель включает краткие данные о сотрудниках биологических стационаров, а также о людях, которые сыграли заметную роль в их истории (всего около трехсот человек).

Я рассматриваю это издание как первый шаг в работе по сбору и публикации истории северных биологических стационаров, которая нуждается в серьезном продолжении и развитии. Тем не менее, уже первый шаг принес много интересного. Приведу лишь несколько примеров.

Мурманская биологическая станция в Екатерининской гавани прекратила свое существование почти 70 лет назад, в 1933 г. К счастью, до сих пор жива Н.А. Вержбинская, бывшая сотрудница этой станции с 1927 г. по 1933 г. Она с удовольствием поделилась своими воспоминаниями. Сотрудник Института океанологии РАН Л.И. Москалев передал для публикации магнитофонную запись рассказа ныне покойного Н.Н. Кондакова, проходившего практику на станции в конце 20-х годов. Много интересных документов по истории станции обнаружено мною в Государственном архиве Мурманской области.

Ковденская биологическая станция К.К. Сент-Илера. Несмотря на то, что К.К. Сент-Илер проработал в Ковде более 30 лет, активно пропагандировал идею создания на Белом море сети биостанций для нужд студенческой практики, известно о нем было очень мало. Удалось найти несколько фотографий Сент-Илера, составить библиографию его работ по Белому морю и биологическим станциям. В нашем издании собрано 28 его публикаций, а для 12 из них приведены целиком тексты статей. Полная библиография по разделу, включающая работы учеников Сент-Илера и литературу о нем, включает 51 публикацию.

Соловецкая биологическая станция Соловецкого Общества краеведения УСЛОН. Интерес к лагерной теме вообще и к Соловкам, в частности, в нашем обществе не ослабевает, но все же история этой лагерной биостанции изучена крайне слабо. Почти ничего не известно о судьбах ее сотрудников. Так, относительно заведующего биостанцией А.А. Захваткина долгое время считалось, что им был известный впоследствии Захваткин – энтомолог, профессор Московского университета, а в его официальной биографии факт пребывания на Соловках замалчивается. Однако родственники профессора Захваткина опровергли этот факт. В Центральном архиве ФСБ России мне удалось получить выписку из

материалов архивного уголовного дела Захваткина Александра Алексеевича, 1900 года рождения, и узнать, что с 1921 г. он был студентом Томского университета, с 1922 г. по декабрь 1925 г. – студентом факультета рыбоведения Тимирязевской сельскохозяйственной Академии, а на момент ареста 31 января 1925 г. – научным сотрудником кафедры зоологии Московского лесного института. К сожалению, о его судьбе после освобождения с Соловков в марте 1928 г. узнать ничего не удалось.

По работе этой лагерной биостанции удалось составить библиографию из 44 источников, большинство из которых – публикации членов Соловецкого общества краеведения второй половины 20-х гг. в лагерных изданиях, для 16 из них приведены полные тексты.

Традиционно упоминаются в литературе по Белому морю Гридинская Морская биологическая станция Карело-Финского государственного университета (1945–1950 гг.) и Умбская методическая станция Государственного гидрологического института (1930–1938 гг.), однако обычно упоминанием дело и ограничивается, какой-либо подробной информации о работе этих станций не было.

Тем не менее, оказалось не так трудно обнаружить людей, работавших и бывавших на Гридинской станции. Замечательными воспоминаниями поделились доктор биологических наук, ведущий научный сотрудник Института цитологии РАН А.В. Успенская и доктор биологических наук, профессор кафедры эмбриологии Санкт-Петербургского государственного университета, Президент Санкт-Петербургского Общества естествоиспытателей А.К. Дондуа, проходившие в Гридино студенческую практику. У А.С. Герда (ныне заведующего кафедрой математической лингвистики филологического факультета Санкт-Петербургского государственного университета), сына основателя Гридинской станции С.В. Герда, сохранились замечательные дневниковые записи, которые он сделал в 1945 г., когда, десятилетним мальчиком, ездил с отцом в Гридино на открытие станции. А в библиотеке Беломорской биостанции «Картеш» Зоологического института РАН обнаружился целый альбом с фотографиями Гридинской станции. Нашлись и очевидцы недолгого периода биологических работ на Умбской станции. В издание включен интереснейший рассказ О.М. Ивановой-Казас, профессора кафедры эмбриологии Ленинградского го-

сударственного университета, работавшей в Умбе в 1935 г. студенткой и в 1937 г. – аспиранткой.

В целом проведенная работа позволила систематизировать и существенно пополнить наши знания об истории северных биостанций. После публикации диска я стала получать письма от тех, кто работал раньше и работает сейчас на стационарах и в экспедициях севера, и готов предоставить новые материалы по их истории. Стало очевидно, что работу эту необходимо продолжать. В настоящий момент ведется подготовка второго, дополненного издания.

В подготовке этого издания и в продолжении работы мне помогало и помогает много замечательных людей. Особенно хочу отметить Т.А. Бек и Е.А. Нинбурга, А. Махрова и Л.И. Москалева, Т.А. Савилову и С. Назарову, А.Д. Наумова и С.И. Фокина. Всем им – моя огромная благодарность.

Все интересующиеся историей биологических станций или желающие помочь в подготовке второго издания – предоставить для публикации интересные фотографии, рукописи и рассказы очевидцев о жизни биологических стационаров Белого и Баренцева морей – могут ознакомиться с краткой версией издания на сайте <http://www.littorina.narod.ru/> или получить полную версию на CD у автора.

МЕТОДИКА КОМПЬЮТЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ
В ИССЛЕДОВАНИЯХ ЛИЧИНОЧНОГО РАЗВИТИЯ
ДВУСТВОРЧАТЫХ МОЛЛЮСКОВ

П.А. Лезин, Л.П. Флячинская

Беломорская биостанция Зоологического ин-та РАН

Личинки двустворчатых моллюсков являются важным компонентом морского планктонного сообщества и традиционно представляют собой объект широкого спектра исследований. Тем не менее, точная видовая идентификация личинок *Bivalvia* связана с рядом сложностей. В первую очередь, возникает проблема расположения раковины под микроскопом. Малейшая неточность в ориентации ведет к значительным искажениям формы объекта. Кроме того, при исследовании живого или фиксированного обычным способом

материала не представляется возможным получить полную информацию о строении замка раковины.

При исследованиях личинок моллюсков применяются, как правило, методы световой и электронной сканирующей микроскопии. Методики световой микроскопии не позволяют получить исчерпывающую информацию о форме объекта и особенностях микроскульптуры раковины. Используемые же в некоторых случаях методы сканирующей электронной микроскопии, позволяющие судить о микроструктуре раковины, сложны технически, ресурсоемки и неприменимы в полевых условиях. Кроме того, при использовании сканирующего электронного микроскопа утерянной оказывается информация об окраске животного, которая, наряду с формой, является одним из основных систематических признаков. Указанных недостатков лишен разработанный авторами метод компьютерной реконструкции микроскопических объектов.

Предварительная обработка материала заключается в удалении мягких тканей и микрофотосъемка объекта (Флячинская, Лезин, 2006; Flyachinskaya, Lesin, в печати). Полученные из планктона или выращенные в лабораторных условиях личинки обрабатываются раствором детергента для удаления мягких тканей. Створки личиночных раковин, освобожденные от тканей животного, располагают на предметном стекле выпуклой частью вверх, что позволяет достичь одинаковой стандартной ориентации раковины под микроскопом. Далее производится цифровая фотосъемка каждой створки отдельно. С каждой створки раковины получают ряд микрофотографий, сделанных с различных глубин резкости, с фиксированным шагом. В зависимости от размера исследуемого животного, шаг съемки варьирует от двух до двадцати микрометров. Такая размерность шага съемки позволяет получить оптимальное для дальнейшей работы количество микрофотографий (оптических срезов) (Flyachinskaya, Lesin, в печати). Полученные серии снимков используются как основа для построения компьютерной модели створки раковины. Из каждой микрофотографии при помощи специализированного программного обеспечения извлекается профиль оптического сечения раковины на данном уровне (кольцо резкости). По серии профилей оптических сечений производится грубая реконструкция формы объекта. Для этой процедуры используется программное обеспечение разработанное для медицинских и гистологических исследований:

<http://www.ablesw.com/3d-doctor/>; <http://rsb.info.nih.gov/ij/>;
<http://www.sph.sc.edu/comd/rorden/>; <http://www.sim.hcuge.ch/uin/>.

Дальнейшая обработка полученной компьютерной модели проводится в программах-редакторах трехмерной графики. У объекта удаляются явные артефакты реконструкции и проверяется соответствие деталей строения оригиналу на фотоснимках. Смоделированные отдельно левая и правая створки совмещаются в единый объект. Получаемая на данном этапе модель представляет собой монохромный трехмерный объект с гладкой поверхностью. Заключительным этапом является окраска и моделирование микроскульптуры раковины. Для этой цели на основе микрофотографий создаются карты окраски (texture maps) и рельефа (bump maps). Окончательным результатом работы является трехмерная модель раковины личинки, доступная для любых компьютерных манипуляций и измерений.

Одним из основных систематических признаков является замок личиночной раковины. Разработанная методика очистки раковины от тканей и послышной съемки дает возможность получать также детальные реконструкции замкового края раковины. При необходимости возможно отдельное моделирование и трехмерная реконструкция замка.

Разработанная методика может быть использована как при исследованиях личиночного развития моллюсков, так и для создания электронных атласов-определителей и обучающих программ. Данная методика была успешно апробирована в 2005–2006 гг. для изучения личиночного развития массовых видов беломорских *Bivalvia*. С некоторыми результатами исследований можно ознакомиться на Интернет-ресурсе проекта <http://www.zin.ru/projects/blr>.

Исследования выполнены при финансовой поддержке Санкт-Петербургского научного центра (проект 2006 г.).

Н.В. Маркина

Каф. физиологии высшей нервной деятельности Биологического ф-та
МГУ им. М.В. Ломоносова и Информационное
агентство научных новостей «ИнформНаука»

Наука с древнейших времен выражала стремление человека к познанию окружающего мира, и первые античные естествоиспытатели могли удовлетворять это свое стремление, не нуждаясь в поддержке общества. Но с момента своего возникновения наука стала двигателем прогрессивного развития общества.

По мере того, как общество развивается, роль науки должна все больше и больше возрастать, и, казалось бы, она должна пользоваться все большей и большей поддержкой общества. Но на деле все не совсем так. По оценкам европейской службы «Евробарометр», которая занимается целевыми опросами населения, 60,6% европейцев редко читают статьи, касающиеся науки и технологий, 45% не интересуются наукой, а 59% полагают, что ученые со своими знаниями опасны. И все это не мешает им каждый день пользоваться достижениями технологического прогресса. Если же обратиться к опыту нашей страны, то наибольшую общественную поддержку наука имела во времена Советского Союза. Выпускалось огромное количество научно-популярной литературы, снимались документальные фильмы, ученые становились героями художественной литературы и художественных фильмов (например, романы Даниила Гранина, фильм «Девять дней одного года» и др.). Как сказали бы сейчас, наука имела мощный государственный пиар.

С окончанием советской эпохи интерес к науке со стороны общества резко упал. В условиях рыночного общества наука должна сама заботиться о том, чтобы сохранить в обществе престиж, уважение и интерес к предмету научных изысканий. К сожалению, это происходит не автоматически.

Научно-популярные журналы, такие, как «Наука и жизнь», «Химия и жизнь», «Знание – сила» сегодня переживают не лучшие времена, несмотря на это, они существуют и продолжают публиковать качественные, серьезные статьи, которые пишут как журналисты, так и ученые-популяризаторы. Но круг читателей этих журналов никогда не был и не будет массовым. Поэтому для того, чтобы нести информацию о научных достижениях в общество,

науке не обойтись без СМИ. К ним сегодня относятся газеты, в некоторых из которых есть научные разделы: «Известия» (к сожалению, с изменением макета газеты научный раздел в ней сократился до минимума), «Независимая газета», «Московские новости», «Московская правда». Время от времени публикации о науке появляются и в других газетах, хотя и не всегда хорошего качества. К СМИ относятся также глянцевого научно-популярные журналы нового поколения: преобразованный «Вокруг света», «Что нового в науке и технике», «Гео», русский “National geographic”, «Все ясно» и другие. Сюда же относится радио, телевидение, а также Интернет, где буквально на глазах растет число научно-популярных сайтов, лучшим, на мой взгляд, сейчас является сайт «Элементы».

То, о чем не пишут СМИ, для обывателя, для общества, как бы не существует. Хорошо это или плохо, но это – объективная реальность, с которой приходится считаться. Если же признавать, что наука – это часть общественной жизни, причем важная ее часть, то СМИ должны писать о науке. Причем, материалы о научных исследованиях и достижениях, которые появляются в СМИ, должны качественно отличаться от тех, которые публикуются в научно-популярных журналах, так как они предназначены для всех: людей с разным образовательным и культурным уровнем, в том числе и для несведущих. И для того, чтобы читатели читали в них статьи и заметки о науке, а не перескакивали сразу на светскую хронику, они должны быть интересными и увлекательными.

А теперь посмотрим на то, как делаются эти материалы. Пишут их журналисты, то есть, с точки зрения науки, неспециалисты. Хотя есть журналисты с научным «бэкграундом», и именно они, как правило, являются лучшими научными журналистами. Научным журналистам приходится писать обо всех областях науки и вникать в те проблемы, которые очень далеки от области полученного естественнонаучного образования, что очень непросто. Поэтому качество материала во многом зависит от характера взаимоотношений журналиста и ученого, у которого тот берет интервью.

Большинство ученых откровенно не любит журналистов. Аргументы таковы: журналисты все перевирают, пишут не то и не так, создают дутые сенсации, не дают спокойно работать и отнимают время. Почти у каждого есть собственный печальный опыт общения с конкретным журналистом, который отбил охоту любого такого общения. Конечно, в этом отчасти виноваты сами журнали-

сты, потому что в публикациях о науке появлялись и появляются ошибки, неверные и непроверенные факты, безосновательные выводы и обобщения. И, тем не менее, общаться с журналистами приходится, и взаимоотношения ученых с журналистами нужно налаживать, преодолевая непонимание и неприятие. Только такой путь возможен в открытом обществе, в котором наука должна занять достойное место. Ведь, в конце концов, и ученые, и журналисты заинтересованы в том, чтобы из взаимодействия получился качественный продукт – хорошая публикация.

А подводных камней на пути взаимодействия довольно много. Представим себе все стадии контакта ученого и журналиста (да простят меня те и другие, но будем называть их «У» и «Ж»). Итак, «Ж» узнает какими-то путями, например, из личных контактов, о том, что «У» совершил открытие и или получил интересные результаты. «Ж» звонит «У», чтобы договориться об интервью. Варианты: «У» категорически не хочет обнародовать в прессе свои результаты до того, как они не будут опубликованы в научной статье; «У» не хочет рассказывать о результатах, потому что они нуждаются в дополнительной проверке; «У» не может раскрыть «ноу-хау», потому что собирается его патентовать; «У» вообще не хочет общаться с «Ж» потому что не доверяет ему; наконец, успешный вариант – «У» соглашается встретиться.

Итак, вариантов много. В первом и втором случаях «У» имеет полное право не соглашаться на публикацию, поскольку появление в СМИ результатов, не подтвержденных научной статьей, или тех, в которых он не уверен, несовместимо с его честью. В случае готовящегося патента «У» имеет полное право не раскрывать детали своего открытия или изобретения, хотя сам факт привлечения к нему общественного внимания в данном случае скорее поможет, чем повредит. В случае категорического нежелания общаться задача «Ж» – попытаться сломать устоявшееся негативное мнение обо всех представителях своей профессии, что непросто, но дело того стоит.

Вариант последний – «У» и «Ж» встречаются и общаются. На этом этапе могут возникнуть новая сложность – языковой барьер. Когда «У» говорит о том, как трудно рассказывать о сложных вещах, «глядя в красивые и пустые глаза девочки-корреспондентки», это часто бывает справедливо. Конечно «Ж» должен подготовиться к интервью, прочитать что-то о предмете исследования, чтобы не быть «чистым листом». Однако и «У» нужно постараться рас-

сказать о сложных вещах так, чтобы его поняли. Академик должен уметь объяснить суть своей работы школьнику – и это тоже справедливо.

Третий этап общения – когда информация облекается в текст статьи, написанной «Ж». Тут вариантов всего два, но они принципиально разные. Или «Ж» публикует статью без согласования с «У», или он ее согласовывает. Если «Ж» идет по первому пути, то он должен понимать, что контакт с этим «У» у него порвется навсегда (а самое печальное, что для других журналистов – тоже). Никуда не деться, кроме как вступить на путь согласования текста, который тернист и ухабист.

Бывают удачные варианты, когда «У» быстро отдает текст с добрыми словами и незначительными исправлениями – и это знак качества работы научного журналиста. Вариант второй – «У» не находит времени, чтобы прочитать присланный текст, ссылаясь на загруженность. Это говорит о том, что он совершенно не понимает специфику работы журналистов. Ведь работники прессы живут в совсем ином времени, чем исследователи. Научные статьи пишутся месяцами и подолгу дожидаются публикации в редакциях научных журналов. Газеты выходят каждый день, и журналист жестко связан ритмом работы СМИ. Он должен работать быстро, иначе его работа просто окажется не нужна. В этом случае «Ж» имеет право ждать до какого-то оговоренного времени, и, в противном случае, предупредив об этом, посылать статью в издание, как есть.

Вариант третий – «Ж» получает свой текст полностью переписанным. Конечно, «У» должен исправить ошибки, но менять весь стиль изложения – это уже превышение полномочий. Ученый работает с фактами и должен контролировать, чтобы они были верными, но слово и стиль – это инструменты журналиста. Он пишет для обычного читателя, далекого от науки, и знает, как надо писать, чтобы это действительно читали. Никто не будет читать сложный текст, перегруженный научными терминами.

Из моего личного опыта. После замечательного, приятного общения с одним физиком, который мне, биологу, очень понятно и образно объяснил суть лазерной диагностики, я послала ему текст статьи на согласование и получила исправленный вариант, где все живые, яркие, разговорные образы (ему же принадлежащие) были заменены на сухие наукообразные словесные конструкции. На мои слова: «Но Вы же сами мне так говорили!», я получила ответ: «Но

писать так нельзя, потому что мне будет стыдно перед коллегами». На это оставалось ответить, что статья все же моя, и в газете будет стоять моя фамилия. Поиск компромисса был долгим и многоступенчатым.

Общение станет сотрудничеством только тогда, когда ученый и журналист постараются настроиться на одну волну, когда искренний интерес и уважение перевесят профессиональные амбиции. Надо только сделать шаг навстречу друг другу.

СМИ можно сколько угодно ругать и, тем не менее, это единственный инструмент взаимодействия науки и общества. Для того чтобы этот инструмент хорошо работал, в нем не хватает важного звена. Это – пресс служба, которая уже давно стала непременным атрибутом любого научно-исследовательского учреждения за рубежом и кое-где, пока лишь в единичных случаях, появилась у нас. Зачем в институте нужен пресс-секретарь? Его задача – следить за информацией и обнародовать результаты научных исследований, которые достойны и должны быть представлены обществу. Мы ведь мгновенно узнаем о более или менее значительных научных результатах, полученных за границей, но сплошь и рядом оказывается, что те же исследования уже давно ведутся и в наших НИИ такие, а об этом никто не знает. Пресс-секретарь экономит время ученого, которое приходится тратить на общение с прессой, тем, что организует это общение, готовит предварительные пресс-релизы, проводит пресс-конференции, круглые столы и пр. Практика показывает, что такой буфер действительно нужен, но для того, чтобы в наших НИИ появился пресс-секретарь, надо, как минимум, ввести соответствующую должность. Сейчас зачастую те люди, которые фактически организуют контакты ученых с прессой, должности занимают совсем другие.

Существуют и другие формы взаимодействия науки и общества. К примеру – «научные кафе» – «Café Scientifique», впервые они появилась во Франции в 90-х годах. Это – место, где собираются ученые, журналисты, студенты и другие заинтересованные люди для обсуждения какой-либо научной проблемы в ходе свободной дискуссии, в непринужденной атмосфере за чашкой кофе или кружкой пива. Такие научные кафе в России в последние два года организуют Британский совет и наше агентство ИнформНаука, ранее – при поддержке МНТЦ, теперь – с помощью фонда Дмитрия Зимина «Династия». В июне 2006 г. прошло уже шестое наше научное кафе, оно было посвящено проблемам изучения мозга. По

отзывам всех участников – и ученых, и журналистов – им нравится такая форма общения.

В Европе популярны «недели науки», когда ученые буквально «идут в народ», рассказывают о своей работе в популярных лекциях, демонстрируют свои изобретения и открытия на выставках, где обычно помимо серьезных экспонатов много всяких интерактивных «игрушек», которые особенно интересны детям. Есть идея провести такую неделю науки в России под эгидой МГУ этой осенью.

Существует такое понятие – Science communication – пока, к сожалению, непере译имое на русский язык. Хотя, о чем идет речь – понятно, и очень бы хотелось, чтобы это оно внедрялось и в наше общество. На этом поприще работает наше агентство «Информ-Наука», созданное уже почти семь лет назад при редакции журнала «Химия и жизнь». Нашу «экологическую нишу» можно обозначить как коллективный пресс-центр российской науки. Наши корреспонденты, в большинстве своем, имеют естественнонаучное образование, что облегчает им работу. Основная их задача – «перевод с научного языка на общечеловеческий». Они пишут новости о достижениях российских ученых, руководствуясь научными статьями, докладами на научных конференциях, берут интервью. Подборку новостей мы рассылаем по подписке в центральные СМИ: газеты, журналы, на радио. Архив новостей доступен в Интернете по адресу <http://www.informnauka.ru/>. Мы будем очень рады пополнению рядов наших корреспондентов и любой информации о новых достижениях науки. Приглашаем всех к сотрудничеству! Пишите нам на адрес: textmaster@informnauka.ru.

Резолюция

РЕЗОЛЮЦИЯ 10-Й НАУЧНОЙ КОНФЕРЕНЦИИ

Беломорской биологической станции им. Н.А. Перцова
Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова
8-11 августа 2006 г.

Беломорская биостанция МГУ

(пос. Приморский, Лоухский район, Республика Карелия)

Нынешняя конференция – десятая из числа регулярных научных конференций на базе Беломорской биостанции МГУ, которые организует ее научный коллектив. Эстафета этих конференций стартовала в 1996 г, и с тех пор они неизменно пользуются большой популярностью среди ученых, чьи научные интересы связаны с Белым морем. Конференция 2006 г. стала рекордной по числу участников и докладов. В ней приняло участие 137 человек, в том числе 17 докторов наук, 47 кандидатов наук. Участники представляли 26 организаций, в их числе: Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова (11 кафедр и подразделений биологического факультета, три кафедры географического факультета, физический факультет, факультет почвоведения и филологический факультет, НИИ физико-химической биологии им. А.Н. Белозерского МГУ), Санкт-Петербургский государственный университет, Ботанический институт им. В.Л. Комарова РАН (г. Санкт-Петербург), Зоологический институт РАН (г. Санкт-Петербург), Институт биологии Карельского научного центра РАН (г. Петрозаводск), Институт биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина РАН (п. Борок), Институт биологии развития им. Н.К. Кольцова РАН (Москва), Институт биоорганической химии им. М.М. Шемякина и Ю.А. Овчинникова РАН (Москва), Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН (Москва), Институт проблем передачи информации РАН (Москва), Институт теоретической и экспериментальной биофизики РАН (Москва), Кандалакшский государственный заповедник, Клиника Майо, США (Mayo Clinic, Rochester, Minesotta, USA), Московский государственный университет технологий и управления (Москва), Мурманский государственный технический университет, Объединенный институт ядерных исследований (Дубна), Пензенский государственный педагогический университет им. В.Г. Белинского, Полярно-альпийский ботанический сад-инсти-

тут Кольского научного центра РАН (г. Апатиты), Полярный научно-исследовательский институт морского рыбного хозяйства и океанографии им. Н.М. Книповича (г. Мурманск), Российский научно-исследовательский институт культурного и природного наследия им. Д.С. Лихачева (Москва), Российский университет дружбы народов им. П. Лумумбы (Москва), Санкт-Петербургский городской Дворец творчества юных, Университет Бар-Илан, Биологический факультет, лаборатория морской экологии (Израиль), ЦВР «Аргус», Информационное агентство научных новостей «ИнформНаука». Значительная часть участников конференции – студенты и аспиранты биологических вузов. Прозвучало 35 устных докладов, сделано 30 стендовых сообщений, состоялось три круглых стола. Общее число авторов докладов – 114.

| Год | Количество участников | Количество устных докладов | Общее количество докладов |
|------|-----------------------|----------------------------|---------------------------|
| 1996 | 26 | 12 | 20 |
| 1997 | 50 | 31 | 43 |
| 1998 | 58 | 28 | 48 |
| 1999 | 51 | 33 | 45 |
| 2000 | 59 | 25 | 32 |
| 2001 | 55 | | 24 |
| 2002 | 42 | 33 | 54 |
| 2003 | 69 | 28 | 39 |
| 2004 | 56 | 28 | 34 |
| 2006 | 137 | 35 | 68 |

Значительное увеличение количества участников конференции и расширение их круга за счет научных организаций Карелии и Санкт-Петербурга стало возможным благодаря финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований, (грант 06-04-58076-г), которая компенсировала транспортные расходы по доставке участников конференции на биостанцию и позволила бесперебойно обеспечивать конференцию электроэнергией, необходимой для демонстрации презентаций, что крайне актуально ввиду отсутствия на биостанции постоянного энергоснабжения. Все доклады сопровождались мультимедийными презентациями, а после заседаний была возможность организовать про-

смотр тематических документальных фильмов об истории Беломорской биостанции МГУ, освоении Арктики и Антарктики, а также научных подводных съемок.

Программа была сформирована с учетом разнообразия заявленных тематик. Большинство научных докладов было связано с изучением биологического разнообразия Белого моря и его побережья, экологической структуры морских и прибрежных сообществ, физиологических и биохимических особенностей обитающих там организмов, о современных методах изучения биологических объектов. На пленарном заседании прозвучали актуальные для всех участников доклады лекционного характера, подготовленные специалистами ведущих научных учреждений, которые подводят итог объемных многолетних исследований. Остальные доклады были сгруппированы в тематические секции: зоологии беспозвоночных, экологии, альгологии и микологии. Стендовые доклады были также распределены по тематическим секциям: зоология беспозвоночных, экология, физиология животных, природопользование, науки о Земле, микология и альгология, общая биология, ихтиология. Завершающее заседание конференции было отведено для докладов на темы из других наук, под условным названием «Хочу все знать!». Здесь прозвучали сообщения о некоторых математических методах, полезных для биологов, о методах компьютерного моделирования образов беспозвоночных, о новых методах таксидермии, используемых в музее биологической биостанции «Картеш», был сделан обзор современных представлений о биогенетическом законе. Вниманию участников конференции был предложен анализ взаимодействия науки со средствами массовой информации, и прозвучало приглашение к сотрудничеству с информационным агентством научных новостей «ИнформНаука». Кроме того, состоялась презентация электронного издания об истории заполярных биологических стационаров, и представителям заполярной науки было предложено принять участие в сборе исторических документов и воспоминаний. Во время морской экскурсии на один из островов в окрестностях ББС была прочитана лекция о современной тектонике на Белом море и проведена ботаническая экскурсия.

Особое внимание было уделено стендовым докладам, и впервые в истории научной конференции ББС МГУ отдельное заседание было отведено для тематических обзоров постеров. Традиционно большая их часть посвящена результатам работ в области

зоологии беспозвоночных и морской гидробиологии. В то же время было отмечено, что на беломорских стационарах успешно развиваются также микологические и альгологические исследования, и это нашло отражение на данной конференции, где было представлено 9 докладов по этой тематике. Большой интерес вызвал постер по клеточной иммунологии беспозвоночных, выполненный студентами кафедры физиологии микроорганизмов Биофака МГУ, стенд о проекте подводного парка в Кандалакшском заливе Белого моря, подготовленном коллективом из сотрудников ББС МГУ, кафедры зоологии беспозвоночных Биофака МГУ и Всемирного фонда дикой природы (WWF), стендовый доклад о селективном мутагенезе, обнаруженном у дрожжей сотрудниками Объединенного института ядерных исследований в г. Дубне. Участники конференции почтили память замечательного миколога Евгения Андреевича Кузнецова, посвятившего многие годы изучению микобиоты окрестностей ББС, чей труд послужил тому, что акватория близ ББС признана самым богатым участком по биологическому разнообразию грибов в Беломорском регионе.

По общему мнению участников конференции научный уровень докладов был весьма высоким, в том числе и у тех, которые были подготовлены молодыми учеными, студентами и аспирантами. Много похвал вызвала компоновка программы. В числе основных достоинств конференции были отмечены: 1) разнообразие тематик, которое позволяет исследователям расширить кругозор и познакомиться с современным состоянием других естественнонаучных дисциплин; 2) демократичность, которая выражается в том, что доклады маститых и начинающих ученых обсуждаются с равным вниманием; 3) возможность для специалистов из разных городов и разных учебных и научных организаций оперативно в полевых условиях обсудить экстренные проблемы и задачи. Так, на нынешней конференции состоялся обмен предположениями о возможных причинах аномального явления, которое наблюдалось текущим летом на побережье Кандалакшского залива Белого моря – массового выброса рачков-гипериид; 4) положительный эмоциональный настрой, благоприятствующий тому, что научные заседания становятся для всех участников настоящим интеллектуальным праздником; 5) обращенность в будущее, поскольку в конференции участвует много студентов и аспирантов – будущей научной смены.

Новшеством конференции стали три «круглых стола». Первый был собран профессором кафедры зоологии беспозвоночных Биологического факультета МГУ Николаем Николаевичем Марфениным для обсуждения вопроса: «Началось ли глобальное потепление климата?» Было показано, что данные метеонаблюдений, которые проводятся на ББС МГУ, свидетельствуют о более раннем наступлении момента весеннего перехода температуры морской воды через десятиградусную отметку, и самых высоких за последние 30 лет наблюдений значениях средней за лето температуры поверхностного слоя воды в Великой Салме.

На втором круглом столе, названном «Памятники природы вокруг нас – призыв к коллективному проекту», Н.Н. Марфенин предложил начать формирование базы данных о ценных биологических объектах на Белом море. Он сообщил, что многолетний коллективный труд по реализации его предыдущего проекта по созданию «Иллюстрированного атласа беспозвоночных Белого моря» завершен и обратился с просьбой ко всем помочь определиться с тиражом издания, направив свои заявки в адрес издательства КМК. Участники круглого стола согласились с тем, что такая база данных нужна, были названы первые участки, которые должны в нее войти, высказано предложение направить информацию об этих участках в соответствующие региональные администрации и выступить с предложением о создании памятников природы. Координация работы по формированию базы данных поручена Беломорской биологической станции МГУ, курировать эту работу согласился профессор Н.Н. Марфенин. Предложения по базе данных памятников беломорской природы и заявки на «Иллюстрированный атлас» нужно присылать по электронной почте на адрес: marf47@mail.ru.

Третий круглый стол был инициирован директором Беломорской биологической станции МГУ профессором Александром Борисовичем Цетлиным. На обсуждение был выставлен вопрос: «Есть ли актуальные задачи, которые нужно решать общими усилиями Беломорского научного сообщества?»

По единодушному мнению участников конференции у беломорских исследователей есть много общих задач, которые определяются уникальными особенностями и высокой ценностью объекта их изучения. Беломорский регион – уникальный социоприродный комплекс, где сложились необыкновенно удачные условия для развития научной деятельности. Здесь сформировалась

широкая сеть научных стационаров, нацеленных на решение задач из разных естественнонаучных дисциплин, вобравшая в себя традиции четырех старейших университетов: Московского, Санкт-Петербургского, Казанского, и Петрозаводского, что задает высокий уровень проводимым на них исследованиям, и они уже доказали свою конкурентоспособность на международном научном рынке. Уровень экологических работ, которые выполняются на беломорских стационарах, признан даже более высоким, чем в Западной Европе. Среди ученых, работающих на Белом море, много уникальных специалистов, и они пользуются заслуженным признанием в международных научных кругах. Здесь как нигде тесно взаимодействует вузовская и академическая наука, происходит практическая интеграция воспитания научной смены в решение актуальных исследовательских задач, в том числе экологических.

Удобная инфраструктура, как научная, так и хозяйственная, которая исторически сложилась на побережье Белого моря, и особенно в его Кандалакшском заливе, где сконцентрировано большинство естественнонаучных стационаров, где тесно взаимодействуют академические и вузовские научные и образовательные центры (биостанции), множество полевых баз экспедиций общеобразовательных, профильных школ и организаций дополнительного образования, где расположен один из старейших в стране государственных заповедников с богатейшими научными, природоохранными и просветительскими традициями – все это хорошая основа для перспективного развития программ комплексных научных и образовательных центров, нацеленных на фундаментальные и прикладные естественнонаучные и гуманитарные исследования. Сами стационары могут и должны послужить не только территориальной базой, но и обеспечить наукоемкие проекты необходимыми интеллектуальными ресурсами.

Одна из важных особенностей Белого моря – сложная конфигурация береговой зоны с высоким отношением протяженности береговой линии к площади акватории, с многоступенчатой иерархической системой губ, заливов и фьордов, где в тесном взаимодействии находятся прибрежные территории, морские и эстуарные экосистемы, делает его очень удачным объектом для изучения взаимодействия моря и суши и открывает обширное поле для функциональных экологических исследований. Разнообразие типов берегов – аккумулятивных и абразионных, выровненных и расчлененных, где соседствуют древние и самые молодые геоло-

гические отложения – делает Белое море неисчерпаемым источником новых сведений об истории Земли и жизни на ней.

Можно с уверенностью констатировать, что на данный момент беломорский регион изучен гораздо лучше других морей русского Севера и является одним из перспективных районов и опорных пунктов для организации мониторинга биоразнообразия. Большой объем первичной научной информации о биологическом разнообразии моря и побережья, накопленный учеными-предшественниками за предыдущие десятилетия, длинные ряды наблюдений должны послужить надежной отправной точкой для долговременного мониторинга биотических и абиотических компонентов экосистем. Относительно мало подверженное прямому антропогенному влиянию, Белое море – очень перспективный фоновый объект для изучения глобальных изменений климата, в том числе – глобального потепления. Именно Белое море, где уже выполнено огромное количество зоологических и ботанических работ, может стать модельным регионом для выполнения наиболее полной инвентаризации фауны и флоры в относительно короткий срок и с наименьшими затратами. В последние годы беломорские беспозвоночные животные становятся объектом пристального внимания медиков, поскольку среди них есть перспективные модели для изучения канцерогенеза, механизмов регуляции белков, ответственных за формирование опухолей. На акватории Белого моря и в его прибрежной зоне расположено множество ценных и уникальных объектов природного и культурного наследия, в том числе участки, ключевые для биологического разнообразия: ботанические, орнитологические, с особым богатством подводной фауны; археологические и архитектурные памятники международного значения, заслуживающие особо внимательного изучения и охраны.

Участники конференции согласились с тем, что один из эффективных путей налаживания межведомственного и междисциплинарного взаимодействия – проведение регулярных научных конференций, и они выразили благодарность администрации Беломорской биостанции МГУ и организаторам конференции за труд проведения регулярных научных встреч, высказав пожелание, чтобы эта традиция не прерывалась. Было предложено чередовать место проведения конференции с другими беломорскими стационарами. Представители Беломорской биологической станции «Картеш» Зоологического института РАН по поручению администрации этой станции объявили о намерении провести следующую

конференцию на биостанции «Картеш» и приурочить ее к пятидесятилетнему юбилею этого стационара 19 июля 2007 г. Беломорская биологическая станция МГУ, в свою очередь, пригласила всех участников на конференцию в августе 2008 года, когда она будет отмечать свое 70-летие.

Особая благодарность от участников конференции – Российскому фонду фундаментальных исследований за поддержку 10-й научной конференции ББС МГУ с пожеланием дальнейшего сотрудничества в целях сохранения и развития этой замечательной научной традиции.

Конференция подготовлена и проведена благодаря поддержке РФФИ (грант 06-04-58076-г).

Список участников конференции

Авенариус Ирина Георгиевна, канд. геол. наук, ст. науч. сотр. Российского научно-исследовательского института культурного и природного наследия им. Д.С. Лихачева.

Адрес: 21087 Москва, Тучковская ул, д. 13, кв. 66.

Александров Дмитрий Иванович, мл. науч. сотр. лаб. трофологии Полярного научно-исследовательского института морского рыбного хозяйства и океанографии им. Н.М. Книповича.

Адрес: 183038 г. Мурманск, ул. Книповича, д. 6, ПИПРО.

E-mail: mitja@pinro.ru

Амелина Виолетта Сергеевна, аспирант, вед. биолог Института биологии Карельского НЦ РАН.

Адрес: 185910 Республика Карелия, Петрозаводск, ул. Пушкинская, д. 11.

E-mail: amelina@bio.krc.karelia.ru

Андерсон Екатерина Алексеевна, студ. кафедры ихтиологии и гидробиологии Биолого-почвенного факультета Санкт-Петербургского государственного университета.

Адрес: 199178 г. Санкт-Петербург, 16-я линия Васильевского Острова, д. 29, кафедра ихтиологии и гидробиологии СПбГУ.

E-mail: agerasimova64@mail.ru, hydro@np4140.spb.edu

Анрианов Андрей Владимирович, канд. физ-мат. наук, доцент физического факультета Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова.

Адрес: Москва, ул. Бутлерова, д. 10, кв. 222.

E-mail: avla@mail.ru

Анциферова Мария Павловна, аспирантка Института океанологии им. П.П. Ширшова РАН.

Адрес: 117851 Москва, ГСП-7, Нахимовский пр-т, д. 36, ИО РАН.

E-mail: antsmasha@mail.ru

Аристов Дмитрий Алексеевич, аспирант кафедры зоологии беспозвоночных Биолого-почвенного факультета Санкт-Петербургского государственного университета; лаборатория экологии морского бентоса (гидробиологии) Государственного образовательного учреждения Санкт-Петербургский городской дворец творчества юных.

Адрес: 197343, г. Санкт-Петербург, Ланское шоссе, д. 16, кв. 85.

E-mail: dar@da10113.spb.edu

Бахмет Игорь Николаевич, канд. биол. наук, ст.н.с. лаборатории ихтиологии и гидробиологии Института биологии Карельского научного центра РАН.

Адрес: 185910 Республика Карелия, г. Петрозаводск, ул. Пушкинская, д. 11.

E-mail: bakhmet@bio.krc.karelia.ru

Бек Елена Вячеславовна, ст. лаб. Беломорской биологической станции им. Н.А. Перцова Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова.

Адрес: 119992 г. Москва, Ленинские горы, МГУ, Биологический ф-т, ББС МГУ.

E-mail: lalabek@mail.ru

Белевич Татьяна Алексеевна, канд. биол. наук, ст. науч. сотр. кафедры гидробиологии Биологического факультета Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова.

Адрес: 115551, Москва, ул. Домодедовская 1, корп. 3, кв. 120.

E-mail: arctos@online.ru

Белова Полина Андреевна, студ. кафедры зоологии беспозвоночных Биологического факультета Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова.

Адрес: 119992 г. Москва, Ленинские горы, МГУ, Биологический ф-т, каф. зоологии беспозвоночных.

E-mail: hmlbpa@mail.ru

Бергер Виктор Яковлевич, д-р биол. наук, профессор, зав. Беломорской биологической станцией «Картеш» им. О.А. Скарлато Зоологического института РАН.

Адрес: 199034 Санкт-Петербург, Университетская наб., д. 1, ЗИН РАН.

E-mail: berg@VB4373.spb.edu

Биланенко Елена Николаевна, канд. биол. наук, ст. науч. сотр. кафедры микологии и альгологии Биологического ф-та Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова.

Адрес: 119992 г. Москва, Ленинские горы, МГУ, Биологический ф-т, каф. микологии и альгологии.

E-mail: e_bilanenko@mail.ru

Бирх Клара Рудольфовна, канд. биол. наук, ст. науч. сотр. Института Биорганической химии им М.М. Шемякина и Ю.А. Овчинникова РАН.

Адрес: 117997 Москва, ул. Миклухо-Маклая, д. 16/10.

E-mail: kbirikh2003@yahoo.com

Бондарева Людмила Александровна, канд. биол. наук, науч. сотр. Института биологии Карельского научного центра РАН.

Адрес: 185910 Республика Карелия, г. Петрозаводск, ул. Пушкинская, д. 11.

E-mail: bondareva@bio.krc.karelia.ru

Бородин Алексей Леонидович, д-р биол. наук, проф. каф биозкологии и ихтиологии Московского государственного университета технологий и управления.

Адрес: Москва, ул. Болотниковская, д. 15.

E-mail: msutm@inbox.ru

Бритаев Темир Аланович, д-р биол. наук, зав. лабораторией экологии и морфологии морских беспозвоночных Института проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН.

Адрес: 110071, Москва, Ленинский просп., д. 33, ИПЭЭ РАН.

E-mail: temir@invert.sevin.msk.ru

Бубнова Екатерина Николаевна, канд. биол. наук, науч. сотр. Беломорской биологической станции им. Н.А. Перцова Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова.

Адрес: 119992 г. Москва, Ленинские горы, МГУ, Биологический ф-т, ББС МГУ.

E-mail: bubnova@herba.msu.ru

Бурькин Юрий Борисович, канд. биол. наук, ст. науч. сотр. Беломорской биологической станции им. Н.А. Перцова Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова.

Адрес: 119992 г. Москва, Ленинские горы, МГУ, Биологический ф-т, ББС МГУ.

Бурькина Елена Анатольевна, ст. лаб. Беломорской биологической станции им. Н.А. Перцова Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова.

Адрес: 119992 г. Москва, Ленинские горы, МГУ, Биологический ф-т, ББС МГУ.

Бутаков Федор, учащийся школы, Кандалакшский государственный заповедник.

Адрес: 129626 Москва, ул. Новоалексеевская, д. 7, кв. 35.

E-mail: alexandragor@mtu-net.ru

Виталь Анна Дмитриевна, инж. Беломорской биостанции Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова.

Адрес: 119899, Москва, МГУ, Биологический ф-т, ББС МГУ, или: 184000, Мурманская обл., Кандалакшский р-н, ст. Пояконда, ББС МГУ.

Водопьянов Степан Сергеевич, студ. кафедры зоологии беспозвоночных Биологического факультета Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова.

Адрес: 119992 г. Москва, Ленинские горы, МГУ, Биологический ф-т, каф. зоологии беспозвоночных.

E-mail: tfoth@mail.ru

Волков Кирилл Сергеевич, учащийся лаборатории экологии морского бентоса (гидробиологии) Государственного образовательного учреждения Санкт-Петербургский городской дворец творчества юных.

Адрес: 193079, г. Снкт-Петербург, ул. Народная, д. 2, кв. 89.

E-mail: arfh900@mail.ru

Воронov Дмитрий Анатольевич, канд. биол. наук, ст. науч. сотр. Института проблем передачи информации РАН.

Адрес: 119234 г. Москва, Ленинские горы, МГУ, корп. «К», кв. 131.

E-mail: da_voronov@yahoo.com

Высоких Михаил Юрьевич, канд. биол. наук, науч. сотр. Научно-исследовательского института физико-химической биологии им. А.Н. Белозерского Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова.

Адрес: 199992, Москва, Ленинские горы, д., стр. 40, НИИ Физ-хим. биологии им. А.Н. Белозерского.

E-mail: mike@genebee.msu.ru

Высоцкая Римма Ульяновна, д-р биол. наук, гл. науч. сотр. Института биологии Карельского НЦ РАН.

Адрес: 185910 Республика Карелия, Петрозаводск, Ул. Пушкинская, д. 11.

E-mail: rimma@bio.krc.karelia.ru

Георгиева Марина Леонидовна, аспирантка кафедры микологии и альгологии Биологического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова.

Адрес: 119992 г. Москва, Ленинские горы, МГУ, Биологический ф-т, каф. микологии и альгологии.

E-mail: i-marina@yandex.ru

Генельт-Яновский Евгений Александрович, магистрант кафедры зоологии беспозвоночных Биолого-почвенного факультета Санкт-Петербургского государственного университета; лаборатория экологии морского бентоса (гидробиологии) Государственного образовательного учреждения Санкт-Петербургский городской дворец творчества юных.

Адрес: г. Санкт-Петербург, ул. Ленина, д. 48, кв. 76.

E-mail: eugene_genelt_ya@mail.ru

Герасимова Александра Владимировна, канд. биол. наук, доцент кафедры ихтиологии и гидробиологии Биолого-почвенного факультета Санкт-Петербургского государственного университета.

Адрес: 199178 г. Санкт-Петербург, 16-я линия Васильевского Острова, д. 29, каф. ихтиологии и гидробиологии СПбГУ.

E-mail: agerasimova64@mail.ru

Гонтарь Оксана Борисовна, мл. науч. сотр. лаб. интродукции и акклиматизации растений Полярно-альпийского ботанического сада-института им. Н.А. Аврорина Кольского научного центра РАН.

Адрес: 184200 г. Апатиты Мурманской обл., ул. Ферсмана, д. 14, ПАБСИ КНЦ РАН.

E-mail: tnn@aprec.ru

Горбунов Александр Вячеславович, ст. препод. кафедры биоэкологии и ихтиологии Московского государственного университета технологий и управления.

Адрес: Москва, ул. Болотниковская, 15.

E-mail: hors@nm.ru

Горных Александр Евгеньевич, студ. кафедры зоологии беспозвоночных Биолого-почвенного факультета Санкт-Петербургского государственного университета; лаборатория экологии морского бентоса (гидробиологии) Государственного образовательного учреждения Санкт-Петербургский городской дворец творчества юных.

Адрес: 198330, г. Санкт-Петербург, Ленинский просп., д. 97, корп. 3, кв. 94.

E-mail: mithril@hydrola.ru

Горяшко Наталия Александровна, член Союза литераторов РФ, внешт. сотр. Кандалакшского государственного природного заповедника.

Адрес: 129626 Москва, ул. Новоалексеевская, д. 7, кв. 35.

E-mail: alexandragor@mtu-net.ru

Граф Анастасия Викторовна, канд. биол. наук, науч. сотр. кафедры физиологии человека и животных Биологического факультета МГУ им. М. В. Ломоносова.

Адрес: 119992 Москва, Ленинские горы, МГУ, д. 1, корп. 12, Биофак, каф. физиологии человека и животных.

E-mail: stasy_gr@pochta.ru

Дунаева Татьяна Юрьевна, студ. кафедры физиологии человека и животных Биологического факультета Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова.

Адрес: 119992 Москва, Ленинские горы, МГУ, д. 1, корп. 12, Биофак, каф. физиологии человека и животных.

E-mail: connie-phys@gmail.com

Жадан Анна Эльмировна, канд. биол. наук, ст. науч. сотр. Беломорской биологической станции им. Н.А. Перцова Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова.

Адрес: 119992 г. Москва, Ленинские горы, МГУ, Биологический ф-т, ББС МГУ.

E-mail: azhadan@mail.ru, azhadan@wsbs-msu.ru

Жданов Илья Степанович, ст. лаб. кафедры ботаники, физиологии растений и агробиотехнологии аграрного факультета Российского университета дружбы народов имени Патриса Лумумбы.

Адрес: 117198, Москва, ул. Миклухо-Маклая, д. 6.

E-mail: zhdanov@herba.msu.ru

Жиров Владимир Константинович, чл.-кор. РАН, д-р биол. наук, директор Полярно-альпийского ботанического сада-института им. Н.А. Аврорина КНЦ РАН.

Адрес: 184200 г. Апатиты Мурманской обл., ул. Ферсмана, д. 14, ПАБСИ КНЦ РАН.

E-mail: v_zhirov@aprec.ru

Жукова Наталья Геннадиевна, мл. науч. сотр. лаб. трофологии Полярного научно-исследовательского института морского рыбного хозяйства и океанографии им. Н.М. Книповича (ПИНРО).

Адрес: 183038 г. Мурманск, ул. Книповича, д. 6, ПИНРО.

E-mail: natzhuk@pinro.ru

Запара Елена Вячеславовна, студ. кафедры гидробиологии Биологического факультета Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова.

Адрес: 143090, Московская область, г. Краснознаменск, ул. Победы 10, кв. 8.

E-mail: ezapara@ttx.ru

Зыкова Анастасия Владимировна, студ. кафедры зоологии беспозвоночных Биологического факультета Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова.

Адрес: 119992 Москва, Ленинские горы, МГУ, Биофак, каф. зоологии беспозвоночных.

E-mail: spity@yandex.ru

Иванова Татьяна Сослановна, науч. сотр. лаборатории гидробиологии БиНИИ Санкт-Петербургского государственного университета.

Адрес: 199178 г. Санкт-Петербург, 16-я линия Васильевского Острова, д. 29, каф. ихтиологии и гидробиологии СПбГУ.

E-mail: ivi_mt@mail.ru

Каменир Юрий Григорьевич, Ph.D, Research Fellow, Marine Ecology Laboratory, Bar-Ilan University, Israel (канд. биол. наук, науч. сотр. лаборатории морской экологии Биологического факультета Университета Бар-Илан, Израиль).

Адрес: Bar-Ilan University, 52900 Ramat-Gan, Israel.

E-mail: kamenir@mail.biu.ac.il

Кизеев Алексей Николаевич, мл. науч. сотр. Полярно-альпийского ботанического сада-института им. Н.А. Аврорина Кольского научного центра РАН.

Адрес: 184209, Мурманская область, г. Апатиты, ул. Космонавтов, д. 23, кв. 16.

E-mail: kizeev@FSS.aprec.ru

Киреев Ярослав Витальевич, студ. кафедры микологии и альгологии Биологического ф-та Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова.

Адрес: 119992 г. Москва, Ленинские горы, МГУ, Биологический ф-т, каф. микологии и альгологии.

E-mail: kireevjaroslav@inbox.ru

Киташов Андрей Владимирович, канд. биол. наук, доцент каф. физиологии микроорганизмов Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова.

Адрес: 119992, Ленинские горы, Биофак МГУ, каф. физиологии микроорганизмов, к. 446.

E-mail: akitashov@yandex.ru

Кожушный Андрей Петрович, студ. каф. физиологии микроорганизмов Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова.

Адрес: 119992, Ленинские горы, Биофак МГУ, каф. физиологии микроорганизмов, к. 446.

E-mail: a.kozhuh@rambler.ru

Козминский Евгений Владимирович, канд. биол. наук, науч. сотр. Беломорской биологической станции «Картеш» им. О.А. Скарлато Зоологического института РАН.

Адрес: 199034 Санкт-Петербург, Университетская наб, д. 1, ЗИН РАН, ББС.

E-mail: eugene@ЕК12030.spb.edu

Колбасов Григорий Александрович, д-р биол. наук, вед. науч. сотр. Беломорской биологической станции им. Н.А. Перцова Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова.

Адрес: 119992 г. Москва, Ленинские горы, МГУ, Биологический ф-т, ББС МГУ.

Кондратьева Ирина Анатольевна, канд. биол. наук, доцент международного биотехнологического центра (МБЦ МГУ).

Адрес: 119992, Москва, Ленинские горы, МГУ, Биофак, Международный учебно-научный биотехнологический центр (МБЦ МГУ).

E-mail: ikondratieva@mail.ru

Корбут Вадим Вадимович, канд. биол. наук, ст. науч. сотр. кафедры биогеографии географического факультета Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова.

Адрес: Москва, 107061, ул. Б. Черкизовская, д. 3, корп. 6, кв. 24.

Корякин Александр Сергеевич, канд. биол. наук, зам. директора по науч. работе Кандалакшского государственного природного заповедника.

Адрес: 184042, Мурманская обл., г. Кандалакша, ул. Линейная, д. 35.

E-mail: ask_kandalaksha@com.mels.ru

Косевич Игорь Арнольдович, канд. биол. наук, зав. лаб. биологии развития животных Биологического факультета Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова.

Адрес: 119992 Москва, Ленинские горы, МГУ, Биофак, каф. зоологии беспозвоночных.

E-mail: ikos@mail.ru

Кособокова Ксения Николаевна, канд. биол. наук, ст. науч. сотр. Института океанологии им. П.П. Ширшова РАН.

Адрес: 117997, Москва, Нахимовский проспект, д. 36.

E-mail: xkosobokova@ocean.ru, xkosobokova@mail.ru

Краснова Елена Дмитриевна, канд. биол. наук, науч. сотр. Беломорской биологической станции им. Н.А. Перцова Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова.

Адрес: 119234 г. Москва, Ленинские горы, МГУ, корп. «К», кв. 131.

E-mail: e_d_krasnova@pisem.net, e_d_krasnova@mail.ru

Крупнова Марина Юрьевна, канд. биол. наук, ст. н. с. лаборатории экологической биохимии Института биологии Карельского научного центра РАН.

Адрес: 185910 Республика Карелия, г. Петрозаводск, ул. Пушкинская, д. 11.

E-mail: krupnova@bio.krc.karelia.ru

Крушинская Янина Валерьевна, канд. биол. наук, науч. сотр. кафедры физиологии человека и животных Биологического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова.

Адрес: 119992 Москва, Ленинские горы, МГУ, д. 1, корп. 12, Биофак, каф. физиологии человека и животных.

E-mail: yanyakr@mail.ru

Кучерук Никита Валентович, канд. биол. наук, зав. лабораторией экологии прибрежных донных сообществ в Институте океанологии им. П.П. Ширшова РАН.

Адрес: 117997, Москва, Нахимовский проспект, д. 36, ИО РАН.

E-mail: kucheruk@ocean.ru, nvkucheruk@mail.ru

Кяйвярйянен Елена Ивановна, канд. биол. наук, ст. науч. сотр. лаборатории экологической биохимии Института биологии Карельского научного центра РАН.

Адрес: 185910 Республика Карелия, г. Петрозаводск, ул. Пушкинская, д. 11.

E-mail: helena@krc.karelia.ru

Лезин Петр Андреевич, мл. науч. сотр. Беломорской биологической станции «Каргеш» им. О.А. Скарлато Зоологического института РАН.

Адрес: 199034 Санкт-Петербург, Университетская наб, д. 1, ЗИН РАН, ББС.

E-mail: peter.lesin@gmail.com

Леонтович Алексей Александрович, канд. биол. наук, зав. лаб. Mayo Clinic, Rochester, Minesotta, USA.

E-mail: leontovich.alexey@mayo.edu

Лобакова Елена Сергеевна, д-р. биол. наук, вед. науч. сотр. физиологии микроорганизмов Биологического факультета Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова.

Адрес: 119992 г. Москва, Ленинские горы, МГУ, Биологический ф-т, каф. физиологии микроорганизмов.

E-mail: elena.lobakova@rambler.ru

Любимова Ксения Александровна, сотр. отдела радиобиологии Объединенного института ядерных исследований (ОИЯИ), г. Дубна.

Адрес: Московская обл., г. Дубна, ул. Лесная, д. 4, кв. 4

E-mail: lyubim@direktor.ru

Мазей Юрий Александрович, доцент кафедры зоологии и экологии Пензенского государственного педагогического университета им. В.Г. Белинского.

Адрес: 440026 г. Пенза, ул. Лермонтова, д.37.

E-mail: yurimazei@mail.ru

Максимова Ольга Викторовна, ст. науч. сотр. лаборатории экологии прибрежных донных сообществ Института океанологии им. П.П. Ширшова РАН.

Адрес: 117997, Москва, Нахимовский проспект, д 36, ИО РАН.

E-mail: ovmaximova@mail.ru

Максимович Николай Владимирович, д-р биол. наук, проф., зав. кафедрой ихтиологии и гидробиологии Санкт-Петербургского государственного университета.

Адрес: 199178 г. Санкт-Петербург, 16-я линия Васильевского Острова, д. 29, каф. ихтиологии и гидробиологии СПбГУ.

E-mail: maximovich@pobox.spbu.ru

Манухов Илья Владимирович, канд. биол. наук, вед. науч. сотр. Государственного унитарного предприятия «Государственный научно-исследовательский институт генетики».

Адрес: 113545 Москва, 1-й Дорожный проезд, д. 1.

E-mail: manukhov@genetika.ru

Маркина Надежда Вячеславовна, канд. биол. наук, ст. науч. сотр. Кафедры физиологии высшей нервной деятельности Биологического факультета Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова, редактор информационного агентства научных новостей «Информанука».

Адрес: Москва, Боровское шоссе, д. 58, корп. 1, кв. 62.

E-mail: nadezda_markina@mail.ru, textmaster@informnauka.ru, mark@protein.bio.msu.ru

Мартин, Даниэль Синтес (Daniel Martin Sintes), Director, Centre d'Estudis Avancats de Blanes (CSIC), Cala Sant Francesc.

E-mail: dani@ceab.csic.es

Мартынов Федор Михайлович, мл. науч. сотр. лаборатории гидробиологии БиНИИ Санкт-Петербургского государственного университета.

Адрес: 199178 г. Санкт-Петербург, 16-я линия Васильевского Острова, д. 29, каф. ихтиологии и гидробиологии СПбГУ.

E-mail: martynov@mail.ru

Марфенин Николай Николаевич, д-р биол. наук, проф. кафедры зоологии беспозвоночных Биологического факультета Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова.

Адрес: 119992 г. Москва, Ленинские горы, МГУ, Биологический ф-т, каф. зоологии беспозвоночных.

E-mail: marf47@mail.ru

Марфенина Ольга Евгеньевна, канд. биол. наук, вед. науч. сотр. кафедры биологии почв Факультета почвоведения Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова.

Адрес: 119992 г. Москва, Ленинские горы, МГУ, Ф-т почвоведения, каф. биологии почв.

E-mail: marfenina@soil.msu.ru

Маслова Мария Вадимовна, канд. биол. наук, науч. сотр. кафедры физиологии человека и животных Биологического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова.

Адрес: 119992 Москва, Ленинские горы, МГУ, д. 1, корп. 12, Биофак, каф. физиологии человека и животных.

E-mail: maslova_masha@mail.ru

- Мельниченко Алексей Леонидович**, студ. каф. зоологии беспозвоночных Биологического факультета Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова
Адрес: 119992 г. Москва, Ленинские горы, МГУ, Биологический ф-т, каф. зоологии беспозвоночных.
E-mail: l.m@rambler.ru
- Михайлова Татьяна Александровна**, канд. биол. наук, ст. науч. сотр. лаборатории альгологии Ботанического института им. В.Л. Комарова РАН.
Адрес: 197376 г. Санкт-Петербург, ул. проф. Попова, д. 2.
E-mail: mikhaylovat@mail.ru
- Мовчан Екатерина Анатольевна**, ассист. кафедры ихтиологии и гидробиологии Санкт-Петербургского государственного университета.
Адрес: 199178 г. Санкт-Петербург, 16-я линия Васильевского Острова, д. 29, каф. ихтиологии и гидробиологии СПбГУ.
E-mail: movchan_ekaterin@mail.ru
- Мокиевский Вадим Олегович**, канд. биол. наук, ст. науч. сотр. Института океанологии им. П.П. Ширшова РАН.
Адрес: 117997, Москва, Нахимовский проспект, д 36, ИО РАН.
E-mail: vadim@ocean.ru
- Москвичева Людмила Абрамовна**, лаб.-иссл. Кандалакшского государственного природного заповедника.
Адрес: 184042, Мурманская обл., г. Кандалакша, ул. Линейная, д. 35.
E-mail: ask_kand_reserve@com.mels.ru
- Мюге Николай Сергеевич**, канд. биол. наук, ст. науч. сотр. Института биологии развития им. Н.К. Кольцова РАН.
Адрес: 115477 Москва, ул. Вавилова, д. 26, ИБР РАН.
E-mail: mugue@mail.ru
- Назарова София Александровна**, студ. кафедры ихтиологии и гидробиологии Биолого-почвенного факультета Санкт-Петербургского государственного университета; лаборатория экологии морского бентоса (гидробиологии) Государственного образовательного учреждения Санкт-Петербургский городской дворец творчества юных.
Адрес: г. Санкт-Петербург, Тихрецкий пер., д. 9, корп. 9, кв. 33.
E-mail: sonya@an4751.spb.edu
- Наумов Андрей Донатович**, д-р биол. наук, вед. науч. сотр. Зоологического института РАН.
Адрес: 199034 Санкт-Петербург, Университетская наб, д. 1, ЗИН РАН.
E-mail: ANDREW@mail.ru
- Немова Нина Николаевна**, чл.-корр. РАН, д-р биол. наук, директор Института биологии Карельского научного центра РАН.
Адрес: 185910 Республика Карелия, г. Петрозаводск, ул. Пушкинская, д. 11.
E-mail: nemova@bio.krc.karelia.ru
- Неретина Татьяна Владимировна**, науч. сотр. Института биоорганической химии им. М.М. Шемякина и Ю.А. Овчинникова РАН.

Адрес: Адрес:117997 Москва, ул. Миклухо-Маклая, д. 16/10, ИБХ РАН.
E-mail: nertata@yandex.ru

Нестерова Валентина Николаевна, мл. науч. сотр. лаб. трофологии Полярного научно-исследовательского института морского рыбного хозяйства и океанографии им. Н.М. Книповича (ПИНРО).

Адрес: 183038 г. Мурманск, ул. Книповича, д. 6, ПИНРО.
E-mail: calanus@pinro.ru

Нефедова Зинаида Анатольевна, канд. биол. наук, ст. науч. сотр. лаборатории экологической биохимии Института биологии Карельского научного центра РАН.

Адрес: 185910 Республика Карелия, г. Петрозаводск, ул. Пушкинская, д. 11.

Нехаев Иван Олегович, студ. кафедры биоэкологии Мурманского государственного технического университета.

Адрес: 183052 Мурманск, ул. Фадеев Ручей, д. 11-3.
E-mail: t.p.n@bk.ru

Никифоров-Никишин Алексей Львович, д-р биол. наук, проф. кафедры биоэкологии и ихтиологии Московского государственного университета технологий и управления.

Адрес: Москва, ул. Болотниковская, 15.

Нинбург Евгений Александрович,

зав. лабораторией экологии мор-

ского бентоса (гидробиологии) Государственного образовательного учреждения Санкт-Петербургский городской дворец творчества юных.

Нургазиева Динара Куанышевна, аспирант каф. физиологии микроорганизмов Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова.

Адрес: 119992, Ленинские горы, Биофак МГУ, каф. физиологии микроорганизмов, к. 446.
E-mail: nurgazieva_dinara@yahoo.com

Озернюк Николай Дмитриевич, д-р биол. наук, директор Института биологии развития им. Н.К. Кольцова РАН.

Адрес: 115477 Москва, ул. Вавилова, д. 26, ИБР РАН.
E-mail: ozernyuk@mail.ru

Орлова Эмма Львовна, д-р биол. наук, зав. лабораторией трофологии Полярного научно-исследовательского института морского рыбного хозяйства и океанографии им. Н.М. Книповича.

Адрес: 183038 г. Мурманск, ул. Книповича, д. 6, ПИНРО.
E-mail: orlova@pinro.ru

Панчин Юрий Валентинович, д-р биол. наук, вед. науч. сотр. Института проблем передачи информации РАН.

Адрес: 124994 г. Москва, ГСП-4, Большой Каретный пер., д. 19, ИППИ РАН.
E-mail: ypanchin@yahoo.com

Панева Татьяна Дмитриевна, науч. сотр. Кандалакшского государственного природного заповедника.

Адрес: 184042, Мурманская обл., г. Кандалакша, ул. Линейная, д. 35.

E-mail: ask_kand_reserve@com.mels.ru

Перцова Наталья Михайловна, канд. биол. наук, науч. сотр. кафедры зоологии беспозвоночных Биологического факультета Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова.

Адрес: 119992 Москва, Ленинские горы, МГУ, Биофак, каф. зоологии беспозвоночных.

E-mail: xkosobokova@mail.ru

Плюснина (Жерихина) Вера Николаевна, мл. науч. сотр. Кандалакшского государственного природного заповедника.

Адрес: 184042, Мурманская обл., Кандалакша, ул. Линейная 35.

E-mail: ask_kand_reserve@com.mels.ru

Плющева Мария Викторовна, канд. биол. наук, лаборант кафедры зоологии беспозвоночных Биологического факультета Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова.

Адрес: 119992, Москва, Ленинские горы, МГУ, Биофак, каф. зоологии беспозвоночных.

E-mail: pljuscheva@mail.ru, plyuscheva@pisem.net

Полоскин Алексей Валерьевич, канд. биол. наук, педагог дополнительного образования, руководитель исследовательской группы лаборатории экологии морского бентоса (гидробиологии) Государственного образовательного учреждения Санкт-Петербургский городской дворец творчества юных; ст. преп. кафедры зоологии беспозвоночных Биолого-почвенного факультета Санкт-Петербургского государственного университета.

Адрес: 198260, г. Снкт-Петербург, просп. Ветеранов, д. 96, кв. 95.

E-mail: av@hydrola.ru

Полякова Наталия Владимировна, ст. лаб. кафедры ихтиологии и гидробиологии биолого-почвенного факультета Санкт-Петербургского государственного университета.

Адрес: 199178 г. Санкт-Петербург, 16-я линия Васильевского Острова, д. 29, каф. ихтиологии и гидробиологии СПбГУ.

E-mail: hydro@np4140.spb.edu, aist606@gmail.com

Прокопчук Ирина Павловна, мл. науч. сотр. лаборатории трофологии Полярного научно-исследовательского института морского рыбного хозяйства и океанографии им. Н.М. Книповича.

Адрес: 183038 г. Мурманск, ул. Книповича, д. 6, ПИНРО.

E-mail: irene_pr@pinro.ru

Романенко Федор Александрович, канд. геогр. наук, ст. науч. сотр. кафедры геоморфологии и палеогеографии географического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова.

Адрес: 119899, Москва ГСП-3, Ленинские горы, МГУ, Географический ф-т, каф. геоморфологии.

E-mail: farom@gol.ru

Руднева Галина Борисовна, мл. науч. сотр. лаборатории трофологии Полярного научно-исследовательского института морского рыбного хозяйства и океанографии им. Н.М. Книповича.

Адрес: 183038 г. Мурманск, ул. Книповича, д. 6, ПИНРО.

E-mail: rudneva@pinro.ru

Руоколайнен Татьяна Рудольфовна, канд. биол. наук, ст. науч. сотр. лаборатории экологической биохимии Института биологии Карельского научного центра РАН.

Адрес: 185910 Республика Карелия, г. Петрозаводск, ул. Пушкинская, д. 11.

E-mail: truok@krc.karelia.ru

Рябов Владимир Борисович, аспирант каф. физиологии микроорганизмов Биологического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова.

Адрес: 119992, Москва, Ленинские горы, Биологический факультет МГУ, кафедра физиологии микроорганизмов.

E-mail: vbryabov@mail.ru

Савченко Александра Сергеевна, студ. каф. зоологии беспозвоночных Биологического факультета Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова.

Адрес: 119992 г. Москва, Ленинские горы, МГУ, Биологический ф-т, каф. зоологии беспозвоночных.

E-mail: a-sergevna@mail.ru

Саминская Александра Алексеевна, Санкт-Петербургский государственный университет, Биолого-почвенный факультет, кафедра ихтиологии и гидробиологии.

Адрес: 199178 г. Санкт-Петербург, 16-я линия Васильевского Острова, д. 29, каф. ихтиологии и гидробиологии СПбГУ.

Соколова Наталия Александровна, д-р биол. наук, проф. кафедры физиологии человека и животных Биологического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова.

Адрес: 119992 Москва, Ленинские горы, МГУ, Биофак, каф. физиологии человека и животных.

E-mail: nas1945@mail.ru

Спиридонов Василий Альбертович, канд. биол. наук, ст. науч. сотр. Института океанологии им. П.П. Ширшова РАН.

Адрес: 117997, Москва, Нахимовский проспект, д. 36, ИО РАН.

E-mail: marprogram@wwf.ru

Стариков Юрий Владимирович, канд. биол. наук, ст. таксидермист Беломорской биологической станции «Картеш» Зоологического института РАН.

Адрес: 199034 Санкт-Петербург, Университетская наб, д. 1, ЗИН РАН, ББС.

Старков Алексей Иванович, Санкт-Петербургский государственный университет, Биолого-почвенный факультет, кафедра ихтиологии и гидробиологии.

Адрес: 199178 г. Санкт-Петербург, 16-я линия Васильевского Острова, д. 29, каф. ихтиологии и гидробиологии СПбГУ.

Стогов Игорь Арсениевич, Санкт-Петербургский государственный университет, Биолого-почвенный факультет, кафедра ихтиологии и гидробиологии Санкт-Петербургского государственного университета.

Адрес: 199178 г. Санкт-Петербург, 16-я линия Васильевского Острова, д. 29, каф. ихтиологии и гидробиологии СПбГУ.

E-mail: igor_stogov@yahoo.com

Сухих Н.М., Санкт-Петербургский государственный университет, Биолого-почвенный факультет, кафедра ихтиологии и гидробиологии Санкт-Петербургского государственного университета.

Адрес: 199178 г. Санкт-Петербург, 16-я линия Васильевского Острова, д. 29, каф. ихтиологии и гидробиологии СПбГУ.

Тарасов Константин Львович, канд. биол. наук, доцент каф. микологии и альгологии Биологического факультета Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова.

Адрес: 119992 Москва, Ленинские горы, д. 1, корп. 12, Биофак МГУ, каф. микологии и альгологии.

E-mail: k_tarasov@mtu-net.ru

Тихоненков Денис Викторович, ст. лаборант-исследователь, аспирант группы протозоологии лаборатории микробиологии Института биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина РАН.

Адрес: 152742 Ярославская обл, Некоузский р-н, п. Борок, ИБВВ РАН.

E-mail: tikhon@ibiw.yaroslavl.ru

Тишина Юлия Владимировна, студ. каф. физиологии микроорганизмов Биологического факультета Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова.

Адрес: 119992 Москва, Ленинские горы, Биофак МГУ, каф. физиологии микроорганизмов.

E-mail: t.yuliya-msu@mail.ru

Трофимова Лидия Константиновна, студ. кафедры физиологии человека и животных Биологического факультета Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова.

Адрес: 119992 Москва, Ленинские горы, МГУ, Биофак, каф. физиологии человека и животных.

E-mail: akapi@yandex.ru

Феоктистов Александр Сергеевич, аспирант каф. физиологии микроорганизмов Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова.

Адрес: 119992 Москва, Ленинские горы, Биофак МГУ, каф. физиологии микроорганизмов, к. 446.

E-mail: oxyd@land.ru

Флячинская Людмила Павловна, канд. биол. наук, науч. сотр. Беломорской биологической станции «Картеш» им. О.А. Скарлато Зоологического института РАН.

Адрес: 199034 Санкт-Петербург, Университетская наб, д. 1, ЗИН РАН,
ББС.

E-mail: l.flyach@gmail.com

Фокина Наталья Николаевна, аспирант лаборатории экологической биохимии Института биологии Карельского научного центра РАН.

Адрес: 185910 г. Петрозаводск, ул. Пушкинская, д.11.

E-mail: alnata@bio.krc.karelia.ru

Халаман Вячеслав Вячеславович, канд. биол. наук, ст. науч. сотр. Беломорской биологической станции «Картеш» им. О.А. Скарлато Зоологического института РАН.

Адрес: 199034 Санкт-Петербург, Университетская наб, д. 1.

E-mail: kha@onego.ru

Цетлин Александр Борисович, д-р биол. наук, директор Беломорской биологической станции им. Н.А. Перцова Биологического факультета Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова.

Адрес: 119992 г. Москва, Ленинские горы, МГУ, Биологический ф-т, ББС МГУ.

E-mail: atzetlin@mail.ru

Цыганов Андрей Николаевич, аспирант каф. гидробиологии Биологического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова.

Адрес: 119992, Москва, Ленинские горы, МГУ, Биологический ф-т, каф. гидробиологии.

E-mail: andrei-tsy@rambler.ru

Шатских Елена Викторовна, студ. кафедры ихтиологии и гидробиологии Санкт-Петербургского государственного университета.

Адрес: 199178 г. Санкт-Петербург, 16-я линия Васильевского Острова, д. 29, кафедра ихтиологии и гидробиологии СПбГУ.

E-mail: hydro@np4140.spb.edu

Шиловцева Ольга Александровна, канд. геогр. наук, вед. науч. сотр. кафедры метеорологии и климатологии географического факультета Московского государственного им. М.В. Ломоносова.

Адрес: 119899, Москва, Ленинские горы, МГУ, Географический ф-т, каф. метеорологии.

E-mail: shil_o@mail.ru

Шутова Елена Васильевна, канд. биол. наук, ст. науч. сотр. Кандалакшского государственного природного заповедника.

Адрес: 184042, Мурманская обл., г. Кандалакша ул. Линейная, д. 35.

E-mail: ask_kand_reserve@com.mels.ru

| | |
|--|----|
| Программа конференции | 1 |
| <i>In Memoriam</i> | 7 |
| Евгений Андреевич Кузнецов (1946–2005)..... | 7 |
| Ушел из жизни Евгений Александрович Нинбург..... | 13 |
| Экология | 18 |
| <i>В.С. Амелина, Р.У. Высоцкая, В.В. Халаман.</i> Использование биохимических показателей для оценки взаимовлияний животных в сообществах обрастания Белого моря..... | 18 |
| <i>Е.А. Андерсон, Е.А. Мовчан, И.А. Стогов.</i> Структурные характеристики планктонных и донных ценозов нижнего течения реки Кереть..... | 21 |
| <i>Д.А. Аристов, С.А. Назарова, А.Е. Горных, Е.А. Генельт-Яновский, А.В. Полоскин.</i> Питание хищных беспозвоночных в прибрежной зоне Белого моря..... | 24 |
| <i>В.Я. Бергер.</i> Продуктивность и промысловые возможности Белого моря..... | 27 |
| <i>Л.А. Бондарева, Н.Н. Немова, Е.И. Кяйвяряйнен, М.Ю. Крупнова, И.Н. Бахмет.</i> Роль внутриклеточных протеаз в механизмах соленостных адаптаций у представителей различных таксонов биоты Белого моря..... | 27 |
| <i>Е.А. Генельт-Яновский, С.А. Назарова, А.В. Полоскин, К.С. Волков.</i> Виды-трупоеды в сообществах верхней сублиторали вершины Кандалакшского залива Белого моря..... | 31 |
| <i>А.В. Герасимова, Н.В. Максимович, Ф.М. Мартынов, А.А. Саминская.</i> О долговременных трендах в динамике структуры поселений массовых видов двустворчатых моллюсков в Белом море..... | 34 |
| <i>О.Б. Гонтарь.</i> Некоторые аспекты адаптаций дендроинтродуцентов в условиях Кольского Севера..... | 37 |
| <i>В.К. Жиров.</i> Две этики в решении проблемы охраны природы и сохранения биологического разнообразия..... | 42 |
| <i>А.В. Зыкова, А.Л. Мельниченко, А.С. Савченко, В.О. Мокиевский, А.Б. Цетлин.</i> Распределение беспозвоночных животных-падальщиков в зависимости от глубины, типа приманки и времени нахождения приманки в воде..... | 46 |
| <i>Y.G. Kamenir (Ю.Г. Каменир).</i> The Archimedean Point (Точка Опоры)..... | 50 |

| | |
|---|----|
| <i>А.Н. Кизеев, В.К. Жиров.</i> Влияние химического и радиационного факторов на ассимиляционный аппарат сосны обыкновенной... 53 | 53 |
| <i>В.В. Корбут.</i> Многолетние изменения питания морских птиц и беспозвоночные животные литорали Белого моря и трофические стратегии обитателей экотонов 55 | 55 |
| <i>А.С. Корякин, Л.А. Москвичева.</i> Цветение растений в районе Кандалакши в октябре 2005 г. 58 | 58 |
| <i>К.Н. Кособокова, Н.М. Перцова.</i> Планктонное сообщество Белого моря в зимний период: результаты исследований экспедиции г/с «Сергей Кравков» в глубоководной части моря в апреле 2003 г. 60 | 60 |
| <i>Е.Д. Краснова.</i> Мейобентос в планктоне: случайность или закономерность? 63 | 63 |
| <i>Н.В. Кучерук.</i> Макрозообентос кавказского побережья Черного моря: влияние пелагических и донных видов-вселенцев 68 | 68 |
| <i>Н.В. Максимович, А.В. Герасимова.</i> О характере динамики численности особей в генерациях массовых видов двустворчатых моллюсков Белого моря..... 71 | 71 |
| <i>И.О. Нехаев.</i> Сезонная динамика популяций пресноводных <i>Gastropoda</i> (на примере одной из губ Нижнетуломского водохранилища в районе урочища Сухой порог)..... 74 | 74 |
| <i>В.Н. Плюснина, Е.В. Шутова.</i> Аномально раннее высypание семян <i>Picea obovata</i> Ledeb. (ели сибирской) в районе Лувеньги в 2004 г. и их всхожесть..... 76 | 76 |
| <i>Н.В. Полякова, А.И. Старков, А.Н. Кошелева, Н.М. Сухих.</i> Зоопланктон наскальных ванн островов Керетского архипелага Кандалакшского залива Белого моря..... 78 | 78 |
| <i>И.П. Прокончук, Г.Б. Руднева, Э.Л. Орлова, В.Н. Нестерова, Д.И. Александров.</i> Сравнительный анализ результатов исследования зоопланктона по уловам сетей Джели и WP2 в Баренцевом и Норвежском морях 80 | 80 |
| <i>Д.В. Тихоненков, Ю.А. Мазей.</i> Видовое разнообразие и структура сообщества бентосных гетеротрофных жгутиконосцев эстуария р. Черной и пролива Великая Салма (Кандалакшский залив, Белое море)..... 83 | 83 |
| <i>Н.Н. Фокина, З.А. Нефедова, Т.Р. Руоколайнен, Н.Н. Немова, И.Н. Бахмет.</i> Особенности липидного состава мидий <i>Mytilus edulis</i> L., 1758, различающихся местообитанием в Белом море 87 | 87 |

| | |
|--|-----|
| <i>А.Н. Цыганов, Ю.А. Мазей.</i> Видовой состав и структура сообществ раковинных амёб сфагновых болот побережья Белого моря..... | 90 |
| Зоология беспозвоночных | 93 |
| <i>Д.И. Александров.</i> К биологии гипериид рода <i>Themisto</i> Баренцева моря..... | 93 |
| <i>М.П. Анциферова.</i> Исследования морских клещей литоральных фукоидов в окрестностях ББС..... | 94 |
| <i>Ю.Б. Бурькин.</i> Механизмы формирования течений гидроплазмы в колониях гидроидных полипов..... | 96 |
| <i>М.Ю. Высоких, И.В. Манухов, М.В. Плющева.</i> Особенности люминесценции <i>Harmothoe imbricata</i> | 99 |
| <i>А.Э. Жадан, П.А. Белова, С.С. Водопьянов.</i> Положение рода <i>Travisia</i> (Orpheliidae) в системе полихет. Сравнительно-анатомический подход..... | 103 |
| <i>А.Э. Жадан, А.Б. Цетлин, Т.В. Неретина, О.Е. Каменская, Н.С. Мюге.</i> Неизвестные «палочки»..... | 105 |
| <i>Н.Г. Жукова.</i> К вопросу о распространении <i>Nematoscelis megalops</i> (Crustacea, Euphausiacea) в Баренцевом море..... | 109 |
| <i>П.А. Лезин, Е.В. Козминский.</i> Исследование полиморфизма окраски раковины <i>Littorina obtusata</i> (L., 1758) методом цветовых измерений..... | 111 |
| <i>Ф.М. Мартынов, А.В. Герасимова.</i> Гетерогенность литоральных поселений <i>Mya arenaria</i> L., 1767 по скорости роста особей (Керетский архипелаг, Кандалакшский залив, Белое море)..... | 114 |
| <i>Н.Н. Марфенин, И.А. Косевич.</i> Морфогенетическая эволюция строения колонии у гидроидов..... | 118 |
| <i>М.В. Плющева, Т.А. Брумаев, D. Martin.</i> Стратегия жизненных циклов и популяционная экология полихет-полиноид <i>Lepidonotus squamatus</i> и <i>Harmothoe imbricata</i> в Белом море..... | 125 |
| Альгология и микология | 131 |
| <i>Е.Н. Бубнова, М.Л. Георгиева, Е.Н. Биланенко.</i> Грибы на <i>Salicornia europaea</i> L. из географически удаленных регионов (Кулундинская степь и побережье Белого моря)..... | 131 |
| <i>Е.В. Запара, Т.А. Белевич.</i> Зависимость структуры сообщества морских планктонных водорослей от источника азота..... | 135 |
| <i>И.С. Жданов.</i> Эпилитные лишайники литорали и супралиторали Кандалакшского залива Белого моря..... | 138 |
| <i>Я.В. Киреев, Е.Н. Бубнова.</i> Микобиота бурых водорослей в окрестностях Беломорской биостанции МГУ..... | 142 |

| | |
|--|-----|
| <i>А.В. Киташов, А.П. Кожушный, С.А. Феоктистов, Д.К. Нургазиева, Е.С. Лобакова.</i> Влияние факторов внешней среды на активность лектинов в талломах трехкомпонентных лишайников | 146 |
| <i>О.В. Максимова, Н.С. Мюге.</i> Фукоиды, новые для Белого моря: морфология, экология, генетические связи | 150 |
| <i>О.Е. Марфенина, Е.Е. Кислова.</i> Опыт исследования микроскопических грибов в погребенных морских грунтах (на примере палеонтологического памятника на территории ББС МГУ) | 153 |
| <i>Т.А. Михайлова.</i> Восстановительная сукцессия после промысла ламинарий в Белом море | 157 |
| Ихтиология | 161 |
| <i>Е.А. Бурькина.</i> Сравнительная оценка методов исследования структуры видов и популяций у морских рыб..... | 161 |
| <i>Е.А. Бурькина.</i> Эволюция тресковых рыб и возникновение современных видов трески | 163 |
| <i>Е.А. Бурькина.</i> Особенности вертикального распределения икринок и личинок трески в Белом море | 167 |
| <i>А.В. Горбунов, А.Л. Бородин, А.Л. Никифоров-Никишин.</i> Сравнительный анализ микроэлементного состава хрусталика <i>Syringidae</i> и <i>Salmonidae</i> на примере карпа, белого толстолобика и радужной форели..... | 170 |
| <i>Т.С. Иванова, Е.А. Мовчан, Е.В. Шатских.</i> Сезонная динамика питания окуня в оз. Кривое (Карельский берег Белого моря)... | 172 |
| Орнитология | 175 |
| <i>Т.Д. Панева.</i> Результаты учета морских птиц на Мурмане летом 1992 г. | 175 |
| Физиология | 178 |
| <i>Т.Ю. Дунаева, А.В. Граф, Н.А. Соколова.</i> Влияние острой гипоксии периода раннего органогенеза на развитие потомства белых крыс..... | 178 |
| <i>И.А. Кондратьева, В.Б. Рябов, Ю.В. Тишина.</i> Взаимодействие целомоцитов беспозвоночных с живыми и неживыми объектами <i>in vitro</i> | 180 |
| <i>Л.К. Трофимова, А.В. Граф, Я.В. Крушинская, М.В. Маслова, Н.А. Соколова.</i> Сравнительный анализ ряда исходных показателей электрокардиограммы небеременных самок крыс и беременных крыс в период раннего органогенеза, обладающих различной степенью устойчивости к острой гипобарической гипоксии..... | 182 |

| | |
|--|-----|
| Науки о Земле | 185 |
| <i>Ф.А. Романенко, О.А. Шиловцева.</i> Изменение температурного режима на побережье Белого моря в XIX–XX вв. | 185 |
| <i>И.Г. Авенариус, А.Д. Виталь.</i> Морфоструктурные особенности и ландшафты и морфология береговой зоны полуострова Киндо (Белое море) | 189 |
| <i>Н.Н. Марфенин.</i> Началось ли уже потепление климата на ББС? (Информация для обсуждения) | 193 |
| Хочу все знать! | 196 |
| <i>А.В. Андрианов.</i> О методах анализа данных..... | 196 |
| <i>Д.А. Воронов.</i> Современные представления о биогенетическом законе | 197 |
| <i>Н.А. Горяшко.</i> Презентация научно-популярного издания «Литорины на литорали» (из истории северных морских биологических стационаров) | 201 |
| <i>П.А. Лезин, Л.П. Флячинская.</i> Методика компьютерного моделирования в исследованиях личиночного развития двустворчатых моллюсков..... | 204 |
| <i>Н.В. Маркина.</i> Наука и общество – проблемы контакта | 207 |
| Резолюция | 213 |
| Список участников конференции | 221 |

Главный редактор:
д-р биол. наук, проф. А.Б. Цетлин
Редколлегия:
канд. биол. наук Е.Д. Краснова,
канд. биол. наук Д.А. Воронов

Подписано в печать 10.10.2006. Формат 60 x 84 1/16.
Бумага офсетная № 1. Гарнитура «Гаймс». Ризограф.
Усл. печ. л. 13,0. Тираж 500 экз.

Издательско-полиграфический комплекс «Гриф и К»
300041, г. Тула, ул. Октябрьская, д. 81-а,
Тел/факс (0872) 49-76-96