

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Институт морских биологических исследований
имени А.О. Ковалевского РАН

ПОНТ ЭВКСИНСКИЙ – 2017

Тезисы X Всероссийской научно-практической
конференции молодых учёных

по проблемам водных экосистем

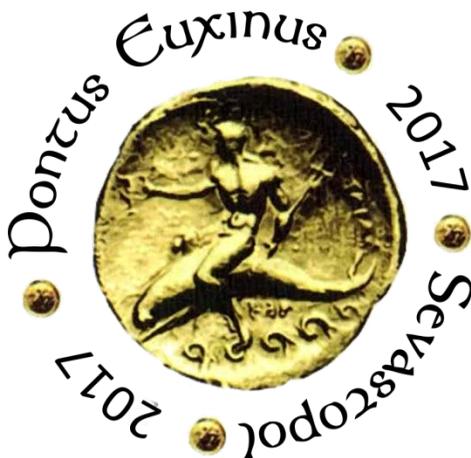
в рамках проведения Года экологии
в Российской Федерации



г. Севастополь
11–16 сентября 2017 г.

Федеральное государственное бюджетное учреждение
науки «Институт морских биологических исследований
имени А.О. Ковалевского РАН»

PONTUS EUXINUS X
ПОНТ ЭВКСИНСКИЙ X



Тезисы X Всероссийской
научно-практической конференции
молодых ученых

«*Pontus Euxinus 2017*»

по проблемам водных экосистем,
в рамках проведения Года экологии
в Российской Федерации

Севастополь
2017

УДК 574(063)
ББК 28.080.3я4
Р 82

Р 82 «PontusEuxinus 2017»: тезисы X Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых по проблемам водных экосистем, в рамках проведения Года экологии в Российской Федерации (11-16 сентября 2017 г.). Севастополь: DigitPrint, 2017. – 272 с., илл.

В сборник вошли тезисы докладов молодых ученых из России, Татарстана, Абхазии и Украины, охватывающие проблемы изучения процессов и явлений в морских и пресноводных экосистемах; рационального природопользования и устойчивого развития прибрежной зоны морей и океанов; биотехнологии и биофизики; санитарной и технической гидробиологии; физиологии гидробионтов; радиохемозэкологии и экологической безопасности.

Сборник представляет интерес для студентов, аспирантов и молодых ученых, работающих в области физиологической, биохимической и радиационной экологии, биофизики, зоологии и ботаники, систематики и санитарной биологии.

УДК 574(063)
ББК 28.080.3я4



Тезисы опубликованы с сохранением авторской редакции

ISBN 978-5-9908633-4-7

© Авторы тезисов, 2017
© ФГБУН ИМБИ, 2017

ОРГАНИЗАТОР:



СОВЕТ МОЛОДЫХ УЧЁНЫХ
ФГБУН «Институт морских
биологических исследований имени
А.О. Ковалевского РАН»

пр. Нахимова, 2, г. Севастополь,
299011, Россия
ibss@inbox.ru

ПРЕДСЕДАТЕЛЬ ОРГКОМИТЕТА

Куратор Совета молодых ученых ФГБУН ИМБИ,
заместитель директора ФГБУН ИМБИ по научной работе,
к.б.н. **Боровков Андрей Борисович**

ЗАМЕСТИТЕЛЬ ПРЕДСЕДАТЕЛЯ ОРГКОМИТЕТА

Председатель Совета молодых ученых ФГБУН ИМБИ –
Родина Елена Андреевна

СОСТАВ ОРГКОМИТЕТА:

Тихонова Елена	Ефимова Татьяна
Соловьева Ольга	Баяндина Юлия
Челебиева Элина	Новикова Татьяна
Романова Дарья	Горбунова Светлана
Кухарева Татьяна	Подзорова Дарина
Ефремова Екатерина	Савченкова Юлия
Жондарева Яна	Пушина Ольга
Копытова Ольга	Водясова Екатерина

Разработка и оформление сборника:

Родина Елена, Баяндина Юлия

Компьютерный дизайн:

Баяндина Юлия, Родина Елена,
Муханов Владимир
Карпова Евгения Павловна

При финансовой поддержке:

ФГБУН «Институт морских биологических исследований имени А. О. Ковалевского РАН»

ФГБУ «Российский фонд фундаментальных исследований», проект №17-34-10250

Первичной профсоюзной общественной организации ИМБИ профсоюза работников РАН

Персональная благодарность:

Гулину Сергею Борисовичу – директору ФГБУН ИМБИ, д.б.н., профессору

Боровкову Андрею Борисовичу – заместителю директора ФГБУН ИМБИ по научной работе, куратору СМУ ФГБУН ИМБИ, к.б.н.

Скуратовской Екатерине Николаевне – заместителю директора ФГБУН ИМБИ по научно-образовательной работе, к.б.н.

Корнийчук Юлии Михайловне – заместителю директора ФГБУН ИМБИ по научно-методической работе, к.б.н.

Поспеловой Наталье Валериевне – ученому секретарю ФГБУН ИМБИ, к.б.н.

Кравцовой Алле Мильевне – директору Севастопольского аквариума-музея

***Благодарим за содействие
в организации конференции:
Севастопольский морской аквариум-музей***

Институту морских биологических исследований исполнилось 145 лет



Гулин С.Б.,
директор ФГБУН
«Институт морских
биологических исследований
имени А.О. Ковалевского РАН»,
доктор биологических наук,
профессор
г. Севастополь

В 2016 году Федеральному государственному бюджетному учреждению науки «Институт морских биологических исследований имени А.О. Ковалевского РАН» исполнилось 145 лет.

Институт создан в 1963 г. на базе Севастопольской, Одесской и Карадагской биологических станций стараниями чл.-корр. АН УССР, проф. В.А. Водяницкого. Как по месторасположению, так и по своему научному потенциалу Институт явился прямым наследником всемирно известной Севастопольской биологической станции (СБС), основанной в далеком 1871 году по инициативе выдающихся ученых Н.Н. Миклухо-Маклая и А.О. Ковалевского. Ее создание было вызвано необходимостью изучения флоры и фауны Черного моря, систематизации наблюдений над периодическими изменениями физических факторов морской среды, составления и хранения коллекций гидробионтов и предоставления возможности для научных исследований приезжим специалистам.

В стенах СБС были сделаны открытия, важные для развития океанографии. История становления СБС связана с именами выдающихся биологов, положивших начало систематическим гидробиологическим исследованиям в акватории Черного и Азовского морей: А.О. Ковалевского, В.Н. Ульянина, А.А. Остроумова, С.М. Переяславцевой, Н.И. Андрусова, В.И.

Палладина, Н.В. Насонова, В.В. Заленского, Л.И. Якубовой, С.А. Зернова, В.А. Водяницкого, Н.В. Морозовой-Водяницкой.

По инициативе А.О. Ковалевского в 1891 г. СБС была переведена в ведение Академии наук России, что упрочило ее положение, как научного учреждения и расширило возможности исследований. В 1897 году на Приморском бульваре Севастополя было построено специальное здание Станции, в котором Институт размещается и сегодня, с экспериментальными и аквариальными помещениями и публичным морским аквариумом.

В 1963 году Постановлением Совета Министров и Постановлением Комитета по координации научно-исследовательских работ СССР, Президиум АН УССР утвердил: «В соответствии с планом развития научно-исследовательских работ в области морской гидробиологии создать в составе Отделения общей биологии Институт биологии южных морей АН УССР на базе Севастопольской, Одесской и Карадагской биологических станций с центром в г. Севастополе».

Преобразование Станции в Институт позволило значительно расширить спектр и масштабы научных исследований, привлечь высококвалифицированных специалистов различных направлений. Наряду с традиционными исследованиями в области систематики, морфологии гидробионтов, гидрологии и гидрохимии Черного моря и других морей средиземноморского бассейна в Институте началось экспериментальное исследование физиологии, биологии и экологии морских организмов, продуктивности и динамики морских экосистем. Появились новые перспективные фундаментальные и прикладные направления исследований, такие как радиационная и химическая биология, морская санитарная гидробиология, марикультура, биотехнология, биофизическая экология. Расширилась география исследований: от Арктики до Антарктики.

К началу 80-х годов XX столетия Институт с отделениями насчитывал 800 сотрудников и являлся одним из крупнейших мировых научных центров, проводивший крупномасштабные исследования на огромных пространствах Мирового океана при тесном сотрудничестве с ведущими зарубежными научными центрами.

Федеральное государственное бюджетное учреждение наук «Институт морских биологических исследований имени А.О. Ковалевского» РАН (ФГБУН ИМБИ) создано на основании Распоряжения Правительства Российской Федерации № 599-р от 09.04.2015 г. и является научно-исследовательским бюджетным

учреждением с общегосударственной формой собственности и финансируется за счет госбюджета Российской Федерации.

В настоящее время Институт возглавляет доктор биологических наук, профессор Гулин Сергей Борисович, являющийся признанным в мире специалистом по морской радиационной экологии.

Сегодня ФГБУН ИМБИ – одна из крупнейших морских научно-исследовательских организаций, занимающаяся не только традиционными фундаментальными исследованиями в области морской биологии, но и региональными проблемами Крыма, Черного и Азовского морей, а также активно участвующая в решение глобальных проблем сохранения окружающей среды, климата и долгосрочного прогнозирования, о чем свидетельствует ее участие практически во всех крупных международных океанографических программах. Сегодня Институт разрабатывает актуальнейшие проблемы мировой науки, такие как создание новых технологий охраны и воспроизводства окружающей среды, решение проблем, связанных с устойчивым развитием современной цивилизации и создание информационных технологий интеграции научных знаний в социальный процесс.

Выход очередного сборника трудов молодых учёных по проблемам водных экосистем, в рамках проведения Года экологии в Российской Федерации, является, несомненно, событием актуальным для популяризации труда молодых ученых Института, Российской академии наук и СНГ в целом, на самом высоком научном уровне выполняющих гидроэкологические исследования.

Новые традиции Института морских биологических исследований имени А.О. Ковалевского



Боровков А.Б.,
заместитель директора
ФГБУН ИМБИ по научной работе,
кандидат биологических наук

Проведение молодежных конференций и школ-семинаров стало традицией для ФГБУН «Институт морских биологических исследований имени А.О. Ковалевского РАН» (до 2015 года – Институт биологии южных морей им. А. О. Ковалевского) – крупнейшего гидробиологического учреждения Европы и одного из авторитетнейших гидробиологических учреждений мира. Организатором конференций является Совет молодых учёных ФГБУН ИМБИ. С 2000 года Совет молодых ученых ФГБУН ИМБИ провел 9 Международных молодежных конференций «ПОНТ ЭВКСИНСКИЙ», в том числе при поддержке РФФИ. По материалам конференции публикуются тезисы докладов, лучшие доклады представляются в виде статей в научных журналах.

В рамках работы СМУ решаются учебно-воспитательная и просветительская задачи с молодежью, организуются акции в области экологического туризма и защиты окружающей среды, разрабатываются и издаются материалы по экологическому образованию. Молодыми учеными ФГБУН ИМБИ регулярно проводятся природоохранные и просветительские мероприятия городского масштаба. Привлечение к решению этих проблем современной молодежи, пропаганда и реализация идей экологической этики среди школьников и учащейся молодежи поможет, насколько это возможно, восстановить соответствие нашего человеческого мира миру природы, окружающему нас.

Год экологии в России (2017 год) – тематический год, определенный Правительством РФ для активного решения экологических проблем в стране, вопросов охраны окружающей среды и привлечения внимания общественности к этой проблеме. 2017 год также называют годом экологических реформ.

Охрана окружающей среды – одна из наиболее актуальных проблем современности. Научно-технический прогресс и усиление антропогенного давления на природную среду неизбежно приводит к ухудшению экологической ситуации. В последние годы напряжённость экологической обстановки возрастает с каждым днём. Сегодня, как никогда, судьбу природы решает уровень экологической культуры человека и общества, в котором он живет. Совет молодых ученых ФГБУН ИМБИ при проведении X Всероссийской научно-практической конференции молодых учёных по проблемам водных экосистем «ПОНТ ЭВКСИНСКИЙ – 2017» ставит перед собой задачи: привлечение внимания граждан к проблемам экологии; обеспечение безопасности существующих экосистем; сохранение многообразия биологических видов, а также развитие экологической ответственности молодых ученых.

Цель конференции – представление результатов фундаментальных и прикладных научных исследований в области морской биологии и экологии водных систем, обсуждение перспектив их практического использования для развития инновационных технологий, охраны окружающей среды и рационального природопользования, воспроизводства биологических ресурсов и аквакультуры. Молодые ученые уделяют огромное внимание современной ситуации и путям решения экологических проблем загрязнения и самоочищения водных экосистем различных регионов России, изменения климата, изменения биотопов, биоиндикации, эколого-экономическим и правовым проблемам регионов.

Молодые ученые ФГБУН ИМБИ активно ведут природоохранную деятельность и призывают всех не быть равнодушными и принимать посильное участие в охране и восстановлении естественной природной среды.

Развитие системы непрерывного образования в ФГБУН ИМБИ



Скуратовская Е.Н.
заместитель директора ФГБУН ИМБИ
по научно-методической работе,
кандидат биологических наук

Развитие системы непрерывного образования – одно из важных направлений инновационной образовательной деятельности, предполагающее непрерывность процессов в системе начального, среднего, высшего, послевузовского и дополнительного профессионального образования.

В ФГБУН ИМБИ осуществляется эффективная подготовка высококвалифицированных специалистов в области морской биологии при взаимодействии с другими научно-исследовательскими учреждениями и учебными заведениями путем создания непрерывной системы обучения в цепочке «школьник – студент – аспирант – научный сотрудник». Единая образовательная система, сформированная в Институте, позволяет эффективно координировать учебные программы различных ступеней обучения, способствует приобщению учащихся к исследовательской деятельности и научному поиску.

Работа со школьниками осуществляется в тесном сотрудничестве с Центром дополнительного образования детей «Малая академия наук города Севастополя» (МАН). Деятельность МАН на базе ФГБУН ИМБИ осуществляется на основе интегративного взаимодействия девяти творческих объединений: «Гидробиология», «Экология», «Экотоксикология», «Биохимия», «Биофизика», «Ихтиология», «Микробиология», «Биотехнология», «Олимпиадная биология». При разработке программ используется личный опыт практической деятельности руководителей

объединений – научных сотрудников Института. В 2016 г. для повышения уровня практической подготовки учащихся МАН в ФГБУН ИМБИ создана учебная лаборатория естественных наук, оснащенная современным оборудованием.

В рамках подготовки студентов ФГБУН ИМБИ взаимодействует с учебными заведениями России и зарубежья по организации и проведению практик и стажировок, подготовке квалификационных работ. Ученые Института разрабатывают программы дисциплин, учебно-методические пособия, читают лекции в вузах Крыма и Севастополя. В 2017 году в ИМБИ создана базовая кафедра гидробиологии и аквакультуры факультета биологии и химии Таврической академии Крымского федерального университета.

ФГБУН ИМБИ осуществляет подготовку кадров высшей квалификации в аспирантуре по направлению «Биологические науки», направленность «Гидробиология» и «Экология». Аспиранты углубленно изучают методологические и теоретические основы биологии, учатся применять современные информационные технологии в научной и производственной сфере, совершенствуют знания иностранного языка, ориентированного на профессиональную деятельность. Обучение в аспирантуре способствует формированию навыков самостоятельной научно-исследовательской и педагогической деятельности.

С целью содействия реализации приоритетных направлений развития науки и повышения уровня подготовки высококвалифицированных кадров в Институте созданы научно-образовательные центры коллективного пользования (ЦКП) «Спектрометрия и хроматография» и «Коллекция гидробионтов Мирового океана». В ЦКП на базе современного научного оборудования выполняются научно-исследовательские работы, проводятся консультации, стажировки, семинары, курсы повышения квалификации, практические занятия с аспирантами, студентами и школьниками.

Непрерывная система образования, сформированная в ФГБУН ИМБИ, воспитывает у молодежи интерес к академической науке, дает возможность овладеть современными методами исследования, новейшими методиками, обеспечивает преемственность в подготовке научных кадров.

Аблязов Э.Р.

ФГБУН «Институт морских биологических исследований имени А.О. Ковалевского РАН», пр. Нахимова, 2, г. Севастополь, 299011
e_ablyazov@mail.ru

ВИДОВОЕ РАЗНООБРАЗИЕ И НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ СООБЩЕСТВ РЫБ СТРЕЛЕЦКОЙ БУХТЫ (СЕВАСТОПОЛЬ, КРЫМ, ЧЕРНОЕ МОРЕ)

Стрелецкая бухта является одной из наиболее крупных бухт юго-западного Крыма. Ее границы вдаются в сушу на 3,3 км, а максимальная глубина достигает 20,5 м, что и определило её роль для стоянки кораблей. На формирование солёного режима кутовой части бухты большое влияние оказывает субмаринная разгрузка подземных вод. Вследствие этих особенностей гидробионты, обитающие на её акватории, находится под воздействием различных факторов как природного, так и антропогенного характера [1].

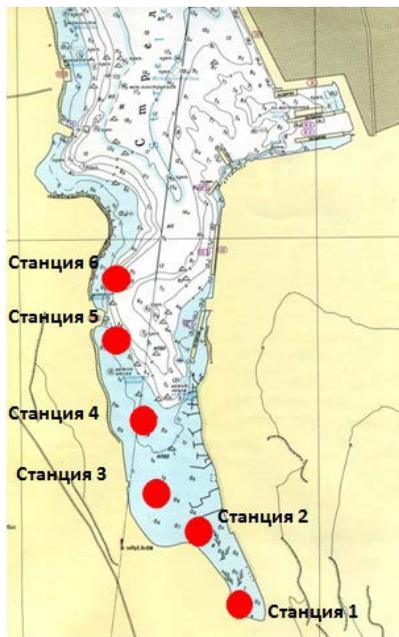


Рис. 1 – Карта-схема Стрелецкой бухты

Мониторинговые исследования ихтиофауны бухты проводятся с июня 2007 года по настоящее время сотрудниками отдела планктона ФГБУН ИМБИ. На шести фиксированных станциях (рис. 1) проводится облов рыбы, а также замеры температуры воды (Т), определение солёности (S) поверхностного и придонного слоя.

Лов осуществлялся буксируемым креветочным саком, с входным отверстием полукруглой формы размером 1.6×0.8 м, площадью 1 м^2 , оснащённым хамсеросом с ячейёй 6,5 мм. Облов проводился при касании саком дна на глубинах от 0.8 до 6 м на дистанции протяженностью около 50 м. Все работы осуществлялись с моторной лодки Ял-6 «Аквариум». Биологический анализ материала проводился в лабораторных условиях согласно общепринятой методике. Видовая принадлежность рыб определялась с помощью определителей [2, 3].

Для оценки показателя видового разнообразия был проведен подсчет количества видов, зарегистрированных на шести станциях в течение года. Рассмотрена динамика видового разнообразия и количественные показатели ихтиофауны. Количество экземпляров учитывалось в среднем на одно траление, что позволило оценить изменение численности, нивелировав влияние различного числа обловов в разные годы. Для анализа особенностей рыбных сообществ определяли индекс сходства ихтиофаун Серенсена-Чекановского (К) и индекс видового богатства Маргалёфа (В).

За период наблюдений в Стрелецкой бухте минимальная Т ($6,6^{\circ}\text{C}$) зарегистрирована в январе 2008 г., а максимальная (28°C) – в августе 2007 года. Показатели солёности изменялись от $1,9\text{‰}$ до $18,01\text{‰}$ у поверхности и от $3,34\text{‰}$ до $18,69\text{‰}$ у дна. Наибольшие колебания S наблюдались на 1-й, 2-й и 3-ей станциях, расположенных в кутовой части бухты. На 4-й, 5-й и 6-й станциях воздействие опреснения заметно снижалось. Минимальные значения солёности наблюдались в период с августа по октябрь. Судя по всему, именно на эти месяцы приходился пик разгрузок подземных вод. По сходству гидролого-гидрохимических особенностей можно объединить станции в три участка:

– 1-й участок включает в себя станции 1-3. Это мелководье с глубинами до 1 м и низкой солёностью из-за постоянного опреснения. Присуще сезонное развитие морских трав.

– 2-й участок объединяет 4 и 5 станции. Это более открытый участок бухты с большими глубинами. Здесь заросли морских

трав развиваются в меньшей степени. Влияние распреснения заметно снижено.

– 3-й участок – станция 6. Типично морская станция.

В целом в районе исследований акватории Стрелецкой бухты было отмечено и достоверно определено 39 видов рыб, принадлежащих к 17 семействам. Из них наибольшим видовым богатством отличалось семейство Gobiidae – 8 видов, затем Blenniidae – 5 видов, Syngnathidae – 4 вида, Labridae – 4, Sparridae – 4, Clupeidae – 2, Mugilidae – 2. Десять семейств (Atherinidae, Callionymidae, Dasyatidae, Gobiesocinae, Gasterosteidae, Mullidae, Pleuronectidae, Salmonidae, Scorpaenidae, Sphyraenidae) насчитывали по 1-му виду.

Основную часть ихтиофауны бухты составили представители трех семейств: Gobiidae, Syngnathidae, Labridae. Доминирующим видом на протяжении всего периода исследований по кол-ву экземпляров (332 шт.) и биомассе (748,6 г.) был *Symphodus ocellatus*. Близки по значению эти показатели для *Syngnathus abaster* (181 шт.) и *Symphodus cinereus* (125 шт.). Наиболее редкими были *Diplodus puntazzo*, *Symphodus roisali*, *Platichthys flesus luscus*, *Salaria pavo* и *Neogobius fluviatilis*. Последний вид был отмечен в единственном экземпляре и в морской прибрежной зоне Севастопольского региона более нигде не регистрировался.

При этом на 1-м участке было обнаружено 22 вида, из них доминирующими были *Syngnathus abaster* и *Symphodus ocellatus*. Обычными для данного участка были *Nerophis ophidion*, *Proterorhinus marmoratus*, *Symphodus cinereus* и *Zosterisessor ophiocephalus*. Только на этом участке были пойманы единичные экземпляры таких видов как *Diplodus puntazzo*, *Gasterosteus aculeatus*, *Neogobius fluviatilis*, и *Salaria pavo* и не было обнаружено ни одного экземпляра *Gobius niger*, повсеместно встречающегося на прочих участках.

На 2-м участке отмечено 23 вида, из них доминирующим был *Symphodus ocellatus*. Обычными для данного участка были *Nerophis ophidion*, *Atherina pontica*, *Gobius niger*, *Symphodus cinereus*, *Syngnathus abaster*, *Syngnathus typhle*. Только на данном участке были отмечены *Parablennius sanguinolentus*, *Parablennius zvonimiri*, *Symphodus roisali*, *Symphodus tinca*.

На 3-м участке отмечено 15 видов, из них доминирующим был *Symphodus ocellatus*. Обычными для данного участка были *Gobius niger*, *Nerophis ophidion*, *Symphodus cinereus*, *Syngnathus abaster*, *Syngnathus typhle*.

В целом, несмотря на общность доминирующих видов, между рассмотренными районами бухты наблюдается относительно невысокое видовое сходство (табл. 1), а наибольшим видовым богатством отличаются сообщества зарослей морских трав.

Таблица 1 – Индексы видового сходства (К) и видового богатства (В) исследованных участков

Индекс	1-2 участок	2-3 участок	1-3 участок
К	0,63	0,63	0,58
	1 участок	2 участок	3 участок
В	3,5	3,5	2,6

Таким образом, согласно нашим долговременным наблюдениям гидролого-гидрохимические характеристики кутовой части Стрелецкой бухты заметно отличаются от прочих бухт Юго-западного Крыма, что оказывает непосредственное влияние на формирование структуры рыбных сообществ. В то же время наличие зарослевых биоценозов создает благоприятные условия для размножения и нагула целого ряда видов, среди которых преобладают морские эвригалинные. Уничтожение подобных биоценозов и деградация их в результате интенсивного антропогенного воздействия, один из примеров которого мы наблюдали в ходе дноуглубительных работ акватории при строительстве яхтенного комплекса, может привести к значительному сокращению местообитаний для стенобионтных видов и следовательно сокращения их численности, как это произошло с *Negrophis orhidion*.

Список использованной литературы

1. Болтачев А.Р., Карпова Е.П., Данилюк О.Н. Эколого-фаунистический анализ ихтиоценов некоторых бухт Севастополя // Современные проблемы теоретической и практической ихтиологии. – Севастополь 2009. – С. 12-15
2. Васильева Е.Д. Рыбы Черного моря. Определитель морских, солоноватоводных, эвригалинных и проходных видов с цветными иллюстрациями, собранными С.В. Богородским. – М.: Изд-во ВНИРО, 2007. – 238 с.
3. Световидов А.Н. Рыбы Черного моря. – М.-Л.: Наука, 1964. – 546 с.

Аганесова Л.О., Моисеенко Д. В.

ФГБУН «Институт морских биологических исследований имени А.О. Ковалевского РАН», пр. Нахимова, 2, г. Севастополь, 299011
la7risa@gmail.com

ПРОДУКЦИЯ КОПЕПОД *ARCTODIAPTOMUS SALINUS* И *CALANIPEDA AQUAEDULCIS* В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ТРОФИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ

Широкий диапазон солёностной толерантности каляноидных копепод *Arctodiaptomus salinus* (Daday, 1885) и *Calanipeda aquaedulcis* (Kritsch, 1873) (Svetlichny et al., 2012) предполагает возможность их использования в качестве ценных живых кормов для личинок многих видов рыб, включая камбалообразных, имеющих различные оптимумы солёности – от эстуарных до океанических.

Среди других технологических преимуществ можно выделить то, что, в отличие от морских Calanoida (например, р. *Acartia*), у этих видов отсутствует каннибализм (собственные яйца и ранние науплиальные стадии не выедаются взрослыми копеподами), вследствие чего науплиальные, копепоподитные и взрослые стадии можно выращивать совместно. Оба вида копепод ранее отлавливали из естественных водоемов (Семика, 1988), или культивировали экстенсивно в неконтролируемых условиях мезокосмов в смешанной с другими видами зоопланктона поликультуре и применяли для кормления личинок различных видов кефалей и калкана (Новоселова, Туркулова, 2008), или для исследований по избирательности питания черноморского калкана (Khapauchenko et al., 1994), однако методики массового интенсивного культивирования копепод в строго контролируемых температурных и трофических условиях до сих пор находятся на стадиях разработки.

Цель данной работы: изучить рост культур *A. salinus* и *C. aquaedulcis* в зависимости от трофических условий и определить суточные приросты их биомассы для разработки методов массового выращивания копепод с целью получения их массовой продукции.

Эксперименты проводили на лабораторных культурах копепод *A. salinus* и *C. aquaedulci* при температуре $21 \pm 1.5^\circ\text{C}$. В качестве культуральной среды для копепод использовали черноморскую воду ($17.8 \pm .2\text{‰}$), прошедшую грубую очистку, отстаивную, затем механически очищенную последовательной фильтрацией через

картриджные фильтры (с размером пор 10, 5 и 1 мкм) и стерилизованную с помощью ультрафиолета. Были использованы экспериментальные сосуды цилиндрической формы, объемом 1 литр, которые находились в условиях круглосуточного освещения 2000 лк.

В качестве корма для *A. salinus* использовали монокультуры и смесь микроводорослей Prymnesiophyceae – *Isochrysis galbana* (Parke, 1949); Dinophyceae – *Prorocentrum cordatum* (Ostenfeld) J.D. Dodge, 1975), *Prorocentrum micans* (Ehrenberg, 1834); для *C. aquaedulcis* – монокультуры и смесь микроводорослей *I. galbana* и *P. cordatum*. Концентрацию пищи поддерживали на уровне 0.02 – 0.08 мг·сух. массы·мл⁻¹.

Использованные в экспериментах микроводоросли выращивали в накопительном режиме на стерилизованной черноморской воде, обогащенной средой Уолна (Coutteau, 1996), при температуре 24±1.5°C при круглосуточном освещении интенсивностью 5000 лк. Для кормления копепод использовали только микроводоросли из культур, находящихся в стадии экспоненциального роста, которые считаются более качественным кормом и могут избирательно потребляться зоопланктоном (Петипа, Тен, 1971).

Каждые два-три дня проводили подсчет численности и динамики изменений стадий копепод в массовых культурах в камере Богорова под бинокуляром при увеличении 2×8 и 4×8. При определении биомассы в массовой культуре учитывали изменения как возрастной, так и размерной структуры копепод, разделяя их на науплиусов, копеподитов, самцов и самок. Сухую биомассу копепод рассчитывали, учитывая линейные размеры разных стадий развития особей. Для копеподитных и взрослых стадий использовали формулу (Svetlichny et al., 2012). Сырую биомассу науплиусов находили, приравнивая их форму к соответствующей геометрической фигуре – овалу, принимая плотность тела равной плотности воды (Сажина, 1987). Соотношение сухой массы к сырой для науплиусов принималось равным 0.1 согласно (Dumont et al., 1975; Callieri et al., 1999). Определение продукции копепод осуществлялось по уравнению П. Бойсен-Йенсен (Заика, 1983).

Максимальная суточная продукция (Pt) *C. aquaedulcis* составила 0.06 мг·сут⁻¹·л⁻¹ при питании смесью микроводорослей *I. galbana* и *P. cordatum*, а минимальная – 0.025 и 0.026 мг·сут⁻¹·л⁻¹ при питании *I. galbana* и *P. cordatum*, соответственно (табл. 1).

Таблица 1 – Значения среднесуточной продукции (Pt, мг·сут⁻¹·л⁻¹) и среднесуточной удельной продукции (коэффициент P/B) (С.И., 95%) копепод *Calanipeda aquaedulcis* и *Arctodiaptomus salinus* в зависимости от трофических условий

Вид копепод	Вид микроводорослей	Pt, мг·сут ⁻¹ ·л ⁻¹	P/B
<i>C. aquaedulcis</i>	<i>I. galbana</i>	0.026 ± 0.002	0.042
	<i>P. cordatum</i>	0.025 ± 0.001	0.040
	<i>I. galbana, P. cordatum</i>	0.060 ± 0.004	0.051
<i>A. salinus</i>	<i>I. galbana</i>	0.032 ± 0.001	0.026
	<i>P. cordatum</i>	0.049 ± 0.003	0.039
	<i>P. micans</i>	0.021 ± 0.001	0.023
	<i>I. galbana, P. cordatum</i>	0.078 ± 0.002	0.042
	<i>I. galbana, P. micans</i>	0.039 ± 0.002	0.031
	<i>P. cordatum, P. micans</i>	0.039 ± 0.002	0.039
	<i>I. galbana, P. cordatum, P. micans</i>	0.056 ± 0.003	0.035

Для *A. salinus* наиболее высокие значения продукции получены при питании смесями микроводорослей *I. galbana*, *P. cordatum* (0.078 мг·сут⁻¹·л⁻¹) и *I. galbana, P. cordatum, P. micans* (0.056 мг·сут⁻¹·л⁻¹) и самые низкие при питании *P. micans* (0.021 мг·сут⁻¹·л⁻¹) (табл. 1).

Примечательно, что значения среднесуточной продукции *A. salinus* при питании монокультурой *P. cordatum* выше, чем при питании смесями микроводорослей *P. cordatum, P. micans* и *I. galbana, P. micans*. Максимальная суточная продукция *A. salinus* при питании монокультурами микроводорослей составила 0.049 мг·сут⁻¹·л⁻¹ при питании *P. cordatum*, а минимальная – 0.021 мг·сут⁻¹·л⁻¹ при питании *P. micans*.

Наиболее высокие значения среднесуточного коэффициента P/B *C. aquaedulcis* получены при питании смесью микроводорослей *I. galbana, P. cordatum* (0.051) и *A. salinus* – при питании смесями микроводорослей *I. galbana, P. cordatum* (0.042) и *P. cordatum, P. micans* (0.039) и при питании монокультурой *P. cordatum* (0.039). Можно отметить более высокое значение среднесуточной удельной продукции у *C. aquaedulcis*, по сравнению с *A. salinus*.

Ранее среднесуточный популяционный коэффициент P/B был определен для *C. helgolandicus* – 0.22 (Петипа, 1981), *Paracalanus parvus* – 0.22 (Сажина, 1987, 1996), *A. clausi* – 0.15 (Грезе, Балдина, 1964). Среднегодовой P/B для *Calanus glacialis* – 6.5, *Pseudocalanus minutus* – 10.2, *Acartia longiremis* – 10.8

(среднесуточный Р/В в пересчете – 0.018; 0.028; 0.030 соответственно) (Примаков, 2007). Учитывая, что в целом для копепод Р/В колеблется от 0.05 до 0.2 (Заика, 1983, Сажина, 1987, 1996), Р/В для *C. aquaedulcis* и *A. salinus* имеет более низкие значения по сравнению с другими видами каляноидных копепод.

Результаты наших исследований показали, что наиболее оптимальным питанием для выживаемости и скорости развития, и, следовательно, продукции копепод *A. salinus* и *C. aquaedulcis* является смесь микроводорослей *I. galbana* и *P. cordatum*.

Айсматуллин И.Р., Слепнёв В.Н., Шестаков Р.Ю.
(научный руководитель – С.А. Половков)

Общество с ограниченной ответственностью «Научно-исследовательский институт трубопроводного транспорта»,
Севастопольский проспект, д. 47а, г. Москва, 117186
niitnn@niitnn.transneft.ru

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ СОВРЕМЕННЫХ МЕТОДОВ МОНИТОРИНГА И РАННЕГО ОБНАРУЖЕНИЯ РАЗЛИВОВ НЕФТИ И НЕФТЕПРОДУКТОВ НА АКВАТОРИИ НЕФТЕНАЛИВНЫХ ПОРТОВ

Проблема раннего обнаружения разливов нефти и нефтепродуктов (далее – ННП) на поверхности водного объекта имеет высокую значимость с точки зрения предотвращения или снижения негативного воздействия на окружающую среду при авариях. Подводные переходы магистральных трубопроводов (далее – МТ) и технологическое оборудование на причальных сооружениях нефтеналивных портов являются потенциальными источниками нефтяного загрязнения внутренних вод. В связи с этим мониторинг разливов ННП на подобного рода объектах чрезвычайно важен. Раннее обнаружение ННП в водном объекте позволяет оперативно реагировать на разлив, начать принятие мер по его локализации и ликвидации. Это позволит сократить ущерб, наносимый водному объекту, а также минимизировать или вообще исключить ущерб интересам третьих лиц (рыболовный промысел, население, осуществляющее водозабор и т.д.).

Существующая система контроля целостности МТ организована с применением различных методов и систем, в т.ч. посредством внутритрубной диагностики МТ, эксплуатации систем обнаружения утечек (далее – СОУ) [1] и контроля активности [2],

облетов и обходов участков прохождения МТ. Эти методы достаточно эффективны, однако, не могут выявлять утечки малых объемов. Для повышения оперативности реагирования на разливы ННП и минимизации ущерба окружающей среде, а также выявления истечений ННП малых объёмов, было проведено исследование современных методов раннего обнаружения и мониторинга аварийных разливов ННП на водных объектах (далее – Методы).

В докладе приведены результаты исследований Методов, их приборных реализаций. Целью исследований являлось проведение оценки эффективности указанных Методов и приборов, их возможного использования на объектах транспорта и перевалки ННП. В докладе разобраны основные физико-химические процессы, происходящие при попадании ННП в воду; представлены результаты анализа научных трудов, методической литературы, докладов и отчётов международных целевых групп, иностранных организаций по данной тематике, сайтов производителей технических средств обнаружения и мониторинга. По итогам анализа была разработана классификация Методов, представленная на рису. 1 [3].



Рис. 1 – Классификация методов мониторинга и раннего обнаружения

Сравнительный анализ и оценка эффективности проводились на основе выработанных в ходе исследований критериев сравнения, а также проведённых лабораторных и натуральных испытаний приборов обнаружения и мониторинга. Для испытаний на основе теоретического анализа были отобраны приборы, реализующие три Метода:

- 1) лазерный метод;
- 2) флуоресцентный метод;
- 3) фотографический метод.

Натурные испытания проводились на открытой воде в морской акватории бухты Аякс залива Петра Великого с использованием имитатора ННП. Результаты испытаний представлены в таблице 1 [3].

Таблица 1 – Результаты испытаний приборов обнаружения и мониторинга

№ п/п 1	Метод раннего обнаружения и мониторинга 2	Название прибора 3	Результативность обнаружения разливов ННП, % 4
1	Лазерный метод	Лазерный регистратор разливов нефтепродуктов (ИК)	100
2	Фотографический метод	Тепловизионная камера	53,3
3	Флуоресцентный метод	Дистанционный бесконтактный сенсор нефтяных загрязнений	51,5
		Флуоресцентный лидар	27,2

По итогам исследований были сделаны выводы о возможности и целесообразности применения приборов и Методов на объектах транспорта и перевалки ННП, а также о перспективах развития науки и техники в области мониторинга и раннего обнаружения разливов нефти и нефтепродуктов.

Список использованной литературы

1. Поляков В.А., Шестаков Р.А. К вопросу обеспечения точности измерений системы обнаружения утечек в нефтепроводе// Наука и технологии трубопроводного транспорта нефти и нефтепродуктов. – 2015. – № 4(20). – С. 76-79.

2. Рехалов С.А. Внедрение СОУИКА на узлах КПП СОД ППМН Сургут-Полоцк через р. Клязьма//Наука и технологии трубопроводного транспорта нефти и нефтепродуктов – 2011. – № 3. – С. 28-29.

3. Радионова С.Г., Половков С.А., Слепнёв В.Н. Оценка возможности применения современных методов раннего обнаружения и мониторинга аварийных разливов нефти и нефтепродуктов на водных объектах// Нефтяное хозяйство. – 2017. – № 6 – С. 124-128.

Александрова У. С. , Матишов К.Д.

ФГБОУ ВО «Астраханский Государственный Технический Университет», ул. Татищева, 16, г. Астрахань, 414056
astu@astu.org

ОСОБЕННОСТИ ВЫРАЩИВАНИЯ АФРИКАНСКОГО КЛАРИЕВОГО СОМА (*CLARIAS GARIEPINUS*) В ЗАРЕГУЛИРОВАННЫХ УСЛОВИЯХ НА РАЗНЫХ СТАДИЯХ ОНТОГЕНЕЗА

Клариевые сомы (*Clarias gariepinus*) имеют гладкое, удлинненное, цилиндрическое тело с длинными анальными и спинными плавниками, которые доходят до хвостового и состоят только из мягких лучей. Клариевый сом в природе питается в основном водными насекомыми, рыбами, моллюсками и высшей водной растительностью. Внутренние органы занимают небольшой объем (около 10 %) от массы тела. В наджаберной полости располагается дополнительный наджаберный орган дыхания [2].

При выращивании клариевого сома в зарегулированных системе на разных этапах развития в условиях БНЭБ «Кагальник» ЮНЦ РАН были получены положительные результаты. Анализ роста клариевого сома выявил его высокие показатели в условиях оптимизации параметров водной среды.

Весь эксперимент по выращиванию клариевого сома был разбит на этапы по 30 суток. Начальная масса молоди клариевого сома составила $5,5 \pm 1,2$ г, за 150 суток масса рыб увеличилась до $1087 \pm 21,8$ г. Результаты исследования роста различных возрастных групп клариевого сома представлены в таблице (табл. 1). При выращивании молоди клариевого сома на первом этапе наблюдалась максимальная среднесуточная скорость роста, которая составляла 8,67. Максимальный абсолютный прирост массы и других показателей клариевого сома наблюдался на 2 этапе выращивания.

Таблица 1 – Показатели роста клариевого сома на разных этапах онтогенеза

Показатели	1 этап	2 этап	3 этап	4 этап	5 этап
		1.08.14	1.09.14	1.10.14	1.11.14
<u>Масса, г</u>	5,5±1,2	68,4±9,2	389,1±11,3	632,2±22,1	887,9±17,2
<u>Масса, г</u>	68,4±12,6	389,1±14,4	632,2±18,1	887,9±19,7	1087±21,8
<u>Абсолютный прирост, г</u>	62,9	330,7	243,5	255,7	199,1
<u>Среднесуточный прирост, г/сут</u>	2,09	1,02	8,11	8,52	6,63
<u>Среднесуточная скорость роста, %</u>	8,67	6,45	1,61	1,12	0,4
<u>Коэффициент упитанности по Фульгону, ед.</u>	0,54±0,02	0,7±0,12	0,6±0,06	0,68±0,12	0,59±0,06
<u>Выживаемость</u>	85%	95%	98%	100%	100%
<u>Продолжительность эксперимента, сутки</u>	30	30	30	30	30

Следует отметить, что интенсивность роста клариевого сома снижается при его половом созревании, которое наступает в возрасте 6 месяцев. Это связано с тем, что у молодых особей белковый обмен полностью направлен на увеличение массы, начиная от массы 500–600 г. часть белкового обмена направлена на развитие и поддержание репродуктивной функции.

Абсолютный прирост на каждом этапе выращивания различался. Максимальный прирост за месяц составлял 330,7 г., за общий период выращивания прирост массы составил 2817,3 г. Среднесуточный прирост за весь период составил 5,32 г/сут, на протяжении выращивания среднесуточный прирост варьировал в пределах от 2,09 до 11,07 г/сут. Среднесуточная скорость роста за период эксперимента составила 6,43 %, при этом она менялась на каждом этапе выращивания объекта в диапазоне 8,67-0,02, с тенденцией снижения.

Коэффициент массонакопления на протяжении выращивания варьировал в пределах 0,3-0,06 ед. Коэффициент упитанности по Фульгону также как и все исследуемые показатели в зависимости от этапа выращивания менялся в пределах от 0,84±0,02 до 0,98±0,11.

Для определения физиологических показателей крови были отобраны пробы крови. Полученные в экспериментах данные анализа физиологических показателей крови клариевого сома, выращиваемого с применением разных кормов, показали, что в среднем они колебались в следующих пределах: СОЭ – 3-5 мм/час, гемоглобин – 58-65 г/л, общий белок – 23-29 г/л, холестерин – 2,4-6,7 ммоль/л, глюкоза – 3-5 ммоль/л.

Следует отметить, что некоторые из показателей согласовывались с результатами, полученными другими

исследователями с учётом конкретных возрастных и технологических особенностей выращивания клариевого сома в этих экспериментах.

Например, в экспериментах В.А Власова [1], при выращивании клариевого сома в УЗВ в контрольном бассейне были получены достаточно близкие значения таких показателей, как среднесуточный прирост массы – 5-6 г, коэффициент массонакопления – 0,12-0,13 ед, общий белок – 34,7 г/л, глюкоза – 5,1 ммоль/л.

Ковалёв К. В. [2], выращивая производителей клариевого сома в УЗВ при разных терморежимах, в контрольном бассейне определил достаточно высокий, но, по его мнению, в пределах нормы уровень таких гематологических показателей, как гемоглобин (86-87 г/л) и СОЭ (8-8,7 мм/час).

Исследования выполнены на уникальной научной установке ЮНЦ РАН (уникальный номер в реестре ЦКП №73602), в рамках ФЦП, соглашение № 14.607.21.0163 по теме: «Разработка технических средств, биотехнологий выращивания нетрадиционных видов рыб и беспозвоночных для прогресса аквакультуры Южного и Северо- Западного федеральных округов России».

На протяжении всего эксперимента выявлена неравномерность роста рыб. Так как у клариевого сома наблюдается выраженная иерархичность в выращиваемой группе. Поэтому необходимо соблюдать нормы кормления, проводить своевременную сортировку на разные возрастные группы, для исключения всплеска каннибализма, который свойственен этому виду.

Список использованной литературы

1. Ковалев, К.В. Технологические аспекты выращивания клариевого сома (*Clarias gariepinus*) в рыбодонной установке с замкнутым циклом водообеспечения (УЗВ): автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.02.04; 06.02.01/ Ковалев Константин Викторович. – Москва, 2006. – 21 с.

2. Власов, В.А. Результаты выращивания африканского сома при различных условиях и содержания / В.А. Власов, А.П. Завьялов, Ю.И. Есавкин.– Известия ТСХА. – М.: Вып. 3, 2009. – 138-146 с.

Андреева С.А., Куликовский М.С.

Институт биологии внутренних вод
им. И.Д. Папанина РАН,
пос. Борок, Некоузский р-н, Ярославская обл.
tiara93@mail.ru

**ОПИСАНИЕ НОВОГО ВИДА ИЗ РОДА *SELLAPHORA*
(BACILLARIOPHYCEAE, NAVICULALES) НА ОСНОВЕ
МОРФОЛОГИЧЕСКИХ И МОЛЕКУЛЯРНО-ГЕНЕТИЧЕСКИХ
КРИТЕРИЕВ**

Из бентосных проб, собранных в 2012 году из ледникового горного озера Фролиха на севере озера Байкал, был выделен в культуру штамм диатомовой водоросли В385.

Тщательный анализ морфологии и ультраструктуры панциря штамма В385 позволяет нам предложить к описанию новый вид из рода *Sellaphora* Mereschowsky, *Sellaphora balashovae* Andreeva, Kulikovskiy sp. nov., в честь альголога, преподавателя СПбГУ Балашовой Н.Б.

Проведённый филогенетический анализ подтверждает описание нового вида.

Данный штамм характеризуется небольшими размерами и овальными створками с головчатыми концами. Осевое поле, представленное стернумом, расширяется к центральному полю. Центральное поле имеет форму бабочки. Шов является прямым, нитевидным.

С внешней стороны проксимальные концы шва являются каплевидными, повёрнутыми в одну сторону, противоположную дистальным концам шва, идущим на загиб створки.

С внешней стороны проксимальные концы шва являются щелевидными и отклоняются в одном направлении, тогда как дистальные концы представлены хеликтоглоссой.

Штрихи однорядные, радиальные. Ареолы покрыты гименом с внешней стороны.

Работа выполнена при поддержке гранта РНФ 14-14-00555.

Антонов И. В., Шишкин А.И., Строганова М.С.

ФГБОУ ВПО «Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна»,
Высшая школа технологии и энергетики,
ул. Ивана Черных, 4, г. Санкт-Петербург
antonovivv@yandex.ru

ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕМ НАГРУЗКИ ДЛЯ ВОДОПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ ПРИБРЕЖНОЙ ЗОНЫ БАССЕЙНА БАЛТИЙСКОГО МОРЯ

При переходе на новые принципы нормирования воздействия антропогенной нагрузки предприятий на окружающую среду, разработка эколого-технологических моделей и алгоритмов, учитывающих взаимосвязь имеющихся нормативов допустимой нагрузки (НДВ) и внедрения наилучших доступных технологий (НДТ) для предприятий, определяющих экологическую обстановку в бассейне и экологической безопасности в регионе [1,2].

В данной работе представлены алгоритм и методика нормирования антропогенной нагрузки на водные объекты в рамках природно-технических комплексов (ПТК) с учетом технологических нормативов и принципа оптимального распределения нагрузки между предприятиями ПТК на примере рек, впадающих в Балтийское море.

Более подробно рассматриваемый подход отражен в работах [3,4].

Ключевым элементом взаимосвязи установленных нормативов допустимого воздействия с индивидуальными нормативами на сброс, а также с уровнем технологического развития предприятий (внедрение НДТ) является применение критериального подхода для эколого-технологического нормирования техногенной нагрузки для группы водопользователей в пределах речного бассейна, которая выражается в оценке водопользователей по уровню экологичности УЭ.

Значение донного уровня определяется по выражению:

$$УЭ = \left(\sum_{i=1}^n \alpha_i \right)^{-1} \sum_{i=1}^n \alpha_i k_i$$

где n – количество рассматриваемых показателей;

α_i – коэффициент значимости суммируемого параметра рассматриваемых параметров (для каждой отрасли производства назначается на основе экспертного анализа).

В расчете УЭ технологий предприятий используются показатели:

1. Технологические нормативы – удельные нормативы образования загрязняющих веществ, потребления ресурсов и энергии, в том числе и водопотребление и водоотведение (в технологическом процессе);

2. Проектные показатели работы природоохранного оборудования – выходные значения нормируемых показателей качества сточной воды;

3. Коэффициенты, характеризующие качество использования водных ресурсов и массы сброса загрязняющих веществ.

На основе данных критериев рассчитывается УЭ и определяется экологичность технологий на предприятиях. И далее по рассчитанным значениям УЭ распределяется нагрузка среди предприятий ПТК.

Расчет указанного уровня экологичности производился для предприятий, расположенных в бассейне р. Преголя: МУП КХ «Водоканал» г. Калининград, МУП МО «Гвардейское городское поселение» «Водоканал», филиал «Калининградская ТЭЦ-2», «Прибалтийский судостроительный завод «Янтарь», МУП «Светловский водоканал», ОАО «Молоко», ООО «ЛБ».

Р. Преголя берет начало от слияния рек Анграпа и Инструч и протекает по территории Калининградской области, впадает в Калининградский залив Балтийского моря.

Для расчета уровня экологичности предприятий была построена линейная схема участка реки Преголя с нанесением водовыпусков предприятий и притоков. НДВ, согласно предлагаемой методики и алгоритму, рассчитывается с использованием программного продукта (у авторов имеется свидетельство о государственной регистрации программного продукта) «ГИМС-река». Использование данного комплекса описано в работах [3,4].

В результате определения УЭ предприятий было выявлено, что основным источником загрязнения является МУП «Водоканал» г. Калининград (рис. 1).

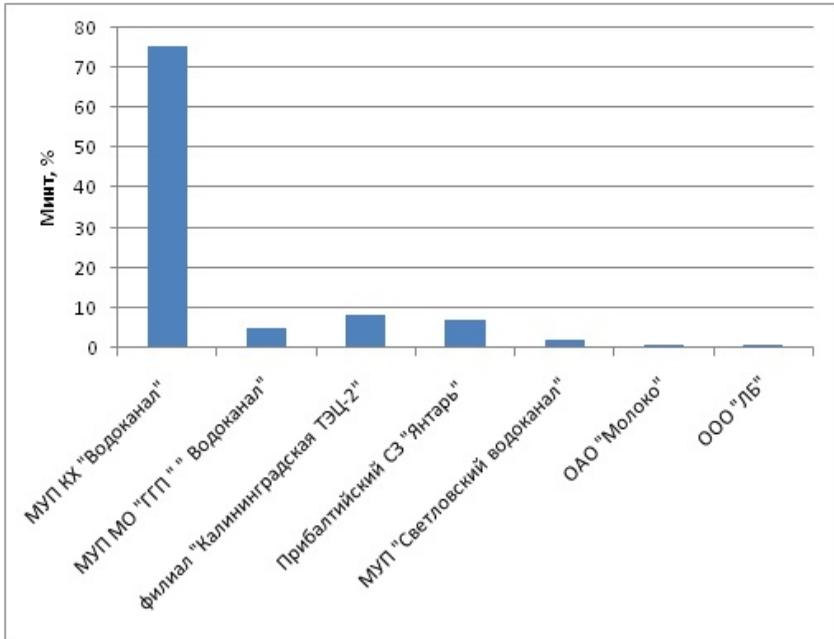


Рис. 1 – Диаграмма ранжирования по интегральной массе

Выводы

1. Апробированы предлагаемые алгоритм и методика нормирования антропогенной нагрузки на водные объекты в рамках природно-технических комплексов (ПТК) с учетом технологических нормативов и принципа оптимального распределения нагрузки между предприятиями ПТК;
2. Построена линейная схема ПТК бассейна реки Преголя.
3. Выявлены основные источники антропогенного воздействия на устьевую часть реки Преголя.

Список использованной литературы

1. Скобелев Д.О., Чечеватова О.Ю., Гревцов О.В.. Основные аспекты построения системы государственного регулирования на основе НДТ в Российской Федерации// Стандартизация. – 2015. – № 2. – с. 25-30.
2. Мезенцева О.В., Гревцов О.В. Подходы к построению системы регулирования на основе НДТ// ЭКОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА. – 2015. – № 3. – с. 44-49.

3. Антонов И.В., Шишкин А.И., Чусов А.Н. Методология нормирования антропогенного воздействия на основе геоинформационной моделирующей системы // Строительство уникальных зданий и сооружений. – 2014. – № 3 (18) . – с. 25-37.

4. Жильникова Н.А., Антонов И.В., Шишкин И. А. Управление промышленно-территориальным комплексом радиоэлектронной промышленности по эколого-технологическим показателям // Вопросы радиоэлектроники, 2016, № 6, с. 47-52.

Артемова А.А.¹, Романов Б.В.¹, Григорьев П.Е.^{2,3}

¹Лаборатория биохимии и физиологии гидробионтов, ФГБУН «Карадагская научная станция им. Т.И.Вяземского – природный заповедник РАН», ул. Науки 24, п. Курортное, Феодосия, 298188 karadag1914@mail.ru

²Кафедра медицинской физики и информатики, Физико-технический институт (структурное подразделение) ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В.И. Вернадского», бульвар Ленина 5/7, Симферополь, 294006 cf_university@mail.ru

³Кафедра общей и социальной психологии, Институт психологии и педагогики ФГАОУ «Тюменский государственный университет», проезд 9 Мая, 5, г. Тюмень, 625007, d.a.rejn@utmn.ru

ВЛИЯНИЕ КОСМОФИЗИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА ИЗМЕНЕНИЕ ПОВЕДЕНИЯ И РАБОТОСПОСОБНОСТИ ДЕЛЬФИНОВ *TURSIOPS TRUNCATUS* В УСЛОВИЯХ ТРЕНИРОВКИ

Актуальность исследования космофизических факторов четко прослеживается в увеличении научных работ посвящённых изучению влияния оказываемых такими факторами на живые существа [1-2]. Ряд недавних работ показал, что данная тема весьма актуальна для мониторинга и изучения функционального состояния животных под влиянием различных параметров электромагнитных излучений [3-5]. Проведён анализ эффектов воздействия космофизических факторов (КФ) на работоспособность, исполнительность и общее поведение дельфинов *Tursiops truncatus* путем мониторинговых наблюдений.

Целью проведённого исследования, является мониторинг динамики изменения, поведения дельфинов в зависимости от условий окружающей среды, в том числе в условиях геомагнитного влияния.

Из приведённой таблицы видно, что в магнитоспокойные дни было совершенно меньше ошибок, чем в дни с повышенной геомагнитной активностью. В дни с нормальной геомагнитной активностью дельфины были более спокойны и хорошо шли на контакт с человеком, практически без ошибочно выполняли поставленные задачи, в отличии от дней с повышенной геомагнитной активностью, в которые животные были более подвержены непослушанию и не выполнению заданий, а так же более игривы друг с другом.

Таким образом, полученные результаты указывают на наличие влияния геомагнитной активности, на общее поведение дельфинов. Под влиянием геомагнитной активности ухудшается исполнительность и послушание животных, что негативно сказывается на качестве выполняемой дельфинами работы. Животные становятся более подвижными, при этом однако, уменьшается сосредоточенность на выполняемой задачи.

	Хорошее исполнение (обоими дельфинами)	Отказ от выполнения поставленной задачи и не исполнение в дальнейшем (одним дельфином)	Отказ от выполнения поставленной задачи, но выполнение после повторной команды (одним дельфином)	Общее количество заданий (для двух дельфинов)
Магнито-спокойные дни	59 (98,3%)	0	1(1,7%)	60(100%)
Магнито-активные дни	55(91,7%)	0	5 (8,3%)	60(100%)

Список использованной литературы

1. *Pobachenko S.V., Grigoriev P.E., Sokolov M.V., Shitov A.V.*The influence of natural magnetic field inhomogeneity areas of active geological faults on the dynamics of functional state of human brain. 21st International Symposium Atmospheric and Ocean Optics: Atmospheric Physics.2015; doi:10.1117/12.2205284
2. *Григорьев П.Е., Поскотинова Л.В., Цандеков П.А.* Динамика системных реакций организма человека на космофизические факторы. Таврический медико-биологический вестник. 2008;11.4(44):124-134.
3. *Чемерис Н.К., Гапеев А.Б., Соколов П.А.* Модельный анализ особенностей действия модулированных электромагнитных

полей на клеточном уровне при различных параметрах модулирующих сигналов. *Биофизика*. 2001;46(4):661-675.

4. *Нестеренко А.А., Решетняк А.И.* Действие низкочастотной обработки на мышечную ткань животных. *Вестник НГИЭИ*. 2013;6(25).

5. *Яковлев А.П., Михайлюк А.Л., Григорьев В.Ф.* Оценка изменений параметров поведения серого тюленя при воздействии на него электромагнитных полей экстремально низких частот в диапазоне 0, 01–36 Гц. *Вестник МГТУ*. 2016;19(1/2)345-352..

Баяндина Ю.С.

ФГБУН «Институт морских биологических исследований имени А.О. Ковалевского РАН», пр. Нахимова, 2, г. Севастополь, 299011
sepulturka@mail.ru

ХАРАКТЕРИСТИКИ ПОДВИЖНОСТИ СПЕРМЫ КАЛКАНА *SCORPHTHALMUS MAEOTICUS* (PALLAS) ИЗ ЕСТЕСТВЕННЫХ ПОПУЛЯЦИЙ СЕВАСТОПОЛЬСКОГО РАЙОНА В ТЕЧЕНИЕ НЕРЕСТОВЫХ СЕЗОНОВ 2010-2017 гг.

Репродуктивный потенциал популяции рыб определяется по характеристикам самок и самцов: их возрасту и размерам, гонадосоматическому индексу, плодовитости, качеству икры и спермы. В свою очередь вариабельность процента оплодотворения икры чаще всего положительно коррелирует со скоростью движения сперматозоидов. Наиболее информативными методами определения качества и жизнеспособности клеток спермы являются функциональные тесты, определяющие характеристики движения сперматозоидов: процент сперматозоидов, движущихся поступательно, скорость их движения и продолжительность активности до полной остановки. В настоящий момент большинство исследователей используют методы компьютерного анализа определения качества спермы, которые включают в себя запись видеороликов движения сперматозоидов видеокамерой, подключенной к микроскопу, и дальнейшую обработку полученных записей в специализированных компьютерных программах.

Цель работы: оценить активность спермы черноморского калкана из естественных популяций за период с 2012 по 2017 гг.

Для определения характеристик спермы использовали собственную модификацию метода компьютерного анализа, с

помощью трех компьютерных программ (VirtualDubMod, ImageJ и Microsoft Excel). Видеосъемку проводили в капле разбавленной спермы с помощью инвертированного микроскопа NikonEclipse с подсоединённой аналоговой видеокамерой. Для анализа видеороликов использовали плагин wrMTrck_Batch, подключаемый в программе ImageJ. Обработку txt файлов с данными, полученными плагином, проводили с помощью ряда авторских макросов для Excel: по полученным длинам пути каждого сперматозоида рассчитывали скорости движения сперматозоидов в мкм/с по криволинейной дистанции и процент подвижных сперматозоидов для каждого образца.

Было показано, что сразу после активации спермы морской водой и в течение первых 20 мин сохраняется высокий процент подвижных сперматозоидов практически во всех пробах, через 30 мин после активации показатели активности достоверно снижаются.

Доля подвижных сперматозоидов у разных самцов за период 2012-2017 гг. находилась в пределах от 30 до 99%. Средняя скорость движения сперматозоидов по криволинейной дистанции составляла 60-140 мкм/с.

Бей О.Н., Сидоров И.Г., Мирзоева Н.Ю.

ФГБУН «Институт морских биологических исследований имени А.О. Ковалевского РАН», пр. Нахимова, 2, г. Севастополь, 299011
oksaniya_89@mail.ru

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ¹³⁷Cs В АБИОТИЧЕСКИХ КОМПОНЕНТАХ СОЛЕННЫХ ОЗЕР КРЫМА

Соленые озера Крыма практически не изучены в отношении содержания в них антропогенных радионуклидов, в частности, долгоживущего ¹³⁷Cs. Целью наших исследований, проводимых в 2016 году, было изучение распределения ¹³⁷Cs в абиотических компонентах (вода, донные отложения) экосистем соленых озер Крыма.

Известно, что после аварии на Чернобыльской АЭС первоначальным источником поступления антропогенных радионуклидов на территорию Крыма был их атмосферный перенос. Вторичное загрязнение водоемов региона происходило за счет поступления растворенных форм радиоактивных веществ с водами р. Днепр через Северо-Крымский канал [1-4].

Объектами исследования были: озера Красное, Кирлеутское, Киятское (Перекопская группа), озера Тобечикское, Акташское, Чокракское (Керченская группа), озера Бакальское, Джарылгач (Тархангутская группа), озера Кызыл-Яр, Мойнакское, Сасык-Сиваш (Евпаторийская группа).

Содержание ^{137}Cs в воде и донных отложениях определяли общепринятыми в международной практике методами [5].

Определено, что наибольшая концентрация ^{137}Cs была в воде озера Сасык-Сиваш (95 Бк/м^3), наименьшая – в воде озера Кызыл-Яр (3.5 Бк/м^3).

Наблюдалась положительная корреляция между соленостью воды и концентрацией ^{137}Cs в воде озер, имеющих дренажную связь с Черным морем, в частности, в Евпаторийской группе. В данном случае, концентрация ^{137}Cs , который отличается очень высокой растворимостью в морской воде [5, 6], изменяется пропорционально общему солесодержанию в зависимости от интенсивности испарения воды в озерах. Тогда как в озерах со смешанным поступлением морской и днепровской воды такая корреляция выражена слабо или отсутствует.

В донных отложениях уровень содержания ^{137}Cs оказался более чем в три раза ниже, по сравнению с уровнем в донных отложениях Севастопольской бухты [5]. Максимальное содержание отмечается в озере Кызыл-Яр (24.4 Бк/кг), минимальное – в озере Красное (2.22 Бк/кг). То есть в озерах с более низкой соленостью ^{137}Cs , адсорбируясь на взвеси, более активно накапливается донными отложениями.

Полученные результаты позволяют описать особенности миграции и перераспределения ^{137}Cs в рассматриваемых водоемах. На этот процесс влияют следующие факторы: химические свойства элемента цезия как щелочного металла, включая изотоп ^{137}Cs , форма поступления и низкая массовая концентрация радионуклида, что способствует его адсорбции взвешенным веществом и накоплению в донных отложениях [7]. Однако в соленых озерах на сорбционную способность ^{137}Cs также влияют ионы натрия и калия, которые вследствие своей высокой концентрации, быстрее адсорбируются на взвеси. Поэтому в озерах с высоким солесодержанием ^{137}Cs адсорбируется в меньшей степени и остается в водной толще водоема.

Таким образом, главным фактором уровней концентрации ^{137}Cs в соленых озерах Крыма стали источники поступления данного радионуклида. На его распределение в абиотических компонентах водоемов повлияли особенности гидрохимических

характеристики соленых озер, а также химические свойства щелочного элемента цезия.

Работа выполнена при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований – грант № 16-05-00134.

Список использованной литературы

1. Гулин С.Б., Мирзоева Н.Ю., Лазоренко Г.Е. и др. Современная радиоэкологическая ситуация, связанная с режимом функционирования Северо-крымского канала // Радиационная биология. Радиоэкология. 2016. Т. 56. №6. С. 1-8.
2. Лазоренко Г.Е. Молисмологическое исследование водной экосистемы Северо-Крымского канала. Чтения памяти Н.В. Тимофеева-Ресовского. Севастополь: ИнБЮМ, 2000. С. 100-107.
3. Mirzoyeva N., Gulina L., Plotisina O. et al. Radiochemoecological monitoring of the salt lakes of the Crimea // Acta Geologica Sinica (English Edition). 2014. Vol.88. Supp. 1. P. 155-157.
4. Mirzoyeva N., Gulina L., Gulina S. et al. Radionuclides and mercury in the salt lakes of the Crimea // Chinese Journal of Oceanology and Limnology. 2015. Vol. 33. No. 6. P. 1413-1425.
5. Радиоэкологический отклик Черного моря на чернобыльскую аварию / Под ред. Г. Г. Поликарпова и В. Н. Егорова. – Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2008. – 667 с.
6. Поликарпов Г.Г. Радиоэкология морских организмов. М.: Атомиздат, 1964. 295с.
7. Моисеев А.А., Рамзаев П.В. Цезий-137 в биосфере. М.: Атомиздат, 1975. 184 с.

Белогудов А. А., Тимошенко Т. Ю., Жиляев Д. А.

Севастопольское отделение ФГБУ «Государственный океанографический институт имени Н.Н. Зубова»,
ул. Советская, 61, г. Севастополь, 299011
sogoin@mail.ru

ЛЕДОВЫЕ УСЛОВИЯ В АЗОВСКОМ МОРЕ И КЕРЧЕНСКОМ ПРОЛИВЕ ЗИМОЙ 2016-2017 гг.

В зимний сезон 2016-2017 гг. сотрудники Севастопольского отделения Федерального государственного бюджетного учреждения «Государственный океанографический институт имени Н. Н. Зубова» (СО ФГБУ «ГОИН») совместно с другими

организациями (ОАО «Глоботэк», ИО РАН и др.) приняли активное участие в мониторинге ледовых условий акватории Керченского пролива и прилегающих к нему районов Азовского моря. Основной целью мониторинга являлось обеспечение безопасности строящегося транспортного мостового перехода в Керченском проливе от воздействия льда на временные технические сооружения и строительные конструкции моста (РМ-1, 2, 3).

За время ледового мониторинга был проведен цикл экспедиционных исследований, основной задачей которых был сбор информации о текущей ледовой обстановке в Керченском проливе и прилегающей акватории Азовского моря, а также передача этой информации в оперативном режиме службе управления ледовой обстановкой при строительстве транспортного перехода через Керченский пролив.

При проведении мониторинга использовались: визуальные береговые наблюдения за ледовой обстановкой; аэрофотосъемка с помощью беспилотных летательных аппаратов (БПЛА); спутниковый мониторинг; инструментальные измерения ледовых характеристик в проливе; отбор проб и проведение испытаний физико-механических свойств морского льда.

Для выполнения поставленных задач наблюдения выполнялись за следующими ледовыми характеристиками:

- положением границы и шириной припая вдоль побережья Керченского пролива от линии строящегося транспортного перехода до Северной узости пролива, а также вдоль южного побережья Азовского моря западнее и восточнее Северной узости;

- положением границы дрейфующего льда, скоростью и направлением дрейфа льда; количеством неподвижного и дрейфующего льда; преобладающими видами и формами льда; наличия и интенсивности сжатия ледовых полей

- проводились измерения толщины неподвижного (припая) льда; параметров торосов и стамух; высоты снежного покрова на льду;

- выполнялись наблюдения за термохалинными условиями вод в проливе, процессами образования и таяния льда;

- впервые выполнялись исследования в Керченском проливе физико-механических свойств льда на предел прочности на сжатие;

- оценивалось динамическое воздействие ледяных образований на гидротехнические сооружения мостового перехода (РМ-1, 2, 3), и береговой линии в районе наблюдений.

Ледовый мониторинг, проведенный в последний ледовый сезон, выявил следующее:

1. По развитию ледовой обстановки зима 2016–2017 гг. может быть отнесена к типу умеренных зим. Расчетная величина суммы отрицательных среднесуточных температур воздуха как среднее из наблюдений по станциям Керчь, Геническ, Таганрог и Приморско-Ахтарск составила 250°C.

В ледовый сезон отмечалось несколько волн холода (21–26 декабря 2016 г.; 26 января – 01 февраля 2017; 08–17 февраля 2017 г.), когда среднесуточная температура воздуха в Керченском проливе опускалась от -0,5°C до -8,9°C.

Волны холода в последнюю зиму чередовались с затишком теплого средиземноморского и атлантического воздуха, когда среднесуточная температура воздуха в районе мостового перехода повышалась от +5,0°C до +9,0°C. Такая нестабильная погода в зимний период 2016-2017 гг. препятствовала развитию устойчивого ледового покрова в Керченской бухте и Таманском заливе.

Появившееся при похолоданиях начальные формы льда в декабре, январе затем исчезали в результате повышения температуры воздуха, воды, и ветро-волнового воздействия.

2. В ледовый сезон 2016–2017 гг. среднемесячная температура воды в ноябре-феврале в районе Керченского пролива (Керчь, Тамань) была ниже среднегодовой нормы на 0,3°C, хотя и не опускалась ниже температуры замерзания. Основной вклад в суточную изменчивость температуры воды внесли термические условия атмосферы.

В третьей декаде февраля на пространственное распределение температуры воды в Керченском проливе влиял динамический фактор – поступление в пролив под действием сильных ветров южных румбов (по сравнению с азовоморскими водами) относительно теплой черноморской воды.

3. Период ледообразования и наиболее тяжелых ледовых условий в Керченском проливе отмечался в период с 10.02–15. 02. 2017 г. По данным ледового мониторинга в это время в 500–700 м от берега в районе северной узости наблюдались обширные дрейфующие поля серо-белого льда из Азовского моря сплоченностью 7–8 баллов.

В Павловской узости в районе оси мостового перехода отмечалось скопление дрейфующего льда 8–9 баллов. За весь ледовый период 2017 г. максимальная толщина льда, зафиксированная в прибрежных районах Керченского пролива и

его северной узости со стороны Керченского полуострова, не превышала 17 см.

4. В последнюю зиму в течение всего ледового сезона отмечался интенсивный дрейф льда, как в самом Азовском море, так и в Керченском проливе. В период проведения мониторинга торосистость льда в Керченском проливе наблюдалась в основном в районе северной узости пролива и Керченской бухте, и в некоторые дни достигала 3–4 баллов. севернее и северо-западнее мыса Фонарь 14 февраля наблюдались обширные ледяные поля торосистостью 3–4 балла, с линиями отдельных гряд торосов до 2,5 м высотой.

Торосы были образованы льдинами толщиной 13–16 см. 17 февраля в результате дрейфа льда с северной части Керченского пролива под действием сильного ветра северного, северо-западного направления у побережья Таманского залива наблюдался сплоченный лед 10 баллов, толщиной 13 см, отмечались гряды торосов и навалы льда на берег до 1,0–2,5 м высотой.

20 февраля в Азовском море в районе Арабатской стрелки (от с. Соляное до урочища Рожково) наблюдалась экстремальная торосистость. Гряды торосов в районе подводного бара в 100–150 м от берега достигали 10–15 м высотой.

5. В рамках экспедиционных работ в конце ледового сезона проводились геоморфологические исследования берегов Керченского пролива подверженных ледовому воздействию. Как показал проведенный мониторинг в районе мостового перехода, на о. Коса Тузла, признаки ледовой экзарации отсутствовали. На косе Чушка в местах навала льда на берег были явно видны следы ледовой экзарации.

Берег был срезан на расстоянии 6–10 м от уреза на глубину до 0,4–0,5 м. На Крымском берегу, существенная ледовая экзарация наблюдалась на Азовском побережье (в Казантипском заливе и у Арабатской стрелки)..

Оперативная информация о ледовой обстановке, полученная во время проведения ледового мониторинга, во многом являлась основой для принятия решений о необходимости проведения специальных работ по защите гидротехнических сооружений временного мостового перехода.

**Брюханов А.Л.^{1,2}, Власова М.А.², Малахова Т.В.³,
Пименов Н.В.²**

¹Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова,
биологический факультет,
Ленинские горы, д. 1, стр. 12, Москва, 119234
brjuchanov@mail.ru

² Институт микробиологии им. С.Н. Виноградского,
ФИЦ Биотехнологии РАН,
пр-т 60-летия Октября, д. 7, корп. 2, Москва, 117312

³Институт морских биологических исследований РАН,
пр-т Нахимова, д. 2, Севастополь, 299011

БАКТЕРИИ ЦИКЛА СЕРЫ В ДОННЫХ ОСАДКАХ ХЕРСОНЕССКОЙ БУХТЫ г. СЕВАСТОПОЛЯ

Чёрное море – крупнейший меромиктический водоём, в донных осадках которого протекает очень мощный процесс образования сероводорода биогенного происхождения. Известно, что микроорганизмы цикла серы играют важнейшую роль в биогеохимических процессах, происходящих в донных осадках Мирового океана.

Несмотря на это, к настоящему времени исследования таксономического разнообразия сульфатредуцирующих бактерий (СРБ) и особенностей их метаболизма в Чёрном море пока ограничены всего лишь несколькими исследовательскими работами, выполненными, в основном, в водной толще, глубоководной зоне на подводных грязевых вулканах и метановых сипах континентального склона Чёрного моря. Микробные сообщества газонасыщенных осадков черноморской прибрежной зоны до сих пор остаются практически неисследованными.

Целью данной работы было получение данных о филогенетическом разнообразии бактерий цикла серы, которые обитают в прибрежных донных отложениях Чёрного моря.

Образцы отбирали в Херсонесской бухте Чёрного моря (г. Севастополь) с глубины 5 м из белёсых бактериальных матов сульфурет, а также из верхнего слоя близлежащего донного осадка в качестве контроля.

Основу бактериального обрастания составляли, по всей видимости, нитчатые серобактерии. Микроскопирование выявило богатое морфологическое разнообразие (подвижные и

неподвижные палочки, вибрионы, нитевидные формы) обитающего в отобранных образцах микробного сообщества.

С ДНК из нативных проб и полученных нами накопительных культур был проведён ПЦР-анализ с использованием олигонуклеотидных праймеров, специфичных к участкам генов (reductive *dsrB*, oxidative *dsrB*), кодирующих β -субъединицу диссимиляционной (би)сульфитредуктазы – ключевого фермента цикла серы, присущего сульфат- и сульфит-редуцирующим, а также сероокисляющим бактериям. Полученные ПЦР-продукты разделяли посредством денатурирующего градиентного гель-электрофореза (DGGE), определяли их нуклеотидные последовательности и проводили филогенетический анализ с помощью программных пакетов BLAST и MEGA.

Было показано, что по аминокислотным последовательностям, кодируемым геном *dsrB* (reductive type), сульфатредуцирующие бактерии, обнаруженные нами в прибрежных донных осадках Чёрного моря, имели наибольшую гомологию (92-99%) с геном *dsrB* культивируемых СРБ родов *Desulfovibrio*, *Desulfatitalea*, *Desulfobacter*, *Desulfobacterium*, а также с некультивируемыми штаммами СРБ из различных морских местообитаний, таких, как морские осадки Северного и Японского морей.

«Вложенная» ПЦР с использованием олигонуклеотидных праймеров к фрагментам гена 16S рРНК основных филогенетических подгрупп СРБ также подтвердила наличие в исследованных образцах представителей рода *Desulfobacter* (подгруппа 4), *Desulfococcus–Desulfonema–Desulfosarcina* (группа 5 СРБ) и *Desulfovibrio–Desulfomicrobium* (группа 6 СРБ). Аминокислотные последовательности, кодируемые геном *dsrB* (oxidative type), обладали наибольшей гомологией (90-99%) к соответствующему гену представителей сероокисляющих (тионовых) бактерий, относящихся к родам *Thiocapsa*, *Thiobaca*, *Thioflavicoccus* и *Thiorhodococcus*.

Работа частично финансировалась из средств гранта РФФИ №17-04-00023 и гранта Правительства РФ (договор № 14.W03.31.0015 от 28.02.2017).

Бурнина Т.А.

ФГБОУ ВО «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова», географический факультет, кафедра РПП
burninata@gmail.com

СТРУКТУРА ПРИБРЕЖНО-МОРСКОГО ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ СЕВЕРО-ЗАПАДНОГО КРЫМА

В работе, посвященной исследованию структуры прибрежно-морского природопользования Северо-Западного Крыма, были рассмотрены теоретические вопросы прибрежно-морского природопользования, юридические и естественнонаучные определения, делимитированы границы исследования по государственной границе, границе территориального моря и 12 км зоне, прилегающей к морю, на суше. Географическая характеристика региона (обширная шельфовая зона, низменный рельеф, расположение в степной зоне), локальные климатические и гидрологические особенности (наличие сгонно-нагонных явлений, ледостава в холодный период), а также длительная история хозяйственного освоения определили современное природопользование, как на территории, так и на акватории.

На основе информации, собранной в ходе производственной практики и при написании выпускной бакалаврской работы, была составлена карта структуры прибрежно-морского природопользования Северо-Западного Крыма. Виды природопользования были выделены на основе классификации по целевой направленности. Для прибрежной зоны суши главную роль играют такие виды природопользования как сельскохозяйственное, природоохранное, селитебное, рекреационное, промышленное, транспортное и энергетическое. Для акватории главными видами природопользования являются промышленное (газодобывающее), промысловое, природоохранное и транспортное. Характерной чертой акватории является наличие больших неиспользуемых участков, а для прибрежной части суши наличие большого количества заброшенных хозяйств и неиспользуемых земель. Для исследуемого района конфликты природопользования выявляются только на небольших участках, где активно ведется хозяйственная деятельность. Хозяйственная деятельность вне таких участков развита слабо. Можно выделить следующие очаги конфликтов:

- конфликт промышленности с сельским хозяйством и селитебным ПП в Северном Крыму. Также на них накладывается

проблема моногородов химической промышленности – Армянска и Красноперекопска;

- конфликт селитебного ПП с рекреационным на участках поселений;
- конфликт природоохранного с рекреационным (Бакальская коса, Большой и Малый Атлеш);
- конфликт рекреационного и ресурсно-промыслового природопользования (побережье Тарханкутского полуострова);
- конфликт военного природопользования с природоохранным и рекреационным.

Приоритетные направления развития Северо-Западного Крыма можно разделить на две группы:

- 1 группа – направления, которые могут максимально эффективно использовать региональные преимущества и обладают максимальной отдачей от вложенных инвестиций – добыча природного газа, химическая промышленность;
- 2 группа – направления, которые дадут максимальный прирост ВРП, но являются менее эффективными, чем направления группы 1 – выращивание марикультуры (мидии, устрицы, рачок Артемия), выращивание зерна, технических культур, рыболовство и рыбоводство, производство растительного масла, муки, рыбных консервов, переработка овощей и фруктов, рекреация различной направленности.

При этом, направления 1-й группы окажут более сильное негативное воздействие на окружающую среду, чем направления 2-й группы. Они требуют гораздо больших затрат для предотвращения и устранения последствий аварийных ситуаций. Также в прибрежно-морской зоне есть большой потенциал для развития альтернативных источников энергии: ветрогенераторов (в акватории на малых глубинах и на Тарханкутском полуострове), гелиоэлектростанций (большое количество солнечных дней в году) и биоэнергетических установок на суше (выращивание технических культур).

В результате хозяйственной деятельности (ведения сельского хозяйства, в основном, рисосеяния; добычи природного газа на шельфе; химического производства) в прибрежно-аквальному комплексе сложилась напряженная экологическая ситуация. Особенно остро на экосистеме сказались прекращение поступления воды по Северо-Крымскому каналу. Ранее опреснявшиеся (до 1 ‰) в местах сброса сточных вод акватории в настоящий момент испытывают осолонение выше среднечерноморских значений (до 25 ‰). Экосистема перестраивается в сторону более галофильных организмов.

Таким образом, изменения в экосистеме повлекут за собой реорганизацию в структуре прибрежно-морского природопользования.

Важова А.С.

ФГБНУ Тихоокеанский научно-исследовательский
рыбохозяйственный центр (ТИНРО-Центр),
690091, пер. Шевченко, 4, г. Владивосток
anna.vazhova@gmail.com

СЕЗОННАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ ГИДРОХИМИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ НЕКОТОРЫХ РЕК ЮЖНОГО ПРИМОРЬЯ

Реки являются основным поставщиком терригенного материала в прибрежную зону морей и океанов. Химический состав речных вод определяет и продукционную способность эстуариев (Важова, Зуенко, 2015), поэтому для реалистичной оценки качества речных вод важной задачей является оценка годового хода параметров, учитывая резкие краткосрочные изменения.

В связи с тем, что на реках и в эстуариях рек Приморья проводится оценка запаса и мероприятия по сохранению биоразнообразия гидробионтов (Горяинов, 1998, Большаков, 2013, Колпаков, 2016) целью настоящего исследования стало определение изменчивости гидрохимических параметров на основных водных объектах рыбохозяйственного значения южной части Приморского края в различные сезоны 2016 года.

Материалом для работы послужили данные, полученные при проведении гидролого-гидрохимических съемок рек впадающих в Амурский залив (реки Раздольная, Барабашевка, Рязановка), в Уссурийский залив (реки Артемовка, Кневичанка), в залив Находка (река Партизанская), бухту Киевка (река Киевка) и бухту Соколовскую (река Соколовка) (рис. 1)

По результатам исследований выявлено, что внутригодовая динамика гидрохимических показателей на исследованных реках характеризуется сезонной изменчивостью гидрохимических показателей, происходящей в результате жизнедеятельности находящихся в воде растительных и животных организмов, а главным образом из-за весенних паводков и дождей.



Рис. 1 – Карта исследованного региона.
Точками обозначены места отбора проб

Так, максимальное содержание биогенных веществ практически во всех исследованных реках наблюдается зимой ($\text{DIN} \sim 2,5 \mu\text{M/L}$, $\text{DIP} \sim 0,5 \mu\text{M/L}$, силикаты $\sim 115 \mu\text{M/L}$), а концентрация железа самая высокая весной ($\sim 0,1 \text{ мг/л}$). Однако эта естественная изменчивость искажается антропогенной нагрузкой в нескольких реках, водосборные бассейны которых расположены в промышленных и сельскохозяйственных районах, включая территории КНР (река Суйфун/Раздольная). Воды этих рек богаты азотом и фосфором летом ($\text{DIN} \sim 45 \mu\text{M/L}$, $\text{DIP} \sim 2,5 \mu\text{M/L}$) и растворенным железом осенью-зимой ($\sim 0,9\text{-}1,3 \text{ мг/л}$). При этом, пространственная изменчивость очень схожа между всеми биогенными веществами во все сезоны (коэффициенты корреляции между концентрациями DIN и Fe составляют $0,75\text{-}0,99$, между DIP и Fe – $0,83\text{-}0,99$), что является свидетельством общего характера изменения их концентраций в загрязненных реках, предположительно вследствие разложения органических веществ. Распределение концентраций растворимого кислорода, легкоокисляемых органических веществ (по БПК₅), имеющих рыбохозяйственное значение (Рязановка, Барабашевка) и расположенных в слабозаселенных регионах (Киевка, Соколовка) Рязановка, Барабашевка, Киевка, Соколовка в течение года соответствует биологическим процессам формирования химического состава вод. Сезонные гидрохимические исследования рек *Раздольная*, *Кневичанка*, *Артемовка*, *Партизанская* указывают на то, что эти объекты находятся под разным антропогенным воздействием и главным источником биогенных веществ в реке являются поверхностные воды

бассейнов рек. Крайне низкое содержание растворенного кислорода в зимний период в пробах воды из рек Раздольная и Кневичанка – 1,9 и 0,9 млл при степени насыщения 8,7 и 19,7 % соответственно позволяет характеризовать эти реки как «грязные» (Прождорина, 2010), при V классе качества водоема в зимний период. Характерные изменения pH на поверхности рек в течение года связаны с подкислением пресных вод в результате поступления дождевой воды осенью, обычно имеющей слабокислотную реакцию.

Список использованной литературы

1. Большаков С. Г. Некоторые особенности биологии, рост и возраст пиленгаса *Liza haematocheilus* на юге Приморья // Известия ТИНРО: Владивосток. – 2013. – Т. 172. – С. 83-93.
2. Большаков С. Г. Некоторые особенности биологии, рост и возраст мелкочешуйной *Tribolodon brandtii* и крупночешуйной *T. hakonensis* дальневосточных красноперок на юге Приморья // Известия ТИНРО: Владивосток. – 2013. – Т. 175. – С. 127-144.
3. Важова А. С., Зуенко Ю. И. Оценка первичной продукции в эстуариях рек Раздольная и Суходол (залив Петра Великого, Японское море) // Известия ТИНРО: Владивосток. – 2015. – Т. 182. – С. 132-143.
4. Горяинов А.А. Состояние воспроизводства запасов приморских лососей и перспективы лососёвого хозяйства в Приморье // Изв. ТИНРО. – 1998. – Т. 124, ч. 1. – С. 236-250.
5. Колпаков Н.В. Продукция рыб в эстуариях Приморья // Изв. ТИНРО. – 2016. – Т. 184. – С. 3–22.
6. Прождорина Т.И. Эколого-аналитические методы исследования окружающей среды: учебное пособие / Т.И. Прождорина, Н.В. Каверина, А.Н.Никольская, Е.Ю.Иванова, А.И. Федорова и др. – Воронеж: Истоки, 2010. – 304 с.

Виноградская М.И.

ФГБОУ ВО «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова», Ленинские горы, д. 1, стр. 12, г. Москва, 119234 marefa@mail.ru

СРАВНЕНИЕ ВКУСОВОЙ ПРИВЛЕКАТЕЛЬНОСТИ ЖЕЛЧНЫХ КИСЛОТ И ИХ СОЛЕЙ ДЛЯ НИЛЬСКОЙ ТИЛЯПИИ *OREOCHROMIS NILOTICUS* И АСТИАНАКСА *ASTYANAX FASCIATUS*

В настоящее время для многих видов рыб выяснена вкусовая привлекательность различных веществ, прежде всего таких как классические вкусовые вещества, аминокислоты, органических кислоты. Отношение рыб к вкусу желчных кислот остается практически полностью не изученным несмотря на то, что они являются одни из наиболее эффективных стимулов для другой хемосенсорной системы рыб – обонятельной. В связи с этим, целью работы было выполнить сравнительное исследование вкусовой привлекательности желчных кислот для нильской тиляпии *Oreochromis niloticus*, обитающей в пресных водах Африки и Юго-Западной Азии и для слепой формы астианакса *Astyanax fasciatus*, пресноводной пещерной рыбы, обитающей в водах Центральной Америки.

Опыты проводили на каф. ихтиологии биологического факультета МГУ в 2015 и в 2016 году. Рыб содержали в отдельных аквариумах (5 л) при естественном режиме освещения, температуру воды поддерживали на уровне 24-25°C с помощью терморегуляторов (AquaEL EH-25W). Кормление проводилось живым кормом (личинками комаров сем. Chironomidae) ad libitum один раз в день. В опытах регистрировали ответы рыб на агар-агаровые гранулы (2%), содержащие краситель Ponceau 4R (5µM) и одну из желчных кислот. В качестве контроля использовали гранулы, содержащие только краситель. В каждом опыте регистрировали потребление гранул, число схватываний, длительность латентного периода (от момента подачи до схватывания рыбой гранулы), продолжительность удержания гранулы после первого схватывания и суммарно за все время опыта. Всего было проведено 525 опытов.

Выяснено, что для тиляпии все желчные кислоты являются либо индифферентными (не оказывают влияния на потребление гранул), либо детеррентными (вызывают отвергание схваченных гранул). Индифферентными были литохолевая и таурохолевая кислоты, сильным детеррентным действием обладали соль холевой кислоты (потребление 5,6%) и дегидрохолевая кислота (2,7%).

В отличие от тиляпии, для астианакса желчные кислоты были либо индифферентными, либо имели для этих рыб привлекательный вкус. Наибольшее стимулирующее действие оказали дегидрохолевая кислота (74,2%) и таурохолевая кислота (59,4%), индифферентными были соль холевой кислоты и литохолевая кислота.

Столь различное воздействие желчных кислот на потребление гранул рыбами мы можем связать с образом жизни и

питания исследованных рыб. Нильская тилипия является всеядной рыбой с большой долей в диете растительных компонентов. Астианакс, обитающий в подземных пресноводных водоемах, питается в основном гуано летучих мышей, содержащем в большом количестве желчные кислоты и их производные. Несомненно, что такое отношение к вкусу желчных кислот выработалось у астианакса в процессе эволюции в качестве сенсорной адаптации, обеспечивающей выживание этих рыб в условиях отсутствия альтернативного корма.

Вирченко А.Е.¹, Макаров М.В.², Сабиров Р.М.¹

¹Казанский федеральный университет, кафедра зоологии и общей биологии, г. Казань, ale-virchenko@yandex.ru

²ФГБУН «Институт морских биологических исследований имени А.О. Ковалевского РАН», пр. Нахимова, 2, г. Севастополь, 299011 mihaliksevast@inbox.ru

ЭПИФИТОН ВОДОРосЛЕЙ *CYSTOSEIRA CRINITA* DUBY 1830 В РАЙОНЕ Г. СЕВАСТОПОЛЬ (ЧЁРНОЕ МОРЕ)

Изучение структуры сообществ зооэпифитона (животного населения макрофитов) в прибрежье имеет важное индикаторное значение и позволяет определять экологическое состояние прибрежной зоны водоемов. Бурые водоросли *Cystoseira crinita* растут в экологических чистых, хорошо аэрированных акваториях. В районах с техногенными загрязнениями цистозира находится в угнетённом состоянии. Также изменяется структура сообществ эпифитона.

Цель наших исследований – изучение видовой структуры и количественных показателей эпифитона водорослей *C. crinita* в окрестностях м. Фиолент у г. Севастополь (юго-западное побережье Крыма).

Материалом исследования послужили сборы макроэпифитонов с талломов водорослей *C. crinita*, собранные в сублиторали у м. Фиолент 27.09.2016 г. на глубинах 0,1-1 м. Всего взято 9 проб на 3 станциях. Пробы отобраны по стандартной методике (Маккавеева, 1979). Бентос разбирали по таксономическим группам и идентифицировали до вида. Макрозообентос и частично форамениферы определяли до вида. Нематоды до вида не идентифицировали. Численность и биомассу зообентоса рассчитывали на единицу массы

водорослей. Сообщество выделяли на основании индекса функционального обилия (ИФО), равный $N^{0.25} \cdot B^{0.75}$, где N – численность, экз./кг, B – биомасса макрозообентоса, г/кг (Мальцев, 1990).

Акватория Фиолента считается относительно чистой с небольшой рекреационной нагрузкой. Она удалена от крупных портов и промышленных районов.

В эпифитоне *C. crinita* в верхней сублиторали акватории вблизи мыса Фиолент обнаружено 30 видов и таксонов гидробионтов, относящихся к 7 классам и 5 типам: Foraminifera, Nematoda, Annelida (3 вида), Mollusca (4 вида), Arthropoda (20 видов). Из них 11 таксонов представлены во всех точках сбора и являются, очевидно, типичными для эпифитона цистозеры: полихеты *Nereis zonata* Malmgren, 1867, *Janua heterostropha* (Montagu, 1803); Nematoda gen. sp.; двустворчатый моллюск *Mytilaster lineatus* Gmelin, 1791; брюхоногие моллюски *Rissoa splendida* Eichwald, 1830, *Tricolia pullus* Linnaeus, 1758; ракообразные *Amphithoe ramondi* Audouin, 1826, *Hippolyte leptocerus* (Heller, 1863), *Spaeroma serratum* (Fabricius, 1787), *Parchyale taurica* Grintsov, 2009, *Caprella acantifera* (Czernjavski, 1868); Harpacticidae gen. sp. Самыми редкими видами в наших пробах явились *Elphidium ponticum* (Dolgopolskaja & Pauli, 1931), относящийся к Foraminifera и *Actacarus pygmaeus* Schulz, 1937 – представитель Acari. Очевидно, прибойная зона верхней сублиторали не является благоприятным биотопом для обитания данных видов.

Средняя численность эпифитона цистозеры составила 4209 ± 81 экз./кг. Самым многочисленным таксоном среди эпифитонов таллома цистозеры является тип Arthropoda, среди которого преобладают Harpacticoida. Средняя численность гарпактикоидов 218 экз./кг, что составило около 18% от общей численности всех гидробионтов в пробах. Самым многочисленным видом в зарослях цистозеры явилась амфипода *A. ramondi* – 119 экз./кг. Данный вид амфипод строит домики из растительных фрагментов на талломе исследованной водоросли, являясь аборигенным видом ценоза эпифитонов цистозеры.

Средняя биомасса составила $8,662 \pm 0,302$ г/кг. По биомассе явно доминирует двустворчатый моллюск *R. splendida* – 4,49 г/кг, т.е. его доля более 50% от всей биомассы зообентоса в эпифитоне цистозеры. Риссоа – типичный и массовый вид зарослевых сообществ в прибрежной зоне Крыма. Обращает внимание и полное отсутствие в пробах другого фитофильного вида гастропод – *Bittium reticulatum* (da Costa, 1778). Возможно,

это связано с тем, что данный вид совершает сезонные миграции летом с грунта на цистозиру, а зимой с цистозиры на грунт. Вполне вероятно, что в конце сентября этот вид на цистозире встречается, но на глубине более 1 м. По ИФО нами выделено сообщество *R. splendida* (12,203). Такое сообщество распространено и в некоторых других районах вдоль крымского побережья Черного моря, в частности у берегов Тарханкута (северо-западный Крым) и Симеиза (южный берег Крыма).

В целом, эпифитон водорослей *C. crinita* в районе Фиолента насчитывает 30 видов и крупных таксонов. Средняя численность составила 4209 ± 80 экз./кг, средняя биомасса $8,7 \pm 0,3$ г/кг. На основании ИФО выделено сообщество *R. splendida*. Это вполне типично для эпифитона цистозиры у берегов Крыма.

Витер Т. В., Алемов С. В.

ФГБУН «Институт морских биологических исследований имени А.О. Ковалевского РАН», пр. Нахимова, 2, г. Севастополь, 299011
tatjana-viter@rambler.ru

СООБЩЕСТВА МАКРОЗООБЕНТОСА Б. СТРЕЛЕЦКАЯ (СЕВАСТОПОЛЬ, ЧЕРНОЕ МОРЕ)

Стрелецкая бухта расположена в западной части Севастополя, между бухтами Круглой и Песочной. Бухта глубоко вдается в берег, на котором для причала судов была устроена искусственная насыпь. Глубина бухты 18–22 метра. Берега высокие, обрывистые, с каменистыми мелями. Донные осадки в основном были представлены алевритовыми темно-серыми и черными пелитовыми илами, которые на глубине 6-8 м перемежались илистыми песками (Миронов, 2003). В Стрелецкой бухте базируются корабли Черноморского флота России, здесь же располагаются рыбацкая артель и лодочная пристань. На территории бухты расположен 91-й судоремонтный завод Черноморского флота. Эксплуатационная емкость акватории в сравнении с некоторыми другими бухтами Севастополя невелика (Осадчая, 2013), однако последние два десятилетия характеризуются увеличением интенсивности застройки береговой полосы жилыми и гостиничными комплексами, расширением сети причалов для судов малого флота. Все это приводит к увеличению антропогенной нагрузки на акваторию бухты. Поступающие в донные осадки загрязняющие вещества

взаимодействуют с населяющими их гидробионтами. Оценка состояния сообществ макрозообентоса широко применяется в гидробиологическом мониторинге. При загрязнении донных осадков происходят изменения таксономического состава, численности, биомассы донных сообществ и т. д. Это позволяет использовать видовой состав и количественные характеристики сообществ макрозообентоса для оценки качества водной среды.

Целью данной работы является исследование видового разнообразия и количественных показателей донных сообществ б. Стрелецкая в рамках многолетнего мониторинга отдела морской санитарной гидробиологии ИМБИ в начале XXI века (2000 – 2016 гг.).

Материалом для работы послужили пробы макрозообентоса, отобранные на четырех станциях в б. Стрелецкая во время проведения санитарно-биологических съемок севастопольских бухт летом 2000-2016 г. Сбор материала осуществлялся дночерпателем Петерсена ($S = 0,038 \text{ м}^2$). Пробы макрозообентоса промывались через сито с диаметром ячеек 1 мм, фиксировались 96 %-ным раствором этанола, их дальнейшую обработку проводили в лабораторных условиях. Определяли количество видов, общую численность (экз. $\cdot\text{м}^{-2}$) и биомассу ($\text{г}\cdot\text{м}^{-2}$) макрозообентоса. Взвешивание двустворчатых моллюсков проводилось после их вскрытия и удаления фиксирующего раствора из мантийной полости.

В составе сообществ макрозообентоса за исследуемый период отмечено 85 видов, в том числе 34 вида моллюсков (19 – двустворчатых, 15 – брюхоногих), 15 видов ракообразных, 25 видов многощетинковых червей. Встречались также немертины, олигохеты, мшанки, асцидии, личинки хирономид. Отмечалось постепенное снижение видового богатства с 51 вида в 2000 г. до 25 в 2009 г. В 2012-2016 гг. число видов увеличилось до 29-35. Индекс видового разнообразия Шеннона (по биомассе) колебался от 1,28 в 2012 г. до 2,38 в 2006. Индекс выравненности Пилоу составлял 0,38-0,58.

Средние значения численности и биомассы макрозообентоса за весь период исследований изменялись от 383 до 1611 экз. $\cdot\text{м}^{-2}$ и от 16,694 до 379,077 $\text{г}\cdot\text{м}^{-2}$ соответственно. По численности и биомассе в основном преобладали моллюски. На их долю приходилось 38,5 – 93,4% численности и 78,8–97,6% биомассы. Основной вклад в численность и биомассу макрозообентоса за весь период исследований вносили моллюски *Abra segmentum* (Récluz, 1843), *Tritia reticulata* (Linnaeus, 1758), *Bittium reticulatum*

(da Costa, 1778). В 2016 г. по биомассе доминировали митилиды – мидии и митилиястеры.

В 2000-2009 гг. отмечалось снижение видового богатства, численности и биомассы донных сообществ. Доминировали виды, устойчивые к загрязнению донных осадков, что может свидетельствовать о хроническом загрязнении б. Стрелецкая. С 2012 г. наблюдалось некоторое увеличение количественных показателей донных сообществ, что может быть связано со стабилизацией экологического состояния бухты.

Войкина А.В., Бугаев Л.А., Ружинская Л.П.

ФГБНУ «Азовский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства», ул. Береговая 21в, г. Ростов-на-Дону, 344002
anna-vojkina@yandex.ru

ФИЗИОЛОГО-БИОХИМИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ПИЛЕНГАСА (LIZA HAEMATONEILA, TEMMINCK & SHLEGEL) АЗОВО- ЧЕРНОМОРСКОГО БАССЕЙНА В 2016 г.

Акклиматизация пиленгаса, интродукция его в водоемах Азово-Черноморского бассейна задали научно-исследовательский вектор в отношении данного вида, направленный на изучение его адаптационных возможностей и внутренних факторов, определяющих его высокую экологическую пластичность [1; 2] определяемую комплексом биохимических, физиологических, эволюционных механизмов.

Изучение пластических резервов важно не только с позиции оценки рыбы, как пищевого для человека объекта, но и в аспекте обеспечения его жизнедеятельности в течение всех этапов онтогенеза: успешность прохождения зимовального периода, своевременное созревание половых продуктов и участие в нересте, прохождение восстановительного посленерестового периода, связанного с компенсацией энергетических и пластических затрат на нерест и обеспечение восстановления в случае возникновения резорбционных процессов и др.

Целью работы являлась оценка функционального состояния пиленгаса, обитающего в Азово-Черноморском бассейне, в течение 2016 года. Материалом для проведения исследований служили производители пиленгаса, отобранные во время учетных траловых съемок, а также из береговых уловов на восточном побережье Азовского моря. Морфофизиологические исследования

проводились согласно методическим руководствам [3].

В преднерестовый период были обследованы производители пиленгаса в возрасте 4-6 лет с гонадами III стадии зрелости. Половые железы по своему морфологическому состоянию соответствовали норме. Патологических изменений в развитии гонад не было отмечено. Гонадосоматический индекс у самок составлял 3,1%, у самцов – 2,0%. Гепатосоматический индекс, характеризующий функциональную активность печени, соответствовал среднемноголетним значениям для исследуемого периода. Запас трофических веществ в тканях пиленгаса находился на уровне нормы, рассчитанной на основании многолетних данных.

В нерестовый период были обследованы производители пиленгаса с гонадами IV и V стадий зрелости. Выборка на 80 % была представлена молодыми впервые нерестующими рыбами в возрасте 4 лет. Гонадосоматический индекс у самок составлял всего 8,2%, тогда как у рыб этого возраста близких к нерестовому состоянию, этот показатель находится в пределах 11-13 %. Количество резервных веществ в тканях рыб находилось в пределах нормы или превышало среднемноголетние значения, что свидетельствует о хороших условиях нагула предыдущего года. Высокое содержание жира и белка в гонадах указывает на интенсивный трофоплазматический рост ооцитов. Нарушений репродуктивной системы не было выявлено. В целом, можно констатировать, что производители пиленгаса вышли на нерест в удовлетворительном состоянии. Высокое содержание холестерина в сыворотке крови и жира в печени рыб указывает на незавершенность процесса созревания гонад (таблица 1).

Таблица 1 – Показатели физиологического состояния пиленгаса в 2016 году

Период наблюдения	Преднерестовый период		Нерестовый период		Летний период	Осенний период
	Самцы	Самки	Самцы	Самки	Самки	Самки
Стадия зрелости гонад	III	III	IV-V	IV-V	II	II
Длина, см	44,5±7,8	50,5±9,8	44,0±11,0	50,0±14,0	49,6±1,2	29,6±2,1
Масса, г	1210±28	1779±31	1168±56	1500±68	1700±20	352,3±12,1
Коэффициент упитанности	1,37±0,04	1,28±0,06	1,40±0,1	1,73±0,1	1,39±0,02	1,36±0,02
Индекс печени, %	1,48±0,20	2,19±0,18	1,50±0,1	2,00±0,02	1,55±0,05	1,75±0,11
Индекс гонад, %	2,0±0,33	3,1±0,21	12,50±2,2	8,23±1,6	0,65±0,10	0,35±0,03
Белок мышц, мг/г	144,3±16,8	165,9±15,1	174,1±13,0	136,0±8,2	136,7±6,9	141,2±5,2

Белок гонад, мг/г	97,5±8,5	133,7±1 8,4	118,1±9, 0	213,0±1 0,1	76,5±3, 1	132,0±7, 9
Белок печени, мг/г	141,7±1 6,9	129,3±1 5,7	238,2±2 7,1	151,0±7, 5	104,8± 3,4	109,1±4, 8
Жир мышц, %	9,3±3,5	6,4±1,7	15,2±2,1	8,2±1,1	5,2±0,6	7,8±1,0
Жир гонад, %	8,9±0,8	40,5±4,5	9,9±1,2	47,5±2,4	7,7±0,7	8,4±0,5
Жир печени, %	38,6±7,6	35,3±2,9	46,9±5,4	36,3±3,2	43,9±2, 0	20,6±1,2
Белок сыворотки крови, г%	4,8±0,5	6,5±0,6	5,0±1,1	6,6±1,3	-	-
Холестерин сыворотки крови, мг%	576±27	593±25	429±32	422±36	-	-
Иммуно-γ-глобулины сыворотки крови, у е	3,4±0,1	6,6±0,2	1,7±0,1	2,3±0,1	-	-

У большинства производителей пиленгаса в нерестовый период показатели крови находились в норме. Индекс сдвига лейкоцитов у самок составлял 0,19, у самцов – 0,25. Количество эритроцитов с патологией было незначительным и варьировало у самок от 8 до 14%, у самцов от 26 до 37%. Характерными нарушениями крови явились пойкилоцитоз, смещение ядер, гипохромазия и гемолиз эритроцитов. Доля клеток с морфологическими нарушениями варьировала от 0 до 11%. Величины показателей иммуно-γ-глобулиновой фракции сыворотки крови отражали нормальное состояние гуморального иммунитета у рыб разного возраста и стадии зрелости гонад.

В начале нагульного периода после нереста выборка была представлена самками в возрасте 4-5 лет с гонадами VI-II стадии зрелости. Гонадосоматический индекс был низким и составлял 0,7%. У большинства рыб нарушений в структуре внутренних органов и половых желез не было обнаружено, следов остаточной резорбции не наблюдалось. У отдельных особей были выявлены признаки патологии строения селезенки. Масса селезенки таких рыб была в 10 раз выше, чем средняя масса данного органа у здоровых рыб, и составляла 21,4 г. Содержание трофических веществ в органах и тканях обследованных рыб было низкое. Во время нереста самки пиленгаса голодают и только по завершению икрометания начинают интенсивно питаться.

В осенний период выборка была представлена самками трехлетнего возраста. Половые железы самок были красноватые, прозрачные, на поверхности видны кровеносные сосуды, что соответствует II стадии зрелости гонад. В нагульный период в тканях рыб накапливаются трофопластические вещества, которые затем расходуются в процессе созревания гонад, нереста, зимовки и миграций. В осенний период 2016 г. запасы резервных веществ у пиленгаса были ниже среднемноголетних значений, что объясняется особенностями выборки рыб текущего года: исследовались особи длиной 29,6±0,3 см с массой 352±13 против

среднемноголетней выборки с длиной $46,5 \pm 0,8$ см и массой 1802 ± 104 г.

Таким образом, исследования производителей пиленгаса из Азовского моря в 2016 г. показали, что функциональное состояние рыб в течение года в основной массе было удовлетворительным.

Величины физиолого-биохимических показателей соответствовали среднемноголетним значениям, характерным для конкретного этапа онтогенеза и сезона наблюдения.

Список использованной литературы

1. Булли Л.И. Эколого-биохимические особенности икры пиленгаса из разных мест обитания // Труды ЮГНИРО. Т. 41. 1995. – с. 149-153.

2. Куликова Н.И., Булли А.Ф., Гнатченко Л.Г., Писаревская И.И., Федулina В.Н., Булли Л.И. Физиологическое состояние производителей пиленгаса в период миграции через Керченский пролив // Труды ЮГНИРО. Т. 42. 1996. – с. 210-216.

3. Физиолого-биохимические и генетические исследования ихтиофауны Азово-Черноморского бассейна/ Методическое руководство. – Ростов-на-Дону: Эверест, 2005. – 100 с.

Вотинова Т.В., Рогачева Х.П.

ФГБНУ «Азовский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства», ул. Береговая 21в, г. Ростов-на-Дону, 344002
info@azniirkh.ru

ПРОБЛЕМА ОЦЕНКИ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОЛИХЛОРБИФЕНИЛАМИ ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ МОРСКИХ ЭКОСИСТЕМ

Полихлорбифенилы (ПХБ) представляют собой «суперэкоотоксиканты XXI века». Из-за высокой токсичности ПХБ, которые использовались в качестве носителей тепла, диэлектриков, хладагентов, были запрещены почти полвека назад. Но благодаря химической, термической, биологической устойчивости, до 40 % произведенного ПХБ все еще находится в окружающей среде [1]. К основным отличительным чертам ПХБ относятся способность их переноситься на большие расстояния по воздуху и очень низкая растворимость в воде. В связи с чем они сорбируются на взвешенных частицах и осаждаются в донных отложениях.

Определение ПХБ в основных элементах водных экосистем является одной из сложнейших аналитических задач. Методики определения ПХБ, включенные в Государственный реестр методик и допущенные для государственного экологического контроля и мониторинга, включают следующие стадии анализа: выделение из анализируемой матрицы путем экстракции органическими растворителями; очистку экстракта от мешающих компонентов; определение количества ПХБ в полученных концентратах хроматографическими методами.

Наблюдения за содержанием индивидуальных конгенов ПХБ (28, 52, 49, 44, 87, 99, 101, 105, 110, 118, 138, 153, 156, 157, 167 и 180) в элементах водных экосистем Азово-Черноморского бассейна ФГБНУ «АзНИИРХ» ведет с 2010 года. Методика определения ПХБ в донных отложениях основана на трехкратной экстракции ацетоном и гексаном на механическом встряхивателе, очистке экстрактов концентрированной серной кислотой, разделении компонентов на кварцевых капиллярных колонках ZB-35 и Equity TM-5 при программированном нагреве, идентификации и количественном определении ПХБ методами газовой хроматографии с электронозахватным (Кристалл 2000 М) и масс-спектрометрическим (Shimadzu GCMS-QP2010 Plus) детекторами. Расшифровка спектров осуществляется по электронным библиотекам «Wiley8 mass spectral library» и «NIST-05», интегрированных в программно-аппаратный комплекс прибора, и временам удерживания стандартных конгенов ПХБ.

Согласно накопленному массиву данных, ПХБ обнаружены практически повсеместно в водной среде и в органах и тканях промысловых рыб. При этом в донных отложениях они зафиксированы лишь в единичных пробах. Причинами, из-за которых конгены не обнаруживаются в пробах донных осадков, могут быть, как неправильное хранение, транспортировка проб, недостаточно полное их извлечение (несовершенство методик), так и физико-химические процессы, происходящие на границе раздела вода-донные отложения [2]. Согласно литературным данным возможен процесс деградации высокохлорированных ПХБ в результате восстановительного дегалогенирования в природных условиях [3, 4].

Анализ проб донных отложений, отобранных на акватории Черного моря в весенне-летний период 2017 года, показал, что степень влияния условий хранения и транспортировки проб (замороженных сразу после отбора или хранившихся при температуре окружающей среды) в значительной степени зависит от гранулометрического состава донных отложений. В илистых

донных отложениях концентрации ПХБ были выше в замороженных пробах, в песчаных и ракушечных осадках – из-за очень низких концентраций ПХБ большой разницы не отмечено. Сравнение различных способов подготовки проб донных осадков, предусмотренных наиболее распространенными методиками и основанных на извлечении ПХБ из влажных, сухих или воздушно-сухих проб с добавлением дистиллированной воды показало, что наибольший процент извлечения ПХБ наблюдается при экстракции из влажных проб [5].

Проверка влияния окислительно-восстановительных условий в пробах донных отложений на состав и содержание ПХБ показала, что в пробах донных отложений с отрицательным потенциалом (восстановительная среда), наблюдаются более высокие концентрации три- и тетрахлорбифенилов по сравнению с пробами, в которых была зафиксирована окислительная среда. При этом концентрации пента- и гексахлорбифенилов в пробах с положительным потенциалом были выше, чем с отрицательным (см. рис. 1).

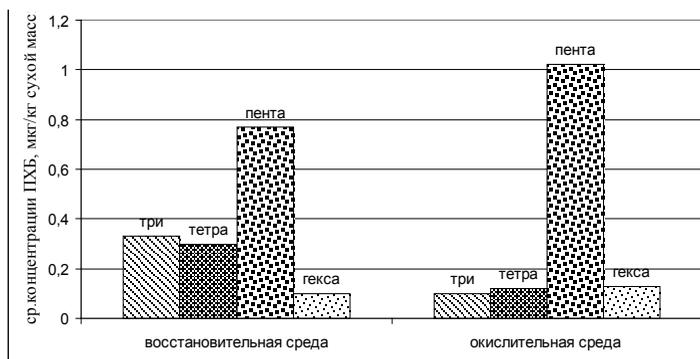


Рис. 1 – Содержание ПХБ в пробах донный осадков в зависимости от окислительно-восстановительных условий

С целью подтверждения полученных результатов планируется проведение экспериментов по возможным процессам дехлорирования высокохлорированных конгенов ПХБ и переход их в низкохлорированные конгены в лабораторных условиях.

Список использованной литературы

1. Горбунова Т.И., Первова М.Г., Забелина О.Н., Салоутин В.И., Чупахин О.Н. Полихлорбифенилы. Проблемы экологии, анализа и химической утилизации. КРАСАНД, 2011. – 400 с.

2. Опекунов А.Ю., Холмянский М.А. Актуальные направления геоэкологических исследований на шельфе // Разведка и охрана недр. 2000. № 12. С. 66-71.

3. Малина Н.В. Приоритетные органические загрязнители в объектах окружающей среды. диссертация на соиск. учен. степ. канд. хим. наук (03.02.08) Российский государственный университет нефти и газа (национальный исследовательский университет) имени И.М. Губкина» ФМБА России. – Москва 2016. – 159 с.

4. Josephine Borja. Polychlorinated biphenyle and their biodegradation // Process Biochemistry-2005. – P. 1999-2013.

5. Корпакова И.Г., Вотинова Т.В. Определение полихлорированных бифенилов в элементах водных экосистем// Тез. докл. III Всероссийской конференции «Аналитическая хроматография и капиллярный электрофорез». Агой. – 2017.

Гаврилко Д.Е.

ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского»,
пр. Гагарина, 23, г. Нижний Новгород, 603950
dima_gavrillko@mail.ru

ОСОБЕННОСТИ ЗООПЛАНКТОНА ЗАРОСЛЕЙ ВЫСШЕЙ ВОДНОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ (НА ПРИМЕРЕ р. СЕРЕЖА НИЖЕГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ)

В последние десятилетия в гидроэкологии возрастает интерес к изучению гидробиоценозов малых рек и, в частности, сообществ зоопланктона. В малых реках зоопланктон зарослей высшей водной растительности изучен крайне слабо. Это обуславливает актуальность изучения прибрежных биоценозов. Макрофиты являются важным средообразующим компонентом водных экосистем.

Изменения гидрологического, гидрофизического и гидрохимического режимов водотоков под действием водной растительности приводят к различиям видовой структуры планктонных сообществ в них. Морфологическое строение макрофита является одним из основных факторов, влияющих на видовой состав и количественное развитие зоопланктона (Семенченко, Разлуцкий, 2009; Bolduc, 2016).

Целью данной работы было выявление особенностей видовой структуры сообществ зоопланктона зарослей высшей водной растительности р. Сережа Нижегородской области.

Река Сережа – самый крупный приток р. Теша (длина 196 км) протекает в направлении с востока на запад по территории лесостепного Правобережья Чебоксарского водохранилища в пределах Нижегородской области.

Исследования проводились в середине июля 2016 г. в 8 биотопах с разным типом высшей водной растительности и лишенных её на участке реки длиной 1,3 км в районе села Пустынь Арзамасского р-на. Были выбраны макрофиты разных экологических групп: воздушно-водные (хвощ приречный *Equisetum fluviatile* L.), с плавающими листьями (кубышка желтая *Nuphar lutea* (L.) Sm., рдест плавающий *Potamogeton natans* (L.) Sm.), погруженные (элодея канадская *Elodea canadensis* Michx., рдест блестящий *Potamogeton lucens* L.) и полупогруженные (телорез обыкновенный *Stratiotes aloides* L., стрелолист обыкновенный *Sagittaria sagittifolia* L.). Пробы отбирались в прибрежной зоне мерным ведром, путем процеживания 50 литров воды через планктонную сеть. В каждом биотопе было отобрано по 3 пробы зоопланктона. Обработка проб проводилась согласно общепринятым в гидробиологии методам (Методические рекомендации ..., 1982). Сходство видовой структуры зоопланктоценозов определяли с помощью метода многомерного векторного анализа (Шурганова, 2007). Параллельно с отбором проб проводили измерения температуры, pH, электропроводности воды, концентрации растворенного кислорода, процента проективного покрытия растениями.

Исследуемый участок реки характеризовался нейтральной и слабощелочной реакцией среды (pH 7,23-8,28), электропроводность изменялась в пределах 165,7-219,0 мкСм/см. Во всех биотопах наблюдались высокие концентрации растворенного кислорода (9,54-12,58 мг/л), за исключением зарослей телореза и хвоща (7,51-7,85 мг/л). Для всех растительных ассоциаций было характерно доминирование одного вида растения, который занимал более 60 % проективного покрытия в биотопе.

В ходе работы было идентифицировано 112 видов зоопланктонных организмов, из них 60 видов (54%) принадлежало коловраткам, 36 (32%) – ветвистоусым ракообразным, 16 (14%) – веслоногим ракообразным. Среди идентифицированных видов была обнаружена коловратка *Kellicottia bostoniensis* (Rousselet, 1908) – вид-вселенец североамериканского происхождения.

Коловратка обитала только на участке реки, являющимся свободным от зарослей макрофитов. Наибольшее видовое богатство зоопланктона отмечено в зарослях телореза (80 видов), наименьшее – на участке с отсутствием растений (45 видов).

Между разнотипными растительными ассоциациями наблюдалось значительное сходство видового состава зоопланктона (значения индекса Сьеренсена 0,63-0,85). Наименьшее сходство видового состава было между участком без растений и зарослями элодеи и телореза (0,54-0,58).

Проведенный анализ видовой структуры сообществ зоопланктона показал, что разнотипные растительные ассоциации характеризовались различной видовой структурой зоопланктона, для них был характерен свой специфический набор доминантов и субдоминантов. Среди коловраток доминантами выступали: *Conochiloides coenobasis* (Skorikov, 1914), *Conochilus unicornis* (Rousselet, 1892), *Hexarthra mira* (Hudson, 1871), *Keratella cochlearis* (Gosse, 1851), *Polyarthra eurypetra* (Wierzejski, 1891); среди ветвистоусых ракообразных *Ceriodaphnia pulchella* (Sars, 1862), *C. quadrangula* (O.F. Müller, 1785), *Diaphanosoma brachyurum* (Liévin, 1848); среди веслоногих ракообразных доминировали науплиальные и копеподитные стадии, *Thermocyclops crassus* (Fischer, 1853) и *Th. oithonoides* (Sars, 1863). Наибольшее количественное развитие зоопланктона было отмечено в наиболее плотно сомкнутых зарослях погруженных и полупогруженных растений. Значения численности и биомассы здесь достигали рекордных значений (в элодее 872.4 ± 51.9 тыс. экз./м³ и $22,8 \pm 3,44$ г/м³), в то время как на участке без растений численность зоопланктона составляла $133,9 \pm 22,5$ тыс. экз./м³, биомасса $0,23 \pm 0,01$ г/м³.

Анализ соотношения таксономических групп зоопланктона показал, что видовое богатство веслоногих ракообразных было выше в зарослях погруженных и полупогруженных растений. Для зарослей воздушно-водных растений было характерно преобладание по численности и биомассе веслоногих ракообразных. Для растений с плавающими листьями наблюдалось численное преобладание коловраток, а для погруженных и полупогруженных растений было характерно массовое развитие ветвистоусых ракообразных, создающих значительную биомассу. Особо следует отметить заросли кубышки желтой, где наблюдались минимальная среди всех биотопов доля ветвистоусых ракообразных и наибольшая доля коловраток.

Важную роль в формировании видовой структуры зоопланктона играет плотность растений. Чем гуще заросли погруженных и полупогруженных растений, тем больше доля ветвистоусых ракообразных и ниже доля коловраток в создании суммарной численности и биомассы зоопланктона. Для наиболее плотно сомкнутых зарослей характерна наибольшая индивидуальная масса зоопланктона (0,03 мг/экз. для элодеи и 0,02 мг/экз. для стрелолиста).

Таким образом, на участке малой реки для разнотипных зарослей макрофитов наблюдалось значительное сходство видового состава и, одновременно, различие видовой структуры зоопланктона. Наибольшее влияние на количественное развитие и соотношение таксономических групп зоопланктона оказывает морфологическое строение макрофита и густота зарослей.

Список использованной литературы

1. Методические рекомендации по сбору и обработке материалов при гидробиологических исследованиях на пресноводных водоемах // Зоопланктон и его продукция. – Л.: Гос. НИИ озер. и реч. рыб. хоз-ва, 1982. 33 с.

2. Семенченко В.П. Факторы, определяющие суточное распределение и перемещения зоопланктона в литоральной зоне пресноводных озёр / В.П. Семенченко, В.И. Разлуцкий // Журнал Сибирского фед. ун-та. Серия Биология. 2009. № 2. С. 191-225.

3. Шурганова Г.В. Динамика видовой структуры зоопланктоноценозов в процессе их формирования и развития (на примере водохранилищ средней Волги: Горьковского и Чебоксарского): Автореф. дисс. докт. биол. наук: 03.00.18. Н. Новгород, 2007. 48 с.

4. Bolduc P. Does submerged aquatic vegetation shape zooplankton community structure and functional diversity? A test with a shallow fluvial lake system // P. Bolduc, A. Bertolo, B. Pinel-Alloul // Hydrobiologia. 2016. № 778. P. 151-165.

Гаврилова Д.А., Асейнов Д.Д.

ФГБНУ Каспийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства, ул. Савушкина, 1, г. Астрахань, 414056
kaspiy-info@mail.ru

**СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАСПРЕДЕЛЕНИЯ
МОЛОДИ КЕФАЛИ В ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ СЕВЕРНОГО И
СРЕДНЕГО КАСПИЯ В 2015-2016 гг.**

Из всех видов кефалей (остронос, сингиль, лобан), интродуцированных в 30-е гг. прошлого столетия в Каспийском море, важное промысловое значение в российском регионе имеет сингиль (*Liza aurata*, Risso, 1810). Для прогнозирования запаса данного вида необходима информация, как по пространственно-временному распределению, численности, так и по качественным характеристикам вновь формирующихся поколений.

Цель работы – исследовать пространственно-временное распределение молоди кефали и провести сравнительный анализ её качественных и количественных показателей. Сбор биологического материала осуществлялся в 2015-2016 гг. на судах ФГБНУ «КаспНИРХ». Район исследований охватывал западную часть Северного и Среднего Каспия с изобатами от 2 до 84 м. В качестве орудий лова применялись ихтиопланктонные сети ИКС-80 с капроновым ситом № 150. Время экспозиции равнялось 10 минутам при скорости траления 2-3 узла/час. При обработке проб периоды и этапы развития молоди были приняты по Коблицкой А.Ф. (1981): предличинки от 2,5 до 4 мм (этапы А, В); ранние личинки от 4 до 7 мм (этапы С₁ – D₁); поздние личинки и ранние мальки от 7 до 9 мм (этапы D₂ – E); мальки и сеголетки от 9 до 11 мм (этап F), сеголетки от 11 мм и более (этап G). За период исследований было проанализировано 237 экз. кефали.

В 2015 г. первые экземпляры молоди кефали в составе ихтиопланктона отмечались во второй половине июня. По обследованной акватории Каспийского моря молодь распределялась мозаично. Участки с высокой концентрацией рыб располагались на траверзе о. Чечень – г. Махачкала и в районе банок Часовая, Тюленья. Северные границы распространения молоди проходили вблизи о. Малый Жемчужный и б-ки Ракушечная. Плотность ихтиопланктонных скоплений варьировала от 0,001 до 0,056 экз./м³, составляя в среднем 0,012 экз./м³. Общая площадь нагульного ареала достигала 5187 км² (рис. 1).

На протяжении летнего периода молодь кефали была представлена разноразмерными группами длиной от 4,0 до 23,0 мм, в среднем 10,6 мм. В качественном составе уловов преобладали ранние личинки на этапе С₁ и поздние личинки на этапе D₂ (41 %). Доля сеголетков (этап G) составляла 35 %, доля мальков (этап F) – 24%.

Осенние уловы кефали характеризовались доминированием мальков (48%). Количество личинок (39%) оставалось на уровне летнего показателя, численность сеголетков снизилась до 13%. Вариационный ряд молоди включал особей от 6,0 до 23 мм при среднем значении 10,8 мм.

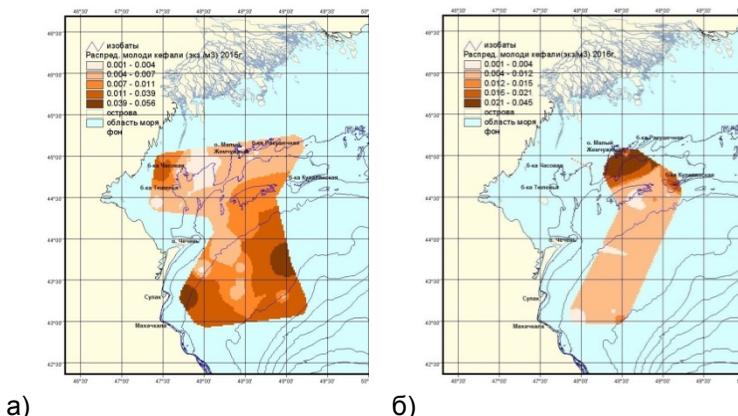


Рис. 1 – Распределение молоди кефали в западной части Северного и Среднего Каспия в (а – 2015 г.; б – 2016 г.)

В 2016 году молодь кефали появилась в уловах на месяц позже (конец июля), чем в предыдущем году. По сравнению с 2015 годом молодь не осваивала мелководные морские участки, её распространение ограничивалось 8-метровой изобатой. Наиболее плотные скопления формировались у северной оконечности ареала на свалах глубин до балки Кулалинская. В глубоководных районах Северного и Среднего Каспия кефаль встречалась единично. Концентрация молоди изменялась от 0,001 до 0,045 экз./м³ (в среднем 0,011 экз./м³), что близко показателю 2015 г. Общая площадь её ареала сократилась в 2,1 раза, составив 2470 км².

В ихтиопланктоне встречались ранние и поздние личинки (этапы C₁, D₂), мальки (этап F) и сеголетки (этап G) с линейными характеристиками от 4 до 18 мм, в среднем 13,9 мм. Но преобладали сеголетки, составляющие 48%. Количество личинок не превышало 28%, мальков – 24%.

В осенний период за счёт поступления в ихтиопланктон значительного количества особей на личиночной и мальковой стадиях онтогенеза (80%), средняя длина молоди снизилась относительно летнего значения, составив 12,7 мм. Размах колебаний линейных показателей рыб был от 7 до 17 мм, что указывало на одновременное присутствие не только личинок и мальков, но и сеголетков кефали (20%).

Результаты проведённых исследований позволили отследить ежегодную динамику распределения кефали на ранних этапах

развития и оценить площадь ареала в западной части Северного и Среднего Каспия. В 2015 г. нагул подрастающей молоди проходил на более обширной акватории площадью 5187 км² по сравнению с последующим годом исследований (2470 км²). Наблюдаемые изменения границ ареала были обусловлены как уровнем воспроизводства кефали (поколение 2015 г. было многочисленнее поколения 2016 г.), так и влиянием на рыб абиотических и биотических факторов среды.

Появление молоди определялось сроками размножения кефали, которые зависят от наступления нерестовых температур. В 2015 году вследствие более раннего начала размножения первые личинки отмечались уже в июне, на следующий год – только с июля. Средняя длина молоди также варьировала по годам (от 10,7 мм в 2015 г. до 13,3 мм в 2016 г.), что было обусловлено различием возрастного состава уловов.

Ежегодное присутствие личинок в летних и осенних пробах свидетельствовало о растянутых сроках нерестовой кампании и постоянном воспроизводстве кефали в северной и средней части Каспийского моря.

Список использованной литературы

1. Коблицкая А.Ф. Определитель молоди пресноводных рыб. М.: Легкая и пищевая промышленность. 1981. – 208 с.;

Галаговец Е. А., Прусова И. Ю.

ФГБУН «Институт морских биологических исследований имени А.О. Ковалевского РАН», пр. Нахимова, 2, г. Севастополь, 299011
didobe@mail.ru

ВСТРЕЧАЕМОСТЬ ОПУХОЛЕПОДОБНЫХ АНОМАЛИЙ (ОПА) У МАССОВОГО ВИДА *ACARTIA CLAUSI* (COPEPODA: CALANOIDA) В РАЗЛИЧНЫХ РАЙОНАХ ЧЕРНОГО МОРЯ

У копепод в пробах зоопланктона, собранных в 2011-2012 гг. у Черноморского побережья Крыма возле Севастополя были обнаружены опухолеподобные аномальные выросты (ОПА), которые являются проявлением жизнедеятельности паразитических динофлагеллят (возможно, семейства Elloropsidae) (Галаговец, Прусова, 2016).

В ходе настоящего исследования была оценена встречаемость ОПА у одного из наиболее массовых видов

черноморских копепод – *Acartia clausi* – в различных районах Черного моря: бухтах Казачья, Севастопольская, Стрелецкая, Южная, Омега, Учкюевка, станции «Равелин» и станции в двух милях от входа в Севастопольскую бухту.

Доля особей с аномалиями в общей численности вида варьировала, в зависимости от района, от 8.9 на станции в двухмильной зоне до 37.6% в Южной бухте. Наибольший процент рачков с выростами отмечен на станциях Бухта Южная и Севастопольская – 37.6 и 34.8%, соответственно, хотя самая высокая численность этого вида была отмечена на станции Бухта Стрелецкая (табл. 1). В более открытом районе, на станции в двухмильной зоне от входа в Севастопольскую бухту, встречаемость ОПА у *A. clausi* наименее выражена – 8.9. В среднем же частота встречаемости ОПА у рачков этого вида составила 21.1%.

Таблица 1 – Встречаемость ОПА у *Acartia clausi* в различных районах Черного моря.

Станция	Численность <i>A. clausi</i> , экз/м ³		Встречаемость ОПА, %
	общая	с ОПА	
Бухта Казачья	140	33	23,4
Бухта Севастопольская	936	326	34,8
Бухта Стрелецкая	2180	500	22,9
Бухта Южная	221	83	37,6
Бухта Омега	87	18	20,7
Бухта Учкюевка	253	38	15,0
«Равелин»	299	75	25,1
2 мили от входа в Севастопольскую бухту	1530	136	8,9

Аномальные выросты были обнаружены у всех стадий развития *A. clausi* – самок, самцов и неполовозрелых особей. Как правило, выросты располагались на дорзальной поверхности в месте сочленения первого и второго просомальных члеников, имели характерную форму, и их количество на одном рачке, чаще всего, было равно 1. В открытой акватории численность инфицированных рачков ниже, чем в бухтах. Возможно, это связано с тем, что условия в бухтах более благоприятны для существования и прорастания спор динофлагеллят, вызывающих подобные аномальные образования.

На всех исследуемых станциях наибольший процент зараженности, составлявший в среднем 39,0%, отмечен для

самок, тогда как у самцов этот показатель был равен 8,2%, а у копепоидитов – 16,7.

Выявленный факт более высокой встречаемости ОПА у самок по сравнению с самцами требует дальнейшего изучения. Возможно, он обусловлен особенностями жизненных циклов и физиологии рачков. Известно, что у самцов более короткий срок жизни, вследствие чего паразит, видимо, просто не успевает «дорости» до стадии, на которой будет хорошо заметен.

Голубева Д.О., Гаврилко Д.Е., Золотарева Т.В., Шурганова Г.В.

ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского»
пр. Гагарина, д. 23, г. Нижний Новгород, 603950
dasha-g2011@mail.ru

ВИДОВАЯ СТРУКТУРА ЗООПЛАНКТОЦЕНОЗОВ ОЗЕРНОЙ ЧАСТИ ГОРЬКОВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА (по данным 2016 года)

Горьковское водохранилище – четвертая ступень Волжского каскада, входящее в систему водоемов Средней Волги (Волга и ее жизнь, 1978; Минеева, 2004). В этом году исполняется 60 лет со дня его заполнения. С первых лет существования Горьковского водохранилища проводились активные исследования зоопланктона, но в последние десятилетие подобные исследования осуществлялись крайне редко.

Целью данной работы являлась характеристика видовой структуры и пространственного размещения зоопланктоценозов озерной части Горьковского водохранилища в июне, июле и сентябре 2016 года.

Материалом для работы послужили 37 проб зоопланктона, отобранные при одновременных съемках на акватории озерной части Горьковского водохранилища в июне, июле и сентябре 2016 года. Отбор и обработка проб проводились по общепринятым в гидробиологии методикам (Методические рекомендации..., 1982). Для характеристики видовой структуры зоопланктоценозов использовались традиционные в гидробиологических и экологических исследованиях показатели: видовое богатство, численность, биомасса и индекс доминирования Ковнацкого-Паляя. Сходство видовой структуры зоопланктона оценивали с помощью метода многомерного векторного анализа, который в

качестве меры сходства использует косинус угла между векторами, соединяющими начало координат с точками, изображающими пробу в многомерном пространстве численностей видов (Черепенников и др., 2004; Шурганова, 2007).

Видовое богатство за весь период исследования было представлено 80 видами и подвидами зоопланктона. Из них к коловраткам (Rotifera) относились 44 вида, ветвистоусым ракообразным (Cladocera) – 26 видов и веслоногим ракообразным (Copepoda) – 10 видов. По зоогеографическому составу планктонная фауна являлась типичной для водоёмов и водотоков Европейской части России. Однако, были обнаружены и виды-вселенцы, такие как коловратка *Synchaeta kitina* (Rousselet, 1902) и ветвистоусый рачок *Diaphanosoma orghidani* (Negrea, 1982).

Анализ сходства видовой структуры показал, что в июне в озерной части Горьковского водохранилища выделялось два сообщества: приплотинного участка и оставшейся озерной части. Вероятно, это различие было вызвано сильным влиянием в приплотинном участке притоков водохранилища рр. Юг, Троща, Санахта. Численность зоопланктона незначительно различалась в сообществе приплотинного плеса и озерной части ($141,65 \pm 14,92$ тыс. экз./м³ и $150,56 \pm 33,94$ тыс. экз./м³ соответственно). При этом доля численности коловраток в приплотинном плесе (77,8%) была существенно выше, чем в сообществе озерной части (42,5%). Биомасса в сообществе озерной части водохранилища была больше ($2,57 \pm 0,88$ г/м³), чем в приплотинном участке ($0,81 \pm 0,26$ г/м³). При этом доля биомассы ветвистых ракообразных в обоих сообществах (приплотинного плеса – 79,5% и озерной части – 58,6%) была значительно выше, чем доля биомассы коловраток и веслоногих ракообразных. В сообществе приплотинного плеса доминировали коловратки *Synchaeta pectinata* (Ehrenberg, 1832), *Polyarthra vulgaris* (Carlin, 1943), науплиальные стадии Copepoda. В сообществе озерной части доминантами являлись науплиальные и копеподитные стадии Copepoda, коловратки *Keratella quadrata* (Müller, 1786) и *Synchaeta kitina*, ветвистоусый рачок *Daphnia galeata* (Sars, 1864).

В июле на акватории Горьковского водохранилища не выделялось обособленных сообществ зоопланктона, что позволяет говорить о существовании единого зоопланктоценоза озерной части Горьковского водохранилища. Средняя численность зоопланктона составляла $63,02 \pm 9,90$ тыс. экз./м³, при этом большая часть принадлежала коловраткам (41,9%). Средняя биомасса зоопланктона составляла $3,36 \pm 0,63$ г/м³, большая часть

из которой принадлежала ветвистоусым рачкам (95%). Доминирующими видами этого ценоза являлись: лимнофильная коловратка *Euchlanis dilatata lucksiana* (Hauer, 1939), науплиальные и копеподитные стадии *Sopropoda*, а также ветвистоусый рачок *Daphnia galeata*.

В сентябре акваторию Горьковского водохранилища также занимал единый зоопланктоценоз. Средняя численность зоопланктона составляла $28,09 \pm 2,59$ тыс. экз./м³, большую часть из которой приходилась на коловраток (36,1%) и веслоногих ракообразных (38,6%). Средняя биомасса была равна $0,27 \pm 0,08$ г/м³, основная доля биомассы принадлежала ветвистоусым ракообразным (79,6%). Доминирующими видами этого ценоза являлись науплиальные и копеподитные стадии *Sopropoda*, коловратка *Euchlanis dilatata* (Hauer, 1939), ветвистоусый рачок *Chydorus sphaericus* (O.F. Müller, 1785).

Таким образом, на акватории Горьковского водохранилища пространственное размещение планктонных сообществ претерпевало изменения в течении периода наблюдений: в июне выделялось два планктонных сообщества, тогда как в июле и в сентябре существовало единое сообщество зоопланктона озерной части водохранилища. Подобная картина была зарегистрирована в озерной части Горьковского водохранилища еще в 1982 и 2002 гг (Шурганова, 2007). Следовательно, в разные годы исследований акваторию озерной части Горьковского водохранилища занимал, преимущественно, единый консолидированный лимнофильный зоопланктоценоз.

В период наблюдений максимальные значения численности зоопланктона были зарегистрированы в июне, минимальные – в сентябре. Максимальные значения биомассы наблюдались в июле за счет доминирования крупного ветвистоусого ракообразного *Daphnia galeata*. Основу численности зоопланктоценозов создавали коловратки, однако, биомасса формировалась, преимущественно, за счет ветвистоусых ракообразных.

Работа выполнена при частичной поддержке гранта Русского географического общества «Экспедиция Плавающий университет Волжского бассейна» №10/2016И.

Список использованной литературы

1. Волга и ее жизнь. Л.: Наука, 1978. 348 с.
2. Методические рекомендации по сбору и обработке материалов при гидробиологических исследованиях на

пресноводных водоемах // Зоопланктон и его продукция. – Л.: Гос. НИИ озер. и реч. рыб. Хоз-ва, 1982. – 33 с.

3. Минеева Н.М. Растительные пигменты в воде Волжских водохранилищ. М.: Наука, 2004. 156 с.

4. Черепенников В.В., Шурганова Г.В., Гелашвили Д.Б., Артельный Е.В. Исследование различий видовой структуры основных зоопланктоценозов Чебоксарского водохранилища методом многомерного анализа // Известия Самарского научного центра РАН. 2004. Т. 6, №2 (12). С. 328 – 333.

5. Шурганова Г.В. Динамика видовой структуры зоопланктоценозов в процессе их формирования и развития (на примере водохранилищ Средней Волги: Горьковского и Чебоксарского). Автореф. дис.... докт. биол. наук. Н. Новгород, 2007. – 48 с.

5. Эдельштейн К.К. Водоохранилища России: экологические проблемы и пути их решения. М.: ГЕОС, 1998. 277 с.

Горбунова С.Ю., Гудвилович И.Н.

ФГБУН «Институт морских биологических исследований имени А.О. Ковалевского РАН», пр. Нахимова, 2, г. Севастополь, 299011
svetlana_8423@mail.ru, gudirina2008@yandex.ru

БИОЛОГИЧЕСКАЯ ЦЕННОСТЬ БИОМАССЫ *SPIRULINA PLATENSIS*, ВЫРАЩЕННОЙ НА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ СТОЧНЫХ ВОДАХ

Известно, что биологическая ценность кормовых продуктов, в том числе и биомассы микроводорослей, определяется, прежде всего, качеством белков, сбалансированностью их аминокислотного состава и степенью усвоения их организмом человека или животных. Для использования биомассы в фармацевтической, пищевой промышленности и животноводстве необходимо, чтобы клетки микроводорослей содержали ценные вещества (протеины, полисахариды, липиды, пигменты) в достаточных количествах (Eriksen, 2008). Среди культивируемых в промышленных масштабах микроводорослей выделяется *Spirulina platensis* (Nordst.) Geitler (синоним *Arthrospira platensis* (Nordst.) Gomont), которая занимает ведущие позиции по объемам производимой из неё продукции. Высокая эффективность и популярность спирулины объясняется её способностью накапливать значительное количество белка (до 60–70%),

содержащего все незаменимые аминокислоты, а также пигментов С-фикоцианина (до 10%) и β-каротина (до 1%) (Vonshak, 1997). К антиоксидантам, содержащимся в биомассе *S. platensis*, относят каротиноиды, фикобилипротеины, ненасыщенные жирные кислоты, токоферол, ферменты, полифенолы и др.

За счет способности микроводорослей поглощать загрязняющие вещества, содержащиеся в отходах сельскохозяйственных комплексов, в частности в курином помете (Горбунова, 2013), и использовать их в качестве ростового субстрата, возможно значительно снизить затраты на приготовление питательных сред для интенсивного выращивания микроводорослей. Кроме того, становится возможным решить острую проблему утилизации отходов сельскохозяйственных производств, которые накапливаются в огромных количествах и наносят ущерб экосистеме.

В связи с вышеизложенным, актуальным становится разработка основ культивирования *S. platensis* на средах, содержащих вытяжку куриного помёта (ВКП). Целью данной работы являлся подбор оптимальных концентраций ВКП, не оказывающих негативного влияния на рост микроводоросли и способствующих накоплению биологически активных веществ в получаемой биомассе спирулины.

Эксперименты выполнялись на базе отдела биотехнологий и фиторесурсов Института морских биологических исследований ФГБУН, г. Севастополь. Микроводоросли выращивали накопительным (периодическим) методом. В качестве органической питательной среды использовали вытяжку куриного помета в концентрациях 5, 10, 15, 20, 25 и 30%; в качестве контроля – 100% среду Заррук. Освещенность составляла в среднем 16 кЛк, температура среды находилась в диапазоне 27-30°C.

В каждый культиватор вносили инокулят и питательную среду в такой пропорции, чтобы начальная плотность культуры во всех культиваторах была одинаковой ($D_{750}=0,045$). Ежедневно проводили измерения: рН культуральной среды, температуры, прироста плотности культуры микроводорослей. Помимо определения ростовых показателей, определяли содержание белка, хлорофилла а, каротиноидов и С-фикоцианина в биомассе микроводоросли.

Экспериментально показано, что из предложенных вариантов эксперимента наиболее оптимальными для получения максимальной биомассы *S. platensis* являются варианты с концентрацией ВКП в среде 25-30%, при которой наблюдается

наиболее интенсивный рост микроводорослей. При этом урожай культуры увеличивается по сравнению с контролем на 13 и 20% соответственно. В культиваторах с концентрацией ВКП 5, 10 и 15% на 6-е сутки эксперимента отмечалось замедление роста спирулины, желтая окраска трихом, что, как правило, свидетельствует о лимитировании роста клеток и биосинтеза пигментов микроводоросли азотом.

Известно, что на биохимический состав микроводорослей и цианобактерий, выращиваемых в открытых водоемах, значительное влияние оказывают климатические условия, а при культивировании в фотобиореакторах закрытого типа – характеризующие их работу параметры: освещенность, концентрация биогенов в среде, условия перемешивания и др. (Дробецкая, 2005; Vonshak, 1997).

Экспериментально показано, что содержание белка, хлорофилла *a* и С-фикоцианина в клетках спирулины зависит от концентрации ВКП в питательной среде и увеличивается с повышением её объёмной доли в питательной среде от 5 до 30% в 2,5-7,5 раз, причём наибольший рост содержания отмечен для хлорофилла *a* и С-фикоцианина. В случае с каротиноидами мы также можем говорить об аналогичной тенденции. Хотя азот и не входит в состав молекул данных пигментов, но поскольку речь идёт о фотосинтетически активных каротиноидах, то логично, что изменение их содержания соответствует изменению содержания хлорофиллов.

Полученные данные о росте содержания белка и пигментов в клетках спирулины при увеличении объёмной доли ВКП в среде хорошо согласуются с общепринятыми представлениями о прямой зависимости количества белковых соединений в биомассе микроводорослей от концентрации азота в питательной среде (Дробецкая, 2005).

Поскольку положительное влияние биомассы спирулины на организм человека и животных определяется, в первую очередь, накапливаемым количеством высокоценного белка и пигментов, являющихся антиоксидантами, данные параметры являются определяющими при определении биомассы спирулины как качественной (Vonshak, 1997). Поэтому оценка биологической ценности получаемой биомассы *S. platensis* проводится, как правило, по количественному содержанию данных веществ. Полученные экспериментальные данные свидетельствуют, что при концентрации ВКП 25-30% содержание белка и пигментов в клетках *S. platensis* в основном соответствует критерию качественной биомассы: содержание белка, хлорофилла *a*,

каротиноидов и С-фикоцианина, в среднем составило 51, 1,1, 0,4 и 5% соответственно. Следует отметить, что такой химический состав биомассы спирулины соответствует линейной фазе роста (при средней продуктивности культуры 0,24-0,28 г/л-сут).

Таким образом, экспериментально показано, что использование вытяжки куриного помёта (в объёмной концентрации 25-30 %) при приготовлении питательной среды оказывает положительное влияние на скорость роста культуры *S. platensis*, а также позволяет получить биомассу, содержащую значительные количества биологически активных веществ и пригодную для кормовых целей. Тем самым становится возможным решить проблему обогащения кормов с/х животных белком растительного происхождения и биологически активными веществами, а также проблему утилизации отходов животноводческих комплексов. Состав такой биомассы по содержанию белка и пигментов в основном соответствует требованиям, предъявляемым к качественной биомассе спирулины.

Список использованной литературы

1. Горбунова С.Ю. Культивирование *Spirulina platensis* (Nordst.) Geitler на минерально-органической питательной среде // Бюллетень Никитского ботанич. сада. – 2013. – Вып. 109. – С.8-13.
2. Дробецкая И. В. Влияние условий минерального питания на рост и химический состав *Spirulina platensis* (Nordst.) Geitl.: Автореф. дисс. ... канд. биол. наук / ИнБЮМ НАНУ. – Севастополь, 2005. – 25 с.
3. Eriksen N. Production of phycocyanin-a pigment with applications in biology, biotechnology and medicine // Appl. microbiol. and biotechnol. – 2008. – Vol.1. – P.1–14.
4. Vonshak A. *Spirulina platensis* (Arthrospira): Physiology, Cell-biology and Biotechnology. – London: Taylor & Francis, 1997. – P. 43-65.

Гуров К.И., Мыслина М.А., Коновалов С.К.

ФГБУН «Морской гидрофизический институт РАН»,
ул. Капитанская, 2, г. Севастополь, 299011, gurovki@gmail.com

**ОСОБЕННОСТИ СЕЗОННОЙ ИЗМЕНЧИВОСТИ ОСНОВНЫХ
ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ДОННЫХ
ОТЛОЖЕНИЙ В РАЙОНЕ ПРИБРЕЖНЫХ СТРУЙНЫХ
ГАЗОВЫДЕЛЕНИЙ**

До настоящего времени в большинстве случаев исследование метановых сипов в Черном море проводилось на участках материкового склона и в глубоководных зонах, тем самым изучению струйных газовыделений в прибрежной зоне уделялось меньше внимания [1,2]. Среди основных направлений исследований по данной тематике выделяются: оценка интенсивности газовыделений и возможности образования газогидратов, получение количественных оценок распространения метана при его растворении в воде и поступление в атмосферу, а также микробиологические исследования, направленные на изучение особенностей функционирования микробных консорциумов в рамках изучения циклов метана в морской воде [3].

Целью данной работы является исследование влияния прибрежных метановых сипов на биогеохимическую структуру донных отложений и придонного слоя вод.

Струйные газовыделения метана являются источником органического углерода в морской среде. Поступление органического углерода обеспечивает источник энергии для различных биогеохимических процессов. Органический и неорганический углерод являются в данном случае продуктами бактериального окисления метана в аэробных (за счет кислорода) и анаэробных (в процессе сульфатредукции) условиях, а гранулометрический состав и влажность донных отложений определяют интенсивность физических потоков и обмена между донными отложениями и придонным слоем вод.

Уникальность исследований, проведенных в рамках данной работы, определяется получением данных о сезонной изменчивости физических (влажность и гранулометрический состав) и химических (содержание органического и неорганического углерода) характеристик донных отложений в местах струйных газовыделений метана в прибрежной зоне. В работе показано, как образование бактериальной биомассы (матов) влияет на внутригодовой ход исследуемых параметров. Таким образом, результаты геохимического анализа используются для определения интенсивности продуцирования органического углерода и сероводорода при ассимиляции метана.

Материалами для данной работы послужили результаты комплексных экспедиционных и лабораторных исследований прибрежных метановых сипов в северо-западной части полуострова Крым, южный сектор полуострова Тарханкут – вблизи с. Окуневка Черноморского района.

Донные осадки исследуемого района представлены светло-желтым и серым песком с включениями ракушечного детрита. Содержание песчаной фракции изменяется по вертикали от 85 до 93%. Гравийная фракция представлена незначительно, содержание крупнозернистого материала изменяется от 0,43 до 1,1%. В поверхностных слоях (0–2, 2–4 см) отмечено наличие илов. Содержание мелкодисперсной фракции сначала возрастает с глубиной и достигает в слое 2–4 см 14,27%, а затем убывает до 2,8% в слое 6–8 см. Сравнение фракционного состава поверхностного слоя (0–5 см) осадка в мае и ноябре показало, что в пробе, отобранной в осенний период, доля илистого материала сократилась до 0,65%. По-видимому, такое сокращение связано с выносом алеврито-пелитовых фракций из прибрежной зоны в период осенних штормов.

Определяющую роль в вертикальной структуре профиля влажности играет фракционный состав осадка и его формирование под влиянием гидродинамических факторов. Весной максимальное значение влажности составляет 72% в верхнем слое, где максимально содержание иловой фракции, а среднее по профилю – 49%. В летний период отмечается наиболее интенсивное образование мата, что проявляется и в увеличении влажности. Осенью величины натуральной влажности начинают убывать.

Полученные значения содержания и вертикального распределения органического углерода ($C_{орг}$) и карбонатности в пробах донных осадков позволяют проследить внутригодовую изменчивость геохимических параметров в местах метановых газогидратов и образования матовых конструкций. Для летних месяцев (июнь и август) проводилось сравнение профилей $C_{орг}$ и карбонатности для центральной части мата и на его периферии.

Внутригодовую изменчивость в вертикальном распределении органического углерода можно соотнести с тремя этапами эволюции геохимических характеристик: до формирования бактериальной массы (май), максимум образование мата (лето, сентябрь), разрушение матовых конструкций (ноябрь). Что касается поверхностного слоя (0–2 см), то содержание $C_{орг}$ увеличивается от 0,5% в мае до 15,5% в июне и затем снова снижается до 2,3% в ноябре. Вертикальная структура распределения полученных характеристик постоянна (величины убывают с глубиной). Однако для августа и сентября картина меняется, максимальные значения наблюдаются не в поверхностном, а в подповерхностном слое, что возможно является последствием вымывания органического вещества в

результате штормовой деятельности. Проведенный анализ проб, отобранных в центральной части мата и на периферии, показал, что они сильно разнятся. Если в поверхностном слое значения из центральной части мата всего в 2 раза выше аналогичных значений из окраинной части, то, начиная с глубины 4 см, величины отличаются уже на порядок.

Исключение составляет проба, отобранная на периферии в сентябре, так как в ее структуре обнаружено два уровня мата, один в поверхностном слое (0–2 см), а второй в слое 9–13 см. Скорее всего, в данном случае наблюдался результат двухэтапного образования мата с занесением поверхностного слоя песчаным материалом во время шторма.

Содержание карбоната кальция в поверхностном слое донных осадков изменяется от 89% в мае до 17% в июне. В августе и сентябре для вертикальных профилей отмечается минимум в подповерхностном слое.

Сопоставление концентраций в центральной части мата и на периферии показало, что на окраине мата профиль карбонатности выравнивается, начиная со слоя 0–2 см (91% и выше), в то время как в центральной части похожие значения достигаются только лишь глубже 8 см.

Интересная общая особенность наблюдается для слоя 10–12 см. В пробах, отобранных в августе в центральной части мата и в сентябре на периферии, отмечаются пониженные величины карбонатности. Возможно, это связано с остаточным накоплением органического вещества.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ № 16-05-00471 А.

Список использованной литературы

1. Егоров В.Н., Пименов Н.В., Малахова Т.В. и др. Биогеохимические характеристики распределения метана в воде и донных осадках в местах струйных газовыделений в акватории севавтопольских бухт. Морской экологический журнал, 2012, 11(3), 41-52.
2. Пименов Н.В., Егоров В.Н., Канапацкий Т.А. и др. Микробные процессы цикла метана и сульфатредукция в осадках акватории севавтопольских бухт. Микробиология, 2013, 82(5), 614-624.
3. Леин А.Ю., Иванов М.В. Биогеохимический цикл метана в океане. Москва: Наука, 2009, – 576 с.

Дикарёв В.А.

ФГБОУ ВО «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова», географический факультет, НИЛ новейших отложений и палеогеографии плейстоцена, Ленинские горы, ГСП-1, г. Москва, 119991 *dikarev@rambler.ru*

ПОБЕРЕЖЬЕ КЕРЧЕНСКОГО И ТАМАНСКОГО ПОЛУОСТРОВОВ В УСЛОВИЯХ ПОВЫШЕНИЯ УРОВНЯ МОРЯ

Наблюдения уровня Мирового океана показывают, что в последние десятилетия он повышается со скоростью около 1,5 мм/год. Наибольшие оценки подъема уровня Мирового океана за последнее столетие составляют 15-20 см. За этот же период средняя глобальная приземная температура воздуха повысилась на 0,55°C. В дальнейшем темпы роста температуры воздуха могут значительно увеличиться вследствие накопления в атмосфере углекислого газа, метана и некоторых других «парниковых» газов. Межправительственная группа экспертов ООН по изменениям климата выпустила в 2001 году доклад, в котором оценивала подъем уровня океана к 2100 году на 3-4 м. При этом изменение уровня даже на несколько десятков сантиметров приведёт к катастрофическим последствиям для морских берегов в отдельных регионах[1].

Одним из наиболее показательных примеров разрушительного действия на морские побережья является береговая зона Керченского и Таманского полуостровов. Скорость отступления береговых уступов, сложенных лёссовидными суглинками в северо-восточной части Азовского моря уже сейчас достигает 5-8 м в год. Высокая чувствительность берегов к изменению уровня моря в этом регионе объясняется несколькими причинами[3]:

- высоким уровнем экономического развития береговых зон и концентрации населения и хозяйственных объектов непосредственно на морских побережьях;
- преобладанием погружения суши со скоростью от 0,5 до 3 мм/год и, соответственно, увеличением влияния подъема относительного уровня моря по сравнению с глобально осредненными оценками;
- интенсивным отступанием сложенных лёссовидными породами береговых уступов, существенно усиливаемым оползнями и другими склоновыми процессами, а также

разрушением береговых аккумулятивных форм рельефа, сложенных детритовым (ракушечным) песком;

- высокой чувствительностью естественных степных и луговых экосистем и еще более высокой чувствительностью антропогенно измененных экосистем к изменениям влажности почвы, подтоплению и другим процессам, связанным с подъемом уровня моря.

По степени устойчивости берега в изучаемом районе можно разделить на следующие категории: устойчивые, относительно устойчивые, неустойчивые, крайне неустойчивые. Общая формула устойчивости морских берегов:

$$A = V \sum R_n$$

Где V – Индекс естественной устойчивости берега; $\sum R_n$ – сумма всех влияющих на устойчивость факторов, таких как антропогенная нагрузка, степень переработки первичного рельефа, опасные геоморфологические процессы, протекающие на данном участке берега и т.д.[4].

По совокупности указанных выше показателей нами были выделены следующие участки наибольшего риска, связанного с ожидаемыми изменениями уровня моря и его косвенными последствиями (рис. 1):

- (1) Северо-западная часть Таманского полуострова, коса Чушка;
- (2) Южная часть Таманского залива, коса Тузла;
- (3) Восточное побережье Керченского полуострова южнее косы Камыш-Бурун;
- (4) Северная часть Арабатского залива;
- (5) Коса Арабатская Стрелка

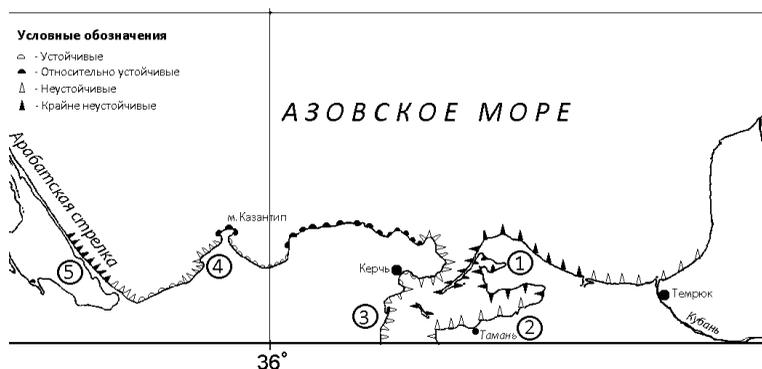


Рис. 1 – Схема устойчивости берегов Керченского и Таманского полуостровов

Список использованной литературы

1. Каплин П.А., Селиванов А.О. Изменения уровня морей России и развитие берегов: Прошлое, настоящее, будущее. М.: ГЕОС, 1999. – 299 с.
2. Механизмы устойчивости геосистем /отв. ред. Н.Ф. Глазовский, А.Д.Арманд. М.: Наука, 1992. – 208с.
3. Селиванов А.О. «Береговая катастрофа» на Азовском море: Миф или реальная угроза? М.: ГЕОС, 2001. – 84 с.
4. Selivanov A.O. Possible future coastal evolution of the north Black Sea and the Sea of Azov coasts under greenhouse-induced sea-level rise: Quantitative estimates of shoreline retreat and risk assessment analysis //Proc. Int. Conf. Coastal Change'95. Bordeaux: Bordomer-IOC, 1996. V.1. pp. 44-59.

Ефремова Е.С.^{1,2} Кухарева Т.А.²

¹ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет», ул. Университетская, д. 33, г. Севастополь, 299053 *info@sevsu.ru*

²ФГБУН «Институт морских биологических исследований имени А.О. Ковалевского РАН», пр. Нахимова, 2, г. Севастополь, 299011 *imbr@imbr-ras.ru*

ЭРИТРОГРАММА ЦИРКУЛИРУЮЩЕЙ КРОВИ *NEOGOBIOUS MELANOSTOMUS* P. В УСЛОВИЯХ ГИПОТЕРМИИ

Наблюдения за состоянием гидросферы являются частью общей системы государственного мониторинга. Для оценки токсичности используют химические, физико-химические и биологические методы. Биологические методы обладают важным преимуществом перед остальными – способностью учитывать коэргические отношения между различными ксенобиотиками. Чаще всего, контроль функционального состояния биообъекта проводится по изменениям, происходящим на уровне жидких сред гидробионта, в частности циркулирующей крови или гемолимфы. Критериями токсичности в этом случае являются различные патологии и аномалии среди клеток крови, преимущественно эритроцитов. Однако можно допустить, что отклонение от физиологической нормы могут происходить в результате воздействия естественных факторов окружающей среды, таких как сезонные колебания температуры воды. В этом случае необходимо дифференцировать эти воздействия для оценки адекватности полученных результатов.

Объектом исследования являлись особи бычка-кругляка (*Neogobius melanostomus*, Pallas 1814). Рыбу одновременно отлавливали в Севастопольской бухте, а затем доставляли в лабораторию. После отлова особей бычка-кругляка рассаживали в аквариумах объемом 50 л. Плотность посадки составляла 17-25 л на одну особь. В аквариумах поддерживался естественный проток. Температура воды – 14-16°C. Фотопериод: 12 часов день – 12 часов ночь. В течение опыта особей кормили фаршем из малоценных видов рыб. Суточный пищевой рацион составлял 6-7% от массы тела. В данных условиях бычка-кругляка выдерживали в течение одной недели с целью снятия стресса, вызванного отловом и транспортировкой. Затем контрольная группа рыб содержалась при 14-15°C, экспериментальные – при 1-2°C и при 19-20°C в течении 5 суток. Температура в аквариумах экспериментальных групп изменялась со скоростью 0-2°C/ч. Кровь для исследования получали из хвостовой артерии путем отсечения хвостового стебля.

Согласно результатам исследования температура воды оказала однозначное действие на ряд гематологических показателей. По мере снижения температуры в условиях эксперимента наблюдался равномерный рост числа незрелых эритроидных форм в крови (пронормобластов, базофильных и полихроматофильных нормобластов).

Доля пронормобластов в крови бычка-кругляка не превышала 0,12%. Минимальные значения были зарегистрированы у особей, содержащихся при 15-16°C, они составляли $0,014 \pm 0,017\%$. При других температурах уровень этой формы в крови был выше. Максимум был отмечен при 1-2°C – $0,070 \pm 0,032\%$. Однако тенденция снижения числа пронормобластов с повышением температуры не была статистически достоверной.

Процентное содержание базофильных нормобластов и полихроматофильных нормобластов так же снижалось с повышением температуры от 1 до 20°C. Максимальное содержание базофильных нормобластов наблюдалось при температуре 1-2°C – $1,760 \pm 0,144\%$, по мере повышения температуры их содержание снизилось до $0,670 \pm 0,244\%$. Содержание полихроматофильных нормобластов достигло максимума так же при минимальной экспериментальной температуре – $2,360 \pm 0,248\%$, а минимума – при 19-20°C – $0,670 \pm 0,244\%$. При чем, изменение числа базофильных нормобластов и полихроматофильных нормобластов были статистически значимыми ($p < 0,05$).

Среди аномальных форм в настоящей работе учитывались: микроядерные включения в клетке, случаи лизиса, амитотического деления, нарушения краевой зоны клеток и их ядер. Содержание аномальных эритроидных форм в крови бычка-кругляка не зависило от температурных условий среды. Отмечена значительная индивидуальная вариабельность полученных значений.

Таким образом, в ходе эксперимента выявлено, что пролиферативная активность эритроидного ростка кроветворения у *Neogobius melanostomus* P. возрастает по мере снижения температуры. О чем свидетельствует обратнопропорциональная зависимость между содержанием малодифференцированных эритроидных форм и температурой воды. Такая реакция организма в условиях гипотермии может быть объяснена развитием тканевой гипоксии (Солдатов, 2012) у теплолюбивых видов при температуре воды ниже 5°C.

Живлянцева Ю.В., Куранова Л.К.

ФГБОУ ВО «Мурманский государственный технический университет», ул. Спортивная, 13, г. Мурманск, 183010
youliapetrakova@mail.ru.

ОЦЕНКА ПРИГОДНОСТИ КОСТНО-МЫШЕЧНЫХ ОТХОДОВ ТРЕСКИ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ БЕЛКОВОГО ГИДРОЛИЗАТА

Семейство тресковые (лат. Gadidae) – традиционный объект промысла в Баренцевом море и сопредельных водах. Благодаря широкому ареалу распространения, массовости и доступности для вылова химический состав этого вида рыб хорошо изучен. Среднее содержание белка в тканях семейства тресковых колеблется в пределах 16-18% [1, 2].

В результате проведённого анализа химического состава вторичного рыбного сырья – отходов от разделки на филе трески, которые содержат значительное количество прирезей мяса, установлено, что содержание белка в отходах составляет 20,2%, содержание жира – 0,31%. Результатами исследований аминокислотного состава костно-мышечных отходов трески (КМО) установлено, что белки КМО характеризуются полным набором белковых аминокислот, в том числе и незаменимых. Сумма незаменимых аминокислот составляет 38,35 мг/г белка. Таким образом, рациональное использование их в качестве белкового сырья является актуальной задачей.

Авторами была разработана технология получения белкового гидролизата из костно-мышечных отходов трески. Разработанная технология основана на использовании комплекса биохимического метода – ферментативного гидролиза КМО трески, полученных запатентованным сотрудниками МГТУ методом криоэкструзии (Патент Российской Федерации RU 2031583 С1 от 27.03.95 бюл. № 9.). В качестве ферментного препарата использовали протосубтилин ГЗХ – фермент, полученный путем высушивания культуральной жидкости после глубинного выращивания культуры *Bacillus subtilis* [3].

Цель работы – оценить пригодность костно-мышечных отходов трески для получения белкового гидролизата.

В работе использованы принятые в научных исследованиях химические и биохимические методы анализа. Массовую долю жира, белковых веществ определяли по ГОСТ 7636-85. Содержание белковых веществ определяли с помощью автоматического анализатора азота/белка «Pro-Nitro A» по методу Кьельдаля. Содержание жира определяли на аппарате «Det-gras N» по методу Сокслета. Аминокислотный состав определяли методом высокоэффективной жидкостной хроматографии на базе лаборатории Полярного научно-исследовательского института морского рыбного хозяйства и океанографии им. Н.М. Книповича (г. Мурманск). Микробиологические и физико-химические исследования были проведены на базе химической лаборатории Испытательного центра продукции, сырья и материалов (г. Мурманск).

Результаты проведённых испытаний показали, что содержание отсутствие в КМО трески радионуклидов ниже допустимого уровня содержания таковых в рыбе. Содержание токсичных элементов в костно-мышечных отходах трески составило: свинца – менее 0,05 мг/кг, кадмия – менее 0,005 мг/кг, мышьяка – менее 0,05 мг/кг, ртути – 0,028 мг/кг, медь – 0,83 мг/кг. Сумма нитрозаминов (НДМА и НДЭА) составила менее 0,001 мг/кг, полихлорированных бифенилов – 0,26 мг/кг. Анализ пестицидов выявил наличие гексахлорциклогексан (альфа-, бета-, гамма-изомеров) в количествах менее 0,001 мг/кг, ДДТ и его метаболитов – менее 0,02 мг/кг.

Микробиологическими исследованиями установлено отсутствие опасных для организма человека микроорганизмов: бактерий группы кишечных палочек, золотистого стафилококка, патогенных сальмонелл и листерия.

Исследованиями минерального состава определено наличие в КМО трески кальция – 12,74 г/кг, магния – 0,39 г/кг, калия – 1,96

г/кг, цинка – 3,80 г/кг, фосфора – 5,22 г/кг, селена – менее 0,002 мг/кг.

Результаты химических и микробиологических испытаний свидетельствуют о безопасности костно-мышечных отходов трески, и, таким образом, подтверждают пригодность использования их в качестве сырья в производстве белковых гидролизатов.

Белковые гидролизаты, полученные из костно-мышечных отходов трески, содержат 92,27% белка, характеризуются высоким содержанием аминокислот, сбалансированностью по семи незаменимым аминокислотам и наличием одной лимитирующей аминокислоты – триптофан [4]

Работа выполнена при поддержке Российского научного фонда, проект 16-16-00076.

Список использованной литературы

1. Технология рыбы и рыбных продуктов [Текст]: учебник / С. А. Артюхова, В. В. Баранов, Н. Э. Бражная [и др.]; под ред. А. М. Ершова. – М.: Колос, 2010. – 1064 с.

2. Тутельян В. А. Химический состав и калорийность российских продуктов питания [Текст]: Справочник. – М.: ДеЛи плюс, 2012. – 284 с.

3. Куранова Л. К. Живлянцева Ю. В. Исследование биологической ценности пептона, полученного из отходов переработки водных биоресурсов Арктического региона // Морские биологические исследования: достижения и перспективы [Текст] : в 3-х т. : сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, приуроченной к 145-летию Севастопольской биологической станции (Севастополь, 19-24 сентября 2016 г.) / под общ. ред. А. В. Гаевской. – Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2016. – Т. 3. С. 401-403 с.

4. Куранова Л. К., Живлянцева Ю. В., Гроховский В. А. Изучение биологической ценности пептона, полученного из вторичного рыбного сырья [Текст] // Вестник МГТУ. 2016. Т. 19, № 3. – С. 577-584.

Жихарев В.С., Кудрин И.А., Золотарёва Т.В., Шурганова Г.В.

ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского»,
пр. Гагарина, 23, г. Нижний Новгород, 603950
slava.ziharev@ro.ru

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ КЛАСТЕРНОГО АНАЛИЗА СТРУКТУРЫ СООБЩЕСТВ ЗООПЛАНКТОНА ЗОНЫ РЕЧНОЙ ГИДРАВЛИКИ ЧЕБОКСАРСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА И УСТЬЕВОЙ ОБЛАСТИ РЕКИ ОКИ НА СОВРЕМЕННОМ ЭТАПЕ ИХ СУЩЕСТВОВАНИЯ

Чебоксарское водохранилище является уникальным, поскольку формируется за счёт двух разнородных по комплексу гидрофизических и гидрохимических характеристик водных потоков, которые поступают из Горьковского водохранилища и реки Оки. При этом правобережный речной участок водохранилища, который расположен ниже впадения реки Оки, является одним из самых загрязнённых в пределах всего Волжского каскада водохранилищ (Шурганова, 2007). Существует значительное количество различных методов, позволяющих оценить степень сходства видовой структуры отдельных сообществ или ряда выборок (проб) в зависимости от специфики объекта исследования и задач, решаемых исследователем, однако перед исследователями всегда вставал вопрос количественной и обоснованной интерпретации полученных результатов (Якимов и др., 2016).

Цель исследования – на примере классификации проб зоопланктона зоны речной гидравлики Чебоксарского водохранилища и устьевой области реки Оки проиллюстрировать современные методические подходы к проведению кластерного анализа сообществ и выявить наиболее оптимальные из них.

Материалы и методы исследования. Исследования проводились в летний период 2016 года на акватории зоны речной гидравлики Чебоксарского водохранилища и устьевой области реки Оки. Пробы зоопланктона отбирались с использованием количественной сети Джеди путём тотальных обловов от дна до поверхности и фиксировались 4% раствором формалина. Камеральная обработка выполнялась по стандартной методике (Методические рекомендации..., 1982). Кластеризация проводилась с использования различных метрик сходства видовой структуры – евклидова расстояния, индекса Ренконена, косинуса угла между векторами в пространстве представленностей видов. Для обоснования выбора метода объединения проб зоопланктона в кластеры применены коэффициент кофенетической корреляции, расстояния Говера, а также графики Шепарда. Для решения вопроса о количественном обосновании оптимального числа кластеров в итоговой классификации использованы подходы на основе анализа

силуэтов и бинарных матриц принадлежности к кластерам (Якимов и др., 2016).

Результаты и их обсуждение. Коэффициенты кофенетической корреляции и расстояния Говера между матрицами исходных и кофенетических расстояния для трёх метрик, использованных для оценки сходства видовой структуры представлены в таблице. Наилучшую классификацию даёт метод средней связи, его результаты характеризуются наибольшим коэффициентом кофенетической корреляции и наименьшим расстоянием Говера, для всех трёх метрик сходства.

Таблица 1 – Количественные показатели качества иерархической классификации с использованием различных методов объединения и метрик сходства

Метод объединения	cos α между векторами		Евклидово расстояние		Индекс Ренконена	
	r_{coph}	D_{Gower}	r_{coph}	D_{Gower}	r_{coph}	D_{Gower}
Ближнего соседа	0.991	0.357	0.99	0.382	0.992	0.265
Дальнего соседа	0.990	0.224	0.99	0.263	0.991	0.147
Средней связи	0.993	0.083	0.99	0.092	0.993	0.058
Уорда	0.993	15.884	0.99	14.368	0.990	14.306

Примечание:

r_{coph} – коэффициент кофенетической корреляции,

D_{Gower} – расстояние Говера.

Выявление структуры искажений, которые вносят различные методы проводилось с применением графиков Шепарда. Кластеризация методами дальнего соседа и Уорда искажает расстояния между пробами в большую сторону, тогда как использование метода ближнего соседа, напротив, уменьшает расстояния. Метод средней связи практически не вносит искажений. Для установления оптимального количества кластеров, на которые следует разбить дендрограмму, были рассчитаны средние значения ширины силуэта и коэффициент корреляции Мантеля. Результаты получились однозначными. Максимальная ширина силуэта и коэффициент корреляции Мантеля получились при разбиении на два кластера.

Полученные результаты подтверждаются многолетними исследования профессора Г.В. Шургановой, в которых упоминается о существовании двух не только разнородных по комплексу гидрофизических и гидрохимических характеристик, водных потоков, но и соответствующих им сообществ зоопланктона, которые в ряде работ именуется волжским и окским, соответственно (Шурганова, 2007).

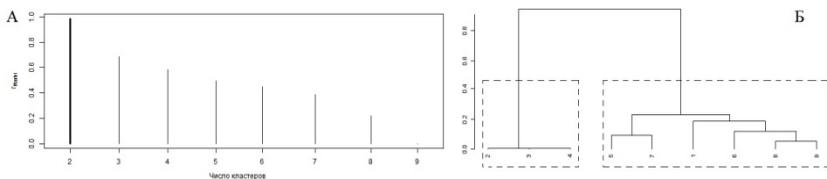


Рис. 1 – А – количественные показатели оптимальности разбиения на кластеры в соответствии с иерархической классификацией; Б – дендрограмма иерархической кластеризации сообществ зоопланктона зоны речной гидравлики Чебоксарского водохранилища и устьевой области реки Оки на основе метода средней связи.

Выводы. Современные подходы к классификации гидробиологических проб на основе различных метрик сходства видовой структуры позволили установить, что для классификации анализируемых проб зоопланктона наиболее подходит метод средней связи. Проведённый кластерный анализ выявил значительное сходство проб, отобранных на акватории зоны речной гидравлики Чебоксарского водохранилища. Отдельный кластер формировали пробы устьевой области реки Оки и правобережный речной участок Чебоксарского водохранилища, который находится под сильным влиянием вод реки Оки. Изложенные подходы позволяют принимать количественно обоснованные решения относительно ключевых элементов классификации проб зоопланктона.

Работа выполнена в рамках гранта Русского географического общества «Экспедиция Плавучий университет Волжского бассейна» № 10/2016И.

Список использованной литературы

1. Методические рекомендации по сбору и обработке материалов при гидробиологических исследованиях на пресноводных водоёмах. Зоопланктон и его продукция. Л., 1982.
2. Шурганова Г.В. Динамика видовой структуры зоопланктоценозов в процессе их формирования и развития (на примере водохранилищ Средней Волги: Горьковского и Чебоксарского): автореф. дис... докт. биол. наук. Нижний Новгород, 2007. 48 с.
3. Якимов В.Н., Шурганова Г.В., Черепенников В.В., Кудрин И.А., Ильин М.Ю. Методы сравнительной оценки результатов кластерного анализа структуры гидробиоценозов (на примере зоопланктона реки Линда Нижегородской области) // Биология внутренних вод, 2016. №2. С. 94-103.

Жондарева Я.Д.

ФГБУН «Институт морских биологических исследований имени А.О. Ковалевского РАН», пр. Нахимова, 2, г. Севастополь, 299011
yana.zhondareva @yandex.ru

КОЛИЧЕСТВЕННАЯ ОЦЕНКА РОСТА *PHAEODACTYLUM TRICORNUTUM* В НАКОПИТЕЛЬНОЙ КУЛЬТУРЕ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ МЕЛАССЫ КАК ОРГАНИЧЕСКОГО ИСТОЧНИКА УГЛЕРОДА

Введение. Рост микроводорослей в значительной мере зависит от углеродного обеспечения клеток, в том числе и от источника углерода. Многие микроводоросли способны поглощать содержащиеся в среде органические вещества и осуществлять гетеротрофный или фотогетеротрофный типы питания, или сочетать их совместно с фотосинтезом, переходя на миксотрофное питание. Такие организмы получают адаптивное преимущество, так как способны к оптимальному выбору способа питания в зависимости от условий среды. Изучение влияния органических веществ на рост микроводорослей в естественных условиях осложняется невозможностью контроля за изменениями окружающей среды, поэтому анализировать скорости их роста возможно только при использовании лабораторных культур водорослей в качестве модельных объектов.

При добавлении в среду глицерина в концентрации не более 100 моль как источника углерода повышается скорость роста *Phaeodactylum tricornutum* и увеличивается плотность культуры практически в 2 раза (García, 2006; Жондарева, 2016). Действие органических веществ на рост микроводорослей зависит не только от их концентрации в среде, но и от химической природы этих соединений. Так, наличие в среде глюкозы несколько замедляет рост культуры *P. tricornutum* (Жондарева, 2016).

Таким образом, органические вещества, применяемые при миксотрофном питании микроводорослей должны быть не только недорогими и простыми для стерилизации, но и обеспечивать хороший рост и синтез биопродуктов. В мире существует множество крупных производителей сахара и, соответственно, побочной продукции, например, мелассы, содержащей более 50% углеводов, поэтому она находит свое потенциальное применение для выращивания микроорганизмов.

Целью данной работы было исследование ростовых характеристик *Phaeodactylum tricornutum* при накопительном

культивировании с использованием мелассы как органического источника углерода в условиях непрерывного освещения. *P. tricorutum* – одноклеточная диатомовая микроводоросль, являющаяся перспективным объектом альгобиотехнологии как источник полиненасыщенных жирных кислот, и может широко использоваться как модельный объект для изучения физиологических реакций водорослей на присутствие в среде доступных органических соединений.

Материалы и методы работы. Исследование проводили с альгологически чистой культурой морской микроводоросли *Phaeodactylum tricorutum* Bohlin, полученной из коллекции Института морских биологических исследований им. А.О. Ковалевского РАН (г. Севастополь).

P. tricorutum культивировали на питательной среде Тренкеншу, содержащей природную морскую воду соленостью 18 ‰, которая предварительно пастеризовалась в течение 3 суток. Водоросль выращивали на унифицированной лабораторной установке в культиваторах плоскопараллельного типа объемом 1 л с толщиной слоя культуры 2 см при непрерывном освещении люминесцентными лампами в течение 9 суток до стационарной стадии роста культуры (Тренкеншу, Лелеков, 2017). Освещенность рабочей поверхности фотобиореакторов составляла 8 клк, средняя температура на протяжении всего эксперимента – 20–21°C. Ежедневно сырой и сухой вес биомассы объемно-весовым методом: клетки культуры микроводоросли отделяли от культуральной жидкости центрифугированием при 3000 об/мин.

Полученные результаты. Микроводоросль культивировали в накопительном режиме до достижения стационарной фазы роста. Аппроксимированием линейной фазы роста вычислили максимальную продуктивность культуры. Культура достигла 2,1 г/л сухого вещества с линейной скоростью роста 0,48 г/л сухого вещества в сутки. Остановка дальнейшего роста культуры объясняется наступлением углеродного компенсационного пункта фотосинтеза. Затем на 10 и 17-ые сутки в культуральную среду внесли мелассу как дополнительный источник углеродного питания (Сорг) в концентрации 5 г, что привело к увеличению плотности культуры в 2 и 1,5 раза соответственно, составив на 35-е сутки культивирования 5,1 г/л (табл.1).

Наблюдалось, что добавление экзогенного органического источника углерода, утилизируемого клетками водорослей, вызывает снижение скорости накопления биомассы и деления клеток микроводорослей. Вероятно, это связано с затратами

энергии клеток для перехода с фотоавтотрофного питания на миксотрофный тип и перестройки их метаболизма.

Таблица 1 – Кинетические параметры роста накопительной культуры *Phaeodactylum tricornutum*

P_m , г/л·сут	0,48		P_m , /л·сут	0,25		P_m , /л·сут	0,08
V_m , г/л	2,1	Сорг ₁₀	V_m , г/л	2	Сорг ₁₇	V_m , г/л	5,1

P_m – максимальная продуктивность культуры, г/л·сут;

V_m – максимальная плотность культуры, г/л;

Сорг₁₀ и Сорг₁₇ – добавление органического источника углерода на 10 и 17-ые сутки соответственно.

После внесения в среду органического углерода в эксперименте также был отмечен длительный переходный период к возобновлению роста, и его продолжительность, составляла около 4 суток (Тренкеншу, 2017). Это время расходуется на синтез в клетке «белков-переносчиков» и на формирование транспортных симпорт-систем для поглощения клеткой органического углерода (Тренкеншу, 2016).

Таким образом, содержание углерода в культуре микроводорослей является одним из важнейших факторов, определяющих накопление максимальной плотности культуры. Результаты работы подчеркивают возможность использования мелассы в качестве перспективного источника углерода при накопительном культивировании *Phaeodactylum tricornutum*.

Список использованной литературы

1. García M.C., Camacho F.G, Miron A.S., Sevilla J.M.F., Chisti Y., Grima E.M.. Mixotrophic production of marine microalga *Phaeodactylum tricornutum* on various carbon sources. // J. Microbiol. Biotechnol. 2006. 16(5). pp. 689-694.
2. Жондарева Я.Д. Миксотрофный рост *Phaeodactylum tricornutum* на неорганической среде с глюкозой и глицерином в накопительной культуре / Морские биологические исследования: достижения и перспективы: в 3-х т.: сб. материалов // Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2016. Т. 3. С. 378-382.
3. Тренкеншу Р.П., Лелеков А.С., Боровков А.Б., Новикова Т.М Унифицированная установка для лабораторных исследований микроводорослей // Вопросы современной альгологии. 2017. № 1 (13). URL: <http://algology.ru/1097>.

4. Тренкеншу Р.П., Жондарева Я.Д. Лаг-период культуры *Phaeodactylum tricornutum* Bohlin при переходе на гетеротрофный тип питания // Вопросы современной альгологии. 2017. № 1 (13). URL: <http://algology.ru/1141>.

5. Тренкеншу Р.П., Жондарева Я.Д. Кинетика симпорта органических форм биогенов у микроводорослей / Морские биологические исследования: достижения и перспективы: в 3-х т.: сб. материалов // Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2016. Т. 3. С. 452–455.

Зарипова З. И., Голиков А. В., Сабиров Р. М.

Казанский (Приволжский) Федеральный Университет,
ул. Кремлевская, 18, г. Казань, 420008
zarinazaripova@outlook.com

МОРФОЛОГИЯ ЧЕЛЮСТНОГО АППАРАТА ОБЫКНОВЕННОГО АРКТИЧЕСКОГО КАЛЬМАРА *GONATUS FABRICII* (CERHALOPODA, OEGOPSIDA)

Обыкновенный арктический кальмар *Gonatus fabricii* (Lichtenshtein, 1818) – десятирукий головоногий моллюск из семейства Gonatidae, наиболее распространенный в арктических и субарктических водах Северной Атлантики, центральной части арктического бассейна и в западной части Баренцева моря (Roper et al., 2010). Данный вид кальмаров занимает важное место в арктической экосистеме, достигая огромных величин, биомассы и численности. Для многих морских млекопитающих, крупных рыб и морских птиц гонатусы являются основным объектом питания (Bjørke, 2001). Жизненный цикл *G. fabricii* характеризуется хорошо выраженными онтогенетическими вертикальными миграциями. Личинки и молодь встречаются главным образом в эпипелагических водах, взрослые гонатусы погружаются в мезопелагические и батипелагиальные слои воды. Большинство знаний о головоногих моллюсках, особенно в океанских водах, в значительной степени связано с анализом содержимого желудка поедающих их хищников (Clarke, 1996). Актуальность данного исследования определяется слабой изученностью всех аспектов биологии и экологии обыкновенного арктического кальмара, включая морфологию клюва и закономерности его роста, спектр питания и хищников, в то время как определение трофических

связей вида является ключевым вопросом в понимании структуры арктических экосистем.

Целью данной работы является изучение морфологии клюва обыкновенного арктического кальмара *G. fabricii* на разных стадиях онтогенеза и выявление положения вида в арктической экосистеме путем анализа содержания стабильных изотопов азота и углерода в клюве.

Материалы и методы. Было исследовано 180 кальмаров: 97 самок (ДМ 15 – 239 мм; 0 – IV стадия зрелости) и 83 самца (ДМ 13 – 273 мм; 0 – V₃ стадия зрелости). Пойманные моллюски фиксировались в 70% растворе этанола и в 4% растворе формальдегида (формалине). Краткий биологический анализ включал определение пола и стадии зрелости, измерение длины мантии (ДМ), общей массы. У исследованных особей выделялась буккальная масса, далее из нее извлекался клюв. Размеры каждого клюва были измерены с точностью до 0,1 мм, с помощью окуляра-микрометра по схеме предложенной Clarke (1986). Изотопный анализ проводился с использованием изотопного спектрофотометра FlashEA 1112 Series при институте морских наук и наук об окружающей среде университета Коимбры, Португалия. Перед проведением анализа клювы подвергались очистке и сушке, после чего перемалывались до порошкообразного состояния. Для каждого образца были получены значения $\delta^{13}\text{C}$ и $\delta^{15}\text{N}$.

Статистическая обработка материала проводилась с использованием стандартного пакета программ Microsoft Office 2007 Excel. Для всех полученных данных рассчитывались минимальное, максимальное и среднее значения, для их сравнения использовались квадратичные или степенные уравнения.

Результаты и обсуждение. Рострум верхней челюсти очень длинный, его кончик заострен и слабоизогнут. Режущий край рострума имеет прямую форму, переход от рострума в крыло происходит под прямым углом. На 3 стадии зрелости у самцов затормаживается рост рострума верхней челюсти (r_l), у самок это происходит на более поздних стадиях. Характер роста капюшона (hl) и рострума (r_l) как верхней, так и нижней челюстей характеризуется отрицательной аллометрией. При этом рострум относительно всей длины клюва растет изометрично. Самым изменчивым параметром является ширина клюва, как у верхних, так и у нижних челюстей. Общие закономерности роста основных частей клюва (r_l , hl) совпадают в каждом районе. Тем не менее, в

восточной Гренландии встречаются самые большие клювы, а в Баренцевом море – самые маленькие.

По мере роста кальмара наблюдается прогрессивное увеличение значений содержания изотопов азота, что показывает переход от более низкого трофического уровня молоди до более высокого трофического уровня взрослых особей. Каждая экологическая группа – это переход на один трофический уровень. У самых маленьких кальмаров трофический уровень соответствует самому маленькому значению содержания изотопов. Эпипелагиальные личинки гонатуса находятся на трофическом уровне 1,3, что соответствует трофическому уровню, например, мидий. Молодь гонатуса является потребителем второго порядка и находится на одном трофическом уровне с калянусами (*Calanus glacialis*). Мезопелагиальные кальмары занимают равное положение с крупным зоопланктоном, личинками и молодь рыб, достигая 3 трофического уровня. Большой батипелагический гонатус является своего рода сверххищником, которого едят только крупнейшие рыбы, зубатые киты и некоторые тюлени. В ходе онтогенеза трофический уровень гонатуса поднимается до 5,6 (по Cherel, Hobson, 2005), либо до 4,2 (по Hussey et al., 2014). Максимальный трофический уровень напрямую зависит от размера пойманного кальмара. В тоже время, стабильный изотоп углерода служит географическим маркером, его содержание увеличивается с востока на запад; наибольшее содержание стабильного изотопа азота выявлено у кальмаров Баренцева моря, наименьшее в восточной Гренландии.

В Антарктике трофическая цепь длиннее, чем в Арктике, поэтому обитающие там головоногие, морские млекопитающие и птицы находятся на уровень выше своих арктических «аналогов» (Cherel et al, 2008). Например, в Арктике трофический уровень тюленей достигает 4,0, а в Антарктике – 4,8. Родственный же нашему кальмару вид антарктического гонатуса, *G. antarcticus*, достигает трофического уровня 5,2, что подтверждает наши данные.

Список использованной литературы

1. Bjørke H. Predators of the squid *Gonatus fabricii* (Lichtenstein) in the Norwegian Sea / H. Bjørke // Fisheries Research. – Vol. 52 (1-2), 2001. – P. 113-120.
2. Cherel Y. Stable isotopes, beaks and predators: a new tool to study the trophic ecology of cephalopods, including giant and colossal squids / Y. Cherel, K. A. Hobson // Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences. – Vol. 272 (1572), 2005. – P. 1601-1607.

3. Cherel Y. Stable isotopes reveal the trophic position and mesopelagic fish diet of female southern elephant seals breeding on the Kerguelen Islands / Y. Cherel, Ducatez S., Richard P., Guinet C. // Marine Ecology Progress Series. – Vol. 370, 2008. – P. 239-247.

4. Clarke M. R. A Handbook for the Identification of Cephalopod Beaks / M. R. Clarke. – Clarendon Press, Oxford. 1986. – 273 p.

5. Hussey N. E. Rescaling the trophic structure of marine food webs / N. E. Hussey, M. A. MacNeil, B. C. McMeans, J. A. Olin, Sh. F. J. Dudley, G. Cliff, S. P. Wintner, S. T. Fennessy, A. T. Fisk // Ecology Letters. – Vol. 17, 2014. – P. 239-250.

6. Kristensen T. K. Biology of the squid *Gonatus fabricii* (Lichtenstein, 1818) from West Greenland waters / T. K. Kristensen // Meddelelser om Grønland. Bioscience. – Vol. 13, 1984. – P. 1-20.

7. Roper C. F. E. Family Gonatidae / C. F. E. Roper, E. Jorgensen, O. N. Katugin, P. Jereb // FAO Species Catalogue for Fishery Purposes, №4: Cephalopods of the world. An annotated and illustrated catalogue of species known to date. Vol. 2. Myopsid and Oegopsid Squids. Eds: P. Jereb, C.F.E. Roper. Rome: FAO, 2010. – P. 200-222.

8. Sennikov A. M. Distribution and trophic importance of juvenile squid (*Gonatus fabricii* Lichtenstein) in the Norwegian and Barents Seas in 1986–1988 / A. M. Sennikov, S. G. Muchin, T. E. Bliznichenko // ICES Meeting. – K:15, 1989. – 14 p.

Ильясова А. И., Голиков А. В., Сабиров Р. М.

Казанский (Приволжский) федеральный университет,
ул. Кремлевская, д.18, г. Казань, 420008
ailyasova95@gmail.com

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МОРФОМЕТРИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ДВУХ ВИДОВ РОДА *ROSSIA* (CERHALOPODA, SEPIOLIDA) ИЗ БАРЕНЦЕВА МОРЯ

В последние десятилетия наблюдается повышенный интерес к Арктическому региону, вызванный спорами о возможном изменении климата (3, 5). В то же время биология большинства арктических гидробионтов остается слабоизученной, что справедливо и для головоногих моллюсков, являющихся одной из важнейших составляющих экосистемы Мирового Океана (2). В Арктике число видов данной группы невелико (1).

До недавнего времени считалось, что в Баренцевом море обитают два вида сепиолид – *Rossia moelleri* Steenstrup, 1856 и *R. palpebrosa* Owen, 1834. У последнего вида есть 2 морфы неясного таксономического статуса: «*palpebrosa*» с папиллами на дорсальной стороне мантии и «*glaucopis*», или гладкая, однако в ходе исследования нами был обнаружен еще 1 вид, который прежде не был зарегистрирован в Баренцевом море – *R. megaptera* Verrill, 1881.

С первого взгляда последние два вида тяжело различимы, однако имеют множество морфологических различий, в частности, в строении ловчего и челюстно-радулярного аппаратов. Морфологический и морфометрический анализ этих структур позволит решить ряд вопросов, касающихся точной идентификации исследуемых видов.

Материалы и методы. Материалом для исследования послужили россии, собранные в 2005-2013 гг. в Баренцевом море Полярным НИИ морского рыбного хозяйства и океанографии (г. Мурманск) и Институтом морских исследований (г. Тромсё, Норвегия). Было обработано 72 самки (длина мантии (ДМ) 23 – 56мм) и 48 самцов (ДМ 19 – 40 мм) *R. palpebrosa* с III по V₂ стадии зрелости и 9 самок (ДМ 22 – 42 мм) и 10 самцов (ДМ 19 – 34 мм) с III по V₂ стадии зрелости *R. megaptera*. У каждой исследованной особи был извлечен буккальный конус, содержащий клюв и радулу, и отобрано по 1 самой крупной присоске с центральной части III пары рук, также проводился краткий биологический анализ, включающий определение пола, стадии зрелости, измерение ДМ и диаметра глаза. С каждой присоски снималось 4 промера: диаметр присоски, диаметр хитинового кольца, ширина инфундибулюма, ширина внешнего папильчатого кольца (7). У нижней и верхней челюстей была определена длина рострума (4), у последней – форма рострума.

Для каждого из промеров рассчитывалось минимальное, максимальное и среднее значение, а также ошибка среднего. Как показатель размера присосок использовался также индекс присоски (ИП), показывающий процентное соотношение самой крупной присоски к ДМ (6). Статистическая обработка данных проводилась с помощью программа Microsoft Excel 2003, 2007 и Statistica 10. Изучение макро– и микроморфологии проводилось с помощью световой и растровой электронной микроскопии.

Результаты и обсуждение. Присоски на руках расположены в 2-4 ряда у *R. palpebrosa* и в 2 ряда у *R. megaptera*. Морфология ловчих аппаратов обоих изученных видов оказалась сходной с таковой других сепиолид. Каждая присоска содержит хитиновое

кольцо, состоящее из двух частей: инфундибулюма, образованного наслаивающимися друг на друга чешуйками, и внешнего папилчатого кольца, которое состоит из множества рядов многоугольных образований. Внешнее папилчатое кольцо *R. palpebrosa* состоит из 6-7 рядов многоугольников, и его рост осуществляется главным образом за счет утолщения инфундибулюма.

В то же время для хитинового кольца присосок *R. megaptera* характерен рост за счет увеличения размеров многоугольников внешнего папилчатого кольца без изменения количества их рядов, число которых составляет 5-6. Присоски этого вида более крупные по сравнению с *R. palpebrosa*. Для присосок самцов обоих видов характерно наличие хаотично разбросанных хроматофоров, кроме того, самки *R. palpebrosa* имеют меньшие размеры присосок при большей ДМ по сравнению с самцами.

Булава щупалец составляет 26,47 – 96,55 % ($51,90 \pm 0,40$ %) от ДМ у *R. palpebrosa* и 42,90 – 91,30 % ($54,15 \pm 3,43$ %) от ДМ у *R. megaptera*. Булавы у обоих видов несут по 7-10 рядов мелких присосок, сидящих на тонких стебельках. Наиболее значимая структура в хитиновом кольце – внешнее папилчатое кольцо, инфундибулюм практически не выражен.

Нами также было изучено соотношение диаметра глаза к ДМ, которое может служить диагностическим признаком при определении вида. У *R. megaptera* этот показатель составляет 31,25 – 59,10 % ($44,90 \pm 1,75$ %), в то время как у *R. palpebrosa* – 23,30 – 61,90% ($38,75 \pm 0,78$ %).

Морфология клювов изученных видов типична для сепиолид. Наиболее изменчива верхняя челюсть. Нами были выделены 3 формы верхней челюсти по степени изогнутости роострума: прямая, промежуточная и когтевидная. У *R. palpebrosa* встречались роострумы всех форм, промежуточная форма была самой распространенной, когтевидная – самой редкой и встречалась только у самцов. Кроме того, у некоторых особей был встречен дополнительный угол, представляющий собой небольшое углубление на режущем крае роострума. Он встречался в комбинации с любой из форм роострумов и не имел закономерности в распространении. Верхние челюсти *R. megaptera* менее изменчивы, роострум имеет прямую или промежуточную форму. Дополнительный угол у этого вида обнаружен не был.

Для всех вышеизученных структур установлен отрицательный аллометрический характер роста по отношению к ДМ различной степени выраженности.

Радулы обоих видов гомодонтные, имеют формулу 2:1:1:1:2. У *R. palpebrosa* радула состоит из невысоких зубцов практически правильной треугольной формы с притупленными вершинами. Для *R. megaptera* характерна более «хищная» радула с длинными тонкими заостренными зубцами, имеющими форму неправильных треугольников, резко расширяющихся у основания.

Таким образом, по ряду явных морфологических признаков *R. megaptera*, которая ранее долгое время принималась за гладких особей *R. palpebrosa* в силу внешней схожести, действительно является самостоятельным видом.

Список использованной литературы

1. Голиков, А. В. Особенности современного распространения головоногих моллюсков (Cephalopoda) в западной части Арктики / А. В. Голиков, Р. М. Сабиров, П. А. Любин, Д. В. Захаров, О. Л. Зимина // Материалы XIII Международной научной конференции «Комплексные исследования природы Шпицбергена и прилегающего шельфа», 2-4 ноября 2016 г. – Ростов-на-Дону: изд. ЮНЦ РАН, 2016. – С. 72-75.

2. Несис, К. Н. Океанические головоногие моллюски: распространение, жизненные формы, эволюция / К. Н. Несис. – М.: Наука, 1985. – 288 с.

3. Boitsov, V. D. Atlantic water temperature and climate in the Barents Sea, 2000–2009 / V. D. Boitsov, A. L. Karsakov, A. G. Trofimov // ICES Journal of Marine Science. – Vol. 69 (5), 2012. – P. 833-840.

4. Clarke, M. R. The identification of cephalopod 'beaks' and the relationship between beak size and total body weight / M. R. Clarke. – British Museum, 1962.

5. Kortsch, S. Climate change alters the structure of arctic marine food webs due to poleward shifts of boreal generalists / S. Kortsch, R. Primicerio, M. Fossheim, A. V. Dolgov, M. Aschan // Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences. – 2015.

6. Mercer, M. C. Systematics of the sepiolid squid *Rossia* Owen 1835 in Canadian waters with a preliminary review of the genus and notes on biology. [M.Sc. Thesis] / M. C. Mercer. – St. Johns: Memorial University of Newfoundland, 1968. – 96 p.

7. Reid, A. Taxonomic review of the Australian Rossiinae (Cephalopoda: Sepioidae), with a description of a new species, *Neorossia leptodons*, and redescription of *N. caroli* (Joubin, 1902) / A. Reid // Bulletin of Marine Science. – Vol. 49 (3), 1991. – P. 748-831.

Каткова Е.С.¹, Анисимова Н.А.², Сабиров Р. М.¹

¹ Казанский (Приволжский) федеральный университет,
ул. Кремлевская, д.18, г. Казань, 420008
katckova.k@yandex.ru

²Полярный НИИ морского рыбного хозяйства и океанографии, ул.
Книповича, 6, г. Мурманск, 420008
natalya.anisimova@mail.ru

ВИДОВОЙ СОСТАВ И ЧЕРТЫ ЭКОЛОГИИ ГУБОК ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ БАРЕНЦЕВА МОРЯ

Баренцево море – ключевой район по добыче биологических ресурсов в Арктике [Johannesen et al., 2012]. Губки нередко являются доминирующими формами в донных биоценозах и формируют «губочные леса» в западных частях Баренцева моря [Anisimova et al., 2011]. Сведения об особенностях распределения и видовом разнообразии арктических губок отрывочны и крайне неполные [Колтун, 1959; 1966; 1967]. В связи с этим целью данной работы явилось изучение видового состава и черт экологии губок западной части Баренцева моря. Материалом для исследования послужили сборы экосистемной съемки в Западном желобе Баренцева моря. Сбор проходил в норвежском рейсе «Campelen» Ecosystem Survey на НИС «Johan Hjort» с 30 августа по 05 октября 2011 г. Всего собрано и определено 39 экземпляров губок с 77 точек сбора. Губки были найдены на 22 станциях. Видовая идентификация производилась в соответствии со стандартной методикой [Ackers et al., 2007]. Фотографии губок получены с помощью исследовательского микроскопа Zeiss с USB-окулярном, спикул – сканирующего электронного микроскопа Hitachi TM-1000.

Из сборов экосистемной съемки было определено 24 вида губок из 19 родов, 16 семейств, 7 отрядов (Poecilosclerida, Suberitida, Tethyida, Tetractinellida, Axinellida, Polymastiida, Naplosclerida) и 1 класса (Demospongia). Самый богатым по таксономическому разнообразию явился отряд Poecilosclerida, представленный 7 семействами, 8 родами и 8 видами. Таксономически самым бедным – отряд Tethyida, единственным представителем которого является вид *Tethya norvigica*.

Впервые для Баренцева моря нами указано 6 видов. *Suberites carnosus*, *Suberites ficus*, *Homaxinella subdola*, *Polymastia penicillus*, *Haliclona aquaeductus*, *Hemigellius porosus*. Самыми распространенными видами губок по всей акватории исследований явились: *Semisuberites cribrosa*, *Mycale lingua*,

Thena valdiviae, *Polymastia thielei*. Самыми редкими оказались виды: *Tethya norvegica*, *Axinella hispide*, *Suberites ficus*, *Haliclona aqueductus*, *Myxilla incrustans*, *Haliclona gracilis*, *Crella pyrula*. Самым распространенным видом явился *Semisuberites cribrosa*, встреченный на 3 станциях, где его средняя плотность поселения составила 2500 экз./км².

Наибольшее число видов обнаружено на северном и южном склоне Медвежинского желоба, а также на восточном склоне Шпицбергенской банки и на западном склоне банки Персея. В этих точках в сборах присутствовало по 3-4 вида губок. Беднее всего в количественных показателях оказались сборы в ряде глубоководных районов исследования. В Медвежинском желобе, в низине между Шпицбергенской банкой и банкой Персея, а также на восточном склоне банки Персея в сторону центрального бассейна. Наибольшая плотность поселения губок величиной 3-7 тыс. экз./км² была отмечена в юго-западной части района исследования Баренцева моря и вблизи Земли Короля Карла. Наименьшая плотность численности губок (менее 1 тыс. экз./км²) обнаружена в районах Медвежинского желоба, на юго-западной части банки Персея, так же на западном и восточном склонах Банки Персея. Самые высокие показатели биомассы (более 4 кг/км², до 4,6) были обнаружены на шельфе к северу от побережья Норвегии, а самые низкие (менее 0,1 кг/км², до 0,01) – в районе восточного склона Шпицбергенской банки и в районе северного склона банки Персея.

Список использованной литературы

1. Johannesen, E. Feeding in a heterogeneous environment: spatial dynamics in summer foraging Barents Sea cod / E. Johannesen, U. Lindstrom, K. Michalsen, M. Skern-Mauritzen, P. Fauchald, B. Bogstad, A. Dolgov // Marine Ecology Progress Series. – Vol. 458, 2012. – P. 181-197.
2. Anisimova NA, Jørgensen LL, Lyubin PA, Manushin IE. 2011. Benthos. In: The Barents Sea – Ecosystem, Resources, Management: Half a century of Russian-Norwegian cooperation, Trondheim: Tapir Academic Press, pp. 121-159.
3. Sponges of the british isles, R. Graham Ackers, 2007
4. Колтун В.М. Кремнегоровые губки северных и дальневосточных морей СССР. – М., Л.: АН СССР, 1959. – 236 с.
5. Колтун В.М. Четырехлучевые губки северных и дальневосточных морей СССР. – М., Л.: АН СССР, 1966. – 112 с.
6. Колтун В.М. Стекланные или шестилучевые, губки северных и дальневосточных морей СССР. – М., Л.: АН СССР, 1967. – 125 с.

Ковалёв Е.А.

ФГБНУ «Азовский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства», ул. Береговая, 21в, г. Ростов-на-Дону, 344002
kovalev_e_a@azniirkh.ru

ДВУСТВОРЧАТЫЙ МОЛЛЮСК *ANADARA KAGOSHIMENSIS* (TOKUNAGA, 1906) В АЗОВСКОМ МОРЕ

Anadara kagoshimensis (Tokunaga, 1906) – вид-вселенец. В Азовском море *A. kagoshimensis* впервые был обнаружен в 1989 года в Казантипском заливе (Чихачев и др., 1994, 1996). В настоящее время анадара широко распространена в Азовском море и является массовым видом за исключением Центрального и Восточного районов Таганрогского залива (Анистратенко, Халиман, 2006; Набоженко и др., 2006; Ревков, 2016).

Для анализа размерено массовой структуры были использованы данные, полученные при обработке проб зообентоса отобранных в стандартных гидробиологических рейсах ФГБНУ «АЗНИИРХ» в 2015-2016 гг. Пробы отбирались в двух повторностях дночерпателем Петерсена с площадью захвата 0,1 м², далее обрабатывались по общепринятым методикам. Пробы фиксировались раствором: этиловый спирт 70%, пресная вода 29%, формалин не более 2%. Моллюсков перед взвешиванием промывали водой и подсушивали до исчезновения мокрого пятна на фильтровальной бумаге. После чего проводили измерения и взвешивание.

На основе проведенных измерений моллюсков разбили на три размерных группы: длиной раковины до 8 мм моллюски с возрастом до года; условно кормовые длиной раковины до 14 мм; не кормовые с длиной раковины > 14 мм.

Наиболее массово анадара была распространена в Южном районе Азовского моря в сообществах *Anadara* и *Anadara-Cerastoderma*, где её биомасса осенью 2016 года превышала 1 кг/м². Минимальные значения биомассы и численности приходились на Западный район Таганрогского залива и Северной район собственно моря.

Численность анадары в Азовском море формировали молодые особи 0-2 года. Максимальная численность моллюска зафиксирована осенью 2016 г в Центральном районе и составляла около 8500 экз./м². В пробах 2016 г. моллюсков до года зафиксировано на порядок больше чем в 2015, максимальная численность анадары до одного года за 2015 год не

превышала 600 экз./м². Это свидетельствует о благоприятных условиях для оседания молоди, в том числе и кислородного режима в Азовском море в 2016 году (табл. 1).

Таблица 1 – Распределения биомассы *A. kagoshimensis* по районам и группам (* – здесь и далее в таблице: в числителе – биомасса, в знаменателе – численность)

Район	Размерная группа	апр.2015	авг.2015	окт.2015	авг.2016	окт.2016
Западный район Таганрогского залива	до года		$\frac{0,257^*}{6}$			$\frac{0,015}{2}$
	кормовые		$\frac{0,257}{6}$		$\frac{0,244}{1}$	$\frac{0,015}{2}$
	не кормовые					$\frac{27,617}{3}$
Северный	до года			$\frac{0,1}{5}$		
	кормовые	$\frac{0,4}{3}$		$\frac{0,1}{5}$		
	не кормовые				$\frac{64}{15}$	$\frac{6,794}{5}$
Центральный	до года		$\frac{0,02}{10}$	$\frac{0,831}{462}$	$\frac{0,058}{53}$	$\frac{34,775}{8598}$
	кормовые		$\frac{0,02}{10}$	$\frac{0,831}{462}$	$\frac{4,138}{65}$	$\frac{34,775}{8598}$
	не кормовые		$\frac{5,39}{1}$		$\frac{12,154}{15}$	$\frac{87,565}{31}$
Южный	до года	$\frac{0,008}{3}$	$\frac{0,2}{5}$	$\frac{16,39}{345}$	$\frac{6,755}{5970}$	$\frac{4,795}{525}$
	кормовые	$\frac{2,233}{10}$	$\frac{0,2}{5}$	$\frac{32,153}{448}$	$\frac{7,915}{5980}$	$\frac{5,443}{528}$
	не кормовые	$\frac{639,238}{63}$	$\frac{559,09}{91}$	$\frac{744,138}{113}$	$\frac{770,475}{108}$	$\frac{1149,473}{375}$
Восточный	до года	$\frac{0,884}{100}$	$\frac{9,786}{190}$	$\frac{4,147}{520}$	$\frac{0,742}{29}$	$\frac{1,54}{1253}$
	кормовые	$\frac{2,678}{106}$	$\frac{17,143}{238}$	$\frac{41,397}{599}$	$\frac{4,142}{43}$	$\frac{1,54}{1253}$
	не кормовые	$\frac{52,491}{9}$	$\frac{24,57}{6}$	$\frac{32,425}{24}$	$\frac{6,439}{2}$	
Западный	до года		$\frac{0,08}{53}$	$\frac{0,25}{3}$	$\frac{6,533}{2172}$	$\frac{55,748}{4890}$
	кормовые		$\frac{0,08}{53}$	$\frac{0,25}{3}$	$\frac{6,533}{2172}$	$\frac{174,082}{5433}$
	не кормовые	$\frac{64,583}{8}$	$\frac{16,433}{3}$	$\frac{20,888}{5}$	$\frac{102,975}{12}$	$\frac{178,892}{43}$

Межсезонные колебания численности не кормовых моллюсков сложно выявить особенно для районов, где они встречаются не регулярно и локально. По-видимому, это связано с мозаичностью распределения подходящего для оседания молодёжи моллюсков субстрата на морском дне. Однако, для Южного района, где моллюск распространен практически повсеместно, наблюдается стабильное увеличение численности и биомассы не кормовых моллюсков. В целом по Азовскому морю в 2015-2016 наблюдался рост биомассы и численности анадары всех размерных групп.

Анализ данных по численности и биомассе анадары показал, моллюск продолжает активно колонизировать Азовское море, наращивая биомассу и численность. Следует ожидать, что в будущем его биомасса и численность возрастут.

Необходимо отметить, что при повышении солёности моря анадара, скорее всего, станет массовым видом в Западном и Центральном районах Таганрогского залива, это приведет к изменению бентосных сообществ и изменению спектров питания бентосоядных рыб.

Список использованной литературы

1. Анистратенко В. В., Халиман И. А. Двустворчатый моллюск *Anadara inaequalis* (Bivalvia, Arcidae) в северной части Азовского моря: завершение колонизации Азово-Черноморского бассейна // Вестник зоологии. 2006. Т. 40, № 6. С. 505–511.
2. Набоженко М.В., Шохин И.В., Сарвилина С.В., Коваленко Е.П. Современное состояние макрозообентоса Азовского моря // Вестник южного научного центра РАН. – 2006. – Т. 2, №2. – С. 83–92.
3. Ревков Н.К. Особенности колонизации Черного моря недавним вселенцем – двустворчатым моллюском *Anadara kagoshimensis* (Bivalvia: Arcidae) // Морской биологический журнал. – 2016. – Т. 1. – № 2. – С. 3–17.
4. Чихачев А. С., Фроленко Л. Н., Реков Ю. И. Новый вселенец в Азовское море // Рыбное хозяйство. – 1994. – № 3. – С. 40.
5. Чихачев А. С., Фроленко Л. Н., Реков Ю. И. Двустворчатый моллюск *Anadara sp* – новый вселенец в Азовское море // Основные проблемы рыбного хозяйства и охраны рыбохозяйственных водоемов Азово-Черноморского бассейна: сборник трудов / АзНИИРХ. – Ростов-на-Дону, – 1996. – С. 165–167.

Козлова Н.В., Макарова Е.Г., Базелюк Н.Н.

ФГБНУ «Каспийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства», ул. Савушкина, 1, г. Астрахань, 414056
kaspnirh@mail.ru

ГЕНЕТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ШИПА (*ACIPENSER NUDIVENTRIS*) В УСЛОВИЯХ АКВАКУЛЬТУРЫ

Важной задачей развития рыбного хозяйства Астраханской области является сохранение генетического разнообразия редких и исчезающих видов осетровых рыб и формирование представления о его изменениях. Шип (*Acipenser nudiiventris*) – проходной вид семейства осетровые, важный объект аквакультуры.

Цель данной работы – провести генетические исследования выращиваемой молодежи шипа для формирования ремонтно-маточного стада (РМС) в условиях аквакультуры.

Материалом для исследований служили пробы фрагментов плавников особей молодежи шипа массой 350-400 г (25 экз.), выращенных в искусственных условиях.

Выделение тотальной ДНК из фрагментов плавников осуществляли методом солевой экстракции (Aljanabi, Martinez, 1997). Препараты ДНК использовали для видовой идентификации митотипов («NUD») митохондриальной ДНК (мтДНК) и микросателлитного анализа (STR). Условия проведения ПЦР были оптимизированы для исследуемого вида *A. nudiiventris* (Zane et al., 2002; Мюге и др., 2008; Барминцева, Мюге, 2013).

Для определения и подтверждения видовой принадлежности особей по участку D-loop мтДНК использовали праймеры:

AHR (TATACACCATTATCTCTATGT),

NUDF (TGTCTTTTCTGAAGGAGCTTTGC) (Мюге и др., 2008).

Для фиксации и обработки результатов применялась система гель-документирования ChemiDoc XRS+ с программным обеспечением «Image Lab». Исследование контрольного региона мтДНК у осетровых рыб имеет важное значение для молекулярно-генетической идентификации видовой принадлежности, так как в этой некодирующей области (D-loop) часто встречаются вставки, делеции и замещения по нескольким нуклеотидам. Проведенный анализ участка D-loop мтДНК выявил ампликоны размером 329 п.н. («NUD»), присутствующие в спектрах электрофореза в агарозном геле, что соответствует виду шип (*A. nudiiventris*) по материнской линии (Мюге и др., 2008).

Микросателлитный анализ проводили по пяти локусам ядерной ДНК:

Afug41 (F: TGACGCACAGTAGTATTATTTATG;

R: TGATGTTTTGCTGAGGCTTTTC),

An20 (F: AATAACAATCATTACATGAGGCT;

R: TGGTCAGTTGTTTTTTTATTGAT),

fug51 (F: ATAATAATGAGCGTGCTTTCTGTT;

R: ATTCCGCTTGCGACTTATTTA),

AoxD165 (F: TTTGACAGCTCCTAAGTGATACC;

R: AAAGCCCTACAACAATGTCAC),

AoxD161-1 (F: CATTCAAGTATGAGACAGACTC;

R: ATCTCAGGGACTGCTGTGATTGG)

методом капиллярного электрофореза в генетическом анализаторе Genetic Analyzer (ABI PRISM 3500) с помощью программного обеспечения GeneMapper 4.1.

Статистический анализ (количество абсолютных, эффективных аллелей, частоты аллелей, наблюдаемая и ожидаемая гетерозиготность, индекс фиксации Райта) был проведен с помощью надстройки GenAIEx6 к программному обеспечению MS Excel2010 (Peakal, Smouse, 2006).

По результатам микросателлитного анализа пяти локусов ядерной ДНК у молоди шипа выявлено 17 аллелей.

Наиболее полиморфными оказались локусы AoxD165 и AoxD161-1 с доминированием аллелей размером 178 п.н. и 324 п.н. соответственно. Другие локусы (Afug41, An20 и Afug51), в которых было зарегистрировано по 3 аллеля с доминантными размерами 237, 153 и 264 п.н. соответственно, были менее полиморфными.

Эффективное число аллелей – показатель, характеризующий локусы по частоте их встречаемости, был ниже, чем абсолютное число. Эффективное число аллелей оценивает величину, обратную гомозиготности, и представляет собой такое число аллелей, при одинаковой частоте которых в популяции ожидаемая гетерозиготность будет равна фактической (табл. 1).

Наблюдаемая и ожидаемая гетерозиготность рыб, характеризующая генетическое разнообразие особей, была высокой. Значения наблюдаемой гетерозиготности варьировали от 0,440 (в локусе An20) до 0,920 (в локусе AoxD165) и были выше ожидаемой, характеризуя отсутствие дефицита гетерозигот по исследованным микросателлитам молоди шипа.

Таблица 1 – Изменчивость микросателлитных локусов у молоди шипа

Показатели	Микросателлитные локусы				
	Afug41	An20	Afug51	AoxD165	AoxD161-1
Количество абсолютных аллелей, шт.	3	3	3	4	4
Количество эффективных аллелей, шт.	1,85	1,58	1,89	3,54	2,64
Диапазон аллелей, п.н.	229-241	153-165	256-264	168-200	300-324
Наблюдаемая гетерозиготность	0,480	0,440	0,583	0,920	0,840
Ожидаемая гетерозиготность	0,460	0,366	0,471	0,718	0,622
Индекс фиксации Райта	-0,043	-0,204	-0,238	-0,282	-0,351

Индекс фиксации Райта по всем локусам принимал отрицательные значения (от -0,043 до -0,351), что свидетельствовало об отсутствии инбридинга у исследованной молоди шипа, полученной и выращенной в искусственных условиях.

Таким образом, по результатам генетических исследований установлен избыток гетерозигот у молоди шипа, что свидетельствовало о рациональных схемах скрещивания, используемых рыбоводами и возможности в дальнейшем формировать ремонтно-маточное стадо в условиях аквакультуры.

Список использованной литературы

1. Мюге Н.С., Барминцева А.Е., Расторгуев С.М. и др. Полиморфизм контрольного региона митохондриальной ДНК восьми видов осетровых и разработка системы ДНК-идентификации видов // Генетика. 2008. Т. 44. С. 931–917.
2. Барминцева А.Е., Мюге Н.С. Использование микросателлитных локусов для установления видовой принадлежности осетровых (Acipenseridae) и выявления особей гибридного происхождения // Генетика. 2013. Т. 4. № 9. С. 1093–1105.
3. Peakall R., Smouse P.E. GENALEX 6: genetic analysis in Excel. Population genetic software for teaching and research // Mol. Ecology Notes. 2006. V.6. P. 288–295.
4. Aljanabi S.M., Martinez I. Universal and rapid salt – extraction of high quality gnomonic DNA for PCR – based techniques // Nucl. Acids Res. 1997. V. 25 (20). P. 4692-4693.
5. Zane L., Patarnello T., Ludwig A., Fontana F., Gongju L. Isolation and characterization of microsatellites in the Adriatic sturgeon (Acipenser naccarii) // Mol. Ecology Notes. 2002. V. 2. P. 586–588.

Кондратьев М.С.¹, Терентьев В.В.², Шитов А.В.²

¹ФГБУН «Институт биофизики клетки РАН», Институтская, 3, г. Пущино, Московской области, 142290

²ФГБУН Институт фундаментальных проблем биологии РАН, ул. Институтская, 2, г. Пущино, Московская обл., 142290
ma-ko@bk.ru

СТРУКТУРНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ИНГИБИТОРОВ ВОДОРΟΣЛЕВОГО РОСТА И ИХ МИШЕНЕЙ: QM-ИССЛЕДОВАНИЕ

Существенной проблемой многих открытых водоемов, а также искусственных систем хранения технической воды является массовое размножение и резкое увеличение общей биомассы водорослей – т.н. «цветение». У фотосинтезирующих микроорганизмов имеется множество ключевых физиологических систем и биохимических циклов, функционирование которых можно селективно ингибировать. Одной из таких важнейших, но уязвимых систем, являются ферменты карбоангидразы, принимающие участие в образовании углеводов при фотосинтезе – например, белок Cah3, который был выбран нами в качестве модельной системы для поиска эффективных ингибиторов карбоангидраз. Разрабатываемые химические агенты будут действовать только на водоросли, не повреждая другие организмы вокруг.

В данной работе при помощи современных методов вычислительной химии теоретически изучены особенности некоторых структурных и термодинамических параметров молекул ингибиторов карбоангидразы Cah3 из *Chlamydomonas reinhardtii*.

Выполненные нами квантово-химические расчеты позволили исследовать конформационную лабильность ряда веществ-кандидатов, молекул на основе сурьмы. Эти симметричные соединения с двумя бензольными кольцами, а также с галогеновыми заместителями, являются столь же эффективными ингибиторами изучаемого фермента, как и классические соединения: ацетазоламид, этоксизоламид, ТФМСА. Для галогеновых производных нами показано уменьшение термодинамической стабильности таких молекул в ряду F–Cl–Br–I, а также отмечена важная стабилизирующая роль водородных связей между N–H и бензольными кольцами.

При помощи методов гибкого докинга нами изучен механизм взаимодействия ряда ингибиторов с аминокислотными остатками, формирующими активный центр карбоангидразы Cah3.

Котовщиков А.В.

ФГБУН Институт водных и экологических проблем СО РАН
ул. Молодежная, 1, г. Барнаул, 656038 *kotovschik@iwep.ru*

СЕЗОННАЯ ДИНАМИКА ПИГМЕНТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК И ПЕРВИЧНОЙ ПРОДУКЦИИ ФИТОПЛАНКТОНА В РАЗНОТИПНЫХ БИОТОПАХ РЕКИ ОБЬ

В экосистемах равнинных рек основная часть первичного органического вещества образуется за счет фотосинтеза водорослей планктона (фитопланктона). Первично-продукционные процессы, их неоднородность и динамика в крупных речных системах изучаются не достаточно, хотя их вклад в биопродуктивность водных экосистем может быть не ниже, чем в стоячих водоемах. Содержание хлорофилла *a* (Хл *a*) в воде считается универсальным показателем для получения сведений о распределении и динамике фитопланктона в водоеме, санитарно-биологических характеристиках воды [Сиренко, 1975; Курейшевич, 1988]. Содержание деградированных форм хлорофиллов – феопигментов (Фео) характеризует функциональную активность и физиологическое состояние сообщества водорослей [Бульон, 1983]. Преобладание желтых пигментов – каротиноидов (К) над Хл *a* считается признаком физиологического неблагополучия. Для оценки их соотношения используют показатель К/Хл, а также пигментный индекс (ПИ): E_{480}/E_{664} .

Река Обь образуется при слиянии рек Бия и Катунь, бассейны которых расположены в горах Алтая, и впадает в Обскую губу Карского моря. Общая длина реки 3618 км, площадь водосбора 2.93 млн км². Исследованный участок реки расположен в районе г. Барнаула на 232–234 км от начала реки. Скорость течения на этом участке в период летне-осенней межени составляет 0,7–1,0 м/с, в половодье возрастает до 1,5–2,1 м/с. Прозрачность воды по белому диску варьирует от 10 см в половодье до 130 см в осеннюю межень.

Цель работы – изучение сезонной динамики уровня развития и особенностей функционирования фитопланктона в разных биотопах речной системы Оби.

Пробы воды для определения содержания и соотношения фотосинтетических пигментов фитопланктона отбирали каждый месяц в течении теплого периода (май–сентябрь) 2015 г. на четырех разнотипных участках реки Обь: основное русло; протока Бобровская (русловая); протока Талая (пойменная) и речной

залив (затон). Первичную продукцию (А) фитопланктона и деструкцию органического вещества (R) измеряли в тех же пробах скляночным методом в кислородной модификации с экспонированием в реке в течение суток на глубине близкой к глубине прозрачности по белому диску.

В **основном русле** реки содержание Хл а изменялось от минимального в начале июня во время второй волны весенне-летнего половодья до максимального в июле и августе во время максимального прогрева воды (19,6–23,2°C). Минимальная доля Хл а в сумме с Хл b и Хл с (40%), максимальное содержание Фео (64%), а также наибольшие значения К/Хл (2,9) и ПИ (3,2) отмечены в период половодья. Соответствующие показатели в июле и августе составили: 88–92%; 22–26%; 0,8–1,0 и 1,0–1,1. В июле наблюдали наибольшую величину А (до 3,9 гО₂/м³·сут.) (рис. 1). Максимальная удельная скорость фотосинтеза или суточное ассимиляционное число (САЧ) отмечена в июле (176), минимальная – в сентябре (60 мгО₂/мгХл·сут.).

Таблица 1 – Содержание Хл а (мг/м³) в различных биотопах реки Обь в 2015 г.

Участок реки	14 мая	4 июня	2 июля	13 августа	30 сентября
основное русло	3,48	2,17	20,9	20,8	3,24
протока русловая	6,24	3,76	20,5	24,4	10,8
пойменная	6,93	3,32	14,1	30,2	12,8
речной залив	13,12	10,39	6,7	24,9	16,8

В устье **русловой протоки** с обской водой, но сниженной скоростью течения концентрация Хл а была выше, но минимум и максимум наблюдали в те же сроки, что и в основном русле. Динамика относительных пигментных показателей была аналогична. Однако в мае и сентябре доля Хл а была значительно выше, а показатель Фео ниже, чем в основном русле. Это индицирует более благоприятные условия в эти периоды в протоке, чем в русле. Динамика фотосинтеза имела тот же характер, что и в основном русле, но июльский максимум достигал 5 гО₂/м³·сут., а величины в мае и сентябре были значительно выше. Максимальное САЧ (247 мгО₂/мгХл·сут.) наблюдали в июле.

В устье **пойменной протоки**, в которую поступают воды с обширной заболоченной и заозеренной территории, максимальное содержание Хл а отмечено в августе и было в 2 раза выше, чем в июле. Это связано со значительным

замедлением течения в протоке во второй половине лета. Величины и динамика относительных пигментных показателей были практически идентичны таковым в русловой протоке. Фотосинтез достигал максимума в августе (5,8 гО₂/м³·сут.), но в июле был ниже, чем в русловых биотопах. Значения САЧ в летние месяцы были близки (193–203 мгО₂/мгХл·сут.).

В **речном заливе** в отсутствии течения содержание Хл а было снижено в летнюю межень в сравнении с русловыми станциями (особенно в июле), а в весной и осенью, наоборот, значительно повышено (особенно в мае). Динамика относительных пигментных показателей была выражена слабо: во время половодья отмечено не значительное снижение доли Хл а (до 75%), а также увеличение показателя К/Хл (до 1,3). Последнее наблюдали и в июле, когда К/Хл составил 1,37. Первичная продукция в заливе не достигала выше 2,7 гО₂/м³·сут.).

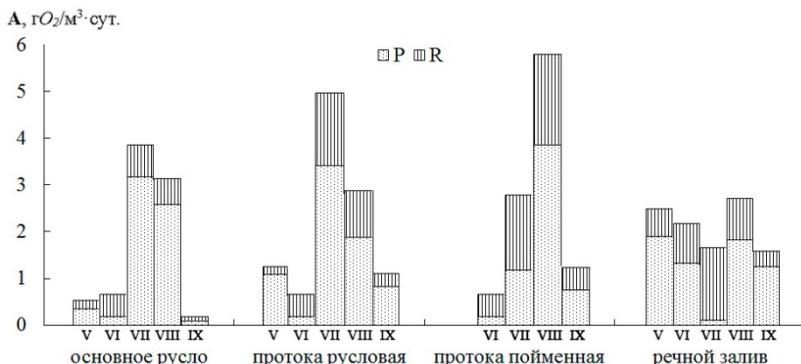


Рис. 1 – Первичная продукция фитопланктона в различных биотопах реки Обь в 2015 г. (А – валовая продукция; Р – «чистая» продукция; R – дыхание)

Список использованной литературы

1. Бульон В.В. Первичная продукция планктона внутренних водоемов. Л.: Наука, 1983. 150 с.
2. Курейшевич А.В. Пигменты фитопланктона и факторы, влияющие на их содержание в водоеме (на примере Днепровских водохранилищ): автореф. дисс. ...канд. биол. наук. Киев, 1988. 24 с.
3. Сиренко Л.А. Определение содержания растительных пигментов в среде, как показатель интенсивности развития водорослей // Методы физиолого-биохимического исследования водорослей в гидробиологической практике. Киев: Наук. думка, 1975. С. 48–50.

Кривина Е. С., Тарасова Н. Г.

ФГБУН Институт экологии Волжского бассейна РАН,
ул. Комзина, 10, г. Тольятти, Самарская область, 445003
pepelisa@yandex.ru

ИЗМЕНЕНИЕ СТРУКТУРЫ АЛЬГОФЛОРЫ ПЛАНКТОНА МАЛЫХ ВОДОЕМОВ УРБАНИЗИРОВАННОГО ЛАНДШАФТА ПОД ВЛИЯНИЕМ АНТРОПОГЕННОЙ НАГРУЗКИ

Малые водоемы, которые располагаются на антропогенно трансформированных территориях, выполняют ряд важных функций: 1) климатообразующую; 2) рекреационную; 3) эстетическую. Сегодня одним из актуальных направлений современной гидроэкологии является оценка текущего экологического состояния таких водоемов, мониторинг и прогнозирование изменений, которые в них происходят (Трифонова, 1990; Горбунов, 2014; Кривина, 2014).

Водоросли – один из ключевых компонентов водной экосистемы, который является главным продуцентом органики и чутко реагирует на любые изменения окружающей среды. В условиях нарастающего техногенного воздействия на окружающую среду особый интерес представляют данные по трансформации состояния водоемов при изменении степени антропогенной нагрузки (Трифонова, 1990).

В данной работе представлены материалы по изучению альгофлоры малых техногенных водоемов, промышленная эксплуатация которых была прекращена. Цель работы – изучить особенности изменения таксономической структуры альгофлоры планктона после прекращения интенсивного техногенного воздействия.

В качестве объектов были выбраны 2 малых техногенных водоема из системы Васильевских озер – оз. Отстойник и оз. Шламонакопительное, которые расположены на северо-восточной границе г.о. Тольятти. Оз. Отстойник ранее использовался как бетонированный приемник отходов азотно-тукового производства ОАО «КуйбышевАзот». После 1996 г. эксплуатация была прекращена. Оз. Шламонакопительное долгое время использовалось как приемник золы и шлака Тольяттинской ТЭЦ (до 1995 г.). В конце 90-х в озере начался процесс заиливания, и к настоящему времени превратилось в эфемероид (Материалы..., 2012).

Пробы фитопланктона отбирали раз в 10 дней в период с июня по сентябрь 1991 г., с мая по октябрь в 1992 и в 2001 годах. В 2014 г. пробы отбирали ежемесячно с мая по сентябрь только в оз. Отстойник, т.к. оз. Шламонакопительное стало эфемероидным. Отбор и обработка материала проводили по стандартным гидробиологическим методикам (Методика..., 1975).

По итогам исследования в составе альгофлоры планктона рассмотренных техногенных водоемов было зафиксировано 163 видов, разновидностей и форм водорослей из 12 отделов, 18 порядков, 40 семейств и 72 родов. Наибольшее видовое богатство водорослей отмечалось в отделе зеленые водорослей, к которому относилось 38% таксонов водорослей рангом ниже рода. Далее следовали синезеленые (24%), диатомовые (15%), стрептофитовые, криптофитовые и динофитовые (по 6%), эвгленовые (5%), рафидофитовые (1%) водоросли. Отметим, что обычно в водоемах умеренной зоны при ранжировании отделов водорослей в зависимости от видового богатства видовых и внутривидовых таксонов водорослей второе место традиционно занимают диатомовые водоросли, а синезеленые – третье (Протисты и бактерии..., 2009). Полученные различия, вероятно, были связаны с техногенной нагрузкой на изучаемые водоемы.

Математический анализ трансформации таксономической структуры фитопланктона выявил увеличение степени трофо-метаболической целостности экосистемы оз. Отстойник и постепенное формирование комплекса основополагающих видов ее образующих ($y_{1991-92}=114.27x^{-2.512}$; $y_{2001}=154.91x^{-2.574}$; $y_{2013-14}=139.02x^{-2.007}$). В данном водоеме отмечался переход от фазы Деградации к фазе Относительной устойчивости.

В оз. Шламонакопительное отмечалось устойчивое уменьшение трофо-метаболической целостности экосистемы и сокращение комплекса основополагающих доминирующих таксонов ($y_{1991-92}=66.203x^{-1.642}$; $y_{2001}=195.61x^{-2.512}$). Если в 1991-92 гг. комплекс видов, обеспечивающих базовую трофо-метаболическую целостность, включал 23% таксонов рангом ниже рода, то в 2001 г. – лишь 9%. При этом наблюдалось увеличение видового богатства внутри таксонов различного ранга (начиная с отделов), что отчасти можно объяснить процессами, сопутствующим обмелению и перестройки водоема на эфемероидный тип (Колмар, 2007).

В процессе исследования отмечалась кардинальная структурная перестройка таксономического состава альгофлоры. На фоне увеличения общего видового богатства (в оз. Отстойник: от 46 таксонов рангом ниже рода в 1991-92гг. до 126; в оз.

Шламонакопительное: от 31 в 1991-92 гг. до 71 в 2001 г.) происходило уменьшение доли в нем видовых и внутривидовых таксонов синезеленых (оз. Отстойник: с 35% до 24%; оз. Шламонакопительное: с 29 до 21%) водорослей. Также в оз. Отстойник отмечалось значимое уменьшение значимости зеленых водорослей (с 52% до 38%) на фоне увеличения доли видов, разновидностей и форм диатомовых водорослей (с 9% до 16%). В оз. Шламонакопительное вклад зеленых водорослей к 2001 г., напротив, несколько увеличился (с 19% до 30%), а роль диатомовых осталась почти неизменной (1991-92 гг. – 22%; 2001 – 19%). Также в водоемах существенно увеличилось количество видов, разновидностей и форм представителей отделов водорослей, способных к миксотрофному типу питания (криптофитовые, динофитовые, эвгленовые) (15-20%), которые являются активными потребителями растворенного органического вещества (РОВ). В связи с этим можно предположить, что после прекращения техногенной эксплуатации в воде произошло увеличение РОВ, что создало благоприятные условия для развития данным организмов (Копылов, 2011).

Таким образом, уменьшение техногенной нагрузки на водоемы привело к возрастанию видового богатства альгофлоры планктона изучаемых водоемов. Экосистемы водоемов пережили значимую трансформацию, о чем свидетельствуют результаты флористического и математического анализа. Также хотелось бы отметить, что увеличение видового богатства водорослей с уменьшением степени антропогенной нагрузки на водоем позволяет предположить, что характер трансформации имел позитивный характер.

Список использованной литературы

1. Горбунов М.Ю. Современное экологическое состояние озера Большое Васильевское / М. Ю. Горбунов, М. В. Уманская, Е. С. Краснова // Изв. СНЦ РАН. – Тольятти: ИЭВБ РАН, 2014. Т. 16. № 1. – С. 183-187.
2. Кривина Е. С. Фитопланктон урбанизированного водоема (на примере оз. Восьмерка, г. Тольятти, Самарская область) I. Флористический анализ и эколого-географическая характеристика / Е.С. Кривина, Н. Г. Тарасова // Изв. Самр. НЦ РАН. – Тольятти: ИЭВБ РАН, 2014. Т. 16 № 5 (5). С. 1758-1764.
3. Колмар А. География и мониторинг биоразнообразия / А. Колмар. – М.: 2006. – 379 с.

4. Копылов А.И. Микробная «петля» в микробных сообществах морских и пресноводных экосистем / А. И. Копылов, Д. Б. Косолапов. – Ижевск: КнигоГрад, 2011. – 332 с.

5. Материалы оценки воздействия на окружающую среду при реализации намечаемой деятельности: строительство очистных сооружений смешанного потока сточных вод предприятий Северного промузла (СПУ) г. Тольятти в районе регулирующей емкости / под редакцией Пименова А. А. – Самара: СамГТУ, 2012. – 10 с.

6. Методика изучения биогеоценозов внутренних водоемов. – М., 1975. – 240 с.

7. Протисты и бактерии озер Самарской области / под ред. д.б.н. В.В. Жарикова. — Тольятти: Кассандра, 2009. – 240 с.

8. Трифонова И.С. Экология и сукцессия озерного фитопланктона. / И. С. Трифонова. – Л.: Наука. 1990. – 184 с.

Кудякова А.С.

ФГБУН «Институт морских биологических исследований имени А.О. Ковалевского РАН», пр. Нахимова, 2, г. Севастополь, 299011
Sova232889@yandex.ru

ИССЛЕДОВАНИЯ ЧЕРНОМОРСКОГО ЗООПЛАНКТОНА В АКВАТОРИИ ГУРЗУФ–АРТЕК В ОСЕННЕ-ЗИМНИЙ СЕЗОН

Морское побережья в районе Гурзуф – Артек, будучи рекреационной зоной на Южном берегу Крыма, допускает ограниченную хозяйственную деятельность на прилегающей территории. Цель настоящей работы: мониторинг биологического разнообразия гидробионтов для оценки их состояния, ресурсного потенциала как основы познавательного-рекреационной ценности акватории.

Материал собран в прибрежной зоне Черного моря в районе Гурзуф-Артек в ноябре 2014 г. на 8 станциях и декабре 2016 г. на 12 станциях. Зоопланктон собирали большой сетью Джели (диаметр входного отверстия 38 см, шаг 140 мкм) тотальными ловами. В 2014 г. облавливали слои протяженностью 0-10 и 0-20 м., в 2016 г. работали ближе к берегу и слои облова не превышали 0-10 м. Пробы сгущали до 40 – 50 мл и фиксировали 4 %-м формалином. Количественную обработку проб зоопланктона

проводили в камере Богорова под бинокляром при увеличении 8х4 порционным методом по стандартной методике. Копепод определяли до вида и по стадиям развития, остальных гидробионтов до крупных таксонов.

Зоопланктон в исследуемый период был представлен обычными черноморскими видами копепод (*Calanus euxinus*, *Pseudocalanus elongatus*, *Acartia clausi*, *Paracalanus parvus*, *Oithona similis*, недавний вселенец – *Oithona davisae*) и неопределенными до вида гарпактицидами. В ноябре в небольшом количестве встречались тепловодная копепода *Centropages ponticus*, личинки *Decapoda* и *Cumacea*, в декабрьских пробах эти рачки отсутствовали. Из других групп зоопланктона обнаружены *Parasagitta setosa*, *Oikopleura dioica*, *Noctiluca scintillans*, бентопелагические формы *Amphipoda*.

Неожиданным оказалось обилие личинок донных животных в декабре 2016 г. Средняя численность суммарного зоопланктона в исследованной акватории в ноябре 2014 г. была ниже, чем в декабре 2016 г., тогда как биомасса в 2014 г. была выше (табл. 1). В целом такой порядок величин наблюдается последние годы на взморье в этот сезон.

Таблица 1 – Средняя численность (Ч, экз.·м⁻³) и биомасса (Б, мг·м⁻³) зоопланктона, экологические индексы в осенне-зимний сезон в акватории Гурзуф–Артек

Таксоны, параметры	Ноябрь 2014 г.		Декабрь 2016 г.	
	Ч	Б	Ч	Б
<i>Copepoda</i>	1497,3	20,42	1827,6	7,11
<i>Oikopleura dioica</i>	72,2	0,78	0	0
<i>Parasagitta setosa</i>	5,1	2,10	1,0	0,02
<i>Noctiluca scintillans</i>	128,3	10,05	3,0	0,24
Личинки донных животных	27,0	0,89	1391,0	13,99
Суммарная	1729,5	34,20	3219,0	21,16
Стандартное отклонение	1053,55	18,18	2692,8	25,50
Индекс Шеннона	2,29		1,67	
Индекс выравненности Пиелоу	0,66		0,54	
Число таксонов	11		8,7	

В ноябре 2014 г. по численности доминировали копеподы, составляя 83% и немногим более 50% по биомассе. Существенный вклад в биомассу зоопланктона вносила *Noctiluca*

scintillans (29.4%). В декабре 2016 г. копеподы, по-прежнему, лидировали по численности, субдоминантной группой были личинки донных животных (43,2%) представленные в основном науплиусами *Cirripedia*. По биомассе доминировали личинки циррепедий, составляя 64% биомассы всего зоопланктона. Отмечена высокая численность личинок двустворчатых моллюсков (*Bivalvia*), кроме того, встречались личинки брюхоногих моллюсков (*Gastropoda*) и полихет (*Polychaeta*), единично – *Amphipoda*. Обилие личинок донных животных связано с тем, что в декабре район исследования находился ближе к берегу, от которого в море уходят несколько пирсов и волноломов, являющихся дополнительным субстратом для поселяющихся на них донных животных. Сагитты были малочисленными в этом районе в оба месяца.

В осенне-зимний сезон видовое богатство зоопланктона было невысоким. Количество обнаруженных таксонов, индексы видового разнообразия Шеннона и выравненности Пиелоу, характеризующие сложность видовой структуры, в ноябре были выше, чем в декабре. Следовательно, сообщество зоопланктона в ноябре было более устойчивым, чем в декабре.

В период исследования копеподы были представлены тепловодными, холодноводными и эвритермными формами. В ноябре и декабре по численности доминировали эвритермные виды *A. clausi* и *P. parvus*, которые в сумме составили соответственно (72 и 64%). Количество тепловодных (*O. davisae*, *C. ponticus*) и холодноводных видов (*C. euxinus*, *P. elongatus*, *O. similis*) в ноябре 2014 г. было примерно поровну, соответственно 13 и 15% суммарной численности копепод с небольшим преимуществом холодноводных видов.

В декабре 2016 г. большая доля тепловодных видов (33 %) зафиксирована за счет *O. davisae*, тогда как холодноводные формы составляли только 3 %. При этом температура воды в ноябре была в среднем на 4°C выше, чем в декабре. Наличие в море *O. davisae* при температуре воды 10.1-10.4°C позволяет говорить об относительной толерантности вида к изменениям температуры. Вероятно, эта циклопоида пополнит список эвритермных форм черноморского планктона.

Автор выражает искреннюю благодарность С.М. Игнатьеву за сбор проб зоопланктона и Ю.А. Загородней за консультации и внимание в ходе выполнения работы.

Кукин М.С.

ФГБНУ «Всероссийский Научно-Исследовательский Институт
Пресноводного Рыбного Хозяйства» (ФГБНУ «ВНИИПРХ»)
пос. Рыбное, Московская область, Дмитровский р-н, 141821
vnjprh@mail.ru

МИКРОБИОЦЕНОЗ ВОДОЁМОВ ЦЕНТРАЛЬНО-ЕВРОПЕЙСКОЙ ЗОНЫ РФ

В настоящее время изучение микробиоценоза водной среды и гидробионтов остаётся актуальным в связи с повышением уровня антропогенного воздействия и, как следствие, ухудшением экологической и эпизоотической ситуации на водоёмах.

На протяжении ряда лет сотрудники лаборатории ихтиопатологии ФГБНУ «ВНИИ пресноводного рыбного хозяйства» проводят исследования воды и рыбы из естественных водоёмов Тамбовской, Белгородской, Липецкой и Брянской областей. В 2015 – 2016 г. было исследовано 187 проб воды и 190 проб паренхиматозных органов от 95 рыб. Видовой состав обследованных рыб был представлен плотвой, окунем, судаком, лещом, краснопёркой, густерой, линём, щукой, серебряным и золотым карасём. Отбор проб воды и рыбы проводили в период с апреля по ноябрь.

Количественный посев воды проводился на среды: эритритагар – для определения общего микробного числа (ОМЧ), Эндо – для выявления энтеробактерий, в том числе бактерий группы кишечной палочки (БГКП), аэромонад, неферментирующих щелочеобразователей (НФЩ) – моракселл и ацинетобактеров, Сабуро – для выявления плесневых и дрожжеподобных грибов, а также миксобактерий, энтерококкагар – для выявления стрептококков; и висмутсульфитагар – для выявления бактерий тифо-паратифозной группы. Вирулентность выделенных штаммов аэромонад проверяли на чашках с ДНК-агаром (Джибко). На эти же среды делали посевы паренхиматозных органов – печени и почек рыб.

Цель настоящей работы заключалась в изучении видового состава рыбопатогенных и эпидемиологически значимых микроорганизмов в естественных водоёмах комплексного назначения.

В Тамбовской области было исследовано 44 пробы воды и 52 пробы паренхиматозных органов от 26 рыб из 4 водоёмов: р. Цна, р. Ворона, Челнавское водохранилище и Шушпанское вдхр. В

зависимости от сезона года показатели ОМЧ варьировали в широких пределах: от 40 КОЕ/мл до сливного роста. В посевах материала от рыб рост бактериальной флоры также сильно различался: от отсутствия роста и единичных колоний до сливного роста. Микробиоценоз был представлен БГКП (в том числе с бронзовым блеском), аэромонадами (*Aeromonas sobria*, A. sp.1, A. sp.3, A. veronii, A. schubertii, A. sp.8, A. sp.9, A. sp.11, A. sp.13), НФЦ (*Moraxella* sp., *Acinetobacter baumannii*, *Acinetobacter calcoaceticus*), бациллами, миксобактериями, энтерококком. ДНКазная активность аэромонад от 0 до 7.0 мм зоны деполимеризации ДНК. Повышение вирулентности отмечалось в летние месяцы, когда температура воды достигала наиболее высоких значений. В целом эпизоотическая ситуация на водоёмах Тамбовской области напряжённая, особенно в летний период. Наличие в пробах высоковирулентных аэромонад, моракселл, ацинетобактеров и миксобактерий характеризует высокий уровень органического загрязнения, а присутствие БГКП с бронзовым блеском и энтерококков свидетельствует о санитарном неблагополучии водной среды. В то же время появление в большом количестве бацилл говорит об активных процессах самоочищения водоёмов.

В Белгородской области было исследовано 46 проб воды и 40 проб паренхиматозных органов от 20 рыб из 4 водоёмов: Белгородское вдхр., Старооскольское вдхр., р. Оскол, р. Северский Донец. Значения ОМЧ колебались от нормативных (до 2800 КОЕ/мл) в апреле до значительно превышающих норму (до 13880 КОЕ/мл) в августе. Уровень контаминации паренхиматозных органов рыб высокий. Микробиоценоз был представлен БГКП (в том числе с бронзовым блеском), аэромонадами (*A. sobria*, *A. hydrophila*, A. sp.1, A. sp.2, A. sp.3, A. veronii, A. schubertii, A. sp.7, A. sp.8, A. sp.11, A. sp.13), НФЦ (*Moraxella* sp., *Ac. calcoaceticus*, *Ac. baumannii*), энтерококком, миксобактериями, цитробактером, сарцинами и бациллами, сапрофитами. В летний период из проб со всех исследованных водоёмов области выделялось большое число штаммов вирулентных и высоко вирулентных аэромонад (5.0 – 8.0 мм зоны деполимеризации ДНК). Высокие значения ОМЧ, присутствие в микробиоценозе высоко вирулентных аэромонад, БГКП с бронзовым блеском, цитробактера, НФЦ, миксобактерий, энтерококков определяют эпизоотическую ситуацию как напряжённую, свидетельствуют о высоком содержании органики, ухудшении санитарного состояния водоёмов и снижении иммуно-физиологического статуса рыбы.

В Липецкой области было исследовано 48 проб воды и 66 проб паренхиматозных органов от 33 рыб из 3 водоёмов: Матырское вдхр., р. Воронеж, р. Дон. Уровень обсеменённости воды в разные времена года различался. Пик роста ОМЧ приходился на июнь – июль и доходил до 22920 КОЕ/мл и сливного роста колоний. В микробиоценозе воды преобладали БГКП, аэромонады (*A. sobria*, *A. sp.*, *A. sp.2*, *A. veronii*, *A. schubertii*, *A. sp.8*, *A. sp.11*), ацинетобактерии, миксобактерии. Также выделялись моракселлы, бациллы, плесневые грибы и энтерококк. ДНКазная активность аэромонад от 0 до 8.0 мм зоны деполимеризации. В посевах материала от рыб выявлен единичный или умеренный рост БГКП и слабо вирулентных аэромонад. Эпизоотическая ситуация в водоёмах области весьма напряжённая, что подтверждается присутствием в микробиоценозе патогенных для гидробионтов микроорганизмов, с преобладанием анаэробных аэромонад и их высокой вирулентностью.

В Брянской области было исследовано 43 пробы воды и 32 пробы паренхиматозных органов от 16 рыб из 2 водоёмов: оз. Бытошь и р. Десна. Значения ОМЧ в оз. Бытошь в течение года изменялись от 20 до 31520 КОЕ/мл; в р. Десна – от 320 до 54280 КОЕ/мл и сливного роста колоний в отдельных точках. Уровень контаминации паренхиматозных органов рыб из этих водоёмов высокий: рост колоний от единичного до сливного. В микробиоценозе выделялись БГКП, аэромонады (*A. sobria*, *A. caviae*, *A. sp.*, *A. sp.2*, *A. sp.3*, *A. veronii*, *A. schubertii*, *A. sp.7*, *A. sp.8*, *A. sp.9*), НФЦ (*Moraxella sp.*, *Ac. calcoaceticus*, *Ac. baumannii*), цитробактер, энтерококк, миксобактерии и бациллы. ДНКазная активность аэромонад до 7.0 мм. Всё это характеризует значительную напряжённость эпизоотической обстановки.

Исследования микробиоценоза воды и рыбы естественных водоёмов Тамбовской, Белгородской, Липецкой и Брянской областей, проведённые в 2015 – 2016 гг., показали, что во всех точках отбора ОМЧ варьировало в широких пределах: от 20 КОЕ/мл до сливного роста. По составу микробиоценоза наблюдались некоторые различия, прежде всего в разнообразии штаммов аэромонад. В реках Цна и Ворона, а также в Старооскольском и Белгородском водохранилищах в 2016 году был обнаружен штамм *A. sp.13*, ранее не выделявшийся в пробах из этих водных объектов. В последние годы отмечается резкое возрастание вирулентности аэромонад (до 8.0 мм зоны деполимеризации ДНК), что характерно для ухудшения условий окружающей среды, вынуждающей активизировать ферментативную активность аэромонад, повышая при этом их

вирулентность. Следует отметить, что представители тифо-паратифозной группы бактерий не были выявлены ни в одной области.

Выделенные от рыб микроорганизмы не представляют эпизоотической и эпидемиологической опасности. В то же время в микробиоценозе воды присутствуют бактерии, не являющиеся представителями нормофлоры водоёмов (БГКП с бронзовым блеском, ацинетобактеры, моракселлы, энтерококки, цитробактер), что свидетельствует о высоком уровне антропогенного воздействия на окружающую среду, и может способствовать возникновению заболеваний не только у гидробионтов, но и у человека.

Куцын Д.Н.

ФГБУН Южный научный центр РАН, пр. Чехова, 41,
г. Ростов-на-Дону, 344006 *makaira88@gmail.com*

ТРАНСФОРМАЦИЯ ИХТИОФАУНЫ ТАГАНРОГСКОГО ЗАЛИВА (АЗОВСКОЕ МОРЕ) В УСЛОВИЯХ ОСОЛОНЕНИЯ

Экосистема бассейна Азовского моря характеризуется крайне высокой лабильностью и неустойчивостью в связи с воздействием на нее как антропогенных факторов, так и климатических изменений. Зарегулирование стока р. Дон во второй половине прошлого века каскадом гидроузлов вместе с рядом маловодных лет определили наблюдающееся в настоящее время обмеление р. Дон и осолонение Азовского моря в целом и Таганрогского залива в частности.

Рост солености является одним из признаков аридизации и дефицита влаги в водосборном бассейне Дона. Речной сток Дона уже не способен постоянно создавать фронт пресных вод в Таганрогском заливе. Установлено, что даже во время сгонов фиксируется повышение солености (до 3,0–5,0‰). Целый ряд признаков свидетельствует о резко возросшей роли Азово-Черноморского компенсационного течения.

Компенсующие потоки могут возникать из-за явного дефицита речной воды. Под воздействием сильной сгонно-нагонной циркуляции отток воды из дельты и взморья критичен. В этой связи меняется структура ихтиоценов Азовского моря, Таганрогского залива и дельты Дона (Матишов, 2016).

Цель данного сообщения – выявить основные тенденции в преобразовании ихтиофауны Таганрогского залива в условиях осолонения.

В основу работы положены результаты ихтиологического мониторинга в восточной части Таганрогского залива с 2003 по 2016 г. Сбор материала осуществлялся посредством контрольных обловов порядками жаберных сетей с шагом ячеи от 14 до 100 мм. Определялась видовая принадлежность рыб, осуществлялся биологический анализ согласно стандартным методикам (Правдин, 1966). С 2009 по 2015 гг. было осуществлено порядка 80 экспедиций, где с помощью океанографических зондов SBE-21, SBE-19 и CTD-60M регистрировалась соленость Азовского моря на океанологическом разрезе «дельта Дона – Керченский пролив». Важным элементом в сборе гидрологических и метеорологических данных стали стационарные гидрометеопосты Южного научного центра РАН в дельте Дона (с. Кагальник и хутор Донской) и на взморье, в 11 км восточнее берега. Гидрометеопосты оснащены регистраторами AANDERAA RCM 9 LW и океанографическим зондом CTD-90. База данных с гидрометеопостов содержит более 150 000 измерений солености воды и колебаний уровня моря в период с 2013 по 2015 гг.

Увеличение солености оказывает сильное влияние на динамику популяций полупроходных форм пресноводных видов: леща, плотвы, судака, сазана. Сокращение водности р. Дон и осолонение Таганрогского залива закономерно приводит к уменьшению нагульного ареала и ухудшению условий размножения данных видов. Так, ареал леща Азовского моря, занимавший при естественном гидрологическом режиме в 1920-х гг. площадь 17,7 тыс. км², многократно сократился и в настоящее время не превышает 4 тыс. км². При этом недостаточные объемы сброса воды через Цимлянский гидроузел определили снижение эффективности естественного нереста леща. В результате, современная численность сеголетков держится на крайне низком уровне (1-2 млн экз.) (Иванченко, 2014). Значительная часть нерестилищ полупроходных рыб сосредоточена на участках поймы р. Дон, которые в настоящее время не заливаются достаточным количеством воды (Иванченко, 2014; Куцын, 2016).

Одновременно с ростом солености Таганрогского залива и сокращением объема стока р. Дон наблюдается увеличение промыслового вылова полупроходных рыб. При этом численность рыб и общий запас закономерно снижались. Так, запас леща в период с 2011 по 2013 гг., сократился с 1,92 млн до 1,14 млн шт. (Иванченко, 2014). Очевидно, что увеличение промыслового

вылова связано не с ростом численности, а с уплотнением популяций полупроходных рыб в восточной части Таганрогского залива и большей их доступности для облова.

Снижение численности и одновременное уплотнение популяций полупроходных рыб в условиях осолонения сопровождается и изменениями их биологических особенностей, прежде всего выраженного сокращения темпа линейного роста. Так, асимптотическая длина (по Берталанфи) для поколения плотвы 2010 г., когда средняя соленость Азовского моря колебалась в пределах 11-11,5‰, составляла 34,8 см, при этом данный показатель для поколения 2013 г. при росте солености до 12,8‰, достиг значений 43,5 см. Похожая картина характерна и для популяции леща (Куцын, 2016).

Осолонение Азовского моря оказывает влияние и на видовой состав рыб Таганрогского залива, о чем свидетельствуют контрольные обловы жаберными сетями. На фоне снижения вклада в состав ихтиоценоза пресноводных и полупроходных форм, увеличении роли солоноватоводных видов (Матишов и др., 2017), были зарегистрированы новые для Таганрогского залива морские виды. Так, в устье р. Дон уже в 2011 г. была отмечена черноморская кефаль остронос, в 2015 г. – сингиль, а весной 2016 г., в районе метеопоста ЮНЦ РАН «Взморье» (47°3'57" с.ш., 39°12'39" в.д.), были зарегистрированы два других морских вида рыб: лобан (2 экз.) и камбала-калкан (2 экз.). Обнаружение особей остроноса, сингиля, лобана и камбалы-калкана в восточной части Таганрогского залива может являться результатом расширения их ареала в связи с осолонением Азовского моря.

Таким образом, осолонение Азовского моря и Таганрогского залива, ведет к быстрой трансформации ихтиофауны, что необходимо учитывать при организации промысла и прочей хозяйственной деятельности. Для уменьшения негативного воздействия маловодья и осолонения на аборигенную ихтиофауну необходима разработка ряда мер по ограничению промысловой деятельности, развитию и внедрению технологий аквакультуры. Наиболее действенной мерой является запрет промысла полупроходных видов рыб на период маловодья и осолонения. При этом особое внимание необходимо уделить искусственному воспроизводству и реорганизации НВХ, поскольку естественные нерестилища в связи с неблагоприятными гидрологическими условиями находятся в неудовлетворительном состоянии. При этом «запретительные» меры должны быть распространены на всю акваторию Азовского моря, т.е. введены одновременно Россией и Украиной.

Список использованной литературы

1. Иванченко И.Н. Лещ (условия обитания и промысловое значение полупроходной популяции р. Дон) / Серия «Водные биологические ресурсы Азово-Черноморского бассейна» // Ростов-на-Дону: Изд-во ФГУП «АзНИИРХ». 2014. 180 с.

2. Куцын Д.Н. Структура популяций и рост леща *Abramis brama* (L., 1758) и плотвы *Rutilus rutilus* (L., 1758) Азовского моря в условиях антропогенного преобразования гидрологического режима // Автореф. дисс. на соиск. ученой степ. канд. биол. наук. Мурманск. 2016. 25 с.

3. Матишов Г.Г. Климат, водные ресурсы и реконструкция гидротехнических сооружений с учетом интересов населения, рыболовства и сельского хозяйства, судоходства и энергетики // Ростов-на-Дону: Изд-во ЮНЦ РАН. 2016. 64 с.

4. Матишов Г.Г., Болтачев А.Р., Степаньян О.В., Старцев А.В., Карпова Е.П., Статкевич С.В., Аблязов Э.Р., Прищепа Р. Е. Современное таксономическое разнообразие и пространственное распределение сообществ рыб и некоторых высших ракообразных экотона эстуарной зоны реки Дон // Наука юга России. 2017. Т. 13. № 1. С. 84-101.

5. Правдин И. Ф. Руководство по изучению рыб // М.: Пищевая промышленность. 1966. 376 с.

Левашина Н.В.

ФГБНУ «Каспийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства», ул. Савушкина, 1, г. Астрахань, 414056
kaspiy-info@mail.ru

ФОРМИРОВАНИЕ ЧИСЛЕННОСТИ ПОКОЛЕНИЙ ЛЕЩА В СЕВЕРНОМ КАСПИИ В 2012-2016 ГГ.

Лещ на протяжении столетней истории астраханского рыбного промысла всегда являлся одним из основных массовых видов в уловах полупроходных и речных рыб. Несмотря на снижение его вылова в современный период с 16,8 тыс. т в 2001 г. до 8,5 тыс. т в 2012-2016 гг. наиболее многочисленной остается популяция северокаспийского леща, ведущая полупроходной образ жизни и совершающая нагульные миграции в северной части Каспийского моря. Половозрелая часть популяции леща в весенний и осенний периоды поднимается с моря в авандельту, дельту р. Волги, где интенсивно используется промыслом.

Состояние запасов северокаспийского леща зависит от комплекса абиотических и биотических факторов среды, важнейшими из которых являются объем материкового стока, уровень моря, его кормовая обеспеченность, эффективность воспроизводства. Эффективность естественного воспроизводства леща определяется условиями обводнения нерестилищ в период весеннего половодья (апрель-июнь), объемами и сроками подачи воды из Волжско-Камского каскада водохранилищ в дельту Волги и Волго-Ахтубинскую пойму. Зарегулирование стока р. Волги (в 1958 г. было завершено сооружение Волгоградского гидроузла) каскадом водохранилищ привело к нарушению гидрологического режима нижнего течения и дельты. Практически не изменился годовой объем стока, но произошло внутригодовое его перераспределение. Значительно сократилась водность в период весеннего половодья с $135,0 \text{ км}^3$ в 1930-1955 гг. до $104,7 \text{ км}^3$ в 1959-2012 гг., в результате уменьшилась продолжительность залития полей и площадь нерестилищ и повысился сток в зимние месяцы почти в 2 раза (в сред. с 30 км^3 до 64 км^3), вызывая частичное затопление дельты и Волго-Ахтубинской поймы, что ухудшает условия зимовки рыб, приводит к гибели субстрата на нерестилищах (Катунин, 2014). Сократилась опресненная зона Северного Каспия полезная для нагула, снизился вынос биогенных элементов в море, кормовая часть бентоса уменьшилась. Эти факторы отрицательно повлияли на воспроизводство и выживаемость популяции, а в дальнейшем и на численности поколений леща. Колебание численности леща связано, в первую очередь, с условиями размножения. Поэтому, численность леща в многолетнем аспекте подвергается значительным флюктуациям и зависит от урожайности отдельных поколений.

В современный период важным фактором, влияющим на динамику численности леща является существенно возросшая неучтенная промысловая нагрузка на популяцию, в результате которой формируется неучтенное изъятие (сред. за 2012-2016 гг. 2,7 тыс. т).

В период с 2012 по 2016 гг. исследования осуществлялись в западной части Северного Каспия, восточная часть Северного Каспия относится к Казахстану, где траловые съемки нами не проводятся с 2007 г. В Северном Каспии в результате 7 маловодных лет (2006, 2009-2012, 2014 и 2015 гг.) отмечаются негативные процессы: продолжается эвтрофикация, остается напряженной токсикологическая обстановка (Рылина и др., 2012), увеличилась соленость (Катунин, 2014), ухудшилась кормовая

база бентосоядных рыб, значительно уменьшилась биомасса пресноводной и слабосоленатоводной фауны гидробионтов (Кравченко и др., 2015). Современная численность поколений леща формируется в сложной обстановке. Значительные неблагоприятные изменения, происходящие в море и в дельте р. Волги, влияют на выживаемость поколений леща. В 2012–2016 гг. в море отмечается уменьшение его численности с 2087 млн в 2012 г. до 1120 млн экз. в 2016 г., составляя в среднем 1500 млн экз. Численность поколений оценивается как низкоурожайная.

Основная масса леща в море – это неполовозрелые особи возрастом 1+ и 2+ лет, составляющие в среднем в 2012-2016 гг. 500 и 810 млн экз. соответственно (рис. 1). Половозрелые особи леща обитают в прибрежной, мелководной части моря и авандельте.

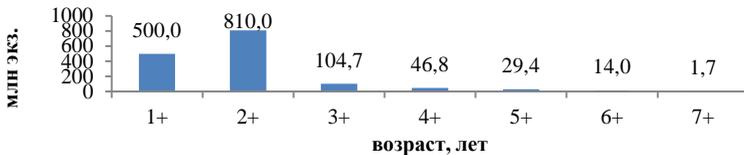


Рис. 1 – Средняя абсолютная численность леща в море по возрастам в 2012-2016 гг.

В период исследований в 2012, 2014 и 2015 гг., в результате неудовлетворительного обводнения нерестилищ, условия естественного воспроизводства леща в низовьях р. Волги были крайне неблагоприятными. Объем стока в период весеннего половодья изменялся от 65,4 до 98,4 км³, а продолжительность половодья – от 31 до 49 суток, что соответственно на 52,2 км³ и 1,5 месяца меньше, чем в условиях естественной водности реки (1930-1955 гг.). Солевой режим в море формировался в условиях экстремально низкого волжского стока. В сезонной динамике происходило уменьшение зоны опреснения от июня к сентябрю. Средняя соленость западной части Северного Каспия, по сравнению с прошлыми годами (2006–2011), значительно возросла, в среднем с 8,74‰ до 9,1‰ (Катунин, 2014; Лардыгина, 2015), кормовая база леща снизилась в среднем с 5,0 до 2,4 г/м², т.е. запасы ракообразных и червей уменьшились (Кравченко и др., 2015). Эти факторы привели к снижению жизнестойкости и выживаемости потомства леща в маловодные годы. По учету численности сеголеток (6 млрд экз.) (кроме 2012 г. – 11,7 млрд экз. – среднеурожайное поколение) (Белоголова и др., 2016), двух (586 млн экз.) и трехлеток (668 млн экз.) леща в Северном Каспии эти

поколения оценивались как низкоурожайные. В промысловом возврате численность этих поколений находилась на невысоком уровне – 20,0-28,3 млн экз.

Рыбохозяйственное половодье в 2013 и 2016 гг., по гидрологическим показателям, превосходило годы предшествующего маловодного периода. Сток в низовья р. Волги в половодье в эти годы достигал 125,4-126,8 км³, что позволило обеспечить благоприятные условия для воспроизводства рыб. Раннее его начало в 2013 г. способствовало прогреву воды и развитию кормовой базы на полях, а продолжительность (62-88 сут.) – достижению молодью рыб жизнестойких этапов развития. Объем стока, поступивший весной в низовья р. Волги, являлся оптимальной величиной для воспроизводства рыбных ресурсов Волго-Каспия. По режиму солености 2013 и 2016 гг. были благоприятными для развития кормовой базы и нагула молоди и взрослого леща. В результате возросшего объема стока р. Волги и продолжительности половодья произошло некоторое снижение солености в западной части Северного Каспия с 9,79 ‰ в 2015 г. до 7,59 ‰ в 2016 г. Режим солености формировался в условиях высокого стока р. Волги в зимний период во время половодья. В 2016 г. прохождение максимальных расходов воды пришлось на период с третьей декады апреля до конца второй декады мая, вследствие чего произошло опреснение западной части Северного Каспия. Сформировавшийся солевой режим в Северном Каспии определил благоприятные условия как для развития пресноводного и слабосоленатоводного комплекса планктона и бентоса, так и для нагула и выживаемости взрослых рыб и молоди леща. По данным траловых съемок 2013 г. в Северном Каспии численность сеголеток (13,0 млрд экз.), годовиков (4,1 млрд экз.) оценивалась на уровне среднеурожайных (Белоголова и др., 2016), однако дальнейшее формирование численности леща происходило в условиях маловодного 2014 г. (86,0 км³), что привело к низкой выживаемости рыб этой генерации. Индексы численности поколений по убыли от лова не всегда соответствуют показателям урожайности леща (личинкам, сеголеткам, годовикам). Это связано с выживаемостью леща на разных стадиях до вступления его в промысловое использование. В 2013 г. отмечена низкая выживаемость подрастающих рыб в море (1+– 408 млн экз.; 2+– 974 млн экз.), и поэтому, несмотря на возросшую урожайность леща в 2013 г., промысловый возврат оказался низким (27,5 млн экз.). Низкая численность леща характерна для тех поколений, нагул которых в первые два года осуществляется при малых

объемах весеннего половодья, повышенной солености Северного Каспия и низкой биомассе кормовых организмов. В промысловом возврате генерации 2013 и 2016 гг. проявят себя как малочисленные и в среднем составят 25,0 млн экз. Несмотря на благоприятные условия этих двух лет численность леща остается невысокой.

Таким образом, численность популяции северокаспийского леща снизилась, состояние ее ухудшилось. Понижение объемов волжского стока чрезвычайно усилило его влияние на экосистемные процессы (водный и биогенный баланс, режим солености, кормовую продуктивность, распространение и воспроизводство рыб) не только в Северном Каспии, но и в других частях моря. Оценивая произошедшие изменения в экосистеме и биоресурсах Северного Каспия, необходимо отметить, что ухудшение условий естественного воспроизводства леща на р. Волге привело к снижению численности популяции, промысловая биомасса в 2012-2016 гг. находилась на уровне 47-48 тыс. т.

Список использованной литературы

1. Белоголова, Л.А. Оценка численности, распределение и биологические показатели молоди леща *Abramis brama* и судака *Sander lucioperca* поколений 2014 года на акватории западной части Северного Каспия / Л.А. Белоголова, Т.А. Солохина // Биологическое разнообразие Кавказа и юга России: Матер. XVIII Междунар. науч. конф. (г. Грозный, 4-5 ноября 2016 г.). Часть 2. – Грозный: Академия наук ЧР, 2016. – С. 343-346.
2. Катунин, Д.Н. Гидроэкологические основы формирования экосистемных процессов в Каспийском море и дельте р. Волги / Д. Катунин. – Астрахань: Изд-во ФГУП «КаспНИРХ», 2014. – 472 с.
3. Кравченко, Е.В. Питание леща (*Abramis brama orientalis* L.) на пастбищах западной части Северного Каспия / Е.В. Кравченко, Т.Г. Степанова // Рыбное хозяйство. – 2015. – № 3. – С. 80-83.
4. Лардыгина, Е.Г. Основные черты пространственного распределения солености на акватории лицензионного участка ООО «Каспийская нефтяная компания» в 2013-2014 гг. / Е.Г. Лардыгина // Рыбохозяйственные исследования в Каспийском море в условиях освоения нефтегазовых месторождений: Сборник научных трудов. – Астрахань: Изд-во ФГБНУ «КаспНИРХ», 2015. – С. 118-120.
5. Рылина, О.Н. Экологические условия формирования рыбных запасов Волго-Каспийского бассейна / О.Н. Рылина, Н.В. Карыгина, Е.Г. Лардыгина, О.В. Попова, Е.А. Кравченко, Н.В. Галушкина, Л.В. Дегтярева, Э.С. Попова, Е.В. Галлей // Вопросы рыболовства. – 2012. – Т. 13, № 4(52). – С. 827-840.

Левашина Н.В., Белоголова Л.А., Солохина Т.А.

ФГБНУ «Каспийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства», ул. Савушкина, 1, г. Астрахань, 414056
kaspiy-info@mail.ru

ЧИСЛЕННОСТЬ СУДАКА В СЕВЕРНОМ КАСПИИ В СОВРЕМЕННЫЙ ПЕРИОД

Северный Каспий, мелководный хорошо прогреваемый водоем, со слабосолеными водами, богатой кормовой базой, является основным районом нагула молоди и подрастающих поколений полупроходных и проходных рыб, в том числе и судака. Судак полупроходная рыба, которая распространена в Северном Каспии на глубинах до 18 м, при солёности воды до 13‰. Основное количество судака нагуливается на глубинах 3-5 м, в водах с солёностью 1-6‰.

В Северном Каспии полупроходной судак образует два самостоятельных стада: волжское и уральское, границы ареалов их частично смешиваются. Наиболее многочислен волжский судак. Молодь судака с волжских нерестилищ мигрирует в море и распространяется практически по всему Северному Каспию, охватывая как западные (Россия), так и восточные (Казахстан) части моря. Судак – оксифильная рыба, нагуливаясь по всему Северному Каспию, предпочитает более благоприятные условия обитания и нередко находит их в северо-восточной части моря, где волжского судака добывают уральские рыбаки. Поэтому часть популяции волжского судака перемещается в воды Казахстана и недоучитывается в период траловых съёмок в территориальных водах РФ. В отдельные годы основные концентрации рыб формируются в северо-восточной части моря, а в западной части – уменьшаются (Кушнаренко, 2011).

Материалом для работы послужили результаты траловых съёмок по учету численности годовиков летом, сеголеток и взрослых рыб осенью в Северном Каспии, в зоне ответственности РФ. Траловые съёмки охватывали акваторию с глубинами от 2 до 20 м. Учетными орудиями лова были 4,5-и 9,0-метровые тралы.

Освоение нагульной площади судака в море определяется его численностью, а также гидрологическими параметрами водоема и распределением кормовых организмов. В весенний период в Северном Каспии можно встретить лишь молодых неполовозрелых особей этого вида, так как взрослая часть популяции мигрирует на нерест в р. Волгу. Летом судак

нагуливается по всей акватории Северного Каспия и активно питается. Наибольшие траловые уловы взрослого судака отмечены в августе и в сентябре, когда основная часть популяции концентрируется здесь для дальнейших предзимовальных миграций в дельту р. Волги.

Структура популяции судака в море представлена молодью и рыбами возрастом от 1+ до 5+ лет. Количество старшевозрастных рыб невелико.

Колебание численности поколений судака связано с условиями размножения и нагула молоди в речной период жизни и в Северном Каспии. Наиболее благоприятные условия для нереста и развития молоди отмечались в начале 2000-х годов, когда объем весеннего половодья был достаточно высоким (122-133 км³), продолжительность половодья составляла (73-84 сут.). Численность молоди (сеголеток) в море достигала в этот период 150,0-190,0 млн экз., в среднем 170,0 млн экз., половозрелая часть популяции – 40,0 млн экз. Промысловые уловы его были относительно высокими и составляли в среднем 1,0 тыс. т.

Эффективность естественного воспроизводства рыбных запасов Волго-Каспия во многом определяется гидрологическим и гидрохимическим режимами, которые претерпели в современный период изменения, влекущие за собой ухудшение условий развития и обитания ихтиофауны в нижней зоне дельты и в Северном Каспии. Условия нагула судака в Северном Каспии ухудшились из-за значительного выноса органических веществ в море, нефтяных углеводородов и токсических элементов, загрязняющих среду обитания (Рылина и др., 2012; Карыгина и др., 2016). Содержание кислорода в воде на небольших площадях в море было пониженное, что обусловлено как эвтрофикационными процессами, так и органическим загрязнением (Дегтярева, 2015). В последние годы гидрологический режим формировался летом на обширных участках с дискомфортом для рыб температурой воды. Все эти факторы негативно повлияли на условия обитания и на формирование численности и биомассы судака.

В настоящее время численность судака находится на низком уровне. Уловы его колеблются от 0,19 в 2007 г. до 0,65 тыс. т. в 2016 г. В результате маловодных (65,4-98,4 км³) лет (2006, 2009-2012, 2014 и 2015 гг.) урожайность молоди и взрослой части популяции судака была невысокой. В этот период численность сеголеток колебалась от 4,0 до 75,0 млн экз., составляя в среднем всего 34,0 млн экз., численность взрослого судака изменялась от 9,0 до 20,355 млн экз., при среднем значении 12,3 млн экз.

В 2013 и 2016 гг. гидрологические условия естественного воспроизводства судака были значительно лучше маловодных лет в современный период, что благоприятно отразилось на его численности. Объем стока (125,4 и 126,8 км³), поступивший в низовья р. Волги весной в эти годы, являлся оптимальной величиной для воспроизводства рыбных ресурсов в дельте р. Волги. В этот период гидролого-гидрохимический режим Северного Каспия в целом характеризовался увеличением опресненных зон и снижением солености. По сравнению с маловодным 2015 г., в 2016 г. площадь опреснения увеличилась в 1,5 раза, соленость снизилась в среднем на 2%. Ареал нагула судака расширился. Численность сеголеток в 2016 г. повысилась до 163,0 млн экз., была наибольшей за последние 13 лет и приближалась к уровню среднеурожайных поколений. В 2016 г. общее количество судака от 0+ до 8+ лет в западной части Северного Каспия оценивается в 181,105 млн экз., что выше уровня 2015 г. в 3,2 раза (56,355 млн экз.). Абсолютная численность взрослой части популяции (1+-8+ лет) составила 18,105 млн экз., что несколько ниже (на 11%) уровня 2015 г. (20,355 млн экз.) за счет малочисленного поколения 2015 г., которое по урожайности сеголеток (30,0 млн экз.) составило самую низкую величину за последние 5 лет исследований. В 2016 г. численность этой генерации (7,0 млн экз.) была представлена возрастом 1+ лет.

С 2011 по 2014 гг. уровень естественного воспроизводства судака возрос. Численность сеголеток увеличилась в 2,1 раза с 35,0 до 75,0 млн экз., годовиков – варьировала в пределах 4-36 млн экз. Численность поколений годовиков 2013-2015 гг. повысилась, по сравнению со средней многолетней величиной (4 млн экз.), в 5,6 раз, составив в среднем 22,6 млн экз. Взрослая часть популяции (1+-8+ лет) возросла с 10,4 в 2011 г. до 20,355 млн экз. в 2015 г. Однако, численность судака продолжает оставаться на низком уровне, по сравнению с началом 2000-х годов.

Промысловый запас судака в 2018 г. в основной массе будет формироваться низкоурожайными поколениями 2012-2015 гг. С вступлением в промысел генераций последних лет промысловый запас его на 2018 г. увеличится и составит 11,5 тыс. т, что на 200 т больше уровня 2016 и 2017 гг.

В наибольшем количестве судак в промысловых уловах вылавливается в возрасте 3+ и 4+ лет. В 2018 г. поколение 2016 г. начнет вступать в промысловое использование только в возрасте 2+ лет и вклад его в уловы будет невысокий. В перспективе

поколение 2016 г. будет определять промысловые запасы, и доминировать в уловах в возрасте 3+ и 4+ лет.

Таким образом, в современный период отмечается некоторый рост численности судака в Северном Каспии, несмотря на это популяция его продолжает находиться в депрессивном состоянии. Неудовлетворительному состоянию его запасов во многом способствует режим весенних попусков воды с Волжской ГЭС, который в маловодный период существенно ухудшил условия размножения и обусловил сокращение масштабов его естественного воспроизводства. Отрицательное влияние на формирование запасов судака оказывает загрязнение токсическими веществами, эвтрофикация и прогрессирующее браконьерство, сокрытие промысловых уловов на водоеме.

Список использованной литературы

1. Дегтярева, Л.В. Кислородный режим Северного Каспия / Л.В. Дегтярева // Современная наука: актуальные проблемы и пути их решения: Сб. науч. статей. Труды XVIII Междунар. науч. конф. (г. Липецк, 20 июля 2015 г.). – Липецк: ООО «Максимал информационные технологии», 2015. – № 5(июль). – С. 68-71.

2. Кушнарченко, А.И. Оценка численности популяции, промыслового запаса судака *Stizostedion lucioperca* и его общего допустимого улова (ОДУ) в современных условиях / А.И. Кушнарченко // Вопросы рыболовства. – Т. 12, № 1 (45). – 2011.– С.73-81.

3. Карыгина, Н.В. Нефтяное загрязнение экосистемы Северного Каспия (вода, донные отложения, гидробионты) в современный период / Н.В. Карыгина, Э.С. Попова // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Рыбное хозяйство. – 2016. – № 1. – С. 14-21.

4. Рылина, О.Н. Экологические условия формирования рыбных запасов Волго-Каспийского бассейна / О.Н. Рылина, Н.В. Карыгина, Е.Г. Лардыгина, О.В. Попова, Е.А. Кравченко, Н.В. Галушкина, Л.В. Дегтярева, Э.С. Попова, Е.В. Галлей // Вопросы рыболовства. – 2012. – Т. 13, № 4(52). – С. 827-840.

Левина А. Д.

ФГБОУ ВО «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова», биологический факультет, Ленинские горы, 1, стр. 12, г. Москва, 119234
al7_ra@list.ru

ВКУСОВЫЕ ПРЕДПОЧТЕНИЯ И ПИЩЕВОЕ ПОВЕДЕНИЕ НИЛЬСКОЙ ТИЛЯПИИ *Oreochromis niloticus*

В последние годы проводится много работ по исследованию питания рыб, определению их вкусовых предпочтений и особенностей поведения, проявляемого при оросенсорном тестировании кормовых объектов. Однако эти задачи редко решаются на объектах аквакультуры. В связи с этим, целью настоящей работы является выяснение вкусовых предпочтений и пищевого поведения нильской тилляпии *Oreochromis niloticus* – важнейшего объекта культивирования во многих странах.

Опыты выполнены на 12 особях (L = 6.5–7.0 см), предоставленных компанией «Крафтфиш» и полученных из Таиланда. Экспериментальная часть работы выполнена на базе лаборатории хеморецепции и поведения рыб кафедры ихтиологии Биологического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова летом 2015 года. Рыб содержали по одиночке в аквариумах (10 л) при естественном режиме освещения и $t_{\text{воды}} = 24^{\circ}\text{C}$. Кормление проводили живыми личинками *Chironomidae* один раз в день после проведения опытов.

В опыте рыбам поштучно предлагали агар-агаровые гранулы (2%), содержащие краситель Ронсеау 4R (5 μM) и один из тестируемых вкусовых стимулов: классические вкусовые вещества (0.1 М), свободные аминокислоты (L-стереоизомеры, 0.1–0.001 М), сахара (0.1 М) и водный экстракт личинок *Chironomidae* (175 г/л). В качестве контроля использовали гранулы, содержащие только краситель. В каждом опыте фиксировали потребление и число схватываний гранулы, а также длительность латентного периода реакции и продолжительность удержания гранулы после первого схватывания и суммарно за весь опыт.

Выполненные опыты показали, что вкусовая рецепция нильской тилляпии характеризуется широким спектром привлекательных стимулов различной химической природы. Большинство веществ вызывали значимое усиление потребления гранул. Таким действием обладали – лимонная кислота, сахароза, CaCl_2 ; 9 аминокислот – цистеин, норвалин, изолейцин, валин, глутамин, лизин, фенилаланин, треонин, метионин; 9 сахаров – сахарин, сорбитол, глюкоза, манноза, лактоза, маннитол, фруктоза, галактоза, сахароза. Остальные вещества обладали для тилляпии индифферентным вкусом. Детеррентные вещества не обнаружены. Наиболее высокую вкусовую привлекательность имел водный экстракт личинок *Chironomidae* (95.8–99.1% в разных сериях опытов), из химически чистых веществ – лимонная кислота

(87.6%), цистеин (99.0%), норвалин (96.9%), изолейцин (86.5%), валин (85.4 %), сахарин (91.7%), сорбитол (87.5%), глюкоза (83.3%), манноза (81.3%).

Поведение, проявляемое рыбами при тестировании разных типов гранул, было сходным и не зависело от типа химического соединения, присутствующего в грануле. Зависимость между быстротой реакции рыб на гранулы и вкусовой привлекательностью содержащихся в них веществ не была выявлена, продолжительность латентного периода варьировала незначительно: 2.3–4.6 с в серии с классическими вкусовыми веществами, 1.1–2.2 с со свободными аминокислотами и 1.4–2.0 с с сахарами. Было показано, что для пищевого поведения нильской тилляпии характерно заглатывание или окончательный отказ от потребления после однократного оросенсорного тестирования гранулы. Средние значения этого параметра для разных типов соединений варьируют в диапазоне 1.00–1.15 и не зависят от химической природы вещества. Поскольку в большинстве опытов происходило только одно схватывание, продолжительность удержания гранулы после первого схватывания и в течение всего опыта была близкой или совпадала. Средняя продолжительность тестирования гранул была всегда больше в опытах, закончившихся потреблением, чем в опытах, закончившихся отказом от заглатывания. Поведение рыб при тестировании гранул с экстрактом *Chironomidae* было таким же, как и гранул с привлекательными веществами. Гранулы с экстрактом потреблялись всегда после первого схватывания, продолжительность их тестирования была дольше, чем контрольных. Сведения о вкусовых предпочтениях и пищевом поведении тилляпии могут представлять интерес для совершенствования технологии выращивания этих рыб.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (грант 16-04-00322).

Логомина И.В.¹, Агафонов А.В.²

¹ФГБУН «Карадагская научная санция им. Т.И. Вяземского – природный заповедник РАН», ул. Науки, 24, пгт. Курортное, г. Феодосия, 298188

logominova@rambler.ru

²ФГБУН Институт Океанологии им. П.П. Ширшова РАН, Нахимовский проспект, 36, г. Москва, 117218

agafonov.57@mail.ru

**ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННАЯ ДИНАМИКА ЛОКАЛЬНЫХ
ПОПУЛЯЦИЙ ЧЕРНОМОРСКОЙ АФАЛИНЫ *TURSIOPS
TRUNCATUS PONTICUS* VARABASCH, 1940: ВИЗУАЛЬНЫЕ
И АКУСТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ОЦЕНКИ**

Введение. Работа посвящена исследованию локальной популяции афалины в акватории Новый Свет – Судак, а также в акватории г. Геленджик. По многочисленным наблюдениям, афалины предпочитают прибрежные акватории, достаточно стабильные группы обитают на относительно локальных участках (Белькович, Агафонов, 1978; Caldwell, Caldwell, 1965). Установлено, что афалины территориальны и имеют особые «сердцевинные» места в пределах индивидуальных участков. Группы могут объединяться в более крупные, но менее устойчивые скопления – стада, которые, в свою очередь составляют обособленное сообщество, при этом полная изоляция между группами отсутствует и происходит обмен членами групп (Scott et al., 1990; Odell, Asper, 1990). Принято считать, что единство между членами групп афалины поддерживают акустически. Так, в середине 60-х годов XX века Д. и М. Колдуэллами среди тональных сигналов афалин были открыты «свисты-автографы» (Caldwell, Caldwell, 1965). «Автограф» определяется, как свистовой сигнал с уникальной для каждого животного формой частотного контура, являющийся доминирующим в репертуаре данной особи. Предполагается, что данный тип сигнала используется афалинами для идентификации особей-продуцентов и их местоположения в море, для поддержания единства группы (Janik, Slater, 1998). «Автограф» представляет собой «ядро» этой системы, и в таком аспекте его можно рассматривать как своеобразный «акустический маркер» особи. (Агафонов, 2016).

Материалы и методы. Комплексные исследования локальной популяции афалин, включающие запись их подводной акустической сигнализации и фотоидентификацию, были начаты в мае 2014-го года на юго-восточном побережье Крыма, в акватории Новосветских бухт (п. Новый Свет – г. Судак). Работы проводятся круглогодично и продолжаются в настоящее время. Наряду с визуальными наблюдениями и фотоидентификацией мы разработали и впервые применили в Черном море акустический метод учета китообразных, непосредственно афалин, который заключается в описании индивидуальных тональных свистовых сигналов афалин («свистов-автографов»). Также нами получены

акустические данные, выполненные в Геленджикской бухте, в 2013 и 2014 годах.

Сбор акустических данных выполнялся при помощи стандартных гидроакустических трактов, состоявших из гидрофона со встроенным предварительным усилителем, кабеля и наземного усилителя-коммутатора с блоком питания и динамиком; акустические записи проводились в монофоническом (одноканальном) режиме. В качестве регистрирующего устройства применялся цифровой рекордер ZOOM H1, формат записи PCM (WAV), 16 бит, частота дискретизации 44.2 кГц (диапазон записи 0,1 – 22.1 кГц). Обработка акустических сигналов проводилась при помощи программы Adobe Audition 1.5 при следующих установочных параметрах: размер блока быстрого преобразования Фурье 256 – 1024 точек, весовая функция Хемминга. Программа позволяет визуализировать обрабатываемые сигналы в спектральном или волновом виде и производить точные замеры их частотно-временных параметров. Данные о перемещении дельфинов по акватории, численный и возрастной состав, тип их активности, заносились в журнал наблюдений. Для проведения визуальных наблюдений использовался бинокль HORIZON 12x50, для фоторегистрации – камера Canon D1200 (обработка фотографии выполняется в программе adobe photoshop 7.0).

Результаты исследований. Акватория Новый Свет – Судак. За период с мая 2014 года по декабрь (включительно) 2016 года было проведено 302 дня наблюдений. При анализе записей выделено 305 доминирующих типов свистов. По результатам систематизации и анализа зарегистрированных сигналов составлен каталог «свистов-автографов», каждому из которых присвоен порядковый номер. На основе данных фотоидентификации спинных плавников составлен каталог индивидуальных внешних морфологических маркеров афалин, всего идентифицировано 120 особей. Ведется работа по сопоставлению акустических данных («свистов-автографов») с данными фотоидентификации.

По результатам анализа собранного материала, на основании количественной встречаемости соответствующих «свистов-автографов» в акватории были выявлены две характерные группировки дельфинов. Первая группировка, представленная 247 типами «свистов-автографов», регистрировавшимися в течение от 1 до 5 дней. Она состоит из особей, которые посещают акваторию нерегулярно, т.е. являются «транзитными». Вторая же группировка – 58 типами «свистов-автографов»,

регистрировавшихся на протяжении более 5 дней, это афалины, которые регулярно заходят в исследуемую акваторию, независимо от сезона, и являются «резидентными» особями.

Акватория Геленджикской бухты. Акустические записи были сделаны в течение июня и сентября 2013 года, а также июня и сентября 2014 года, акустическая регистрация проводилась круглосуточно. В ходе обработки записей выделено 34 доминирующих типов свистов. Проведя анализ количественной встречаемости «свистов-автографов», также можно говорить о двух группировках афалин. К первой группировке относится 12 регулярно регистрируемых «свиста-автографа», т.е. это группа афалин «резидентная»; остальные 22 типа «свистов-автографов» отмечаются нерегулярно, а некоторые типы, единично, соответственно, группа является «транзитной».

Выводы.

Групповая структура стада дельфинов – лабильный и тонко настроенный механизм для обеспечения оптимальных условий пространственно-временного использования акватории, а также адекватных способов охоты при изменяющихся условиях среды. На основании проведенной оценки общего количества зарегистрированных типов «свистов-автографов» афалин по частоте их встречаемости и сопоставления сезонной динамики появления тех или иных типов «свистов-автографов», определены две пространственно-временные группировки их продуцентов. Первой из них соответствует тип «автографов», которые регистрируются нерегулярно, особи, относящиеся к ней, являются «транзитными». Вторая группировка включает в себя особей, достаточно регулярно заходящих в исследуемые акватории, т.е. – «резидентных», их группы имеют свою территориальную привязку к местности, т.е. индивидуальные участки в акватории – «сердцевинные места», что подтверждает сложную социальную структуру сообщества.

Список использованной литературы

1. Агафонов, А.В. Типология тональных сигналов афалин (*Tursiops truncatus*) / А.В. Агафонов, Е.М. Панова, И.В. Логоминова – М.: РОО СММ, 2016. – 143 с.
2. Белькович В.М. Поведение и биоакустика дельфинов / В.М. Белькович – М.: ИОАН СССР, 1978. – 101 с.
3. Odell D.K. Distribution and movements of freeze-branded bottlenose dolphins in the Indian and Banana rivers, Florida / D.K. Odell, E.D. Asper // *The Bottlenose Dolphin* (Leatherwood, Reeves, eds). –1990. – V. 40, № 13. – P. 354–365.

4. Scott M.D., Wells R.S., Irvine A.B. A long-term study of bottlenose on the West coast of Florida // The Bottlenose Dolphin (Leatherwood, Reeves, eds.). San Diego, New York, 1990.

5. Caldwell M.C. Individualized whistle contours in bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) / M.C. Caldwell, D.K. Caldwell // Nature. – 1965. – V 207. – P. 214–219.

Мазникова О.А.¹, Емелин П.О.²

¹ Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии (ФГБНУ «ВНИРО»), ул. Верхняя Красносельская, 17, г. Москва

² Тихоокеанский научно-исследовательский рыбохозяйственный центр (ФГБНУ «ТИНРО-Центр»), пер. Шевченко, 4, г. Владивосток
maznikovao@vniro.ru

БИОЛОГИЯ И РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЧЁРНОГО ПАЛТУСА *REINCHARDTIUS HIPPOGLOSSOIDES MATSUURAE* В СЕВЕРО- ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ БЕРИНГОВА МОРЯ ОСЕНЬЮ 2014 Г.

При проведении экспедиции НИС «ТИНРО» («ФГБНУ ТИНРО-Центр») осенью 2014 г. были получены новые данные по пространственному распределению чёрного палтуса в осенний период. Чёрный палтус присутствовал в составе уловов во время выполнения эхоинтеграционно-траловой съёмки северо-западной части Берингова моря, ориентированной главным образом на учёт минтая и донной траловой съёмки Корякского шельфа и материкового склона. В качестве особенности проведенной донной траловой съёмки стоит отметить, что впервые за более чем десятилетний период аналогичных исследований, работы были выполнены в наиболее поздние сроки. Однако по обследованной площади акватории и диапазону глубин осенние исследования 2014 г. значительно уступали всем предыдущим работам, выполненным ранее в этом регионе. Во время эхоинтеграционно-траловой съёмки работы выполнялись разноглубинным канатным тралом РТ/ТМ 80/396 м, во время проведения учётных работ на Корякском шельфе применялся донный трал ДТ 27.1/24.7. Расчёт численности и биомассы вида производился методом площадей многоугольников, соответствующих каждому отдельному тралению – ячейки Дирхле-Вороного или полигоны Тиссена с использованием индивидуальных коэффициентов уловистости ($KU=0,5$ для

взрослых и 0,2 для молоди) (Нектон ... , 2006). При анализе распределения палтуса особи были разделены на группы: 1) длиной менее 12 см; 2) длиной 12-22 см (преимущественно годовики); 3) длиной более 22 см. Карта распределения построена в ГИС QGIS 2.18. Анализ данных проведён с использованием пакета MS Access 2016 (Microsoft Corporation, 2016).

Палтус в составе уловов эхоинтеграционно-траловой съёмки был представлен особями от 6,5-40,5 см, но данное распределение было неравномерным. Наиболее плотное скопление рыб с *FL* до 12 см отмечено в юго-восточной части Анадырского залива (549 экз/км²). К востоку от разделительной линии молодь палтуса была представлена единичным уловом, однако, в данной части акватории в уловах преобладали особи с *FL* более 22 см (рис. 1), что свидетельствует о миграционных потоках палтуса из восточной части моря. В районе Корякского побережья палтус в составе уловов был отмечен лишь единожды. Улов был представлен особями палтуса длиной 15-19 см. Общая учтенная численность и биомасса черного палтуса в водах РФ составили 2704, 88 тыс. экз. и 21,4 тонны (в основном, за счет молоди), а в ИЭЗ США составили 883,9 тыс. экз. и 147,9 тонн. Встречаемость черного палтуса в пределах исследованной акватории Корякского шельфа и материкового склона составила 22,4%. Результативные траления были выполнены на траверзе бухт Анастасии и Дежнева, б. Хатырка и на границе внешнего шельфа и материкового склона между м. Наварин и Наваринским каньоном. С учетом незначительного количества пойманных особей сложно представить корректный размерный ряд палтуса на период выполнения съёмки. Так в уловах отмечены рыбы длиной 15-64 см (средняя – 32,4 см). Соотношение самцов и самок составило 4,3:1,0. Самцы находились на II и II-III стадиях зрелости (84,6 и 15,4%, соответственно); самки – на II стадии. Общие учтенные численность и биомасса составили 617,3 тыс. экз. и 509,8 тонн.

Чёрный палтус – активный пловец, проводящий значительную часть своего жизненного цикла в пелагиали, и изучение его миграции в пределах всей акватории Берингова моря представляет большую как научную, так и практическую значимость. В настоящее время принято считать, что на материковом склоне северо-западной части Берингова моря обитает как местная популяция, так и заходящие сюда на нагул из восточной части моря особи. Пальм с соавторами (1999) указывают, что на смежной акватории между Россией и США (в пределах 178° в.д. и 178° з.д) в течение года дважды происходит

перераспределение запаса данного вида. Первый раз, когда палтус, расширяя нагульный ареал, в мае-июне массово заходит в воды РФ, и повторно, когда мигрирует в обратном направлении. Однако, вопрос о масштабности таких миграций и количестве мигрантов в исследуемом районе требует дальнейшего изучения. Несмотря на достаточно продолжительные исследования особенностей биологии чёрного палтуса, точные места нереста все еще не определены. Однако известно, что основные нерестилища палтуса в Беринговом море расположены между проливом Унимак и о-вами Прибылова (Alton et al., 1988). Новиков (1974) в своей работе также описывает нерест чёрного палтуса в северо-западной части моря: вдоль Корякского побережья, в южной части Анадырского залива, между м. Наварин и о-вом Св. Матвея. Таким образом, обнаруженные особи палтуса в пределах Анадырского залива, могли быть вынесены Наваринским течением с нерестилищ, расположенных близ м. Наварин или из Наваринского каньона. Относительно происхождения молоди чёрного палтуса к востоку от разделительной линией Россия-США сомнений не возникает. Это молодь, выносимая с нерестилищ юго-восточной части Берингова моря Склоновым Берингоморским течением (Электронный атлас..., 2017).

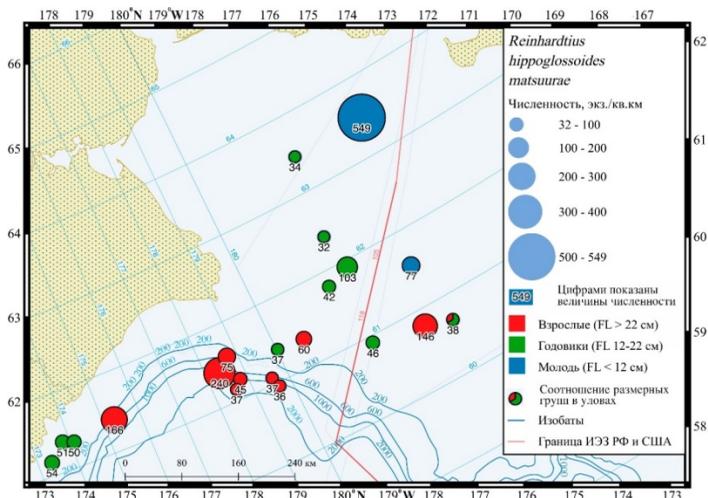


Рис. 1 – Пространственное распределение и относительная численности (экз./км²) чёрного палтуса в западной части Берингова моря 16.09-31.10.2014 г.

Список использованной литературы

1. Нектон западной части Берингова моря. Таблицы численности, биомассы и соотношения видов / Под ред. В.П. Шунтова и Л.Н. Бочарова. – Владивосток: ТИНРО-Центр, 2006. – 416 с.
2. Новиков Н.П. Промысловые рыбы материкового склона северной части Тихого океана. – М.: Пищевая промышленность. 1974. – 308 с.
3. Пальм С. А., Чикилев В. Г., Датский А. В. 1999. Биология, промысел и распределение чёрного палтуса *Reinhardtius hippoglossoides* в Анадырско-Наваринском районе Берингова моря // Известия ТИНРО. Т..126. Ч..1. С..252–261.
4. Электронный атлас по океанографии Берингова, Охотского и Японского морей. <http://pacificinfo.ru> (дата обращения 30.06.2017).
5. Alton M.S., Bakkala R.G., Walters G.E., Munro P.T. 1988. Greenland Turbot *Reinhardtius hippoglossoides* of the Eastern Bering Sea and Aleutian Islands region // NOAA Technical Report. NMFS-71. 31 p.

Мальцева О. А.

ФГБУН «Институт морских биологических исследований имени А.О. Ковалевского РАН», пр. Нахимова, 2, г. Севастополь, 299011 maltsevaolya@bk.ru

**МОРФОМЕТРИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ КЛЕТОК
DUNALIELLA VIRIDIS ПРИ НЕПРЕРЫВНОМ ОСВЕЩЕНИИ
И СВЕТО-ТЕМНОВЫХ ЦИКЛАХ**

Микроводоросли рода *Dunaliella* являются одним из перспективных объектов биотехнологии. Они представляют интерес, как продуценты β-каротина, белков и липидов, их биомасса используется в качестве пищевых добавок. Форма клеток эллипсоидная, яйцевидная или грушевидная, с двумя жгутиками на апикальном конце клетки. *Dunaliella viridis* Teod. – широко распространенный, легко культивируемый вид, обитающий в морях и соленых озерах. Размеры клеток в среднем составляет 9-12 x 6-12 мкм. Отсутствие целлюлозной и пектиновой оболочки и наличие тонкой бесцветной протоплазматической мембраны позволяет рассмотреть органеллы клетки и даёт возможность зафиксировать деление

клетки на различных стадиях, что делает микроводоросль хорошим объектом для исследования

Целью данной работы являлось исследование влияния фотопериода на репродуктивную активность и морфометрические характеристики роста *Dunaliella viridis* при накопительном культивировании в условиях непрерывного освещения и свето-темновых циклов.

В эксперименте использовали альгологически чистую культуру водоросли *Dunaliella viridis* var. *palmelloides* Teod. – штамм IMBR-5 из коллекции культур микроводорослей ФГБУН ИМБИ им. А.О. Ковалевского РАН. Культивирование осуществляли в накопительном режиме на питательной среде Тренкеншу в стеклянных фитобиореакторах объемом 3 л с толщиной слоя культуры 5 см. В контрольном варианте выращивание проходило при непрерывном освещении, в опытном варианте – в условиях свето-темнового режима 20 ч : 4 ч (свет : темнота). Освещенность составляла 10 кЛк, температура в светлое время 25-27 °С, в темное время 24-25 °С. В процессе выращивания культуру непрерывно барботировали воздухом с помощью компрессорной установки. Отбор проб проводился ежедневно в начале и конце темного периода, в двух повторностях. Измеряли оптическую плотность на фотоэлектроколориметре КФК-2 при длине волны 750 нм, подсчитывали численность клеток в камере Горяева БКГ-4, морфометрические измерения микроводорослей проводили на микроскопе Carl Zeiss Axiostar Plus при увеличении $\times 630$. Измеряли высоту и ширину клеток в монадном состоянии и в фазе деления. Абсолютно сухой вес вычисляли, используя коэффициент перехода от оптической плотности $k = 0,8$ г/л ед.опт.пл., $ACB = k \times D_{750}$.

Отмечено, что длительность экспоненциальной фазы роста по биомассе и репродуктивной активности в условиях непрерывного освещения и свето-темновых циклов, существенным образом не отличается. При этом, продолжительность линейной фазы роста по численности клеток N при постоянном освещении оказалась почти в два раза выше. Показано, что продуктивность, максимальная биомасса и соответствующая экспоненциальной фазе удельная скорость роста биомассы μ так же достоверно не отличалась. При этом максимальная продуктивность Pm по численности клеток при свето-темновом режиме составила $19,5 \cdot 10^4$ кл·мл⁻¹·сутки⁻¹, что в 1,6 раза выше, чем при постоянном освещении $12,2 \cdot 10^4$ кл·мл⁻¹·сутки⁻¹. Отсутствие существенных различий на

экспоненциальной и линейной фазе роста по плотности культуры для двух вариантов эксперимента вероятно связано с относительно коротким промежутком темнового режима.

Рассчитанное по численности клеток время удвоения g_2 в экспоненциальной фазе составило 1,0 сут для двух вариантов опыта. На линейном участке можно отметить монотонное увеличение времени между делениями в сутки. Так, к окончанию линейной фазы роста, время генерации при круглосуточном освещении и свето-темновом режиме увеличилось в 5,8 и 4 раза соответственно (табл.1.).

Таблица 1 – Изменение численности клеток N , удельной скорости деления μ , времени генерации g_2 и процентного содержания клеток $D. viridis$ находящихся в стадии деления на протяжении линейной фазы роста.

Сутки	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Постоянное освещение												
$N, \cdot 10^4$ кл/мл	64	80	95	111	117	127	139	146	156	171	182	191
$\mu, \text{сут}^{-1}$	0,8	0,2	0,2	0,1	0,05	0,08	0,09	0,05	0,07	0,09	0,06	0,05
$g_2, \text{сут}$	0,9	3,1	3,9	4,5	14,4	8,5	7,7	14,1	10,5	7,4	11,5	14,4
% дел. кл.	9	10	10	13	15	18	25	24	20	15	10	6
Свето-темновой режим												
$N, \cdot 10^4$ кл/мл	60	83	101	120	138	162	165	168	170	170	170	169
$\mu, \text{сут}^{-1}$	0,3	0,2	0,2	0,1	0,16	0,02	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00
$g_2, \text{сут}$	1,2	0,2	3,6	3,9	5,11	4,3	37,8	38,5	58,6	58,6	236	-
% дел. кл.	9	9	10	11	10	9	9	11	18	33	20	15

На протяжении линейной фазы роста отмечалось изменение физиологического состояния популяции. Так, количество клеток находящихся в стадии деления к середине линейного участка увеличилось в 3 раза, а по окончании линейной фазы роста уменьшилось в 4 раза. Максимальная доля делящихся клеток при постоянном освещении и свето-темновом режиме составила 25 и 33 % соответственно. Можно отметить, что увеличение доли делящихся клеток вероятно связано с изменением продуктивности, также увеличивающейся в середине линейного участка фазы роста.

Анализ морфометрических параметров $D. viridis$ показал, что на протяжении экспоненциальной фазы роста размеры клеток достоверно уменьшаются в двух вариантах опыта. В экспоненциальной фазе доля крупных клеток (от 14 мкм в высоту и от 13 мкм в ширину) уменьшилась от 20 до 2 %, клеток средних размеров (9 – 14 мкм в длину и 8 – 13 мкм в ширину) увеличилась более, чем на 10 %, а доля клеток мелких размеров (до 9 мкм в

длину и до 8 мкм в ширину) увеличилась в 2,5 раза. Подобные изменения гетерогенности размеров клеток свидетельствуют о происходящих переменах индивидуального возраста клеток с преобладающим содержанием «молодых», еще находящихся в стадии роста. На протяжении линейной фазы количество клеток средних размеров в двух вариантах оставалось неизменным, в то время, как число мелких клеток сократилось в два раза.

Отмечено, что при постоянном освещении на протяжении линейной фазы роста ширина клеток уменьшилась в 1,2 раза, в то время как длина клеток осталась неизменной. При этом, в культуре со свето-темновым режимом, напротив, на линейном участке ширина клеток оставалась неизменной, в то время, как длина увеличилась в 1,2 раза. Следовательно, на линейном участке в двух вариантах опыта клетки приобрели вытянутую форму. Подобные изменения формы клеток свойственны роду *Dunaliella*, в зависимости от условий среды.

Исследование *D. viridis* при накопительном культивировании в условиях непрерывного освещения и свето-темновых циклах показало, что отсутствие существенных различий в двух культурах по плотности культуры вероятно связано с относительно коротким промежутком темного режима. Выявлено, что максимальная продуктивность по численности клеток при свето-темновом режиме в 1,6 раза выше, чем при постоянном освещении. Определенно, что изменение гетерогенности размеров клеток свидетельствует о происходящих переменах индивидуального возраста клеток в зависимости от фазы роста культуры.

Малыгина М.М.

ФГБНУ «Всероссийский Научно-Исследовательский Институт Пресноводного Рыбного Хозяйства» (ФГБНУ «ВНИИПРХ»)
пос. Рыбное, Дмитровский р-н, Московская область, 141821
vniprh@mail.ru

ЭКОЛОГО-ФАУНИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ГЕЛЬМИНТОВ КАРПОВЫХ РЫБ ИЗ ЕСТЕСТВЕННЫХ ВОДОЕМОВ

Паразиты представляют собой естественную составную часть биоценоза водоема и его видового разнообразия, формируя особый структурный уровень экосистем. Паразитарный фактор – один из существенных, определяющих численность видов хозяев,

и через нее влияющий на структуру и функционирование экосистем [Заостровцева, 2007].

Естественные водоемы Центральной зоны РФ подвержены сильному техногенному загрязнению, что ведет к изменению фаунистического состава паразитов рыб, обитающих в них. Наибольшее влияние антропогенное загрязнение оказывает на развитие эктопаразитов. Существенно снижается зараженность рыб простейшими, моногенеями рода *Dactylogyrus*, ракообразными (*Ergasilus sieboldi*) и пиявками (*Caspiobdella fadejewi*). Вместе с тем, некоторые паразиты, например моногенеи *Diplozoon paradoxum*, напротив, обладают высокой устойчивостью к загрязнению [Куперман, Жохов, 1997; Заостровцева, 2007].

Кроме того, в зонах загрязнения возрастает интенсивность заражения леща цестодой *Caryophyllaeus laticeps*, промежуточными хозяевами которой служат токсикорезистентные олигохеты. В условиях повышенной загрязненности они становятся основным объектом питания рыб, в том числе лещей, в то время как численность других более чувствительных бентосных организмов (хируномид), значительно снижается [Куперман, Жохов, 1997]. Под воздействием антропогенных факторов у представителей ихтиофауны снижается резистентность к возбудителям болезней, нарушается равновесие в системе «паразит-хозяин». Следствием этого является увеличение численности паразитов, снижение качества рыбы, её товарного вида и безопасности для потребителя.

В рамках мониторинговых работ в весенне-летний период 2016-2017 гг., был проведен паразитологический анализ рыб из 5 водоемов: Белгородской (Старооскольское в-ще, Белгородское в-ще), Брянской (озеро Бытошь), Липецкой (Матырское в-ще) и Тамбовской (Челнавское в-ще) областях, выполняемых ФГБНУ «ВНИИПРХ».

Анализ проводили общепринятыми в ихтиопаразитологии методами (Быховская-Павловская, 1969; Определитель паразитов..., 1984; 1985; 1987; СанПиН 3.2.3215-14 «Профилактика паразитарных болезней на территории Российской Федерации»). Зараженность рыб паразитами оценивали: по встречаемости или экстенсивности (Э.И., %), по зараженности (интенсивности инвазии средней И.И. ср., экз./рыбу), по амплитуде заражения (А.И.И., экз./рыбу) и индексу обилия (И.О., экз./рыбу).

Объем собранного материала составил 197 экз. рыб из семейства Cyprinidae: *Carassius carassius*, *Carassius gibelio*, *Rutilus rutilus*, *Abramis brama*, *Scardinius erythrophthalmus*, *Tinca tinca*,

Blicca bjoerkna, *Alburnus alburnus*, *Gobio gobio*, *Aspius aspius*, *Gobio gobio*.

В Белгородском водохранилище у карповых рыб обнаружены паразиты из 4-х классов моногенеи, трематоды, ракообразные и двустворчатые моллюски. Доминирующими из них были трематоды. Среди обследованных рыб наибольшее количество видов паразитов обнаружено у красноперки (8 видов) и леща (7 видов). У красноперки в стенках плавательного пузыря были обнаружены нематоды *Kalmanmolnaria intestinalis*, которых в предыдущие годы у рыб не выявляли. Отмечена высокая интенсивность заражения плотвы метацеркариями *Tylodelphys clavata* (до 120 экз./рыбу) стекловидном теле глаз и *Diplostomum* sp. (до 64 экз./рыбу) в хрусталике.

В Старооскольском водохранилище у карповых рыб обнаружены паразиты, относящиеся к типу простейшие и плоские черви (классам трематоды, цестоды и скребни). В весенний период отмечена высокая интенсивность заражения плотвы хрусталика р. *Diplostomum* (И.И. достигала 130 экз./рыбу), который был представлен двумя видами *Diplostomum spathaceum* и *D. commutatum*. Последний вид встречался редко (примерно 1:50 по отношению к первому). В мышцах плотвы и красноперки обнаружены метацеркарии трематод *Pseudoamphistomum truncatum*, относящиеся к семейству описторхид, опасных для теплокровных животных и человека. Средняя интенсивность инвазии составляла 10 экз./рыбу.

В Матырском водохранилище у карповых рыб обнаружены паразиты, относящиеся к 3 систематическим группам: простейшие, трематоды и цестоды. В весенний период отмечена высокая интенсивность заражения метацеркариями *Paracoenogonimus ovatus* выявлена мышц красноперки и плотвы (И.И. до 290 экз./рыбу и 120 экз./рыбу, соответственно).

В озере Бытошь у рыб обнаружены паразиты, относящиеся к 4 классам: моногенеи, трематоды, ракообразные и двустворчатые моллюски.

В Челнавском водохранилище у рыб обнаружены паразиты, относящиеся к двум классам: трематоды и двустворчатые моллюски. У плотвы выявлено высокое заражение хрусталика глаз диплостомидами, интенсивность инвазии достигала 429 экз./рыбу.

Наибольшее эпизоотическое значение у карповых рыб имеют гельминты из р. *Diplostomum*. Всего у карповых рыб в водохранилищах Центральной зоны РФ выявлено 17 видов паразитов, из них 5 эктопаразитов и 12 эндопаразитов.

Анализируя паразитофауну рыб, выявлено одно часто встречающиеся паразитарное сообщество (инфрасообщество) *Diplostomum sp.* + *Tylodelphys clavata*.

При оценке компонентных сообществ паразитов были выделены автогенные (паразиты рыб, водных млекопитающих, беспозвоночных, существующие в пределах данного водоема) – моногенеи, паразитические рачки и личинки двусторчатых моллюсков и аллогенные виды (паразиты птиц и наземных млекопитающих, покидающие пределы водоема на определенной фазе развития) – трематоды, цестоды, скребни.

Доминирующими видами паразитов рыб являются гельминты, в частности трематоды.

Список использованной литературы

1. Быховская-Павловская И.Е. Паразитологическое исследование рыб // Методы паразитологических исследований. Л.: Наука, 1969. – вып. 1.

2. Заостровцева С.К. Эколого-фаунистический анализ паразитофауны рыб Вислинского залива, рек Преголи и Прохладной / Автореф. дисс. на соиск. уч. степени канд.биол. наук по спец. 03.00.16 – Экология – Калининград: ГФГОУ ВПО «Калининградский гос. технический университет», 2007.

3. Куперман Б.И., Жохов А.Е. Современная паразитологическая ситуация в бассейне реки Волги при аниопогенном воздействии // Сб. науч. тр. /Проблемы паразитологии, болезни рыб и рыбоводства в современных условиях. С.-Пб., 1997. – Вып. 321.

4. СанПиН 3.2.3215-14 «Профилактика паразитарных болезней на территории Российской Федерации».

Мартынов Е. С., Мальченко Ю. А., Жиляев Д. А.

Севастопольское отделение ФГБУ «Государственный океанографический институт имени Н.Н. Зубова», ул. Советская, 61, г. Севастополь, 299011 sogoin@mail.ru

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕРМОХАЛИННЫЕ УСЛОВИЯ ЗАЛИВА ВОСТОЧНЫЙ СИВАШ

Залив Сиваш представляет собой обширный (площадь залива ~2540 км²) мелководный (глубины 0,5–3 м) соленый залив Азовского моря. Чонгарский полуостров разделяет залив Сиваш

на два больших водоема – Западный и Восточный Сиваш, общей площадью 1110 и 1433 км² соответственно. Площадь непосредственно водного зеркала составляет 581 км² для Западного Сиваша и около 1300 км² для Восточного, остальная площадь приходится на острова и засухи. Объем воды в зал. Сиваш в зимние месяцы составляет 1,93 млрд. м³. Водообмен залива Сиваш с Азовским морем осуществляется через пролив Генический (Тонкий).

В результате климатических и антропогенных причин за период 1970–2006 г. средняя соленость Сиваша по данным снизилась с 141,00‰ в 1955 г. до 22,60‰ к 1989 г, а в 1997 г. достигла минимального значения 17,00‰. В результате Сивашское месторождение минеральных солей практически утратило свое промышленное значение.

С 2007 г. по 2013 г. начался процесс постепенного осолонения зал. Восточный Сиваш вследствие климатических причин (уменьшения стока рек и количества выпадающих атмосферных осадков на поверхность залива). Прекращение с 2014 г. орошаемого земледелия в Северном Крыму (из-за перекрытия подачи воды Украиной через Северо-Крымский канал) ускорило процесс осолонения зал. Сиваш.

За период 2015–2017 г. сотрудниками Севастопольского отделения Федерального государственного бюджетного учреждения «Государственный океанографический институт имени Н. Н. Зубова» был проведен цикл экспедиционных исследований термohалинных и гидрохимических условий южного плеса зал. Восточный Сиваш в условиях прекращения сброса пресных вод в залив. Результаты исследований показали, что в настоящее время соленость в южном плесе повысилась до 57,00 – 80,00 ‰ т.е. увеличилась с 1997 г. почти в 3 раза. В зимний и весенний сезоны в южной части зал. Восточный Сиваш (район с. Соляное, урочища Рожково, Шокалинского сужения) соленость в зимний и весенний сезоны составляла 57–64 ‰, к концу лета и осенью возрастая до 73–80 ‰.

Температурный режим Сиваша из-за большой изрезанности берегов, изолированности и крайней мелководности отдельных его водоемов имеет отличительные особенности. Амплитуда температур Восточном Сиваше может достигать 36°C, при сравнительной однородности температуры воды по вертикали, вследствие мелководности и быстрого перемешивания водных масс под воздействием даже слабых и непродолжительных ветров. Благодаря мелководности Сиваша температура воды здесь имеет четко выраженный суточный ход. Выполненные

Севастопольским отделением ФГБУ «ГОИН» в 2015–2017 гг. экспедиционные исследования термических условий в южной части зал. Сиваш показали, что в настоящее время наблюдается незначительное повышение температуры воды в летне-осенний период (на 1–2°C) по сравнению с данными наблюдений выполненных в 50–60 годы прошлого столетия.

Мельник А.В., Токарев Ю.Н., Белогурова Ю.Б., Георгиева Е.Ю., Жук В.Ф., Силаков М.И.

ФГБУН «Институт морских биологических исследований имени А.О. Ковалевского РАН», пр. Нахимова, 2, г. Севастополь, 299011
melnikalexsand@gmail.com

СЕЗОННАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ ПОЛЯ БИОЛЮМИНЕСЦЕНЦИИ АЗОВСКОГО МОРЯ

Данные по параметрам поля биолюминесценции (ПБ) в Азовском море практически отсутствуют [Токарев, 2006]. Поэтому важность материалов нескольких сезонных съёмки, которые проводились с использованием комплекса «САЛЬПА-М» ФГБУН ИМБИ в режиме многократного вертикального зондирования в пяти рейсах НИС «Профессор Водяницкий», трудно переоценить. На 15 гидрографических станциях (рис.1) было получено более 150 профилей интенсивности ПБ с дискретностью в 1 м по глубине, а также значений температуры и электропроводности на горизонтах нахождения прибора. В период дневных измерений получали также вертикальные профили фотосинтетически активной радиации (ФАР).

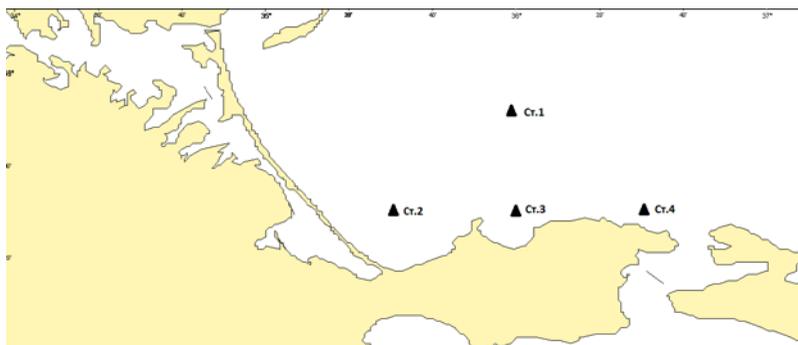


Рис. 1. – Карта станций в Азовском море

Практически на всех станциях параллельно измерениям ПБ осуществляли отбор проб микропланктона сетями Джеди и батометрами для последующего анализа его видового состава и количественного распределения. Исследования проводились в зимний, весенний и летний периоды на унифицированной сетке станций (табл. 1). Основной целью гидробиофизической съёмки являлась оценка особенностей пространственно-временной изменчивости ПБ в Азовском море в условиях различных градиентов фоновых характеристик водной толщи.

Таблица 1 – Среднее значение биолюминесценции, температуры и солёности на станциях с 1 по 4 в разные периоды с указанием время зондирования.

	Ст.1 Глубина 12 м. 45°50.133' N 36°00.613' E			Ст.2 Глубина 9 м. 45°30.06' N 35°30.51' E			Ст.3 Глубина 10 м. 45°30.01' N 36°00.16' E			Ст.4 Глубина 11 м. 45°30.02' N 36°30.51' E		
	Био. 10^{-12} Вт ·см ⁻² ·д ⁻¹	Темп. С°	Соленость ‰	Био. 10^{-12} Вт ·см ⁻² ·д ⁻¹	Темп. С°	Соленость ‰	Био. 10^{-12} Вт ·см ⁻² ·д ⁻¹	Темп. С°	Соленость ‰	Био. 10^{-12} Вт ·см ⁻² ·д ⁻¹	Темп. С°	Соленость ‰
Зима	19 ч. 10 мин.			22 ч. 55 мин.			02 ч. 24 мин.			6 ч. 27 мин.		
	2,90	1,14	13,91	4,62	0,50	13,90	4,82	1,17	13,72	3,49	1,35	13,74
Весна	16 ч. 34 мин.						21 ч. 20 мин.			23 ч. 29 мин.		
	15,64	12,59	13,87	-	-	-	7,43	13,81	13,57	7,99	13,11	13,75
Лето	19 ч. 00 мин.			22 ч. 45 мин.			02 ч. 15 мин.			05 ч. 00 мин.		
	143,8	28,48	13,53	202,94	27,43	13,46	499,9	27,56	13,66	70,59	27,08	13,65

Измерение биолюминесценции производили в дневное и ночное время. Известно, что интенсивность биолюминесценции планктонных организмов изменяется в течение суток, при этом, с учётом практического отсутствия в Азовского море вертикальных миграций планктона, основную роль в суточной изменчивости свечения играет фотоингибирование фитопланктона [Токарев и др., 2016]. Поэтому для исключения этого явления были вычислены коэффициенты суточной изменчивости интенсивности ПБ, с помощью которых все данные были приведены к ночному времени измерений. Минимальные величины интенсивности ПБ в Азовском море зафиксированы в зимний период, когда максимальное значение составило $6,05 \cdot 10^{-12}$ Вт·см⁻²·л⁻¹ на глубине 4 м. Основной причиной этого, вероятно, является низкая температура воды 0,5-1,5°С в конце января начале февраля, вызвавшая малую численность светящихся планктонов (табл. 1).

Весенний период характеризуется иным типом вертикальной структуры ПБ. С началом прогрева вод интенсифицируется развитие одноклеточного планктона. Наблюдается повышение интенсивности биолюминесценции в придонном слое до $34,8 \cdot 10^{-12}$ Вт·см⁻²·л⁻¹ на глубине 10 м, при температуре воды 12,5 °С, близкой к оптимальной для жизнедеятельности фитопланктона (табл.1).

В летний период зафиксированы максимальные величины интенсивности биолюминесценции в регионе исследования – до $634,4 \cdot 10^{-12}$ Вт·см⁻²·л⁻¹, при температуре воды в среднем 27,5 °С (табл. 1). Также изменилась и вертикальная структуры ПБ, которая стала равномерно распределенной во всем слое от поверхности до дна.

Таким образом зарегистрирована выраженная сезонная изменчивость интегральных величин поля биолюминесценции и его вертикальной структурированности в Азовском море, определяемые суперпозицией биологических и гидрологических характеристик водной толщи в районах исследований.

Список использованной литературы

1. Токарев Ю.Н. Основы биофизической экологии гидробионтов. – Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2006. – 342 с.
2. Токарев Ю.Н., Евстигнеев П.В., Машукова О.В. Планктонные биолюминесцентные организмы Мирового океана: видовое разнообразие, характеристики светоизлучения в норме и при антропогенном воздействии. – Симф.: Н. Орианда, 2016. – 347 с.

Миронов О.А.

ФГБУН «Институт морских биологических исследований имени А.О. Ковалевского РАН», пр. Нахимова, 2, г. Севастополь, 299011
mironov87@gmail.com

ЗАРОСЛЕВЫЕ СООБЩЕСТВА МАКРОФИТОВ, КАК ИНДИКАТОРЫ НЕФТЯНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПРИБРЕЖНЫХ АКВАТОРИЙ СЕВАСТОПОЛЯ

В настоящее время важную роль в оценке антропогенного воздействия на морскую среду играют методы биоиндикации. В отличие от аналитических методов контроля они позволяют получить непрерывную оценку качества водной среды по состоянию наиболее чувствительных организмов и их сообществ. Такие организмы, жизненные функции которых тесно

скоррелированными с отдельными факторами среды называются биоиндикаторами. В водных объектах в роли биоиндикаторов чаще всего выступают сообщества бактерио-, фито-, зоопланктона, зообентоса, перифитона. Обширные исследования по использованию в биоиндикации моллюсков-фильтраторов мидий проводились в отделе Морской санитарной гидробиологии ИнБЮМ в 80х годах XX века. В частности было установлено, что профильтровывая большие объемы морской воды, мидии накапливают в себе полициклические ароматические углеводороды, многие из которых являются канцерогенами.

Однако практически не охвачены подобными исследованиями обитатели зарослевых сообществ, равно как и сами макрофиты, особенно в районах с малыми глубинами, где происходит концентрация загрязнений, поступающих как с берега, так и со стороны моря.

Одним из факторов, определяющим возможность использования тех или иных организмов в целях биоиндикации помимо высокой чувствительности является их доступность. В прибрежной акватории Севастополя обширные подводные заросли образуют бурая водоросль *Cystoseira barbata* (Good. et Wood.) Ag. и морская трава *Zostera noltii* (Hornemann). Здесь находят убежище и пищу многочисленные морские животные, а среди них одними из наиболее массовых являются брюхоногие моллюски *Rissoa splendida* (Eichwald, 1830) и *Bittium reticulatum* (da Costa, 1778).

Изучение накопления и выведения НУ этими организмами проводилось при их взаимодействии только с высокими концентрациями нефти, причём как в природных условиях, так и в лабораторных экспериментах, тогда как сведения о накоплении ими НУ при концентрации в море близкой к фоновой, каковая наблюдается в прибрежной акватории Севастополя в последнее время, практически отсутствуют. Однако подобная информация нужна при прогнозе отдаленных последствий аварийных разливов нефти, а также при её незначительных поступлениях в море вследствие повседневной хозяйственной деятельности человека.

Мирошниченко Я.В.

ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет», Советский проспект, 1, г. Калининград,
Калининградская обл., 236022
yana_miroshnichenko05011997@mail.ru

НЕКОТОРЫЕ ДАННЫЕ О БИОЛОГИИ КРЕВЕТКИ *PALAEOMON ADSPERSUS* (RATHKE 1837) (DECAPODA: CARIDEA: PALAEOMONIDAE) ИЗ КАРКИНИТСКОГО ЗАЛИВА ЧЁРНОГО МОРЯ

На сегодняшний день в состав семейства Palaemonidae входит 150 родов креветок, из которых в Чёрном море обитают 5 видов рода *Palaemon* (*P. adspersus*, *P. elegans*, *P. serratus*, *P. longirostris*, *P. macrodactylus*); в северной части моря обитают первые три вида [1,2]. В 2014 г. вылов палемонов в Черном море достигал 6,6 т, при этом в Каркинитском заливе в основном добывают *P. adspersus* (травяную креветку) [3]. Работа выполнена в рамках договора о научном сотрудничестве «КГТУ», г. Калининград, с «ИМБИ», г. Севастополь, по изучению гидробионтов Чёрного и Балтийского морей. Проба *P. adspersus* (239 особей) была собрана сотрудниками «ИМБИ» в прибрежной зоне Каркинитского залива в сентябре 2016 г. Результаты данной работы логично дополняют многолетние исследования биологии вида Каркинитского залива [2]. При выполнении биологического анализа у креветок оценивались 13 биологических параметров [9], из которых в работе обсуждаются: общая (промысловая) длина тела (ДТ) (от заднего края орбиты глаза до конца тельсона, измеряли под биноклем с точностью до 0,1 мм); масса особи (определяли с помощью электронных весов с точностью до 0,01 г); определение пола (проводилось по плеоподам 1 и 2, и подкреплялось определением типа гонад при вскрытии особи); степень зрелости яичников (по 6-балльной шкале); степень твердости панциря (по 3-х балльной шкале). Цель работы: изучение биологии *P. adspersus* из прибрежных вод Каркинитского залива осенью 2016 г.

Результаты. У *P. adspersus* определение пола возможно осуществить только по плеоподам 2 (наличие на плеоподах 2 совокупительного придатка appendix masculine определяло самцов), так как форма плеоподов 1 одинакова у самцов и у самок (отличается абсолютным отсутствием копуляторного выроста). Невозможность определения пола по плеоподам 1 описано для некоторых других каридных креветок из семейств Pasiphaeidae, Crangonidae, Atyidae и Ophiophoridae – то есть из групп так называемых «высших» или эволюционно более молодых, выше организованных каридных креветок [7]. Соотношение полов у 239 особей составило 12,5%:87,5% (самки доминировали почти в 7 раз). Существенное преобладание самок (до 90%) отмечается летом в заливе постоянно [2,5]. Летом в поселениях *P. elegans* из

вод Юго-Восточной Балтики и Вислинского залива самки также доминировали, в 1,5 раза [8,10]. В польских водах Балтики самки *P. elegans* двукратно преобладали над самцами [11].

Размеры креветок (ДТ) варьировались от 31,5 до 58,1 мм, у самцов – от 33,6 до 43,2 мм, у самок – от 31,5 до 58,1 мм; самки были в 1,4 раза крупнее самцов. Максимальные размеры самок *P. elegans* из вод юго-восточной Балтики также крупнее таковых у самцов, почти в 1,6 раза [8,10]. Максимальная ДТ *P. adspersus* Каркинитского залива по результатам многолетних исследований [2,5] достигает у самцов и у самок больших величин – 46,2 и 65,7 мм, соответственно (при консультации со Статкевич С.В. мы пересчитали TL 57,3 и 78,2 мм в статье к нашей ДТ). Наши данные по индивидуальной массе особей осенью 2016 г. для самцов были несколько меньше их максимальных значений в 2014–2016 гг. [2]: 1,24 г, по сравнению с 1,64 г, и существенно меньше – для самок: 1,61 г, по сравнению с 4,65 г – в наших пробах самые крупные самки встречены не были. Все самки *P. adspersus* из осенних проб 2016 г. были без яиц на плеоподах. Из них у 73,7% с ДТ 31,5–58,1 мм гонады были в неразвивающемся состоянии (I, II и VI-II стадии зрелости); у 26,3% яичники созревали (III и IV стадии), т.е. они готовились к очередному нересту. У *P. elegans* в Балтийском море описан один нерест в год (летом), а в Вислинском заливе – 3 раза за нерестовый сезон в течение года [8,10] – видимо, солоноватые условия больше подходят для длительной репродукции вида.

Среди исследованных особей *P. adspersus* было встречено 7,2% линяющих креветок, все они были самками (ДТ 38–50,8 мм) с неразвивающимися яичниками (I, II и VI-II стадии зрелости). Меньшие самки могли проходить линьку половозрелости, стимулирующую у созревание их яичников [6].

Сердечно благодарю Ю.М. Корнейчук (ИМБИ, Севастополь) за переданный материал, моему научному руководителю С.А. Судник (КГТУ, Калининград) за помощь в исследовании и Р.Н. Буруковскому (КГТУ, Калининград) за поддержку работы.

Список использованной литературы

1. Аносов С.Е. Характеристика фауны Decapoda Азово-Черноморского бассейна. Качественные и количественные изменения за последнее столетие / С.Е. Аносов // Дисс. на соиск. уч. ст. канд. биол. н. – Москва: ФГБНУ «ВНИРО». – 2006. – 169 с. (269 с. прилож.)

2. Болтачев А.Р. Черноморская травяная креветка *Palaemon adspersus* (Decapoda, Palaemonidae): биология, промысел, проблемы / А.Р. Болтачев, С.В. Статкевич, Е.П. Карпова, И.В. Хуторенко // Промысел гидробионтов. – 2017. – 28 с. (в печати).

3. Евченко О.В. Состояние запасов и промысла креветок (род *Palaemon*) и брюхоногого моллюска рапаны (*Rapana venosa*) в водах Черного моря и Керченского пролива, прилегающих к Крыму / О.В. Евченко, Е.А. Замятина, А.М. Семик, В.А. Шляхов // Промысловые беспозвоночные: VIII Всероссийская научная конференция по промысловым беспозвоночным: мат. докладов. – Калининград: Изд-во ФГБОУ ВПО «КГТУ». – 2015. – С. 115-118.

4. Макаров Ю.Н. Десятиногие ракообразные. Фауна Украины. Высшие ракообразные / Макаров Ю. Н. – Киев: Наукова думка, 2004. – Т.26. – 430 с.

5. Статкевич С.В. Популяционные характеристики травяной креветки *Palaemon adspersus* (Rathke, 1837) в черноморской прибрежной зоне / С.В. Статкевич // Промысловые беспозвоночные: VIII Всероссийская научная конференция по промысловым беспозвоночным: материалы докладов. – Калининград: Изд-во ФГБОУ ВПО «КГТУ». – 2015. – С. 129–130.

6. Судник С.А. О связи личиночного и репродуктивного циклов у самок креветок (Crustacea, Decapoda, Natantia) / С.А. Судник // Водные биоресурсы, аквакультура и экология водоемов (25-26.10.2013): тр. научн. конф. – Калининград: ФГБОУ ВПО «КГТУ». – 2013. – С. 290–293.

7. Судник С.А. Эволюционные аспекты размножения креветок-гонохористов / С.А. Судник // IV Балтийский морской форум. Междунар. науч. конф. «Водные биоресурсы, аквакультура и экология водоемов»: тр. – Калининград: Изд-во ФГБОУ ВО «КГТУ». – 2016. – С. 160-162.

8. Цигвинцев С.В. О биологии креветки *Palaemon elegans* в водах Калининградского залива / С.В. Цигвинцев // Проблемы ихтиопатологии и гидробиологии. Первые шаги в науке. Сб. магистр. и аспирант. научн. работ. – Калининград: Изд-во ФГОУ ВПО «КГТУ». – 2008. – С. 180-201.

9. Sudnik S.A. The method of biological analysis for caridean shrimps (Decapoda: Natantia: Caridea) with emphasis on pelagic shrimps. / S.A. Sudnik, T. Falkenhaus // Наука и общество в условиях глобализации: материалы НЗ4 международной научно-практической конференции (Уфа, 21-22 апреля 2014 г.). ISBN 978-5-906735-10-2 –Уфа: «РИО ИЦИПТ». – 2014. – С. 7-11.

10. Ezhova E. Population structure and reproduction of *Palaemon elegans* Rathke, 1837 (Decapoda: Caridea, Palaemonidae) in the South-Eastern Baltic / E. Ezhova // Abstract book of the 7th Baltic Sea Science Congress. – Tallinn. – 2009. – P. 284.

11. Zmudzinski L. Swiat zwierzczy Bałtyku / L. Zmudzinski // Atlas makrofauny. – Warszawa, 1990. – С. 78-79.

Мищенко В.В., Гроховский В.А.

Федеральное государственное бюджетное учреждение высшего образования «Мурманский государственный технический университет», ул. Спортивная, 13, г. Мурманск, 183010
victory-silent@yandex.ru

ФОРМОВАННЫЙ РЫБНЫЙ ПРОДУКТ, ОБОГАЩЕННЫЙ ИЗОЛЯТОМ РЫБНОГО БЕЛКА И РАСТИТЕЛЬНЫМИ ИНГРЕДИЕНТАМИ

В современном мире важной задачей является потребление человеком таких продуктов, в которых сбалансированы белки, жиры, углеводы и витамины. Известно, что таким рекомендациям соответствуют продукты из ряда водных биоресурсов.

Перспективным направлением в пищевой промышленности является расширение ассортимента рыбной продукции путём создания новых видов продуктов из гидробионтов, обогащенных углеводными и белковыми добавками [2].

Целью данной научной работы явилось создание формованного слоёного рыбного продукта и обогащение его растительными ингредиентами (морковь, морская капуста др.), а также изолятом рыбного белка. В качестве сырья для изготовления изолята рыбного белка использовали путассу мороженую неразделанную, которую подвергали соответствующей обработке (размораживание, разделка на филе, мойка, измельчение и приготовление фарша).

В изолятах, приготовленных из рыбного сырья, и подвергнутых сушке, содержание белка достигает от 88 до 93,5%. Отношение количества незаменимых аминокислот к общему содержанию аминокислот в изолятах выше, чем в аналогичных продуктах. На базе нашего университета проводятся исследования по получению изолята рыбного белка (ИРБ) из филе путассу с последующим использованием его для получения новых пищевых продуктов, в том числе формованных слоеных рыбных продуктов с добавлением различных растительных ингредиентов.

Разработанная технология изготовления формованного малосолёного продукта на основе филе путассу, растительных добавок и изолята рыбного белка заключается в приемке мороженого сырья, хранении, размораживании, разделки рыбы на филе, мойке, посоле в пряно-солевом растворе, подготовке растительного сырья, измельчении ингредиентов из

растительного сырья, формировании, созревании и хранении в полимерных емкостях.

Получение белковых изолятов из рыбы состоит из четырех стадий: растворение белка в водной среде с определенным значением pH; удаление нерастворимого осадка (костей, чешуи и т.д) из раствора; выделение белка из раствора в виде творожистого сгустка путем изменения pH среды; высушивание белковой фракции [1].

Изолят рыбного белка сушили при помощи лиофильной сушилки Freezezone в течении 7 часов при давлении 3,5 Pa и температуре в рабочей камере минус 50°C. Принцип лиофилизации основан на сушке объектов в замороженном состоянии под вакуумом, при этом вода удаляется из замороженного продукта путем сублимации льда, т.е. превращения его в пар, минуя жидкую фазу.

В результате получился ассортимент из трёх видов нового формованного рыбного продукта. Масса каждого слоя филе путассу составила 90 г, моркови, морской капусты и имитированной икры – 50, 50, 30 соответственно, грецкого ореха 20 г, изолята рыбного белка 25 г. Все опытные образцы выдерживали в холодильной камере при температуре +1 ... -3 °C. После трехсуточного хранения образцы были подвергнуты органолептическим и физико-химическим исследованиям.

Разработанный новый вид рыбного продукта получил высокую органолептическую оценку, а после проведения исследований по ряду физико-химических и бактериологических показателей признан высококачественным и микробиологически безопасным.

Таким образом, выбранное направление по созданию новых видов рыбных продуктов, обогащенных растительными ингредиентами и изолятом рыбного белка, несомненно, является актуальным и перспективным.

Работа была выполнена при поддержке Российского Научного Фонда (проект № 16-16-00076).

Список использованной литературы

1. Борисочкина Л.И. Современная технология приготовления белковых препаратов из рыбы и морепродуктов. // Обработка рыбы и морепродуктов: Обзорная информация / ЦНИИТЭИРХ.– М.. 1987. – С. 51-56.

2. Козырев А. Современные тенденции на рынке рыбопродуктов // Пищевая промышленность, 2002. – № 11, С. 42-43.

Незамутдинова Юлия Олеговна

ФГАОУ ВО «Дальневосточный федеральный университет»,
ул. Суханова, 8, г. Владивосток, 690091 *Ysik2705@gmail.com*

**ТЕМПЫ РОСТА ДВУСТВОРЧАТОГО МОЛЛЮСКА
PROTOTHACA (CALLITHACA) ADAMSII В ЗАЛИВЕ
ПЕТРА ВЕЛИКОГО ЯПОНСКОГО МОРЯ**

В течение 20 лет в Приморском крае широко ведется промысел водных беспозвоночных, таких как мидия (*Crenomytilus grayanus*), анадара (*Anadara broughtoni*), и др. Для того, чтобы ввести вид в промысел, необходимо изучить биологию моллюсков, выяснить, как растут особи, какие факторы влияют на скорость роста. Для установления промыслового размера особей исследуемого вида, нужно определить в каком возрасте животные становятся половозрелыми.

Для решения многих вопросов, касающихся возраста и роста моллюсков, используют метод индивидуального определения возраста. Данный метод основан на анализе наружного и внутреннего слоев раковины. В качестве возрастной метки у двустворчатых моллюсков используется наружной участок раковины, на котором ежегодно происходит формирование концентрических колец, соответствующих зонам задержек роста. Обычно на внешней стороне раковины хорошо различимы первые 5-6 лет жизни моллюска. Для того, чтобы точнее определить возраст моллюска после 6 лет, производятся распилы по ширине створки. Затем, продольный срез рассматривается под бинокуляром, где можно наблюдать годовые элементы роста раковины.

Несмотря на простой, как кажется, метод, биология многих представителей остается малоизученной, что затрудняет введение в промысел некоторых видов. К таким видам можно отнести двустворчатого моллюска семейства *Veneridae* *Protothaca (Callithaca) adamsii*. Данный вид является перспективным для промысла. В Правилах рыболовства для данного вида установлен промысловый размер в 50 мм по длине раковины. В ходе проведения дражной съемки в 2012 году ФГБНУ «ТИНРО-Центром» был установлен общий запас прототаки в Амурском (965 т) и Уссурийском (706 т) заливах Японского моря. Для того чтобы ввести вид в промысел, нужно знать некоторые черты биологии моллюска, а так же четко понимать зависимость роста животного от условий среды.

Protothaca(Callithaca) adamsii (Reeve, 1863) – верхне-сублиторальный вид, поселения которого в основном локализованы на илистом, илисто-песчаном грунтах, реже на песчаном грунте. В Амурском и Уссурийском заливах вид формирует плотные скопления (527 км² и 341 км² соответственно). Комфортные для обитания глубины от 2-3 м до 18-20 м (в 2012 году была выявлена максимальная глубина обитания – 46 м). В ходе наших исследований было выяснено, что прототака живет не 29 лет, как описано в литературных данных, а 34 года, при длине створки 72.8 мм.

На основании данных, которые были получены в результате определения возраста каждой особи, был построен график темпов роста прототак.

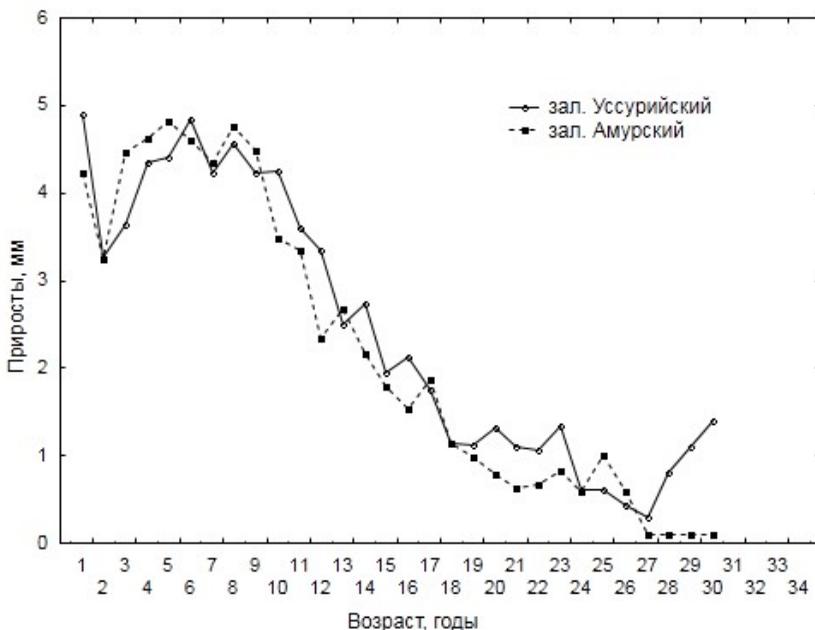


Рис. 1 – Приросты особей из Амурского и Уссурийского заливов

Из рисунка 1 видно, что кривые приростов особей из Амурского и Уссурийского заливов различаются. Так в Уссурийском заливе прототака в первый год своей жизни имеет максимальный прирост (5 мм). Затем, последующие 5 лет наблюдаются высокие темпы роста моллюсков. Однако стоит уточнить, что после 3-х летнего возраста прирост особей немного увеличивается и затем выходит на плато, а по достижению семи-

летнего возраста у данных особей отмечается падение темпов роста.

В Амурском заливе все иначе. Здесь особи на первом году жизни имеют не столь большой прирост, как в Уссурийском заливе. Однако он тоже высок, и составляет более 4 мм. Характерной особенностью особей данного залива заключается в том, что на 2-ом году жизни наблюдается снижение прироста на 1 мм. Несмотря на это, высокие темпы роста наблюдаются в течении 7 лет (с 3 по 10 годы). После 10-ти летнего возраста интенсивный прирост моллюска не происходит и в результате на кривой наблюдается снижение приростов.

Если в общем проанализировать кривую роста по Амурскому заливу, то видно, что в течение первых 9-ти лет жизни идет постепенное увеличение темпов роста на 0,5 мм. На 10-ом году и далее ежегодный прирост особей незначителен и у многих двустворок наблюдается задержки роста, а после 27 лет прирост не превышает 0,1 мм.

Как было сказано выше, для прототипа установлен промысловый размер в 50 мм по длине раковины. Этот размер соответствует 12-13 годам для Амурского и Уссурийского заливов. Из графика видно, что сильных различий в темпах роста особей разных заливов не наблюдается. Так особи для двух заливов имеют прирост от 2 до 3 мм. Если посмотреть на график, то как раз в возрасте 12-13 лет наблюдается низкие темпы роста для обоих заливов в целом.

Таким образом, если сравнить кривые Уссурийского и Амурского заливов, то отмечается следующее: для обоих заливов характерно падение темпов роста после 8-9 лет.

Нехорошков П. С., Фронтасьева М. В.

Объединенный институт ядерных исследований (ОИЯИ),
ул. Жолио Кюри, 6, Дубна, Московская обл., 141980
p.nekhoroshkov@gmail.com

ОСОБЕННОСТИ ВАРИАБЕЛЬНОСТИ КОНЦЕНТРАЦИЙ МИКРОЭЛЕМЕНТОВ В ФИТОПЛАНКТОННЫХ СООБЩЕСТВАХ В УСЛОВИЯХ ПРИБРЕЖНЫХ ЗОН

Отсутствие данных по содержанию тяжелых металлов и других микроэлементов в составе объектов экосистем в целом и сообществ фитопланктона в частности для прибрежных зон

акватории Черного моря является существенным недостатком при проведении каких-либо прикладных, мониторинговых биологических и экологических исследований.

Целью данной работы являлось определение диапазонов концентраций 40 микроэлементов с помощью нейтронного активационного анализа, а также установление зависимости от взмученных донных осадков в мелководных прибрежных зонах. Ставились следующие задачи: выявить основные группы элементов, накапливающихся в фитопланктонных сообществах прибрежных зон, а также оценить их вариабельность, кроме того рассчитать долю взмученных донных осадков в составе проб фитопланктона.

Применение многоэлементного неразрушающего нейтронного активационного анализа (НАА) является оправданным ввиду одномоментного и достаточно точного определения большого количества микроэлементов (Фронтасьева, 2011), в особенности тех, которые имеют терригенное происхождение (Al, Ti, Sc, Rb, Zr, Th, U и др.). Сложность подобных работ состоит в определении концентраций микроэлементов, относящихся непосредственно к фитопланктонным организмам, и связанных с органической фракцией в сестоне.

Было отобрано свыше 50 проб за летне-осенний (сентябрь) и зимний (январь) периоды на 11 станциях, расположенных внутри Севастопольской бухты и на внешнем рейде до глубины в 70 м (Нехорошков. Пробоотбор (сетью Нансена, размер ячей – 35 мкм) и фильтрация на нуклеопоровые бумажные фильтры (диаметр пор – 10 мкм) была выполнена в отделе биофизической экологии ИМБИ в Севастополе. Далее пробы микрофитопланктона на фильтрах высушивались и в ОИЯИ (г. Дубна) подвергались многоэлементному нейтронному активационному анализу в течение 3 месяцев.

В ходе исследований была проведена оценка вариабельности концентраций 40 элементов в составе микрофитопланктона прибрежной зоны г. Севастополя (Крым). Были выделены группы элементов, связанных с терригенными: сидерофильные (Fe, Co, Ni) и литофильные (Zr, Cs, W, U), а также имеющие антропогенное происхождение: Cu, Zn, Ag, Au.

Было произведено нормирование элементов в пробах фитопланктона на коэффициент, представляющий собой отношение содержания консервативного элемента Al в пробе исследуемой станции к его содержанию в пробе на станции с максимальной долей донных осадков (ст. 15) по сравнению с обычными мелководными и глубоководными станциями в ходе

нескольких повторных измерений в течение одного месяца. В результате, были получены нормированные концентрации элементов и выявилась высокая временная вариабельность концентраций Na, Cl, Ca, Ti, Cr, Ni, Cu, Zn, Se, Sr, Mo, Ag, Sn, W, Au и U, присутствующих в фитопланктоне. То есть значения концентраций этих элементов увеличивались более чем на порядок в течение нескольких суток по отношению к содержанию Al. Меньшую изменчивость показали такие элементы как Mg, K, Sc, V, Mn, Fe, Co, As, Br, Rb, Zr, Sb, I, Cs, Ba, La, Tb, Tm, Hf, и Th. В конечном итоге, накопление до определенных постоянных уровней и изменчивость содержания элементов связаны с их биохимической подвижностью и избирательностью их биологического поглощения (Sunda, 1989, Eisler, 2010).

Наибольшая вариабельность концентраций элементов в фитопланктоне в течение нескольких дней в летне-осенний и зимний периоды была зафиксирована для глубоководных станций, что связано как с перестройкой фитопланктонных сообществ, так и с привнесением вдольбереговыми потоками большего количества взвешенных веществ (Yigeterhan et al., 2011).

В результате проведенных исследований была предложена методика оценки долей элементов терригенного происхождения, привносимых в состав фитопланктона в результате взмучивания донных осадков, а также биологически важных микроэлементов в составе фитопланктона.

Список использованной литературы

1. Eisler R. Compendium of Trace Metals and Marine Biota: Volume 1: Plants and Invertebrates. Elsevier. 2009. Vol. 1.
2. Sunda W. G. Trace metal interactions with marine phytoplankton //Biological Oceanography. 1989. Vol. 6. №. 5-6. PP. 411-442.
3. Yiğiterhan, O., & Murray, J. W. Trace metal composition of particulate matter of the Danube River and Turkish rivers draining into the Black Sea. //Marine Chemistry. 2008. № 111(1), PP. 63-76.
4. Нехорошков П. С., Фронтасьева М. В., Токарев Ю. Н. Биофизические параметры и многоэлементный состав фитопланктонных сообществ Черного моря в прибрежной зоне Крыма //Вода: химия и экология. 2015. №. 8. С. 11-20.
5. Фронтасьева М. В. Нейтронный активационный анализ в науках о жизни //Физика элементарных частиц и атомного ядра. 2011. Т. 42. №. 2.

Плугатарь Ю. В. Сидоренко Е. А.

ФГБУН «Ордена Трудового Красного Знамени Никитский ботанический сад – Национальный научный центр РАН»,
пгт Никита, г. Ялта, 298648 *katena.sidorenko.91@mail.ru*

**ИЗУЧЕНИЕ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ
ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ ПРЕДГОРНОГО КРЫМА**

В Восточной части Предгорного Крыма протекает около 55 рек, ручьёв и балок общей длиной 1098,1 км, площадью водосбора 1389,41 км². Наиболее крупные реки Восточного предгорья представлены в табл. 1.

Таблица 1 – Наиболее крупные реки Восточного предгорья Крыма

Название реки	Длина, км	Площадь водосбора, км ²	Притоки, менее 5 км, шт.
Биюк-Карасу	86	1160	26
Бурульча	76	241	8
Кучук-Карасу	62	255	20
Сухой Индол	54	156	6
Зуя	49	421	6
Мокрый Индол	49	324	1
Восточный Булганак	44	485	9
Бештерек	41	82	5
Чорох-Су	33	204	5

В Восточной части Предгорного Крыма находятся пять водохранилищ естественного стока.

Балановское водохранилище находится у села Баланово Белогорского района и используется для орошения 871 га садов. Полный объём водохранилища составляет 5,0 млн. м³, площадь водного зеркала – 40,7 га; максимальная глубина – 27,2 м; длина – 4,5 км, максимальная ширина – 1,5 км; максимальная глубина – 27,2 м.

Тайганское водохранилище находится вблизи города Белогорска. Длина водохранилища – 2,0 км; максимальная ширина – 2,28 км; максимальная глубина – 16,5 м; средняя глубина – 3,0 м; площадь зеркала 200 га; объём 13,8 млн. м³. Высота земляной плотины – 19,1 м; длина – 761 м; ширина по гребню и подошве, соответственно 6,0 м и 117 м. Объём

водохранилища составил 13,82 млн. м³; в том числе полезный – 11,34 млн. м³.

На реке Бюк-Карасу вблизи города Белогорска находится Белогорское водохранилище. Объём водохранилища составляет 23,3 млн. м³; площадь зеркала – 225 га; длина – 4,6 км; максимальная ширина – 580 м; максимальная глубина – 29 м. Земляная плотина высотой 26 м и длиной 560,5 м построена из аптских глин, имеет ширину по гребню – 7 м.

Львовское водохранилище расположено на северо-восточной окраине села Долинное Кировского района, в долине балки Змеиная. Наполняется из реки Мокрый Индол с помощью насосной станции. Объём водохранилища 2,2 млн. м³; площадь зеркала – 27,8 га; длина водохранилища – 600 м; максимальная ширина – 900 м; максимальная глубина – 20 м; средняя глубина 8,1 м.

Старокрымское водохранилище расположено в городе Старый Крым. Водосборная площадь водохранилища – 36,8 км². Длина водохранилища 0,9 км, максимальная глубина 22,15 м; средняя глубина – 7,35 м. Объём водохранилища – 3,15 млн. м³; площадь зеркала 43 га. Высота земляной плотины – 24,65 м; длина плотины – 507 м; ширина по гребню – 5 м; ширина по низу – 140 м.

Список использованной литературы

1. Лисовский А. А. Поверхностные водные объекты Крыма. Управление и использование водных ресурсов: справочник/ А. А. Лисовский, В. А. Новик, З. В. Тимченко, У. А. Губская. – Симферополь: КРП Изд. Крымучпедгиз, 2011. – 242 с.
2. Олиферов А. И., Тимченко З. В., Реки и озера Крыма/А. И. Олиферов, З. В. Тимченко. Симферополь; Доля, 2005. – 214 с.

Поддуева Е.А.

ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет», Советский проспект, 1, г. Калининград, Калининградская обл., 236022
katyha2105@mail.ru

**МОРФОМЕТРИЯ И СОСТОЯНИЕ ПАНЦИРЯ САМЦОВ КРАБОВ
LYPHIRA PERPLEXA GALIL, 2009 (CRUSTACEA:
MALACOSTRACA: DECAPODA: BRACHYURA: LEUCOSIIDAE)
ЗАЛИВА НЯЧАНГ ЮЖНО-КИТАЙСКОГО МОРЯ**

Lyphira perplexa – массовые крабики залива Нячанг Южно-Китайского моря. Работа выполнена в рамках проекта Российско-Вьетнамского Научно-Технического Тропического Центра и Института проблем экологии и эволюции имени А.Н. Северцова, Москва. Данных по биологии *L. perplexa* нет, кроме описания встречаемости [8-10] и нашей работы [3], где для определения размера половозрелости самцов на 84 особях использован морфометрический метод [2,3,7], базирующийся на определении изменения скорости роста ряда фрагментов тела крабов до и после полового созревания. Цель данной работы – морфометрия самцов *L. perplexa* с целью уточнения их размера половозрелости, оценка их массы, состояния панциря (степени твердости, заселения симбионтами и паразитами). Проба крабов (199 самцов) была отобрана случайным образом И.Н. Мариным (Институт им. Северцова) из уловов рыбаков в прибрежной зоне залива Нячанг (СРВ, 12°15' с.ш. 109°11' в.д.) летом 2010 г. и зафиксирована 70%-ным спиртом. При биологическом анализе [3-5] у самцов измерялись фрагменты экзоскелета (длина и ширина меруса торакоподов 3-ей пары (ДМ, ШМ) и ладони клешни (ЛК), длина клешни правых клешненосных ног; длина и ширина карапакса (ДК, ШК), длина абдомена), определялись масса тела (с точностью до 0,01 г), степень твердости панциря (по 3-х балльной шкале), наличие визуально различимых паразитов и симбионтов на панцире.

Результаты. Проведен анализ размеров элементов экзоскелета самцов *L. perplexa*, рассчитаны коэффициенты перехода от них к размеру тела крабов (ШК) (см. табл. 1).

Таблица 1 – Морфометрия самцов крабов *Lyphira perplexa*

Кол-во ♂	Размер части экзоскелета	Минимальный размер, мм	Максимальный размер, мм	Средний размер ± SD, мм	Средний коэффициент перехода к ШК
199	ШК	16,0	25,0	20,7±1,64	–
199	ДК	16,6	25,1	21,2±1,83	0,98
199	Длина абдомена	10,5	19,0	13,5±1,18	1,54
199	Длина правой клешни	11,5	19,9	15,9±1,78	1,31
199	Длина ЛК	6,0	10,5	8,7±0,95	2,38
199	Ширина ЛК	5,2	9,0	7,2±0,90	2,91
199	ДМ	5,7	8,9	7,2±0,60	2,89
199	ШМ	1,4	2,5	2,0±0,10	10,61

Данные войдут в биометрический паспорт *L. perplexa*, будут полезны исследователям биологии этого вида и трофологам, изучающим гидробионтов Южно-Китайского моря.

Размер половозрелости самцов определяли путем нахождения точки перегиба на кривой роста фрагмента тела относительно ШК, показывающей смену типа его роста: с изометрического на аллометрический [7].

Учитывая величину коэффициента аппроксимации ($R=0,3$) мы не рекомендуем измерять мерус для определения размера половозрелости самцов *L. perplexa*; для этого более показательна клешня, и, достаточно измерять только длину клешни целиком, т.к. ее неподвижный палец и ладонь растут равномерно [3]. Предварительно, за размер половозрелости самцов краба *L. perplexa* можно принять 21-22 мм ШК; к 23-24 мм ШК рост клешни прекращается – самцы приобретают крупные клешни, приспособленные для захвата и длительного удержания самок, и могут принимать участие в нересте.

Многолетний анализ данного размера помогает прогнозировать состояние популяции крабов, давать рекомендации по промыслу. Индивидуальная масса тела самцов составила 1,5-6,42 г ($3,87 \pm 0,98$ г) при ШК 16,9 и 23,3 мм. Линяющие самцы не были обнаружены. У 4 самцов на карапаксе (3 экз.) и клешненосной ноге (1 экз.) обнаружены разрушения экзоскелета разной степени, размерами от 1,3x0,9 до 2,1x1,3 мм, это – признаки панцирной болезни [6]. У 28% особей камчатского краба ей были поражены клешни и у 31% – ходильные ноги; в 26% случаях такие повреждения были вызваны патогенными бактериями (*Vibrio*, *Aeromonas* и *Pseudomonas*); при сильных разрушениях экзоскелета тяжелые патологические изменения во внутренних органах приводят к гибели крабов [1,6].

В результате визуальной оценки заселения покровов *L. perplexa* симбионтами у 3 самцов (ШК 20,9-22 мм) на карапаксе найдены по 1-2 экз. усоногих ракообразных из морских уток (сем. *Lepadidae*). Усоногие раки, в целом, – многочисленная группа симбионтов крабов: на камчатских крабах часто встречаются два вида семейства *Balanidae* [1]. Виды-симбионты могут влиять на численность хозяев, снижая репродуктивный потенциал их популяции.

Хочу искренне поблагодарить И.Н. Марина за переданный материал и моего научного руководителя С.А. Судник (КГТУ, Калининград) за помощь в работе.

Список использованной литературы

1. Дворецкий А.Г. Основные симбионты камчатского краба в Баренцевом море / А.Г. Дворецкий, С.А. Кузьмин, Т.А. Бритаев // Современное состояние популяций крабов Баренцева моря и их взаимодействие с донными биоценозами. – Мурманск, 2006. – С. 25-28.

2. Живоглядова Л.А. Морфометрическое созревание самок и самцов равношипого краба (*Lithodes aequispina* Benedict) у северных Курильских островов / Л.А. Живоглядова // ТИНРО – 2001. – Т. 28. – Ч. II – 659–662 с.

3. Поддуева Е.А. Определение размера половозрелости самцов крабов *Lyphira perplexa* Galil, 2009 (Crustacea: Malacostraca: Decapoda: Brachyura: Leucosiidae) залива Нячанг, Вьетнам / // Межвузовская научно-техническая конференция студентов и курсантов «Дни науки» (10-21 апреля 2017 г.): сборник статей. – 2017. – 5 с. (в печати).

4. Родин В.Е. Руководство по изучению десятиногих ракообразных Decapoda дальневосточных морей / В.Е. Родин, А.Г. Слизкин, В.И. Мясоедов и др. // Владивосток: ТИНРО. – 1979. – 60 с.

5. Трофимов Р.В. Таксономический статус некоторых крабов (Crustacea: Malacostraca: Decapoda: Brachyura) залива Нячанг, Вьетнам / Р.В. Трофимов // Межвузовская научно-техническая конференция студентов и курсантов «Дни науки» : Калининград: «КГТУ», 2016. – 94–98 с.

6. Устименко Е.А., Карманова И.В., Рязанова Т.В. Воздействие патогенов различной этиологии на камчатского краба *Paralithodes camtschaticus* (Tilesius) в Охотском море. Современное состояние популяций крабов Баренцева моря и их взаимодействие с донными биоценозами. Мурманск, 2006. С. 101-103.

7. Шагинян Э.Р. Размер половозрелости самок и самцов равношипого краба восточной части Охотского моря. Современное состояние популяций крабов Баренцева моря и их взаимодействие с донными биоценозами / Э.Р. Шагинян // Мурманск. – 2006. – 109–111 с.

8. Chertoprud E S. Brachyuran crabs of the mangrove intertidal zone of southern Vietnam / E.S. Chertoprud, V.A. Spiridonov, I.N. Marin, V.O. Mokievsky // Benthic fauna of the Bay of Nhatrang, Southern Vietnam. – Moscow: KMK Scientific Press Ltd. – 2012. – vol. 2. – 258–296 p.

9. Liu J.Y. Checklist of marine biota of China seas / J.Y. Liu // China Science Press. – 2008. – 1267 p.

10. Ng P.K.L. Systema Brachyurorum: Part I. An annotated checklist of extant brachyuran crabs of the world / P.K.L. Ng, D. Guinot, P.J.F. Davie // The Raffles Bulletin of Zoology. – 2008. – 286 p.

Подзорова Д. В., Макаров М.В.

ФГБУН «Институт морских биологических исследований имени А.О. Ковалевского РАН», пр. Нахимова, 2, г. Севастополь, 299011
podzorova@imbr-ras.ru

МАКРОЗООБЕНТОС РЫХЛЫХ ГРУНТОВ В ВЕРШИННОЙ ЧАСТИ СЕВАСТОПОЛЬСКОЙ БУХТЫ (ЮГО-ЗАПАДНЫЙ КРЫМ, ЧЁРНОЕ МОРЕ)

Севастопольская бухта – водоем эстуарного типа, расположенный в юго-западной части Крымского полуострова. Дно бухты в вершинной части выстилают рыхлые грунты с высоким содержанием илистой фракции. Макрозообентос в этом районе в прошлые десятилетия изучали многие исследователи (Алемов, 1997, Ревков, 2005, Болтачева, 2005, Витер, 2010), однако в последнее время состояние макрозообентоса изучено мало (Подзорова, 2015), поэтому целью нашего исследования послужило изучение современного состояния макрозообентоса в кутовой части Севастопольской бухты, его видового состава, распределения и трофической структуры.

Материал и методика исследования. Пробы макрозообентоса отбирали в кутовой, или вершинной, части Севастопольской бухты в ноябре 2015 г., январе, марте, апреле и августе 2016 г. на глубине 2,5-8 м с помощью дночерпателя Петерсена ($S = 0,004 \text{ м}^2$) – рис. 1.

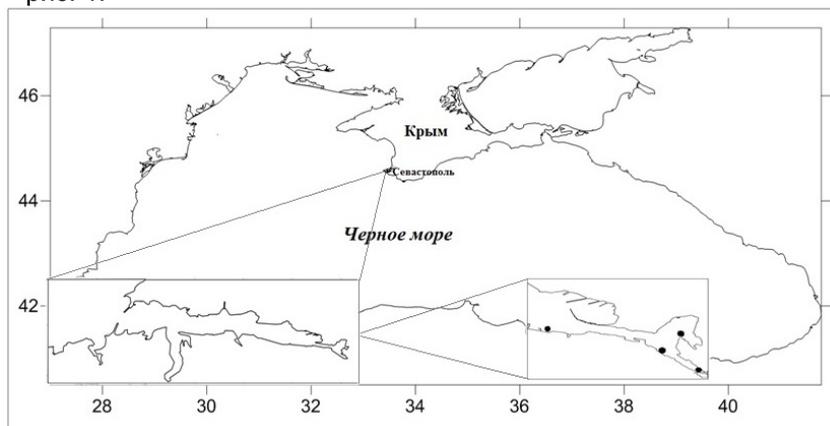


Рис. 1 – Карта-схема отбора проб в Севастопольской бухте (2015-2016 гг.)

Собрано и обработано 40 количественных проб (по 2 пробы на каждой станции). Пробы обрабатывали по стандартной методике (Подзорова, 2015), ракообразных определяла Бондаренко Л.В., моллюсков – Макаров М.В., полихет – Подзорова Д.В. Прочих до вида не определяли, всех беспозвоночных, относящихся к одной группе (Oligochaeta, Insecta и др.), учитывали как 1 вид. Для выявления сезонности в сборах применили:

– индекс попарных сравнений Чекановского-Серенсена:

$$K_{sc} = \frac{2c}{a + b},$$

где a – число видов в одном сообществе;

b – число видов в другом сообществе;

c – число видов, общих для двух сообществ (Дулепов, 2010).

Для определения состояния сообщества применяли следующие индексы (Мэгарран, 1995):

– индекс видового разнообразия Шеннона:

$$H = -\sum n_i / N \cdot \log_2(n_i / N),$$

где n_i – численность i -того вида,

N – общая численность организмов;

– индекс выравненности Пиелу:

$$e = H / \log_2(1/S),$$

где H – значение индекса Шеннона,

S – число видов.

Результаты и обсуждение. В кутовой части Севастопольской бухты зарегистрировали 42 вида беспозвоночных: полихет – 17, моллюсков – 12, раков – 9, прочих – 4 вида. Наименьшие значения индекса Чекановского-Серенсена (наименьшее сходство видового состава) отметили между месяцами январь-апрель (0,42), и апрель-август (0,44), месяцами, относящимися к разным сезонам года, с отличающимися условиями для существования гидробионтов (температура, освещенность и пр.).

Самая высокая степень сходства (0,59) отмечена для месяцев ноябрь и апрель, которые соответствуют сезонным пикам численности многих морских беспозвоночных. Значения индекса позволяют рассматривать полученные данные в сезонном аспекте. На протяжении года беспозвоночные встречаются в пробах неравномерно: во все сезоны массовыми (встречаемость выше 50%) являются полихеты *Heteromastus filiformis* (Claparede,

1864) и *Streblospio gynobranchiata* (Rice & Levin, 1998). Характерными (встречаемость 20-50 %) для биоценоза стали виды *Alitta succinea* (Leuckart, 1847), *Capitella capitata* (Fabricius, 1780), *Polydora cornuta* Bosc, 1802. Из моллюсков наиболее часто отмечали *Cerastoderma glaucum* (Bruguière, 1789), (с марта по август % его встречаемости в пробах возрастает с 38 до 100), из ракообразных – усонного рака *Amphibalanus improvisus* (Darwin, 1854) (встречаемость от 13 до 63%).

Посезонный анализ численности беспозвоночных показал, что наибольших значений этот параметр достигает в весенний период (1496 экз./м²), снижается к концу лета до 917 экз./м², видимо, в процессе выедания организмов другими гидробионтами. Осенью, в период осеннего размножения, численность макрозообентоса снова начинает расти (1058 экз./м²).

Биомасса макрозообентоса определяется, в основном, весом моллюсков. Так как моллюски встречались с разной частотой и в разном количестве, то значения биомассы изменяются скачкообразно. Так, в январе–марте биомасса не превышает 7 г/м², однако в апреле и ноябре происходит резкое возрастание ее значений за счёт двустворчатых моллюсков *Anadara kagoshimensis* (Tokunaga, 1906) и *C. glaucum*.

Максимальная биомасса отмечается осенью (711 г/м²). Наибольшая численность отмечается для полихет *H. filiformis* (максимальная численность весной (678 экз./м²), минимальная – в летом (194 экз./м²), и *S. gynobranchiata* (максимальная численность весной (265 экз./м² минимальная в зимой (153 экз./м²)). Наибольшие показатели биомассы обеспечивают моллюски *A. kagoshimensis* (708 г/м², осень 2015) и *C. glaucum* (142 г/м², лето 2016).

Используя справочную литературу (Лосовская, 1977, Грезе, 1977, Киселева, 1981), в макрозообентосе кутовой части Севастопольской бухты выделили 6 трофических групп. При расчете процентного соотношения организмов в трофических группах использовали среднюю численность организмов в пробах за весь период исследований по формуле: $(n_1+n_2+\dots+n_{40})/40$, где $n_1 - n_{40}$ численность вида на каждой станции.

Наибольшая численность отмечена для группы детритофагов (731 экз./м²), наибольшая биомасса – для группы сестонофагов (178 г/м²). Наибольшим количеством видов представлены детритофаги, полифаги и сестонофаги (11 видов в каждой трофической группе). Высокого развития достигает численность видов-вселенцев – полихет *Hydroides dianthus* (Verrill, 1873), *P. cornuta*, *S. gynobranchiata* и моллюска *A. kagoshimensis*.

Численность детритоядных *P. cornuta* и *S. gynobranchiata* составляет 26% от численности детритофагов, а фильтраторов *H. dianthus* и *A. kagoshimensis* 43% от численности сестонофагов.

Значения биотических индексов характеризуют сообщество макрозообентоса в кутовой части Севастопольской бухты как сообщество с достаточным уровнем видового разнообразия (индекс Шеннона изменяется от 2,52 в осень до 3,28 весной) и степенью выравненности видов (индекс Пиелу изменяется в диапазоне от 0,65 осенью до 0,80 зимой).

В конце прошлого века С.В. Алёмов (Алёмов, 1997) указывает для вершинной части бухты 25 таксонов макрозообентоса, число видов в наших сборах вдвое выше. В то же время, уменьшилось число видов брюхоногих моллюсков: для данного района отмечали 17 видов этого класса (Макаров, 2008), в то время, как в наших исследованиях только 6 видов. В наших исследованиях число видов возросло вдвое.

В начале 2000-х гг. в Севастопольской бухте в целом отмечено 38 видов полихет (Болтачёва, 2005). По нашим данным, включая результаты недавних исследований (Подзорова, 2015), число видов этого класса составляет 22, что может объясняться меньшей степенью изученности акватории в современный период.

Выводы:

1. На рыхлых грунтах в вершинной части Севастопольской бухты обнаружено 42 вида беспозвоночных: полихет – 17, моллюсков – 12, раков – 9, прочих – 4 вида.

2. По численности преобладают полихеты (средняя численность 877 экз./м²), по биомассе – моллюски (средняя биомасса 183 г/м²).

3. Трофическая структура включает 6 групп, наибольшая численность отмечена для группы детритофагов (731 экз./м²), наибольшая биомасса – для группы сестонофагов (178 г/м²).

4. Максимальная численность регистрируется в весенний период (1496 экз./м²), биомасса – осенью (711 г/м²).

5. Значения индексов Шеннона и Пиелу свидетельствуют о довольно высоком видовом разнообразии сообщества и его выравненности и составляют $2,7 \pm 0,5$ и $0,7 \pm 0,148$ соответственно.

Авторы выражают искреннюю благодарность Болтачевой Н.А. за ценные советы на протяжении всех этапов работы, Бондаренко Л.В. за помощь в определении ракообразных, Надольному А.А. за участие в сборе материала.

Подунай Ю.А., Давидович О.И., Давидович Н.А.

ФГБУН «Карадагская научная станция им. Т.И.Вяземского – природный заповедник РАН», ул. Науки, 24, пгт. Курортное, г. Феодосия, 298188
yu.podunai@yandex.ru

ИЗУЧЕНИЕ БИОГЕОГРАФИИ ДИАТОМОВЫХ ВОДОРΟΣЛЕЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДОВ РЕПРОДУКТИВНОЙ БИОЛОГИИ НА ПРИМЕРЕ РОДА *ULNARIA*

Проблема разграничения и распространения видов в диатомологии широко обсуждается в научной литературе. Космополитическое распространение одних видов, например, *Pseudo-nitzschia pungens* (Grunow ex Cleve) Hasle (Casteleyn et al., 2008), противопоставляется эндемизму других, например, виды *Actinella* (Sabbe et al., 2001), *Ulnaria* (Kulikovskiy et al., 2016). При этом молекулярно-генетические методы исследования далеко не всегда способны решить вопросы таксономии и порой противоречат данным морфологического анализа (Medlin, 2008). В таких случаях для определения видовых границ можно обратиться к биологической концепции вида (Mayr, 2000), которая ставит в основу разграничения видов репродуктивную изоляцию.

Бентосная диатомовая водоросль *Ulnaria ulna* (Nitzsch) P. Comptère, выделенная немецким естествоиспытателем Х.Л. Ничем в 1817 году, обитает в пресноводных и солоноватых водоемах Европы, Юго-Западной и Юго-Восточной Азии, Северной и Южной Америки, Австралии и Новой Зеландии (Morales et al., 2007). Такое широкое распространение *U. ulna* несомненно ставит вопрос о том, действительно ли вид является космополитом, или под одним названием скрывается целый комплекс видов. Политипичность вида, достаточно широкий диапазон варьирования морфологических признаков (Подунай, 2017) приводят к возникновению трудностей в определении видовых границ. Половое воспроизведение *U. ulna* впервые описано Л. Гайтлером (Geitler, 1939), детализировано и уточнено нами (Podunay et al., 2014). Цель настоящей работы состояла в изучении распространения *U. ulna* на Евразийском континенте; принадлежность популяций к одному виду мы определяли с помощью репродуктивных методов исследования.

Клоны *U. ulna* (рис. 1) изолированы в 2010-2016 гг. из проб, собранных в водоемах России (реки Адуй, Артёмовка, Бия, Обь, Суходол), Монголии (оз. Хубсугул), Франции (река в г. Ле Манн),

Бельгии (водоёмы г. Гент) и Великобритании (водоёмы г. Кардифф). Культуры содержали в чашках Петри в среде близкой по составу к Dm. Клоны поддерживали в экспоненциальной фазе роста. Ежедневно проводили межпопуляционные скрещивания пар противоположного, уже известного нам, пола. Скрещивания считали успешными при возникновении жизнеспособных инициальных клеток.

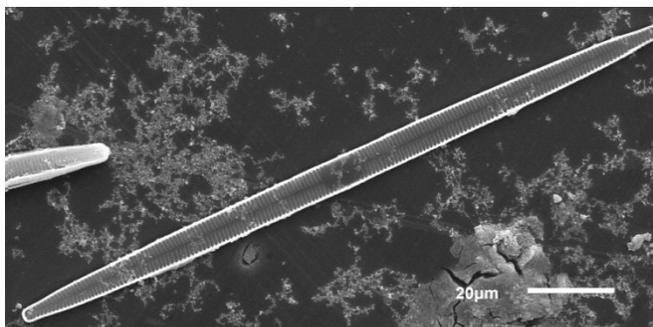


Рис. 1 – Внешний вид створки *Ulnaria ulna* (Nitzsch) P.Compère (СЭМ).

Все изученные популяции оказались способными к гетероталлическому воспроизведению в своих группах, а также межпопуляционному скрещиванию. Клоны из европейских популяций дали жизнеспособное и фертильное потомство, которое в свою очередь также успешно скрещивалось между собой и с родительскими клонами, что свидетельствует о полном отсутствии репродуктивной изоляции между этими популяциями. Однако, потомки от скрещивания клонов, изолированных из европейских и восточно-азиатских популяций, оказались неспособными вступать в возвратное скрещивание, а также не скрещивались между собой. Это свидетельствует о возникновении между ними постзиготических репродуктивных барьеров и идущем (или, по сути, уже произошедшем) процессе видообразования. Клоны из владивостокской популяции *U. ulna* на данный момент не вступили в половое воспроизведение с клонами из других популяций, хотя показали гаметогенез и ауксоспорообразование в скрещиваниях между собой. Это может свидетельствовать о полной репродуктивной изоляции этой популяции и необходимости описания нового вида, что необходимо подтвердить повторными скрещиваниями и молекулярно-генетическими методами исследования

Таким образом, методы репродуктивной биологии способны дать прямые доказательства возникновения видовых границ, а также подтвердить или опровергнуть предполагаемый космополитизм некоторых видов диатомовых водорослей.

Авторы выражают благодарность за неоценимую помощь в отборе проб к.б.н. Е.Ю. Митрофановой (Институт водных и экологических проблем СО РАН, Барнаул), к.б.н. О.Г. Шевченко (Институт биологии моря им. А.В. Жирмунского ДВО РАН, Владивосток), к.б.н. М.С. Куликовскому (Институт биологии внутренних вод им.И.Д. Папанина РАН).

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 16-34-00790.

Список использованной литературы

1. Подунай Ю.А., Шоренко К.И., Андреева С.А., Давидович Н.А. Морфологическая вариабельность клонов *Ulnaria ulna* (Bacillariophyceae) из удаленных популяций Евразийского континента // Вопросы современной альгологии. – 2017. – № 1 (13). <http://algology.ru/1103>
2. Casteleyn, G., Chepurnov, V.A., Leliaert, F., Mann, D.G., Bates, S.S., Lundholm, N., Rhodes, L., Sabbe, K., Vyverman, W. *Pseudonitzschiapungens* (Bacillariophyceae): A cosmopolitan diatom species? // Harmful Algae. – 2008. – № 7, (2). – P. 241-257.
3. Geitler L. Gameten- und Auxosporenbildung von *Synedra ulna* im Verleich mit anderen pennaten Diatomeen // Planta, Archiv für wissenschaftliche Botanik. – 1939 b. – Vol. 30, № 3. – P. 551-566.
4. Kulikovskiy M., Lange-Bertalot H., Annenkova N., Gusev E., Kociolek J.P. Morphological and molecular evidence support description of two new diatom species from the genus *Ulnaria* in Lake Baikal // Fottea, Olomouc. – 2016. – № 16 (1). – P. 34–42.
5. Mayr, E. The Biological Species Concept. In: Wheeler Q.D., Meier R., editors. Species Concepts and Phylogenetic Theory: A Debate. – New York: Columbia University Press, 2000. – P. 17-29.
6. Medlin, L.K., Sato, S, Mann, D.G., Kooistra, W. H.C.F. Molecular evidence confirms sister relationship of *Ardissonea*, *Climacosphenia*, and *Toxarium* within the bipolar centric diatoms (Bacillariophyta, Mediophyceae), and cladistic analyses confirm that extremely elongated shape has arisen twice in the diatoms // J. Phycol. – 2008. – Vol.44, №5. – P. 1340-1348.
7. Morales E.A., Hamsher S.E., Manoylov K.M. et al. *Synedra ulna* (Nitzsch) Ehrenb. and allies from rivers in the United States // Thirteenth NAWQA Workshop on Harmonization of Algal Taxonomy (December 9–12, 2004). – 2007. Rep. N 07-03. – P. 6–29.

8. Podunay, Yu.A., Davidovich, O.I., Davidovich, N.A. Mating system and two types of gametogenesis in the fresh water diatom *Ulnaria ulna* (Bacillariophyta) // *Algologia*. – 2014. – Vol. 24, № 1. – P. 3-19.

9. Sabbe, K., Vanhoutte, K., Lowe, R.L., Bergey, E.A., Biggs, B.J.F., Francoeur, S., Hodgson, D., Vyverman, W. Six new *Actinella* (Bacillariophyta) species from Papua New Guinea, Australia and New Zealand: further evidence for widespread diatom endemism in the Australasian region // *Eur. J. Phycol.* – 2001. – Vol. 36. – P. 321-40.

Полисовая А. И.¹, Тихонова Е. А.²

¹Российский Государственный Геологоразведочный Университет имени Серго Орджоникидзе МГРИ-РГГРУ, ул. Миклухо-Маклая, 23, г. Москва 117997

askiz-13@mail.ru

²ФГБУН «Институт морских биологических исследований имени А.О. Ковалевского РАН», пр. Нахимова, 2, г. Севастополь, 299011

tihonova@mail.ru

ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ПОРТОВОЙ АКВАТОРИИ (НА ПРИМЕРЕ БУХТЫ КАМЫШОВОЙ, ЧЕРНОЕ МОРЕ)

Проведено исследование донных отложений бухты Камышовой (Чёрное море), которая является примером портовой акватории. Она расположена между двумя другими бухтами – Круглой и Казачьей – в 13 км от Севастополя и имеет длину 2,8 км. Бухта находится в черте города, рядом расположен благоустроенный жилой микрорайон, который активно застраивается, также идет преобразование её береговой части, что увеличивает антропогенную нагрузку на прибрежную территорию. Поэтому данная акватория является привлекательной для экологических исследований. А одним из более достоверных и показательных объектов являются донные отложения, в которых десятилетиями аккумулируются загрязняющие вещества, попадающие из различных

источников. В связи с вышесказанным, целью работы стал анализ экологического состояния донных отложений бухты Камышовой по следующим физико-химическим параметрам: водородный показатель (рН), окислительно-восстановительный потенциал (Eh), натуральная влажность, содержание хлороформ-

экстрагируемых веществ (ХЭВ) и нефтяных углеводородов (НУ) во временном промежутке (2009, 2012, 2015 г.).

Пробы донных отложений отобраны на постоянных станциях (ст. 35-40) в рамках многолетнего мониторинга отдела морской санитарной гидробиологии ФГБУН Институт морских биологических исследований имени А. О. Ковалевского РАН дночерпателем Петерсена с площадью захвата 0,038 м² в трёх повторностях. Глубина на станциях составляла от 7 до 16 м. Отбирался верхний слой грунта 0-5 см. Всего отобрано 7 проб.

В пробах донных осадков определяли натуральную влажность и концентрацию ХЭВ весовым методом, рН, Eh на рН-метре «Нитрон-рН», количество НУ методом инфракрасной спектроскопии. Полученные результаты по содержанию ХЭВ и НУ пересчитаны на 100 г воздушно-сухого донного осадка (возд.-сух. д.о.).

Донные отложения б. Камышовой были представлены серыми илами с примесью песка, за исключением ракушняка на ст. 39.

Показатели натуральной влажности изменялись от 37% в ракушнях до 71% в илах. Значения рН варьировали от 7,18 до 8,08, а показатели Eh – от +332 в ракушнях до -94 в илах. Известно, что данные показатели определяют способность донных отложений к аккумуляции и преобразованию поступающих загрязнителей.

Среднее количество ХЭВ в 2015 г. колебалось от 19 мг/100 г возд.-сух. д. о. в срединной части бухты до 280 мг/100 г д.о. в её вершине, что в 1,8 раз меньше минимального зафиксированного ранее значения, и в 1,4 раза максимального по сравнению с данными 2012 г.. Однако, при этом наблюдается тенденция роста их содержания на 4-х станций из 7. Данный факт, возможно, связан с ростом антропогенной нагрузки.

Загрязнённость донных осадков подтверждалась полученными данными по содержанию НУ в них. Их концентрация в 2015 г. колебалась от 7,8 до 95,9 мг/100 г д.о., при этом отмечено, что максимальные и минимальные значения соответствуют таковым для ХЭВ. В 2012 г. значения изменялись от 6,3 мг/100 г до 121,6 мг/100 г д.о., тогда как в 2009 г. от 7,1 мг/100 г до 158,8 мг/100 г д.о. соответственно. На 58% исследованных станций значения ХЭВ и НУ оказались выше, чем отмеченные ранее. В 2015 г. процентное соотношение НУ от ХЭВ колебалось от 11% (ст. 35) до 48% (ст. 38). Некоторое увеличение концентраций как ХЭВ, так и НУ в донных отложениях Камышовой бухты может быть связано с увеличением потока транспортных средств и возрастающим количеством жилых застроек в её

прибрежной зоне. Также на её берегах расположен Севастопольский морской рыбный порт, нефтеналивное предприятие «Югторсан», очистные сооружения, цементный завод и котельная. Кроме того, в акваторию бухты постоянно сбрасываются хозяйственно-бытовые стоки из домов офицерского состава и казарм военной части через отстойники, а некоторые стоки сбрасываются и без очистки.

Таким образом, в настоящее время донные отложения б. Камышовой по концентрации ХЭВ относятся ко II-му и III-му уровням загрязнения и распределено по акватории неравномерно. А рост содержания ХЭВ и НУ отмечено на 4 из 7 станциях (58% от всех станций) по сравнению с предыдущими годами исследований. Тем не менее, уровень загрязнения бухты как в 2009, 2012 г., так и в настоящее время остался неизменным.

Работа выполнена в рамках государственного задания ФГБУН ИМБИ «Создание методов и технологий оперативного контроля экологического состояния биоты, оценки и прогноза качества морской среды» (№ 1001-2014-0016).

Прищепа Р.Е.

ФГБУН «Институт морских биологических исследований имени А.О. Ковалевского РАН», пр. Нахимова, 2, г. Севастополь, 299011
prishchepa.raisa@yandex.ru

СТРУКТУРНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СООБЩЕСТВ РЫБ КАРКИНИТСКОГО ЗАЛИВА В НОЯБРЕ 2015 года

Каркинитский залив отличается своеобразными физико-географическими и гидрологическими характеристиками. Бакальской косой и Бакальской банкой залив поделен на два подрайона: западный глубоководный, со скально-каменистыми биотопами, отличающимися высоким видовым разнообразием, и восточный мелководный, с биоценозами мягких грунтов и морских трав. В акватории Каркинитского залива расположен орнитологический заповедник Лебязь острова, где происходит зимовка и гнездование водно-болотных птиц. Распределение солености в заливе во время функционирования Северо-Крымского канала (СКК) было неравномерным; области значительного распреснения (0,99–2,72 ‰) были связаны с местами сброса днепровских вод из рисовых чеков и рыбоводных прудов (заливы Чатырлыкский, Самарчик, где встречались

представители семейства карповые) (Болтачев, Карпова, 2012). Вследствие прекращения работы СКК на территории Крымского полуострова, а также поступления более соленых морских вод из глубоководной части залива через промоину в Бакальской косе, образовавшуюся в результате нарушения технологии добычи песка, произошла замена ихтиофауны эстуарного типа на морскую.

Температура воды Каркинитского залива в течение года изменяется от -1°C зимой до $26,9^{\circ}\text{C}$ летом, соленость близка к черноморской (около 17‰). Мелководные участки залива зимой замерзают, летом из-за слабого водообмена здесь наблюдаются максимальные значения температуры воды (до $33,5^{\circ}\text{C}$) и солености (до 32,23‰). В ноябре 2015 года температура воды в местах отбора проб составляла $7,8-8,5^{\circ}\text{C}$, соленость – 17-18‰, причем в ранее распресненных участках залива после прекращения подачи днепровских вод соленость возросла до 23‰.

Для оценки современного состояния ихтиофауны Каркинитского залива и выявления основных факторов природного и антропогенного воздействия, вызывающих трансформацию сообществ рыб, ежегодно проводится анализ прилова промысловых креветочных вентерей с ячеей 6,5 – 8 мм, устанавливаемых в зарослях морских трав в различных частях Каркинитского залива, при этом осуществляется измерение гидрохимических и температурных характеристик воды.

Материалом для данной работы являются пробы рыб, собранные в ноябре 2015 года в ходе промыслового лова креветки из мелководной части залива: район Лебяжьих островов (залив Самарчик, ранее распресненный), район Бакальской косы (наиболее близкий к открытой части залива), а также глубоководной части (район пос. Межводное). Биологический анализ рыб проведен согласно стандартным методикам. В ходе анализа вычислялись следующие коэффициенты и индексы: индекс видового разнообразия Шеннона (H), коэффициент Серенсена-Чекановского (I_s), индекс видового богатства Маргалефа (D), индекс выравненности Пиелоу (E), индекс доминирования Симпсона (C).

В целом сведения об ихтиофауне Каркинитского залива не являются исчерпывающими. Обобщенно для этого района ранее указывалось около 50 видов рыб (Виноградов, 1960; Световидов, 1964). Дальнейшие ихтиологические исследования с использованием в качестве орудия лова буксируемого сака в районе мелководной части залива позволили обнаружить от 12

видов рыб в районе Бакальской косы до 6 видов в районе Лебяжьих островов (Болтачев, Карпова, 2012). В ноябре 2015 года в приловах креветочных вентерей нами зафиксировано 26 видов рыб из 13 семейств.

Различия с предыдущими исследованиями обусловлены, прежде всего, избирательностью орудий лова. Наибольшим видовым богатством отличалось семейство бычковые (Gobiidae) – 8 видов. Семейство кефалевые (Mugilidae) было представлено 4-мя видами, игловые (Syngnathidae) и губановые (Labridae) 2-мя видами, еще 10 семейств – по одному виду.

Сходными по видовому богатству были район Бакальской косы и пос. Межводное (16 и 18 видов соответственно, в то время как в районе Лебяжьих островов было зарегистрировано 7 видов рыб). Общими для всех трех районов были следующие виды: атерина черноморская (*Atherina pontica* (Eichwald, 1831)), бычок песочник (*Neogobius fluviatilis* (Pallas, 1814)), бычок кругляк (*Neogobius melanostomus* (Pallas, 1814)), бычок цуцик (*Proterorhynchus marmoratus* (Pallas, 1814)).

Доминирующими по численности видами были атерина (85,1% от всего количества рыб в районе Бакальской косы и 90,4% – в районе Межводного) и бычок песочник (52% в районе Лебяжьих островов, в то время как доля атерины в улове составляла здесь всего 14,5%). Доля других видов рыб в уловах была незначительной – в районе Бакальской косы и Межводного кроме атерины выделялся бычок травяник (11,2 и 3,3 % соответственно). В районе Лебяжьих островов кроме атерины и бычка песочника вклад в общий состав улова внесли бычок цуцик (19,6%) и бычок кругляк (12,5%).

Видовое сходство на уровне значения $I_s=0,5$ наблюдалось между районами Лебяжьих островов и Бакальской косы (0,545) и Межводного и Бакальской косы (0,529) (табл. 1). Здесь обнаружено близкое число видов, чем обусловлено видовое сходство между ними. Если ранее в районе Лебяжьих островов встречались пресноводные рыбы (Болтачев, Карпова, 2012), то в последнее время пресноводная ихтиофауна здесь полностью элиминировала.

Наименьшее сходство наблюдалось между районами Межводное и Лебяжьи острова ($I_s=0,333$): первый – относящийся к глубоководной части, соседствующий с каменистыми биотопами, в связи с этим здесь отмечались скорпена (*Scorpaena porcus*) и бычок кобитис (*Gobius cobitis*), второй – мелководный, ранее распреденный, с ихтиоценами зарослей морских трав.

Таблица 1 – Индексы видового разнообразия для районов Каркинитского залива

Индексы	Район			I _s			
	Бак. коса	Леб. о-ва	Межв.	Район	Бак. коса	Леб. о-ва	Межв.
Н	0,842	1,831	0,750	Бак.коса	х		
D	1,984	0,819	2,407	Леб.о-ва	0,545	х	
С	0,737	0,346	0,819	Межв.	0,529	0,333	х
Е	0,210	0,652	0,180				

Максимальное значение индекса Шеннона (Н) зафиксировано для района Лебяжьих островов (Н=1,831), но при малом видовом богатстве (D=0,819) этот показатель может оказаться неинформативным.

Для Бакальской косы и Межводного значение индекса Шеннона было близким, что связано со сходным видовым богатством в этих районах. Малое видовое богатство для района Лебяжьих островов также обуславливает низкое значение индекса доминирования (С=0,346).

Таким образом, в связи с изменением гидрохимических условий Каркинитского залива, доказано исчезновение пресноводных видов в некоторых его участках, выявлена замена пресноводной ихтиофауны на морскую.

Отмечена тенденция увеличения видового богатства при снижении выравненности и увеличения доминирования в сторону западной глубоководной части Каркинитского залива (район Межводного).

Список использованной литературы

1. Болтачев, А.Р. Особенности структуры ихтиоценов биоценоза морских трав западного Крыма и Каркинитского залива / А.Р. Болтачев, Е.П. Карпова // Современные рыбохозяйственные и экологические проблемы Азово-Черноморского региона: материалы VII Международной конференции. Керчь, 20-23 июня 2012 г. – Керчь: ЮгНИРО, 2012. – Т.1. – С. 140 – 147.

2. Виноградов, К.О. Ихтиофауна північно-західної частини Чорного моря / К.О. Виноградов. – К.: Вид. АН УРСР, 1960. – 116 с.

3. Световидов, А.Н. Рыбы Черного моря / А.Н. Световидов. – М.: «Наука», 1964. – 551 с.

Рамазанова М.Г., Абдуллаева Н.М.

ФГБОУ ВО Дагестанский государственный университет
ул. Гаджиева, 43-а, г. Махачкала, Республика Дагестан, 367000
madrijat@mail.ru

МОРФОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ КРАСНОЙ КРОВИ СТЕРЛЯДИ (*ACIPENSER RUTHENUS*), ВЫРАЩИВАЕМЫХ В УЗВ

Особенно актуальной в современных условиях антропогенной нагрузки становится необходимость сохранения, восстановления и увеличения популяций ценных видов осетровых рыб [5, С. 116]. В связи с этим перспективно расширение рыбоводных систем с замкнутым циклом водообеспечения, позволяющих осуществлять круглогодичное выращивание любых видов аквакультуры вне зависимости от климатических условий. Для получения здоровых рыб при разведении в искусственных условиях, необходимо проведение систематически гематологических исследований [4, с.64, 1, 17].

В связи с этим, целью наших исследований явилось изучение показателей красной крови стерляди (*Acipenser ruthenus*), выращиваемых в условиях замкнутого водоснабжения.

Объектом исследования служили сеголетки стерляди (*Acipenser ruthenus*), которые выращивались в искусственных условиях в ОАО «Широкольский рыбокомбинат». Для изучения гематологических показателей брали кровь из хвостовой вены прижизненно. При подсчете общего количества форменных элементов крови использовали камеру Горяева. Для определения морфологической картины клетки крови идентифицировали по классификации Н. Т. Ивановой (1983). Количество гемоглобина определяли на аппарате «МиниГЕМ–540» [2, С.67].

При изучении периферической крови рыб у стерляди (*Acipenser ruthenus*), выяснилось, что концентрация гемоглобина находилась на уровне 113 г/л. Полученные показатели оказались выше литературных (92 г/л).

По нашим данным в среднем количество эритроцитов у *Acipenser ruthenus* составило $0,50 \times 10^6$ мкл., что ниже по сравнению с показателями молоди стерляди, приведенными в литературе ($0,98 \times 10^6$ мкл). Цитоморфологический анализ эритроцитов показал, что они имели овальную форму и ровные контуры. Ядра были округлой формы (рис.1.).

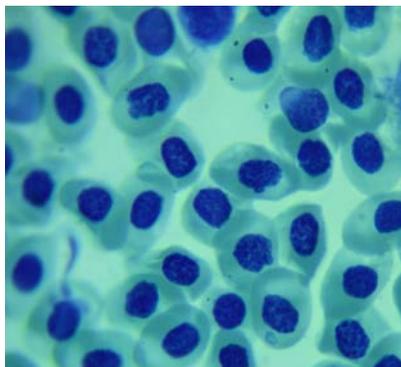


Рис.1. – Эритроциты стерляди (*Acipenser ruthenus*)

При изучении мазков было выявлено, что иногда эритроциты имели неправильную форму, с инвагинациями. Встречались клетки вытянутой, серповидной формы – пойкилоцитоз. Ядра таких эритроцитов имели небольшие выпячивания, что придавало их поверхности шероховатую поверхность. Встречались разноразмерные эритроциты (анизацитоз). Подобные отклонения составляли 8-9% от общего количество эритроцитов (рис.1). Анизо- и пойкилоцитоз – неспецифические признаки анемий различного генеза.

Итак, морфофизиологический анализ гемограммы сеголеток стерляди (*Acipenser ruthenus*), выращенных в бассейнах ОАО «Широкольский рыбокомбинат», показал, что в количественном отношении показатели красной крови оказались ниже литературных, также малый процент клеток красной крови (8-9%) имели незначительные деструктивные нарушения. Количество гемоглобина напротив оказалось повышенным. Данные явления свидетельствуют о возможной анемии и функциональной недостаточности кроветворных органов.

Список использованной литературы

1. Григорьев, С. С. Индустриальное рыбоводство: Биологические основы и основные направления разведения рыбы индустриальными методами /С.С. Григорьев, Н.А. Седова – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2008. – 186 с.
2. Иванова, Т.Н. Атлас клеток крови рыб /Иванова Т.Н. – Москва: «легкая и пищевая промышленность», 1983. – 200 с.
3. Особенности выращивания бестера в условиях зарегулирования параметров водной среды / Е.Н. Пономарева,

М.Н. Сорокина, М.М. Богатырева, Д.Э. Потапов // Вестник АГТУ. 2006. №3. С.64-70

4. Распопов, В.М. Морфофизиологические особенности популяции русского осетра Волго-Каспийского бассейна / В.М. Распопов, Ю.В. Сергеева// Вестник АГТУ. Серия: Рыбное хозяйство. 2016. №4. С.111-121.

Ревкова Т.Н.

ФГБУН «Институт морских биологических исследований имени А.О. Ковалевского РАН»,
пр. Нахимова 2, г. Севастополь, 299011

НОВЫЕ ВИДЫ СЕМЕЙСТВА MICROLAIMIDAE (NEMATODA) ИЗ ЧЁРНОГО МОРЯ

MicroLaimidae – одно из широко распространенных и многочисленных семейств свободноживущих нематод в глубоководных зонах Тихого, Индийского, Атлантического океанов и Средиземноморья (Lambshed *et al.* 2003, Gallucci *et al.* 2009, Giere 2009). Максимальная глубина обнаружения представителей данного семейства – 7800 м отмечена в южной части Тихого океана (Gambi *et al.* 2003). В ряде работ отмечается формирование представителями данного семейства зон повышенной плотности и на небольших глубинах (Vanaverbeke *et al.* 1997, Liu *et al.* 2007, Semprucci *et al.* 2013).

Семейство включает в себя 13 родов и около 120 видов. Характеризуется часто желтовато-буроватым телом. Кутикула обычно отчетливо кольчатая (единственное исключение *Ixonema*), без боковой дифференциации; мелко пунктированная или покрыта шипами. Кутикула головы гладкая; передние сенсиллы шесть + шесть + четыре: внутренние губные сенсиллы в виде мелких сосочков, наружные губные сенсиллы в виде сосочков или коротких щетинок, головные сенсиллы обычно более длинные – щетинки. Амфидиальная фовея круглая с перерывом в задней части, очень редко мультиспиральная. Фарингостома со склеротизированными стенками; небольшой дорсальный зуб и два противоположных субвентральных; зубы обычно присутствуют или без вооружения. Глотка на конце с округлом мускулистым бульбусом. Вентральная пара обычно позади нервного кольца. Два противоположно вытянутых яичника. Единственный передний или два противоположно направленных семенника. Хвост конический.

Два рода и четыре вида семейства *Microlaimidae* известны для Чёрного моря: *Pseudomicrolaimus murinae* Sergeeva, 1976, *Microlaimus globiceps* De Man, 1880, *M. kaurii* Wieser, 1954 и *M. ponticus* Sergeeva, 1976. Нематоды рода *Microlaimus* зарегистрированы в различных районах Чёрного моря на глубинах от 5 до 2080–2121 м.: у открытых берегов Крыма, в лимане Донузлав, у берегов Румынии, на Украинском участке шельфа и глубоководные районы, ассоциированные с метановыми сипами (Sergeeva 2003a, 2003b, Kulakova 2013, Mureşan 2012, 2014). Род *Aronema* впервые отмечен для данного водоема. В настоящей время приводится описание и иллюстрации двух новых видов рода: *Aronema* и *Microlaimus*.

Список использованной литературы

1. Кулаков, И.И. (2013) Современное состояние фауны свободноживущих нематод одесского морского региона. Вестник ОНУ. серия: Биология, 18(3), 49–60.
2. Сергеева, Н.Г. (2003a) Мейобентос рыхлых грунтов шельфа Крыма. Современное состояние биоразнообразия прибрежных вод Крыма (черноморский сектор) / Под ред. В.Н. Еремеева, А.В. Гаевской; НАН Украины, Институт биологии южных морей. – Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 248–251.
3. Сергеева, Н.Г. (2003b) Мейобентос лимана Донузлав. Современное состояние биоразнообразия прибрежных вод Крыма (черноморский сектор) / Под ред. В.Н. Еремеева, А.В. Гаевской; НАН Украины, Институт биологии южных морей. – Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 251–258.
4. Gallucci, F., Moens, T. & Fonseca, G. (2009) Small-scale spatial patterns of meiobenthos in the Arctic deep sea. *Marine Biodiversity*, 39, 9–25.
5. Gambi, C., Vanreusel, A., Danovaro, R. (2003) Biodiversity of nematode assemblages from deep-sea sediments of the Atacama Slope and Trench (South Pacific Ocean). *Deep-Sea Research I*, 50, 103–117.
6. Giere, O. (2009) *Meiobenthology. The microscopic motile fauna of aquatic sediments*. 2nd Edition. Springer, Berlin Heidelberg, 527 pp.
7. Lambshead, P.J.D., Brown, C.J., Ferrero, T.J., Hawkins, L.E., Smith, C.R. and Mitchell, N.J. (2003) Biodiversity of nematode assemblages from the region of the Clarion-Clipperton Fracture Zone, an area of commercial mining interest. *BioMedCentral Ecology*, 3, 1–12.

7. Liu X.S., Zhang Z.N., Huang, Y. (2007) Sublittoral meiofauna with particular reference to nematodes in the southern Yellow Sea, China. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 71(3–4), 616–628.

8. Mureşan, M. (2012) Assessment of free-living marine nematodes community from the NW Romanian Black Sea shelf. *Geo-Eco-Marina*, 133–145.

9. Mureşan, M. (2014) Diversity and distribution of free-living nematodes within periazoic level on the Romanian Shelf of the Black Sea. *Geo-Eco-Marina*, 19–28.

10. Semprucci, F., Colantoni, P., Baldelli, G., Sbrocca, C., Rocchi, M. & Balsamo, M. (2013) Meiofauna associated with coral sediments in the Maldivian subtidal habitats (Indian Ocean). *Marine Biodiversity*, 43, 189–198.

11. Vanaverbeke, J., Arbizu, P.M., Dahms, H.U., Schminke, H.K. (1997) The metazoan meiobenthos along a depth gradient in the Arctic Laptev Sea with special attention to nematode communities. *Polar Biology* 18, 391–401.

Рогачева Х.П., Вотинова Т.В.

ФГБНУ «Азовский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства», улица Береговая, д. 21В, , г. Ростов-на-Дону, 344002
info@azniirkh.ru

СОВРЕМЕННЫЙ УРОВЕНЬ ЗАГРЯЗНЕНИЯ РЕКИ ТЕМЕРНИК

Темерник – равнинная река, протекающая по Ростовской области и являющаяся правым притоком реки Дон. Длина реки – 35.5 км, из которых 18 км протекает по территории Ростова-на-Дону [1].

Современное состояние бассейна реки Темерник является естественным результатом трехвекового неконтролируемого цивилизационного воздействия, основанного на понимании ее основного предназначения в качестве общегородской сливной ямы [3]. Её поверхностные воды максимально подвержены загрязнению системами городских территорий. В результате накопления токсичных веществ, наблюдается ухудшение качества воды в городской черте и ниже по течению.

Экологическая безопасность и рациональное использование водных объектов, как источников чистой воды, зависит от степени их загрязненности и заиленности донными отложениями. Загрязняющие вещества совместно с поверхностным стоком,

образующимся на водосборе, промышленными и бытовыми сбросами, и привносимые из атмосферного воздуха, поступают в водные объекты и по мере их накопления ухудшают их экологическое состояние и провоцируют интенсивное образование донных отложений.

Известно, что очистительные работы водоема ведутся с 2000 года, однако они не приносят должного результата, так как сбросы в водоем продолжают, а река по-прежнему мельчает[2].

Для выявления уровня загрязнения, были проведены исследования проб воды на содержание основных токсикантов, а именно тяжелых металлов (железо, марганец, медь, свинец, кадмий, ртуть и мышьяк), АСПАВ, суммы летучих фенолов, нефтепродуктов, суммы полихлорбифенилов и хлорорганических пестицидов (альфа-ГХЦГ, бетта-ГХЦГ, гамма-ГХЦГ, п,п-ДДЕ, п,п-ДДД, п,п-ДДТ). Данные по превышению предельно допустимых концентраций (ПДК) основных загрязняющих веществ приведены в табл. 1.

Таблица 1 – Кратность превышения предельно допустимых концентраций (ПДК) основных загрязняющих веществ на четырех участках р. Темерник

Определяемый компонент	Кратность превышения ПДК по участкам			
	Точка 1 (16.1 км выше по течению от ЖД вокзала)	Точка 2 (15.9 км выше по течению от ЖД вокзала)	Точка 3 (7.9 км выше по течению от ЖД вокзала)	Точка 4 (район железнодорожного вокзала)
Железо	4.1	1.2	<ПДК	1.7
Марганец	170.0	14.7	10.1	30.5
Медь	1.2	1.3	1.1	3.4
Нефтепродукты	12.8	25.4	11.6	16.6
ΣХОП	<ПДК	<ПДК	<ПДК	3.0
ΣПХВ	<ПДК	1.2	2.1	1.5

Исследование показало, что в воде, отобранной на точке 1 (16.1 км выше по течению от ЖД вокзала) концентрация нефтепродуктов превысила ПДК для пресноводных объектов в 12.8 раз (ПДК 0.05 мг/дм³). Было так же отмечено превышение концентрации железа (4.1 ПДК), марганца (170 ПДК) и меди (1.2 ПДК). Концентрации свинца, мышьяка и кадмия были низкими и не превышали ПДК, а концентрация ртути не превышала предел обнаружения. Концентрации суммы полихлорбифенилов и хлорорганических пестицидов так же не превышали ПДК.

В пробе, отобранной в точке 2 (15.9 км выше по течению от ЖД вокзала) концентрация нефтепродуктов составила 25.4 ПДК, а

концентрация суммы полихлорбифенилов 1.2 ПДК. Наблюдалось превышение концентрации железа (1.2 ПДК), марганца (14.7 ПДК) и меди (1.3 ПДК). Концентрация свинца и хлорорганических пестицидов не превышала ПДК. Концентрации мышьяка, кадмия и ртути не превышали предел обнаружения.

В воде, отобранной в 7.9 км выше по течению от ЖД вокзала (точка 3) концентрация нефтепродуктов составила 11.6 ПДК. Концентрация суммы полихлорбифенилов так же была достаточно высока и составила 2.1 ПДК. Было отмечено превышение концентрации марганца и меди в 10.1 и 1.1 раза соответственно. Концентрации свинца, мышьяка, кадмия и хлорорганических пестицидов не превышали ПДК. Концентрация АСПАВ и суммы летучих фенолов так же не превышала ПДК.

В пробе, отобранной в точке 4 (район железнодорожного вокзала) концентрация нефтепродуктов составила 16.6 ПДК. Наблюдалось превышение концентрации железа (1.7 ПДК), марганца (30.5 ПДК) и меди (3.4 ПДК). Концентрации суммы полихлорбифенилов и хлорорганических пестицидов были достаточно высокими и составили 1.5 ПДК и 3.0 ПДК соответственно.

Концентрации свинца, кадмия и мышьяка не превышали ПДК, а концентрация ртути была меньше предела обнаружения. Концентрация АСПАВ и суммы летучих фенолов так же не превышала ПДК.

Наиболее сильные превышения ПДК на всех точках были отмечены для марганца и нефтепродуктов. Существует два источника внесения марганца в воды: естественный (разложение водных животных и растительных организмов, выщелачивание железомарганцевых руд и других минералов, содержащих марганец) и антропогенный (промышленные предприятия). Источники поступления нефтепродуктов в водные объекты можно разделить на биогенные (естественное содержание углеводов в воде) и антропогенные (поступление с недостаточно очищенными сточными водами и атмосферными осадками).

Задачей в 2017 году является комплексное изучение и обобщение основных проблем и рисков, связанных с современным состоянием реки Темерник, и разработки на этой основе плана краткосрочных и долгосрочных мер для оздоровления бассейна этой природной зоны города Ростова-на-Дону [3].

Целью проекта является качественное улучшение условий жизни ростовчан на базе трансформации очага экологического

заражения в парковое рекреационное пространство общегородского значения [3].

Список использованной литературы

1. Словари и энциклопедии на Академике: Темерник – [Электронный ресурс]. URL: <http://dic.academic.ru/dic.nsf/ruwiki/303011> (дата обращения 28.06.17)

2. Чагаев Шагин, Биологическая очистка Темерника (предложение Ростовского института «Водоканалпроект») – 2000. – [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.relga.ru/Environ/WebObjects/tgu-www.woa/wa/Main?textid=1469&level1=main&level2=articles> (дата обращения 28.06.17)

3. Концепция проекта реабилитации реки Темерник с обустройством береговых полос в общегородской экологический парк – 2016. – [Электронный ресурс]. Системные Требования: Adobe Acrobat Reader – URL: http://azov-predtecha.ru/sites/default/files/концепция_s_oblozhkoy.pdf (дата обращения 28.06.17)

Романенко Г.А.^{1,2}

¹ Алтайский филиал ФГБНУ «Госрыбцентр», ул. Пролетарская, 113, г. Барнаул, 656043, artemia@alt.ru

² Новосибирский государственный аграрный университет, ул. Добролюбова, 160, г. Новосибирск, 630039 geo403@yandex.ru

ОСОБЕННОСТИ СЕРЕБРЯНОГО КАРАСЯ (*CARASSIUS AURATUS* (LINNAEUS, 1758)) В ВОДНЫХ ОБЪЕКТАХ АЛТАЙСКОГО КРАЯ И РЕСПУБЛИКИ АЛТАЙ

Серебряный карась – *Carassius auratus* (Linnaeus, 1758) отмечен в Алтайском крае одним из доминирующих видов ихтиофауны. В системе реки Обь уловы карася стабильно занимают третье место, после леща и плотвы, в озерных системах – первое (Романенко, 2016). В водоемах Республики Алтай серебряный карась последние двадцать лет активно расширяет ареал за счет интродукции и последующего саморасселения (Голубцов, Малков, 2007).

Исследования осуществлялись на модельных водных объектах Алтайского края и Республики Алтай в вегетационный сезон 2015 г. по общепринятым в ихтиологии методикам (Правдин, 1966). В Алтайском крае в качестве модельных были выбраны: река Обь с протокой Нижняя Заломная в границах Каменского района и озеро Песчаное Бурлинского района; в Республике Алтай – озеро Теньгинское Онгудайского района. У серебряного карася определялся размерно-возрастной, половой состав и репродуктивные показатели самок.

Анализ возрастного состава уловов серебряного карася исследованных водных объектов выявил наличие 4-9 возрастных групп (таблица 1). Основу уловов в Алтайском крае составили экземпляры в возрасте 3+-4+, в Республике Алтай – 4+-6+ лет.

Таблица 1 – Размерно-возрастная характеристика уловов серебряного карася исследованных водоемов, 2015 год

Возраст, лет	Промысловая длина тела, мм		Масса рыб, г		Возрастные группы, %
	среднее	lim	среднее	lim	
Река Обь, протока Нижняя Заломная в границах Каменского района Алтайского края					
2+	179,5	155,0-220,0	194,9	144,0-302,0	8,7
3+	209,8	175,0-250,0	331,6	182,0-471,0	32,5
4+	239,6	215,0-265,0	495,1	369,0-726,0	35,7
5+	259,2	240,0-280,0	607,9	274,0-767,0	19,0
6+	284,0	270,0-310,0	807,2	661,0-968,0	4,1
Озеро Песчаное Бурлинского района Алтайского края					
1+	177,3	167,0-187,0	186,7	166,0-202,0	3,3
2+	191,5	127,0-222,0	275,7	164,0-392,0	27,5
3+	213,6	178,0-246,0	357,3	206,0-482,0	42,5
4+	218,7	205,0-228,0	396,6	358,0-440,0	26,7
оз. Теньгинское Онгудайского района Республики Алтай					
2+	157,5	145,0-170,0	127,0	98,0-156,0	4,9
3+	198,3	195,0-200,0	290,0	248,0-314,0	7,3
4+	228,7	215,0-250,0	404,7	362,0-476,0	24,4
5+	248,4	234,0-260,0	516,0	467,0-559,0	24,4
6+	266,4	250,0-280,0	637,3	562,0-751,0	17,1
7+	297,5	290,0-310,0	906,0	836,0-1024,0	9,8
8+	298,3	285,0-315,0	939,67	906,0-981,0	7,3
9+	300,0	300,0-300,0	946,00	946,0-946,0	2,4
10+	375,0	375,0-375,0	1322,00	1322,0-1322,0	2,4

Следует отметить, что в водных объектах Алтайского края, расположенных в равнинной лесостепной зоне, возрастной ряд у серебряного карася относительно короток – не было отмечено особей старше 7 лет, в то же время в горном озере Теньгинское Республики Алтай отмечены экземпляры старше 10 лет. Данный факт можно объяснить более развитым промышленным и спортивно-любительским рыболовством на территории края и

ярко выраженной антропогенной нагрузкой на водоемы. На реках и озерах Республики Алтай, согласно Правилам рыболовства для Западно-Сибирского рыбохозяйственного бассейна, промышленное рыболовство запрещено, водные биологические ресурсы осваиваются исключительно немногочисленными рыбаками-любителями. Ввиду относительной труднодоступности, отсутствия в ихтиофауне крупных естественных хищников и проточности водоема, в водной экосистеме озера Теньгинское сложились условия, способствующие увеличению продолжительности жизни у рассматриваемого нами вида.

У серебряного карася, обитающего в рассмотренных модельных водных объектах Алтайского края, отмечены высокие темпы линейного и весового роста – на пятом году жизни особи в среднем достигают промысловой длины 229,2 мм и массы 445,9 г. Особи озера Теньгинское же характеризуются очень низкими темпами роста, тем не менее в ходе исследования здесь отмечены рекордные по длине и массе экземпляры – 375,0 мм и 1322,0 г.

Соотношение самцов и самок в рассматриваемых популяциях составляет 1:2. Половозрелости серебряный карась р. Обь и оз. Песчаное достигает в 3-4 года, в оз. Теньгинское – 4-5 лет. Абсолютная плодовитость колеблется от 10 до 85 тыс. икринок, с возрастом имеет тенденцию к увеличению.

Полученные в ходе исследования результаты закладывают основы системного подхода к изучению серебряного карася на территории Республики Алтай и его особенностей в различных климатических и ландшафтных зонах Южной Сибири.

Список использованной литературы

1. Романенко, Г.А. Оценка водных биоресурсов речной системы Алтайского края [Текст] // Современные тенденции развития науки и технологий. – Белгород, 2016. – № 9-2. – С. 69-73.
2. Голубцов, А.С., Малков Н.П. Очерк ихтиофауны Республики Алтай: систематическое разнообразие, распространение и охрана [Текст]. – М.: Т-во науч. изд. КМК, 2007. – 164 с.
3. Правдин, И.Ф. Руководство по изучению рыб (преимущественно пресноводных) [Текст] / Под ред. П.А. Дрягина и В.В. Покровского. – М.: Пищевая промышленность, 1966. – 375 с.
4. Об утверждении правил рыболовства для Западно-Сибирского рыбохозяйственного бассейна [Текст]: Приказ Министерства сельского хозяйства России № 402 от 22.10.2014

Русанова В.А., Походина М.А

ФГБНУ «Камчатский научно-исследовательский институт
рыбного хозяйства и океанографии», Набережная, 18,
г. Петропавловск-Камчатский, 683000
rus-v06@yandex.ru

**К ВОПРОСУ ОБ ИЗМЕНЕНИИ МИКРОКОМПОНЕНТНОГО
СОСТАВА ВОДЫ ПРИ ДЛИТЕЛЬНОМ ХРАНЕНИИ**

В работе экспериментально была подтверждена обоснованность требований ГОСТ 31861-2012 «Вода. Общие требования к отбору проб» [1] в разделе максимальный и рекомендуемый срок хранения проб на гидрохимию.

Цель – оценить изменения содержания фосфора (PO₄), кремния (Si), нитритов (NO₂), нитратов (NO₃), аммония (NH₄) после длительного хранения проб.

Была поставлена задача определить динамику содержания биогенов в не фиксированной и фиксированной пробе во время длительного хранения пробы через 1, 2, 3, 4, 5, 10, 20, 30 дней;

Материалом для исследования послужили пробы воды из р. Большая (Камчатка), отобранные в 2017 году в апреле (1 проба) и в мае (2 проба) (табл.1).

Таблица 1 – Результаты определения фосфора, аммония, кремния, нитритов и нитратов

Проведенные измерения	Пробы	PO ₄ мг/л	NH ₄ мг/л	NO ₂ мг/л	NO ₃ мг/л	Si мг/л	Способ консервирования по ГОСТ 31861-2012 «Вода. Общие требования к отбору проб»		
							Компонент	Добавка	Хранение
1 день	1	0,005	0,045	0,005	0,039	5,8	Аммоний	1-2 мл хлороформа	1 сут.
	2	0,022	0,170	0,010	0,174	8,3			
2 день	1	0,003	0,037	0,005	0,030	5,7	Нитраты		3 сут.
	2	0,020	0,162	0,010	0,165	8,1			
3 день	1	0,003	0,037	0,002	0,023	5,7	Нитриты		3 сут.
	2	0,018	0,162	0,007	0,158	8,1			
4 день	1	0,003	0,037	0,002	0,012	5,7	Фосфаты	Не консервируют	В день отбора
	2	0,017	0,160	0,007	0,150	8,1			
5 день	1	0,003	0,037	0,002	0,010	5,6	Кремний	Не консервируют	3 сут.
	2	0,015	0,160	0,007	0,146	8,0			
10 день	1	0,003	0,029	0,002	0,009	5,3			
	2	0,015	0,151	0,006	0,141	7,9			
20 день	1	0,002	0,024	0,001	0,009	5,2			
	2	0,011	0,147	0,006	0,141	7,6			
30 день	1	0,002	0,023	0,001	0,009	5,2			
	2	0,011	0,146	0,006	0,141	7,6			

Консервация пробы не обеспечивает постоянства состава воды неограниченно долго. Она лишь сохраняет на определенное время соответствующий компонент в воде, что позволяет доставить пробы к месту анализа. Для получения достоверных результатов анализ воды следует выполнять как можно быстрее. В воде протекают процессы окисления-восстановления, сорбции, седиментации, биохимические процессы, вызванные жизнедеятельностью микроорганизмов и др. В результате некоторые компоненты могут окисляться или восстанавливаться: нитраты – до нитритов или ионов аммония, и т.п. Соответственно могут изменяться и органолептические свойства воды – запах, привкус, цвет, мутность. Биохимические процессы можно замедлить, охладив воду до температуры 4–5°C [2].

Для определения таких показателей как аммоний, фосфор, нитриты, нитраты, кремний, используем в роли консерватора хлороформ. В табл. 1 приведены способы консервации, а также особенности отбора и хранения проб.

Не всегда есть возможность привести пробы на следующий день, если отбор проб проходит в отдаленных точках, добраться до которых можно только вертолетом. По этим причинам пробы в лабораторию доставляются с задержкой.

Поступившие в лабораторию пробы обработали в двух повторениях согласно методикам [3,4,5,6,7] через пару часов после отбора, затем их тут же фиксировали 4 мл хлороформа на 2 л пробы воды. Пробы на период эксперимента хранились при температуре 3-5 °С в холодильнике. Содержание всех биогенных элементов в пробе воды постепенно снижалось в течение всего периода исследования (табл.1).

В результате проведенных исследований подтвердилась правомерность отдельных рекомендаций по консервации и условиям хранения.

Список использованной литературы

1. ГОСТ 31861-2012. Вода. Общие требования к отбору проб. – Введ. 01.01.14. – М.: Стандартиформ, 2013. – 40 с. – (Межгосударственный стандарт)
2. Гидрохимический анализ / Е.Е. Стойкова, Э.П. Медянцева, Г.А. Евтюгин. – Казань, Казанский (Приволжский) федеральный университет, 2010. – 49 с.
3. Массовая концентрация нитратов в водах. Методика выполнения измерений фотометрическим методом с реактивом Грисса после восстановления в кадмиевом редуторе: РД 52.24.380-2006: утв. зам. руководителя Росгидромета 20.06.2006:

ввод в действие с 07.01.2006. – Ростов-на-Дону: Росгидромет, 2006. – 34 с.

4. Массовая концентрация нитритов в водах. Методика выполнения измерений фотометрическим методом с реактивом Грисса: *РД 52.24.381-2006*: утв. зам. руководителя Росгидромета 27.03.2006: ввод в действие с 04.01.2006. – Ростов-на-Дону: Росгидромет, 2016. – 27 с.

5. Массовая концентрация фосфатов и полифосфатов в водах. Методика выполнения измерений фотометрическим методом: *РД 52.24.382-2006*: утв. зам. руководителя Росгидромета 27.03.2006: ввод в действие с 04.01.2006. – Ростов-на-Дону: Росгидромет, 2006. – 27 с.

6. Массовая концентрация кремния в поверхностных водах суши. Методика выполнения измерений фотометрическим методом в виде желтой формы молибденокремниевой кислоты: *РД 52.24.433-2005*: утв. зам. руководителя Росгидромета 15.06.2005: ввод в действие с 07.01.2005. – Ростов-на-Дону: Росгидромет, 2005. – 25 с.

7. Массовая концентрация аммиака и ионов аммония в водах. Методика выполнения измерений фотометрическим методом с реактивом Несслера: *РД 52.24.486-2009*: утв. зам. руководителя Росгидромета 08.07.2009: ввод в действие с 09.01.2009. – Ростов-на-Дону: Росгидромет, 2009. – 33 с.

**Русановская О.О., Пислегина Е.В, Кращук Л.С.,
Шимараева С.В., Зилов Е.А.**

Научно-исследовательский институт биологии ФГБОУ ВО «ИГУ»
ул. Ленина, 3, г. Иркутск, 664003
Rusanovskaya-o.o@mail.ru

ДИНАМИКА ЧИСЛЕННОСТИ ПЛАНКТОННЫХ КОЛОВРАТОК В ПЕЛАГИАЛИ ЮЖНОГО БАЙКАЛА (2005-2014 гг.)

В последние десятилетия наблюдается возрастание антропогенного пресса на экосистему озера Байкал [2]. Сетный зоопланктон озера Байкал представлен веслоногими и ветвистоусыми ракообразными и коловратками. Коловратки, благодаря своим небольшим размерам и способности быстро наращивать численность являются одним из наиболее чувствительных компонентов водных экосистем, способным быстро реагировать на изменение экологических условий.

В комплексе планктонных коловраток озера Байкал традиционно выделяют три группы – круглогодичные, зимне-весенние (подлёдные) и летне-осенние коловратки [1]. Круглогодично в планктоне встречаются *Kellicottia longispina* Kellicot, *Keratella quadrata* Muller, 1786, *Keratella cochlearis* Gosse и *Filinia terminalis* Plate. К зимне-весенним видам относят *Synchaeta pachypoda* Jaschnov, *Synchaeta pachypoida* Kutikova et Vassiljeva, *Notholca grandis* Voronkov, *Notholca intermedia* Voronkov, *Collotheca* sp. Figs. В летне-осенний период развиваются *Synchaeta* sp., *Synchaeta* sp. sp., *Synchaeta stylata* Wierzejski, *Polyarthra* sp., *Conochilus unicornis* Rousselet, *Euchlanis dilatata dilatata* Ehrenberg, *Asplanchna priodonta priodonta* Gosse, *Asplanchna herricki* Guerne. Эндемичными для Байкала видами являются: *S. pachypoda*, *S. pachypoida*, *N. grandis*, *N. intermedia*.

Материалом для анализа послужили данные круглогодичных еженедельных сборов проб сетного зоопланктона на постоянной станции (Т. № 1; 51°52'48" с.ш.; 105°05'02" в.д.) в открытой части Южного Байкал в 2005-2014 г. [3]. Орудием лова служила планктонная сеть Джели с диаметром входного отверстия 37,5 см, размером ячеи 0,099 мм [4]. Облавливали слой 0-50 м по фракциям 50-25, 25-10, 10-0 м.

В исследуемый период численность коловраток в слое 0-50 м изменялась от 157,66 тыс.экз. м⁻² (2012 г.) до 13057,59 тыс.экз. м⁻² (2014 г). Концентрировались они, в основном, в наиболее прогретом и богатом фитопланктоном слое 0-10 м. В нижележащих слоях (10-25, 25-50 м) численность коловраток плавно снижалась. Доля коловраток от общего числа зоопланктонтов в разные годы составляла от 0,04 % (2013 г.) до 48,55% (2014 г.). Их видовой состав в исследуемый период насчитывал 17 видов. Доминируют по численности круглогодичные виды, минимальная численность у коловраток зимне-весеннего комплекса. Наиболее высокая численность коловраток отмечена в 2005, 2008 и 2014 г. Их доля в общей численности зоопланктона в эти годы составляет 16,5%, 28,30% и 48,55%, соответственно. Минимальная численность коловраток наблюдалась в 2010-2013 гг., их доля от общего числа зоопланктонтов составляла 2,12%, 4,04%, 1,62% и 0,04 %, соответственно.

В 2005 г. доля коловраток в зоопланктоне пелагиали Южного Байкала составляет 16,5%. Видовой состав представлен 12 видами. Лидирующее положение занимают круглогодичные виды *K. quadrata* (2278,68 тыс. экз. м⁻²) и *K. longispina* (1164,31 тыс. экз. м⁻²). Представители зимне-весеннего комплекса

малочисленны, в летне-осеннем комплексе доминирует *C. unicornis* (5544,63 тыс. экз. м⁻²).

В 2006 г. доля коловраток составила 12,3% при доминировании *K. longispina* (777,14 тыс. экз. м⁻²) и летне-осеннего вида *C. unicornis* (772,54 тыс. экз. м⁻²). Видовой состав представлен 11 видами.

В 2007 г. коловратки представлены 15 видами, видовое разнообразие увеличилось за счет *Polyarthra* sp, *E. dilatata dilatata*, *A. herricki* и *Collotheca* sp. Доля коловраток составляет 16%, главным образом, за счет массового развития теплолюбивого *C. unicornis* (1574,25 тыс. экз. м⁻²). В зимне-весеннем комплексе лидирует *S. pachypoda* (72 тыс. экз. м⁻²), среди круглогодичных – *K. quadrata* (840,54 тыс. экз. м⁻²).

В 2008 г. доля коловраток в зоопланктоне увеличивается до 28,3%, главным образом, за счет круглогодичных видов *K. quadrata* (3952,02 тыс. экз. м⁻²) и *F. terminalis* (1103,18 тыс. экз. м⁻²). Зимне-весенний комплекс представлен 5 видами из 6, его разнообразие увеличилось на фоне наблюдаемого пика развития *Aulacosera baicalensis*. Как было показано ранее, весенние коловратки развиваются в значительном количестве в годы обилия *A. baicalensis* и в следующий за ним год [6]. В летне-осеннем комплексе доминирует *C. unicornis* (1116,18 тыс. экз. м⁻²).

В период с 2009 по 2013 гг. доля коловраток уменьшилась от 9,53% до 0,04%. Доминирующим видом в этот период являлась *K. quadrata*. В 2014 г. доля коловраток в составе зоопланктона достигла 48,55%. Этот год отличается самой высокой за 10-летний период степенью прогрева воды. Видовое разнообразие представлено 17 видами. В круглогодичном комплексе доминирует *K. quadrata* (4207,95 тыс. экз. м⁻²), в зимне-весеннем преобладает *S. pachypoda* (519,34 тыс. экз. м⁻²), в летне-осеннем – *Synchaeta* sp. (525,84 тыс. экз. м⁻²). Численность других видов коловраток также достаточно высокая. Таким образом, 2014 г. отличается наиболее высоким видовым разнообразием коловраток. Очевидно, застав благоприятные условия для своего развития (температура и обилие пищи), молодь коловраток, вышедшая из покоящихся яиц, пополнила популяцию. Эта характерная черта жизненных циклов коловраток, позволяющая им непрерывно как бы тестировать условия среды в поисках подходящих условий, обеспечивает биологическое процветание данной группы. Эта же особенность делает коловраток одним из наиболее чувствительных компонентов водных экосистем, способных быстро реагировать на изменения экологических условий [5].

В исследуемый период численность коловраток испытывает межгодовую динамику, их доля в зоопланктоне варьирует от 0,04% до 48,55%, видовое разнообразие коловраток насчитывает от 9 до 17 видов. Рядом особенностей характеризуется 2014 г., отличающийся необычайно высокой численностью и видовым разнообразием коловраток, их долей в зоопланктоне.

Настоящая работа выполнена при поддержке проектов Минобрнауки РФ 6.1387.2017/ПЧ, 6.9654.2017/БЧ и гранта Фонд поддержки прикладных экологических разработок и исследований «Озеро Байкал».

Список использованной литературы

1. Атлас и определитель пелагобионтов Байкала (с краткими очерками по их экологии) / О. А. Тимошкин [и др.] – Новосибирск: Наука, Сибирская издательская фирма РАН, 1995. – 694 с.
2. Зилов Е.А. «Современное состояние антропогенного воздействия на озеро Байкал», Journal of Siberian Federal University. Biology 4 (2013 6) 388-404
3. Измestьева Л.Р. База данных состояния зоопланктона озера Байкал (Зоопланктон) / Л.Р. Измestьева, С.В. Шимараева, Е.В. Пислегина, Е.А. Зилов // Свидетельство о государственной регистрации базы данных № 2015621067 от 13.07.2015 г.
4. Кожов М.М. Биология озера Байкал. М., 1962. 315 с.
5. Мнацаканова Е. А. Динамика сообществ коловраток в водоёмах с разными гидрологическими условиями: Автореф. дис. ... канд. биол. наук /МГУ имени М.В. Ломоносова, 2009.
6. Помазкова Г.И. Зоопланктон озера Байкал: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Иркутск, 1970. – 22 с.

Саночкая Н.А.

ФГБОУ ВО «Российский государственный гидрометеорологический университет», Воронежская ул. 79, г. Санкт-Петербург, 192007
 ФГБУ Арктический и антарктический научно-исследовательский институт, ул. Беринга 38, г. Санкт-Петербург, 199397
 sanots@rambler.ru

ОСОБЕННОСТИ ДИНАМИКИ ВОД ПРИЛИВНЫХ УСТЬЕВ РЕК

В России приливы в устьевых областях наблюдаются на северных реках Арктической зоны (Северная Двина, Мезень, Кулой, Хатанга и др.).

Приливы способствуют формированию особенного гидродинамического режима, который характеризуется изменением течения воды по направлению и притоком соленых морских вод в речные русла [1, 2].

Приливное устье необходимо рассматривать как единую систему и учитывать все его части – от речной границы распространения прилива до морской границы, за пределами которой влияние речных вод незначительно. Особую важность приобретает рассмотрение трехмерного движения воды и учет распределения плотности воды.

Водный поток в приливном устье является неустановившимся, неравномерным и турбулентным. Особенностью является то, что пути (марши) приливного течения часто отличаются от путей отливного течения. Между маршами, в которых доминируют приливные или отливные течения, может перемещаться большой объем наносов. И это необходимо учитывать при антропогенном вмешательстве в русло, поскольку любая перестройка русла может вызвать отложения наносов там, где ранее наблюдалось динамическое равновесие.

При математическом моделировании приливного устья можно написать уравнения движения и неразрывности для любой точки пространства и любого момента времени. Однако, непосредственное решение этих уравнений представляет значительные трудности из-за турбулентности потока и сложности граничных условий. В случае осреднения по глубине или по поперечному сечению уравнения становятся достаточно простыми для численного решения задач, связанных с процессами в приливных устьях.

В одномерном приближении указанные уравнения выглядят следующим образом [3]:

$$\frac{\partial Q}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x}(vQ) = -g\omega \left(\frac{\partial z}{\partial x} + \frac{Q|Q|}{K^2} \right) + \frac{1}{\rho} R_w + \frac{P}{\rho} \frac{\partial \rho}{\partial x},$$

$$B \frac{\partial z}{\partial t} + \frac{\partial Q}{\partial x} = q,$$

где Q – расход воды;

t – время;

v – средняя по поперечному сечению скорость воды;

x – координата, отсчитываемая вдоль оси русла;

g – ускорение свободного падения;

ω – площадь поперечного сечения потока;

z – отметка свободной поверхности воды;

K – модуль расхода;

ρ – плотность воды;

R_w – сила, учитывающая ветровое и барометрическое воздействия;

P – сила давления;

B – ширина свободной поверхности;

q – приток воды на единице длины русла.

Использование математических моделей ограничено из-за вынужденного упрощения реальной ситуации, однако зачастую это выходит дешевле и позволяет учесть воздействия, которые сложно реализовать на физической модели. К тому же точность математических моделей может быть выше точности физических моделей, если получится уменьшить ошибки численной схематизации и если параметры трения определить по натурным данным.

Список использованной литературы

1. Мак-Доуэлл Д.М., О'Коннор Б.А. Гидравлика приливных устьев рек. – М.: Энергоатомиздат, 1983. – 312 с.

2. Михайлов В.Н. Гидролого-морфологические процессы в устьях рек // Динамика и термика рек и водохранилищ. – М.: Наука, 1984. – С. 263-278.

3. Никифоровская В.С. Математическая модель для расчета на ЭВМ гидрофизических процессов в устьевых областях рек // Гидрофизические процессы в реках и водохранилищах. – М.: Наука, 1985. – С. 211-216.

Сафонова А.В.

ФГБОУ ВО «Мурманский государственный технический университет», ул. Спортивная, 13, г. Мурманск, 183010
sascha_s1996@mail.ru

**РАЦИОН ПИТАНИЯ МОЛОДИ СЁМГА *SALMO SALAR L.*
 В ЧЕТЫРЕХ РЕКАХ КОЛЬСКОГО ПОЛУОСТРОВА**

Атлантический лосось *Salmo salar L.*, которого также называют семгой, является ценнейшим объектом промысла.

Питание молоди атлантического лосося и других речных рыб изучается давно: исследованы возрастные и сезонные изменения

качественных и количественных характеристик питания лососевых рыб; установлены пищевые взаимоотношения [1]. Слабо изучены особенности питания сёмги в малых реках и притоках основных рек Кольского полуострова.

Цель – изучить рацион питания молоди атлантического лосося в условиях речных экосистем: р.Титовка, р.Печенга, р.Западная Лица, р.Варзуга

Материал и методы. Молодь семги отлавливали с помощью электролова в сентябре 2014 года в местах её распределения в рр. Печенга, Западная Лица, Титовка. Для р. Варзуга была сформирована общая проба из молоди, выловленной в устье притоков Кривец, Ареньги и Япомы. Координаты вылова представлены на слайде (рис. 1).

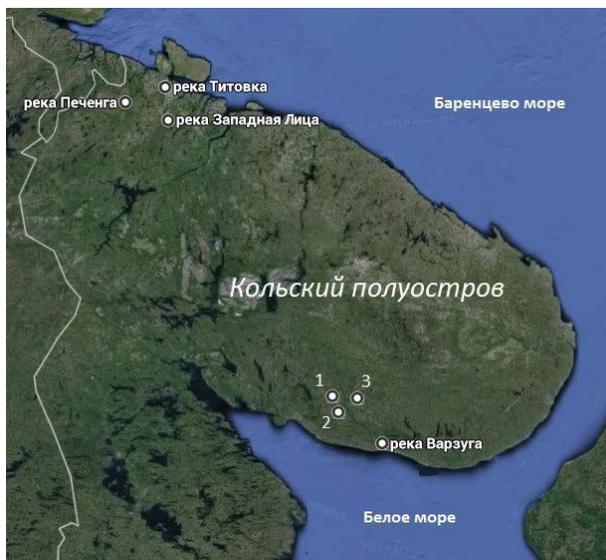


Рис. 1. – Карта районов отбора проб молоди в реках Кольского полуострова

Отловленную в реках молодь фиксировали в 70% спирте и доставляли в лабораторию. Полученный биологический материал измеряли, взвешивали и вскрывали, извлекали желудок и кишечник, определяли массу пищевого комка, видовое разнообразие пищевых компонентов, обнаруженных в желудках. В списке организмов, составляющих пищу, указывали преимущественно крупные систематические группы, так как

определение беспозвоночных по переваренным остаткам затруднительно. В общей совокупности измерено и препарировано 70 экземпляров рыб

На основании полученных данных подсчитывали общее количество экземпляров на один желудочно-кишечный тракт, определяли индекс встречаемости объектов питания и индекс наполнения желудков по известным методикам [2],[3]. Наиболее близкие по составу спектры питания установлены для молоди рр. Титовка и Западная Лица, в которых наиболее часто в пищевом рационе сёмги встречаются представители рода *Trichoptera*.

Сходны спектры питания молоди из рр. Варзуга и Печенга. В этих реках по сравнению с рр. Титовка и Западная Лица отмечено большее видовое разнообразие кормовых объектов. Рацион питания р.Варзуга был представлен 10 видами, а р.Печенга – 7 видами.

В р. Печенга основным компонентом питания являются представители рода *Trichoptera* (индекс встречаемости составил 77,7%), брюхоногие моллюски (*Gastropoda*) – 38,8%, жуки – 22,2%, взрослые двукрылые насекомые (*Diptera*) – 22,2%, поденки (*Ephemeroptera*) – 11,1%, клопы и веснянки составляют 11%.

У молоди сёмги из р. Варзуга основные компоненты питания это *Trichoptera* (44%), *Ephemeroptera* (33%) и *Plecoptera* (26%). В желудках сёмги встречаются мелкие камешки, которые заглатываются рыбой случайно. Объяснить такой рацион питания можно тем, что осенью питание происходит исключительно за счет донных организмов, присутствующих в грунте, и прикрепленных форм к растительности, например, за счёт личинок мошек и ручейников. Двукрылые насекомые и стрекозы, скорее всего, попадают случайно.

В выборке из четырёх рек наименьшее разнообразие кормовых объектов и низкий индекс наполнения желудков характерны для р.Титовка. У молоди сёмги р. Варзуга отмечен наибольший индекс наполнения желудков в осенний период. Наибольшее кол-во объектов на один ЖКТ обнаружено у молоди из р.Западная Лица.

Выводы. Во всех изученных реках наибольший индекс встречаемости характерен для ручейников. Спектр питания у молоди из рр. Печенга и Варзуга разнообразнее, чем в рр. Титовка и Западная Лица. Сходные спектры питания установлены для молоди рр. Западная Лица и Титовка, Варзуга и Печенга.

Список использованной литературы

1. Шустов, Ю. А. Экология молоди атлантического лосося / Ю. А. Шустов. – Петрозаводск: Изд-во Карелия, 1983. – 152 с.
2. Павловский, Е.Н. Руководство по изучению питания рыб в естественных условиях / Е. Н. Павловского. – Москва: Изд-во АН СССР, 1961. – 164 с.
3. Промысловые рыбы России. В 2 томах // под ред. О.Ф.Гриценко, А.Н.Котляра, Б.Н. Котенева. – Москва: Изд-во ВНИРО, 2006. – 1280 с. (Том 1 – 656 с.)

Сергеев Д.И., Подрезова Н.А.

ФГБОУ ВО «Российский государственный гидрометеорологический университет»,
Малоохтинский проспект, 98, г. Санкт-Петербург, 195196
Ebanadze96@mail.ru

РАСЧЕТ НАРАСТАНИЯ ЛЬДА В БЕЛОМ МОРЕ В УСЛОВИЯХ МЯГКОЙ, УМЕРЕННОЙ И СУРОВОЙ ЗИМЫ

Белое море относится к морям Северного Ледовитого океана. Почти со всех сторон окруженное сушей Белое море относится к внутренним морям. Белое море соединено с Баренцевым относительно узким и мелководным проливом, который включает Воронку и Горло. К глубоководной части Белого моря относятся – Бассейн, Кандалакшский и Двинской заливы. Онежский и Мезенский заливы относительно мелководны.

Для расчета нарастания льда Зубов Н.Н. предложил формулу [1], которую вывел для арктических морей:

$$H = -25 + \sqrt{(25 + H_0)^2 + 8 \cdot \Sigma(-T_a)}$$

где H – конечная толщина льда (см),

H_0 – начальная толщина льда (см),

$\Sigma(-T_a)$ – сумма градусо-дней мороза (СГДМ) за расчетный период.

Считается, что за зиму в Белом море на нижней поверхности ледяного покрова нарастает такое количество льда, которое в течение лета стаивает сверху, а остатки льда выносятся течениями в Баренцево море.

Исходные данные, а именно температура атмосферы, были взяты с сайта ГМС г.Архангельска за 130-летний период (1885-2015г). Между станциями – Архангельск, Жижгин, Онега, Гридино, Кандалакша, Умба, Моржовец, Мезень и Мудьюг была проведена линейная интерполяция. Метод Варда позволил выделить три критерия суровости зим:

- а) мягкая зима до 1052 СГДМ
- б) умеренная зима 1053-1578 СГДМ
- в) суровая зима 1579-2277 СГДМ

В результате расчетов были построены карты толщины льда в зависимости от критериев зимы (см. рисунки 1-4).

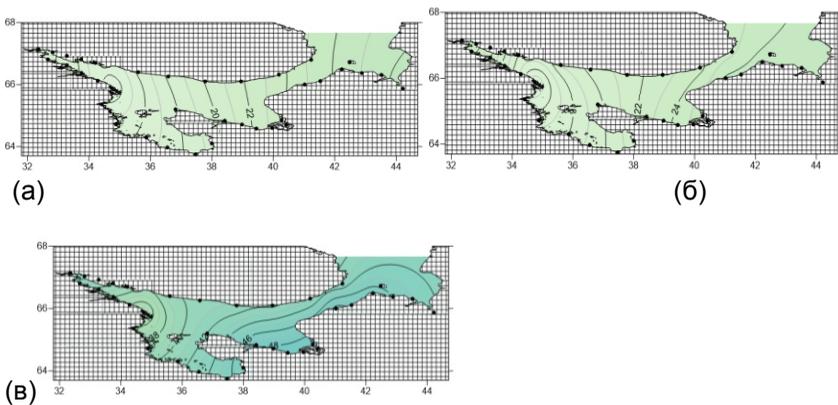


Рис. 1 – Толщина льда на середину декабря: мягкая (а); умеренная (б); суровая (в) зима

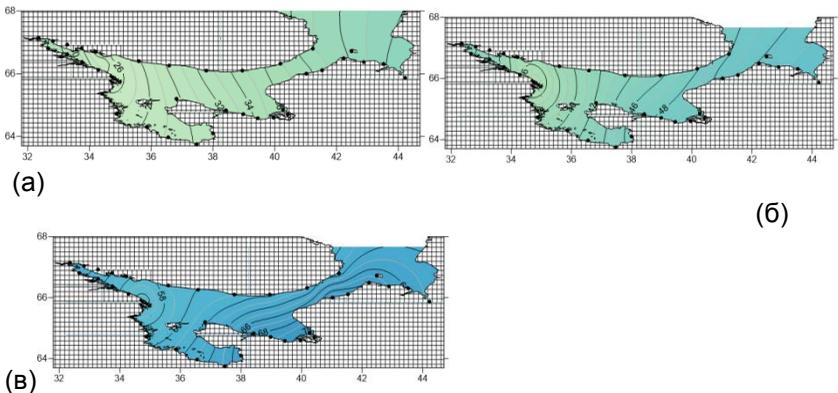


Рис. 2 – Толщина льда на середину января: мягкая (а); умеренная (б); суровая (в) зима

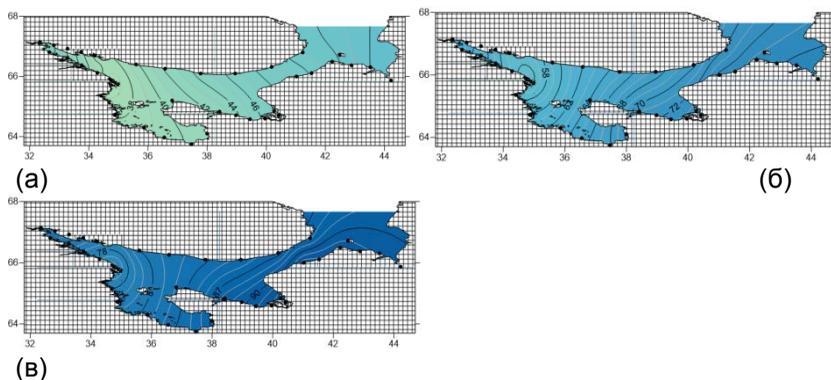


Рис. 3 – Толщина льда на середину февраля: мягкая (а); умеренная (б); суровая (в) зима

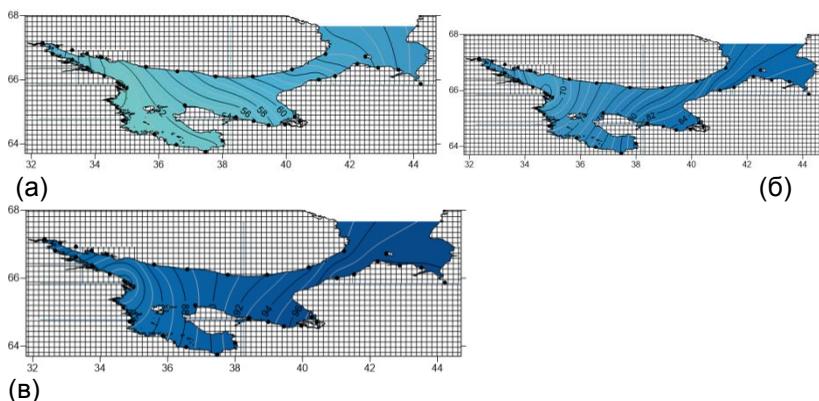


Рис. 4 – Толщина льда на середину марта: мягкая (а); умеренная (б); суровая (в) зима

В декабре, можно увидеть, что лед в суровую зиму в два раза толще, чем в мягкую, и составляет в центральной части около 45см. В январе в суровую зиму лед в центральной части Бассейна составляет 66 см, в то время как в мягкую зиму всего 34 см. На середину февраля максимальные толщины льда можно отметить в суровую зиму в Двинском и Мезенском заливах. К середине марта в суровую зиму Мезенский залив покрыт льдом порядка 1 м, минимальная толщина наблюдается около Гридино и составляет 82 см. Минимальная толщина льда в Гридино отмечается и в мягкую, и в умеренную зиму, и составляет 50 и 70 см соответственно. Можно так же отметить, что максимальный лед при всех критериях зимы наблюдается в Мезенском заливе.

С помощью корреляционного анализа была найдена связь между давлением и СГДМ, коэффициент корреляции – 0,68. Коэффициент был проверен на значимость. Корреляционный анализ показал, что между СГДМ и давлением присутствует прямая связь.

Список использованной литературы

1. *Зубов Н.Н.* О льдах Арктики и Антарктики. – Москва: МГУ, 1956. – 60 с.

Сергеева О.В.

ФГБНУ «ВНИРО» Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии»,
ул. В. Красносельская, 17, г. Москва, 107140
frog_o@mail.ru

ВЛИЯНИЕ ДНОУГЛУБИТЕЛЬНЫХ РАБОТ НА ВОДНУЮ БИОТУ В ПОРТУ СОЧИ (ИССЛЕДОВАНИЯ 2012-2013 гг.)

Исследования проводили в порту Сочи и прилегающем к нему участке акватории. Площадь вновь образованной акватории порта 7,6 га. Дноуглубительные работы проводились в 2 этапа с использованием разной техники. До начала производства дноуглубительных работ в морском порту Сочи (в рамках строительства комплекса сооружений международного центра морских пассажирских и круизных перевозок), в процессе дноуглубления и после его завершения, проводили исследования состояния водной среды и зообентоса. Во время работ летом и осенью 2012 г., летом и зимой 2013 г. определяли: – глубину и скорость течения; 44 – гидрохимические параметры воды (рН, БПК₅, взвешенное вещество, растворенный кислород, нитриты, нитраты, аммонийный азот и фосфаты); – токсичность воды, донных отложений, гидротехнического осадка; – содержание в воде нефтепродуктов, железа общего, фенолов, анионных и катионных поверхностно-активных веществ (АПАВ и КПАВ); – содержание в воде и донных отложениях меди и цинка, свинца и кадмия, никеля, ртути, олова; – гранулометрический состав донных отложений; – содержание органического вещества в донных отложениях; – скорость накопления гидротехнического (переотложенного) осадка; – таксономический состав, численность и биомассу мейзообентоса и макрозообентоса.

Исследования, которые проводились в 2012-2013 годах в порту Сочи о влиянии дноуглубительных работ на водную среду показали следующие результаты. Проведена количественная оценка антропогенного воздействия дноуглубительных работ на водную среду и бентос в порту Сочи. Скорость накопления гидротехнического осадка существенна до 10,872 мм/сут в зоне максимального разноса взвеси – в непосредственной близости от работающей дноуглубительной техники. Не выявлено влияния дноуглубительных работ на гидрохимические показатели водной среды. Содержание загрязняющих веществ в воде не превышало рыбохозяйственных ПДК, превышение по меди выявлено в зоне максимального разноса. Также выявлено превышение по никелю и кадмию в донных отложениях в несколько раз, на всех зонах по сравнению с фоновыми значениями. Вода и донные отложения нетоксичны или слаботоксичны на всех стадиях дноуглубительных работ, токсичность грунтов выявлена только в зоне дампинга. Отмечено, что за период дноуглубительных работ вблизи акватории порта существенного изменения гранулометрического состава донных отложений не происходит. После выполнения дноуглубительных работ содержание органического вещества в донных отложениях увеличилось в два раза. Видовой состав, плотность, биомасса мейобентоса существенно не изменились за период исследований. В районе работ обнаружен 21 вид макробентоса и 9 таксономических групп мейобентоса. Доминировали по численности 5 видов – *C. gallina*, *A. inaequivalvus*, *G. minima*, *L. divaricata*, *D. semistriatus*. В районе исследований присутствовал единственный биоценоз *C. gallina*. Макрозообентос в районе дампинга полностью исчезает после дноуглубительных работ, а в остальных зонах в первый год работ происходит снижение плотности и биомассы почти в 2 раза, а после окончания работ бентос постепенно восстанавливается. Видовой состав, плотность, биомасса мейобентоса существенно не изменились за период исследований. В зоне дампинга наблюдалась смена доминирующей трофической группировки с сестонофагов на плотоядных. Заключение, что дноуглубительные работы не существенно влияют на экосистему портовой акватории, поскольку она уже изменена под влиянием антропогенного воздействия. Рекомендуется исследование распространения шлейфов взвеси и образования зон заиления при ее осадении на всех стадиях дноуглубительных работ при реализации программы производственного экологического контроля и локального мониторинга водной биоты и среды их обитания.

Сирота Ю. В., Каширин А. В.

Краснодарское отделение Федеральное государственное бюджетное научное учреждение Азовский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства (ФГБНУ «АзНИИРХ»), ул. Гоголя 46, г. Краснодар, 350000
riasfp@aanet.ru

ГИДРОБИОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РЕКИ КУБАНКА

Река Кубанка протекает по границе Анапского и Темрюкского районов Краснодарского края.

Ещё в I в. н. э. в районе Таманского полуострова была дельта реки Кубань, включающая множество рукавов. Река впадала как в Азовское, так и в Черное моря. Впоследствии в результате тектонических воздействий острова, разделяющие русло дельты Кубани, соединились и уже в V в. н. э. превратились в полуостров. В этот период Кубань несла практически равный объём воды в Черное и Азовское моря. В XIX в. сток реки в Черное море был искусственно практически прекращен, а рукав переименовали в Старую Кубань.

В нижней части Старой Кубани было отделено гирло под названием Кубанка, протяженностью около 10 км, впадающее в Кизилташский лиман с юго-восточной стороны.

Высшая водная растительность в р. Кубанка развита относительно слабо. Прибрежная часть на всём протяжении реки покрыта полосой тростника с немногочисленными включениями камыша и рогоза. Ширина их зарастания составляет 0,5-4 м, плотность побегов – 19-36 шт./м², или 2,2 кг/м² зеленой массы. Погружённые макрофиты представлены, в основном, рдестами (курчавый, пронзеннолистный, гребенчатый) и харовыми водорослями. Из водных растений с плавающими листьями в большом количестве встречается сальвиния плавающая, отмечены куртины водяного ореха и жёлтой кубышки.

Площадь зарастания водотока низкая (10-20% от площади водного зеркала). Плотность фитомассы на заросших макрофитами участках в среднем составляет 0,45 кг/м².

Развитие макрофитов в Кубанке создаёт предпосылки для использования водоёма в качестве нерестилища фитофильными видами рыб.

Пробы для исследования фитопланктона, зоопланктона, зообентосы, отбирали согласно общепринятой методике (Абакумов В. А., 1983) в 2016 году.

Для идентификации видов гидробионтов использовали основные определители (Голлербах М.М. и др., 1953; Дедусенко-Щеголева Н.Т., 1959, Забелина М.М., и др. 1951: Киселёв И.А., 1954, Мордухай-Болтовского Ф. Д., 1968, Кутиковой Л. А. 1970, Тевяшовой О. Е. 2009, Цалолихин С. Я, ред.2004).

Биомассу и численность альгоценоза формируют 19 видов из шести таксономических групп. Общая численность водорослей составила 269 млн. кл./м³, биомасса – 0,1837 г/м³, в том числе сине-зеленые водоросли (1 вид) – 4 млн.кл./м³ при биомассе 0,0021 г/м³, протококковые (6 видов) – 32 млн. кл./м³ при биомассе 0,031 г/м³, эвгленовые (3 вида) – 9 млн. кл./м³ при биомассе 0,0172 г/м³, пиррифитовые (1 вид) – 8 млн. кл./м³ при биомассе 0,0981 г/м³, диатомовые (7 видов) – 212 млн. кл./м³ при биомассе 0,0529 г/м³, жёлтозелёные (1 вид) – 4 млн. кл./м³ при биомассе 0,0102 г/м³.

Наиболее массовые виды в фитопланктоне – *Anabaena constricta* (4 млн. кл./м³), *Sc. Quadricauda* (16 млн. кл./м³), *Cryptomonas ovate* (8 млн. кл./м³), *Nitzschia palea* (100 млн. кл./м³). Интенсивно вегетировали диатомовые (по численности 78,8% при биомассе 0,0529 г/м³) и протококковые (по численности 11,9% при биомассе 0,031 г/м³).

Развитие зоопланктона в реке также находится на катастрофически низком уровне. В состав зоопланктона входят три группы организмов: Copepoda, Cladocera, Rotatoria, причём основу биомассы составляют науплии веслоногих ракообразных (п/отр. Cyclopoida). Наиболее массовые виды в зоопланктоне – *Cyclops ctenuus* (5 тыс. экз./м³) и *Brachionus angularis* (1,8 тыс. экз./м³). Средний уровень биомассы зоопланктона порядка 0,042 г/м³. По этому параметру Кубанку, учитывая классификацию Пидгайко М. Л. и других авторов, можно отнести к низкокормным водоёмам.

В зообентосе реки Кубанка отмечено наличие различных организмов. Чаще всего встречались личинки хирономид и олигохеты. Моллюски, бокоплав и личинки насекомых в пробах отмечаются единично. Ведущей группой в составе зообентоса реки, как по численности, так и биомассе, являются олигохеты, наиболее массовые виды – *Limnodrilus hoffmeisteri* и *Dreissena polymorpha*.

В среднем биомасса мягкого зообентоса составляет 0,54 г/м². Таким образом, степень развития зообентоса в реке Кубанка находится на низком уровне.

Из представителей других групп бентосных организмов в канале в незначительном количестве встречались личинки

стрекозы, ручейника, брюхоногие моллюски (малый прудовик и лужанка обыкновенная).

В составе ихтиофауны реки Кубанка в настоящее время отмечены представители 13 видов из 5 семейств: плотва (*Rutilus rutilus*), красноперка (*Scardinius erythrophthalmus*), лещ (*Abramis brama*), густера (*Blicca bjorkna*), жерех (*Aspius aspius*), северокавказская укляя (*Alburnus charusini*), карась серебряный (*Carassius auratus gibelio*), сазан (*Cyprinus carpio*), бычок-песочник (*Neogobius fluviatilis*), судак (*Lucioperca lucioperca*), окунь обыкновенный (*Perca fluviatilis*), сом европейский (*Silurus glanis*) и пиленгас (*Liza haematocheilus*), причём пиленгас заходит в русло реки только на зимовку, при понижении температуры воды в Кизилташском лимане. В последние годы был отмечен также заход на зимовку черноморских кефалей: лобана (*Mugil cephalus*) и сингиля (*Liza aurata*). При увеличении солёности в реке происходит замещение пресноводной ихтиофауны на стеногалинную, характерную для Кизилташского лимана.

Смирнова М.М.^{1,2}, Ежова Е.Е.¹

¹ФГБУН Институт океанологии имени П. П. Ширшова РАН, Нахимовский проспект, 36, г. Москва, 117997

²Балтийский Федеральный Университет им. И. Канта, ул. А. Невского, 14, г. Калининград, 236016
smirnova-mm@mail.ru

НЕГАТИВНОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ ЦИАНОБАКТЕРИАЛЬНЫХ «ЦВЕТЕНИЙ» НА БИОТУ КУРШСКОГО ЗАЛИВА

Куршский залив – крупнейшая прибрежная лагуна Балтики, отчлененный от моря полузакрытый, мелководный, преимущественно пресноводный, бассейн, сохраняющий гипертрофный статус на протяжении 2000-х гг. (Александров, 2010; Ланге, 2013). Он отнесен к водоемам высшей рыбохозяйственной категории, на берегах расположены курортные поселки, детские лагеря, базы отдыха, ООПТ. За 1927–2001 гг. в фитопланктоне Куршского залива было определено 126 видов цианобактерий, в том числе – 30 потенциально-токсичных (Семенова, Смыслов, 2005). В заливе всегда отмечалось массовое развитие Cyanophyta, но в 1990-2000-х гг. средняя биомасса цианобактерий возросла более чем на порядок – с 12 г/м³ (1950-е) до 120-240 г/м³ (Александров, Дмитриева, 2006).

С 1986 по 2006 отмечено 11 лет когда биомасса *Cyanobacteria* летом достигала уровня «гиперцветения» ($> 100 \text{ г/м}^3$) (Александров, 2010). Считается, что в 1980-х «гиперцветения» были обусловлены высокой биогенной нагрузкой, с начала 1990-х показана приуроченность «гиперцветений» к годам наибольшего прогрева воды (Александров, Дмитриева, 2006). В 1980-х годах отмечено три случая «гиперцветений» в Куршском заливе, в 1990-х – четыре, с 2000 по 2007 гг. – три (Olenina, 1998; Александров, Дмитриева, 2006). В 2000-х гг. увеличились частота и продолжительность экстремальных «цветений» (Ежова и др., 2012). С конца нулевых «гиперцветения» с доминированием потенциально-токсичных видов из родов *Microcystis*, *Aphanizomenon*, *Woronichinia*, *Planktothrix*, *Anabaena* наблюдаются почти ежегодно (Ezhova et al., 2014; Ланге, 2013).

«Цветения» цианобактерий имеют множество негативных последствий: появление пены на поверхности и изменение гидрохимических свойств воды, характерный запах, снижение содержания растворенного в воде кислорода (Mazur-Marzek, Plinski, 2009). Результатом цианобактериальных «цветений» является окрашивание воды в сине-зеленый цвет. Но цианобактерии также продуцируют различные токсины – вторичные метаболиты, негативно влияющие на водную биоту, накапливающиеся в цепи питания и представляющие угрозу здоровью человека и животных.

В российской части Куршского залива с 2010 г. ежегодно регистрируются цианобактериальные гепатотоксины из группы микроцистинов (Ezhova et al., 2014; Sulcius et al., 2015). В литовской части залива микроцистины впервые были идентифицированы ранее, в 2006-2007 гг. (Paldaviciene et al., 2009). Измеренные концентрации суммарных микроцистинов в российской части акватории значительно превышают таковые в литовской акватории (Paldaviciene et al., 2009), что связано с природными особенностями водоема. Суммарное содержание внутриклеточных микроцистинов может достигать 4719 мкг/г лиофилизированной фитомассы, экстрацеллюлярных – 290 мкг/л (Ezhova et al., 2014).

За период наблюдений с 2010 г. в пробах воды определено 13 форм микроцистинов, 3 формы анабенопептинов и азрогеноза. Содержание суммарных микроцистинов достигает 0,04-290,5 мкг/л (Ежова и др., 2012; Ежова и др., 2015; Ezhova et al., 2014; Sulcius et al., 2015).

Вред «цветений» для экосистемы водоема обычно связывают с изменением гидрохимических параметров, вторичным

загрязнением органикой и дефицитом кислорода, приводящим к заморам и гибели рыб и гидробионтов. Региональные ученые отмечают ряд изменений в биоте Куршского залива и связывают их с токсическими цианобактериальными «цветениями». Отмечено увеличение заболеваемости в летний период, морфопатологические и гистологические изменения у леща (Чукалова, 2008). Отмечено повышенное содержание мертвых особей и различные патологии на видовом и популяционном уровне в зоопланктоне (Семенова, 2009; 2010). Сделаны предположения о снижении биопродуктивности водоема, вызванном цианобактериальными «цветениями» (Александров, 2010). Во время экстремального «цветения» в июле 2011 г. были отмечены массовые заморы рыбы, гибель моллюсков и других беспозвоночных, рыбаодных птиц. По поведению погибающих животных сделано предположение о причине массовой гибели – присутствие цианотоксинов в воде Куршского залива (Ежова и др., 2012).

В северной (Литовской) части Куршского залива показана аккумуляция микроцистинов в цепях питания. Микроцистины обнаружены в тканях моллюска *Dreissena polymorpha* и плотвы *Rutilus rutilus*. Токсины присутствовали в тканях моллюсков несмотря на отсутствие токсинов в фитопланктоне (Paldaviciene et al., 2015).

В результате проведения серии экотоксикологических экспериментов доказано острое летальное воздействие природной воды Куршского залива, содержащей микроцистины, на планктонного рачка *Daphnia magna* Straus (Crustacea, Cladocera), кладки легочного моллюска *Lymnaea stagnalis* (Linnaeus, 1758) (Gastropoda) и рыб (*Poecilia reticulata*) (Ежова и др., 2014; Ежова, Смирнова, 2016; Романь, 2017). Для проведения экспериментов отбирали воду во время осенних цианобактериальных «цветений». Иммунохроматографическими экспресс-тестами Microcystin Strip Test (Abraxis Ltd.) было подтверждено присутствие суммарных микроцистинов в количестве >10 мкг/л. Опыты проводили с фильтратом воды залива и его разведениями. Показано, что концентрации микроцистинов на уровне 170-42 мкг/л летальны для *D. magna*, концентрация 42 мкг/л полностью блокировала эмбриогенез *L. stagnalis*. В опытах 2013 г. ЛТ₅₀ для *D. magna* составляло 15 мин для неразведенного фильтрата, 1 ч – для разведения 1:1, 1,5 ч – для разведения 1:4 и 20 ч – для разведения 1:10. В ходе данных экспериментов отмечалось постепенное снижение плавательной активности у дафний, напрямую зависящее от степени разведения фильтрата воды

залива. При воздействии фильтрата воды залива на рыб в первые 20 минут была отмечена гибель более 75 % особей. В 4-кратном разведении все особи погибли в течение пяти часов.

Таким образом было показано, что характерные для Куршского залива осенние «цветения» цианобактерий токсичны для животных организмов. Концентрации микроцистинов настолько велики, что вызывают гибель как беспозвоночных (планктонные ракообразные и моллюски), так и позвоночных организмов, а значит, могут существенно влиять на структуру населения водоема.

Сницкая Е.В.^{1,2}, **Слободскова В.В.**³

¹ «Приморский океанариум» – филиал ННЦМБ ДВО РАН, ул. Академика Касьянова, 25, о. Русский, г. Владивосток, 690922

² ФГБОУ ВО «Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет», ул. Луговая, 52-Б, г. Владивосток, 690087, e-mail: ek.vl@bk.ru

³ТОИ ДВО РАН, ул. Балтийская, 43, г. Владивосток, 690041

ПОВРЕЖДЕНИЕ ДНК, КАК ПОКАЗАТЕЛЬ ФИЗИОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ОБЪЕКТОВ МАРИКУЛЬТУРЫ

Аквакультура является одной из важных и перспективных отраслей мирового рыбного хозяйства, которая способствует увеличению и сохранению биологических ресурсов. Мировое производство аквакультуры в 2014 г. достигло 73,8 млн тонн и 160,2 млрд долл. США в точке первой продажи, из них 16,1 млн тонн составляют моллюски (на 19 млрд долл. США) [1].

Для дальнейшего устойчивого развития хозяйств марикультуры требуется тщательное изучение последствий промышленного культивирования гидробионтов для окружающей среды, а так же постоянная оценка физиологического состояния культивируемых гидробионтов.

В связи с чем, цель работы – исследование степени повреждения молекулы ДНК жабр и пищеварительной железы *Mizuhopecten yessoensis* культивируемого в б. Северная (Славянский залив) с помощью кометного анализа (Comet Assay).

Материал и методы исследования. Исследование проводили на гребешках разного возраста и разных размеров, отобранных из садков марикультурного хозяйства Дальрыбвтуза,

расположенного в бухте Северной (Славянский залив). Моллюски были получены в 2008, 2014, 2015 гг.

При определении количества повреждений в молекуле ДНК использовали щелочной вариант кометного анализа, адаптированного к морским организмам.

Результаты и обсуждение. Как показали результаты проведенного нами исследования, у гребешков, отобранных в 2014 г. степень деградации молекулы ДНК в жабрах значительно выше, чем в 2008 г. Индекс генетического повреждения (ИГП) жабр в 2014 г. увеличился более чем в 1,5 раза. Из литературы известно, что в норме значение ИГП находится в пределах единицы [2], при этом незначительное увеличение данного показателя наблюдалось в жабрах гребешка и в 2008 г. В пищеварительной железе моллюсков наблюдается подобная картина, при этом ИГП вырос почти в 1,9 раза в 2014 г., по сравнению с 2008 г.

В 2015 году был взят гребешок в преднерестовый (июнь месяц) и посленерестовый (октябрь) периоды. Результаты получились следующие, индекс генетического повреждения ДНК клеток жабр моллюсков, в преднерестовый период, составил значительно меньше, чем в 2014 г. почти в 1,5 раза и практически равны со значениями 2008 года. Если сравнить показатель в посленерестовый период (осень 2015 г.) с предыдущим годом, значения индекса генетического повреждения в пищеварительной железе практически равны, что не скажешь о сравнении с 2008 годом, где ИГП был почти в 2 раза меньше.

Список использованной литературы

1. ФАО. 2016. Состояние мирового рыболовства и аквакультуры 2016. Вклад в обеспечение всеобщей продовольственной безопасности и питания. Рим. С. 22-25.

2. Cavas T., Konen S. In vivo genotoxicity testing of the amnesic shellfish poison (domoic acid) in piscine erythrocytes using the micronucleus test and the comet assay // *Aquat. Toxicol.* 2008. Vol. 90. P. 154-159.

Соловьёва О. В.

ФГБУН «Институт морских биологических исследований имени А.О. Ковалевского РАН»,
пр. Нахимова 2, г. Севастополь, 299011
kozl_ya_oly@mail.ru

ГИДРОТЕХНИЧЕСКИЕ СООРУЖЕНИЯ РЕКРЕАЦИОННЫХ ЗОН КАК СУБСТРАТ ДЛЯ ОБРАЗОВАНИЯ МИТИЛИДНЫХ БИОФИЛЬТРОВ

С учётом роли гидротехнических сооружений в прибрежных акваториях, как субстратов для формирования мощных биофильтров была сделана оценка динамики характеристик поселений *Mytilus Galloprovincialis* Lam. и *Mytelaster lineatus* Gmel. на искусственных конструкциях в рекреационных акваториях в течение курортного сезона. Численность и биомассам моллюсков *Mytilus Galloprovincialis* Lam. и *Mytelaster lineatus* Gmel. на исследуемых сооружениях колебались в широких пределах. Обилие мидий составляло 65 до 14727 экз./м², митилястеров – от 2227 до 193385 экз./м². Для основного числа станций максимальная численность мидий отмечена в июне, в начале рекреационного сезона. Для митилястера – напротив, в июне были минимальные значения численности. Данные факты связаны с ритмами оседания молоди указанных видов. Биомасса мидий колебалась от 5-10 г/м² до 5516 г/м², митилястеров – от 171 до 18322 г/м². Для мидии в весенний период отмечены более высокие показатели биомассы, чем при последующих съёмках. Изменение биомассы митилястеров во времени не имело чёткой тенденции. Диапазон размеров мидий до начала сезона был от 1 до 70 мм, а в дальнейшем моллюски длиннее 50 мм не встречались. Размерный состав мидий говорит о незначительной продолжительности их жизни, что характерно для данного горизонта.

Для митилястеров отмечены размерные группы от 1 до 30 мм. На большинстве станций не встречались особи крупнее 20 мм, за исключением б. Круглой, где создаются благоприятные условия для выживания данного вида и возраст моллюсков превышает 1 год. Размерная структура поселений в данном случае определяется ритмами оседания и выживаемостью годовиков, так и с неодинаковой элиминацией моллюсков волнами. В последние годы, более толерантный ко многим факторам среды митилястер, в условиях массовой элиминации мидии на твёрдых субстратах крымского побережья, замещает собой данный вид, образуя достаточно обильные поселения. Попытка сгруппировать станции показала, что наиболее сходство имеют бетонные буны, находящиеся в районах с различными гидродинамическими условиями, которые зачастую являются ведущим фактором в формировании и функционировании митилидного обрастания в поверхностном горизонте. Т.о. их сходство, скорее всего, связано

с комплексом факторов, оценка которого является более сложной задачей, нежели та, которую можно решить на данном этапе. Наибольшее отличие выражено для станции, на которой отличным был материал, из которого создано сооружение и его пространственная ориентация.

Металлический коллектор, расположенный горизонтально, имел более высокие показатели обилия митилид, нежели вертикальные стенки. Мощность естественного биофильтра, создаваемого мидиями колебалась на различных объектах в течение сезона от 0 до 88685 л/сут.·м². Для митилиастеров данный показатель находился в диапазоне 2316 до 148088 л/сут.·м². На большей части станций на фильтрационную работу митилиастеров приходилась основная фильтрационная работа митилидных поселений. Рассчитанная нами мощность биофильтра, а также её изменение на протяжении курортного сезона является как следствием естественных процессов внутригодовой трансформации сообщества обрастания, так и, вероятно, его изменения под влиянием антропогенной нагрузки.

Работа выполнена в рамках государственного задания ФГБУН ИМБИ «Создание методов и технологий оперативного контроля экологического состояния биоты, оценки и прогноза качества морской среды» (№ 1001-2014-0016).

Станичный С. В., Медведева А. В.

ФГБУН «Морской гидрофизический институт РАН»,
ул. Капитанская, 2, г. Севастополь, 299011
Shift@mail.ua

ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАГРЯЗНЕНИЙ ПРИБРЕЖНЫХ ВОД НА СЕВАСТОПОЛЬСКОМ ШЕЛЬФЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДАННЫХ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ

Введение. В настоящее время дистанционное зондирование представляет собой мощный и незаменимый инструмент для обнаружения и последующего анализа большого числа разнообразных явлений в акваториях Мирового океана. В частности, спутниковая съемка позволяет выявить случаи загрязнения морских вод из мобильных и стационарных источников – например, нефтяные пленки, несанкционированные сбросы судами балластных вод, поступление бытовых и ливневых стоков в прибрежные районы.

Хотя объективная оценка вклада сточных вод в сравнении с прочими загрязняющими источниками на настоящий момент отсутствует, тем не менее, их роль в изменении физико-химических свойств морской среды отдельных районов весьма заметна: возрастает мутность вод, наблюдается их перенасыщение биогенами, что изменяет условия жизни прибрежных сообществ. Длительное же поступление коммунальных стоков в итоге формирует благоприятные условия для перехода акватории или ее части в эвтрофное состояние.

Другим отрицательным последствием сброса коммунальных отходов в прибрежные воды является снижение рекреационной привлекательности береговой зоны, развитие патогенной микрофлоры с последующим поражением инфекционными заболеваниями местного и приезжего населения курортных городов.

Настоящая работа базируется на выявлении по данным дистанционного зондирования случаев поступления сточных вод в прибрежную зону Севастопольского шельфа вблизи Голубой бухты, причиной которых послужил прорыв трубы на расстоянии около 600 м от берега на глубине порядка 60 м. В работе анализируются характеристики распространения загрязненных вод на основе спутниковых данных высокого пространственного разрешения, а также проведена оценка возможности описания дрейфа вод на основе доступной информации о скоростях поверхностных течений получаемых из альтиметрических наблюдений и данных атмосферного моделирования. Рассмотрена роль мезомасштабных и субмезомасштабных вихревых образований.

Материалы и методы. В основу исследования (период 2013-2017 гг.) был положен анализ данных оптических сканеров (Landsat, Sentinel-2, WorldView-1, QuickBird-1 и др.) [1, 3], позволяющих выделять более мутные воды, и имеющих разрешение от 0,5-2,44 м. В тех случаях, когда отсутствовал доступ к полноразмерному комплексу спутниковых данных, использовались изображения для предварительного просмотра. Для оценки распространения загрязненных вод были привлечены модельные результаты программы FOTS (Floating Object Tracking System) [4] о характере дрейфовых и геострофических течений. Программа производит расчеты по альтиметрическим картам с шагом сетки 12,5 км, сетка ветрового поля составляет $0,5^{\circ}$, данные о скорости и направлении ветра имеют дискретность, равную 6 часам. Для контроля достоверности результатов роль ветра (с теми же параметрами) оценивалась также и вне среды

FOTS. В тех случаях, когда направленность распространения коммунальных вод не определялась ветровым влиянием или геострофическими течениями, рассматривались дополнительные группы спутниковых снимков в видимом и инфракрасном спектре (NOAA, MetOP-2, MODIS Aqua и Terra, и др.) [2, 5] с целью выявления близко расположенных явлений, способных вызвать изменение направления распространения не разрешаемое моделью.

Обсуждение результатов. За период с 2013 по 2017 г. в районе Голубой бухты сброс сточных вод был обнаружен на 54 спутниковых снимках и определялся во все сезоны (преимущественно весной и осенью – 23 и 19 соответственно). Тем не менее, достоверно указать, был ли сброс более интенсивным в определенные периоды, не представляется возможным из-за значительного числа дней с выраженным облачным покровом.

Направление распространения сточных вод носило, в основном, вдольбереговой характер: чаще отмечалось перемещение на северо-запад (в 28 случаях), реже – на юго-восток (в 14 случаях) на расстояния до 2-4 км и более. В оставшихся 12 случаях происходило равномерное рассеивание вокруг точечного источника. Выраженные ситуации, когда загрязненные воды относились по нормали к берегу или, напротив, от берега, практически не наблюдались. Тем не менее, на отдельных снимках отчетливо видно достижение бытовыми стоками береговой линии и пляжных зон.

Для оценки ветрового и геострофического воздействия была привлечена программа FOTS. Так как ее основу составляют альтиметрические данные, то предполагается, что модель адекватно оценивает динамические процессы на расстоянии не менее 30 км от берега и различает средне- и крупномасштабные элементы циркуляции бассейна. Тем не менее, в экспериментальных целях были проведены расчеты траектории тока сточных вод (угол поворота ветра задавался равный 45°). По их окончанию были выведены следующие итоги: в 22 случаях (40,74%) направленность движения загрязненных вод определялась комплексным влиянием дрейфовых и геострофических течений, в 22 случаях (40,74%) модельные результаты значительно отличались от натуральных, то есть, ветер и геострофические течения не оказывали решающего влияния. Оставшиеся 10 случаев (18,52%) были оценены положительно, хотя совпадение расчетов с реальным направлением тока являлось приблизительным.

Так как отдельно проведенное сопоставление с характеристиками ветра показало точно такие же результаты, то были дополнительно подобраны группы спутниковых снимков в оптическом и инфракрасном диапазонах для выявления причин, меняющих направленность распространения канализационных отходов.

В те дни, когда оценке не препятствовал облачный покров, на спутниковых изображениях на малых расстояниях от исследуемого района наблюдались вихревые образования различных масштабов, а отдельные данные отчетливо отображали процесс захвата вихревыми структурами прибрежных вод. Так как эти ситуации отмечались во все ясные дни, то было выдвинуто предположение, что аналогичные механизмы реализуются и в те периоды, когда облачный покров скрывает значительную часть морской поверхности.

Заключение.

По данным дистанционного зондирования за 5-летний период было выявлено 54 случая проявления сточных вод в районе Голубой бухты, которые распространялись преимущественно вдоль берега на расстояния до 4 и более километров и в ряде случаев достигали рекреационных зон. Проведенные расчеты показали, что в большинстве случаев транспорт сточных вод может быть описан при использовании дрейфовых рассчитываемых ветровых и геострофических течений, за исключением ситуаций с существованием мелкомасштабных динамических структур не разрешаемых используемой моделью.

Список использованной литературы

1. DigitalGlobe / [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.digitalglobe.com/>
2. LAADS DAAC / [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ladsweb.modaps.eosdis.nasa.gov/>
3. USGS Global Visualization Viewer / [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://glovis.usgs.gov/>
4. Кубряков, А.А. Комплексное использование спутниковых данных для расчета траекторий плавающих объектов на морской поверхности / А.А. Кубряков, С.В. Станичный, Е.И. Калинин // XII конференция молодых ученых «Фундаментальные и прикладные космические исследования»: Сборник трудов. – М., 2015. – С. 41-49.
5. Морской портал «МГИ РАН» / [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://dvs.net.ru/>

Стецюк А.П., Рылькова О.А., Муханов В.С., Сахонь Е.Г.,
Поповичев В.Н., Гулин С.Б.

ФГБУН «Институт морских биологических исследований
имени А. О. Ковалевского РАН»,
пр. Нахимова 2, г. Севастополь, 299011
Alex-ra-777@mail.ru

ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ДОБАВОК ГЛУБИННОЙ ВОДЫ СЕРОВОДОРОДНОЙ ЗОНЫ ЧЕРНОГО МОРЯ НА РАЗВИТИЕ ПИКО- И НАНОФИТОПЛАНКТОНА МЕТОДАМИ ПРОТОЧНОЙ ЦИТОМЕТРИИ И МЕЧЕНЫХ АТОМОВ

Материалы и методы. Изменение численности, биомассы и объема клеток пико – (организмы размером 0,2-2,0 мкм) и нанофитопланктона (2,0-20,0 мкм) определяли в экспериментальных склянках темного и белого стекла объемом 100-300 мл. В июле и августе 2015 г. использовали пробы с поверхностного горизонта, отобранные в районе радиобиологического корпуса (РБК) ИМБИ РАН (прибрежные воды у южного мола Севастопольской бухты), в октябре – эксперимент был поставлен на борту судна в ходе 79-го рейса НИС «Профессор Водяницкий».

В контрольных склянках экспонировали нативную воду. В опытные склянки в качестве дополнительного источника биогенов добавляли предварительно азрированную морскую воду (5 % объема склянки) с горизонтов 250 м (июль, октябрь) и 500 м (август). Экспозицию проводили в течение нескольких дней в условиях *in situ* при естественном освещении.

До и после экспозиции отбирали аликвоты проб из каждой склянки, анализ проб проводили с помощью проточного цитометра Cytomics™ FC 500 (Beckman Coulter, США), оборудованного 488-нм однофазным аргоновым лазером, и программного обеспечения СХР. Общую численность пико- и нанофитопланктона определяли в неокрашенных пробах с помощью гейтинга популяции клеток на 2-параметрических цитограммах прямого светорассеивания (канал Log FS) и автофлуоресценции в красной (Log FL4, 675 нм) и оранжевой (Log FL2, 575 нм) областях спектра.

Для изучения влияния вышеуказанных добавок глубинной воды на процесс развития фитопланктона в пробах поверхностной воды параллельно использовали скляночную модификацию радиоуглеродного метода. Радиометрические измерения ^{14}C в аликвотах воды из инкубируемых склянок и во взвеси, осажденной

на мембранных фильтрах «Sartouris» (тотальная фракция > 0,3 мкм), проводили на бета-спектрометре «RackBeta – 1219» с использованием сцинтилляционной жидкости «OptiPhase – II».

Результаты и обсуждение.

В ходе всех проведенных экспериментов обнаружено увеличение численности фитопланктонных организмов через сутки и её рост в последующие дни с максимальными величинами на 3-й день эксперимента или позднее. Объемы клеток достоверно не изменялись.

Ход процессов в пико- и нанофракциях существенно отличался. Независимо от того, где были отобраны пробы, в прибрежных или открытых районах моря, численность пикофитопланктона в опытных светлых склянках возрастала в 2-12 раз (до $6 \cdot 10^4$ кл/мл в воде с добавкой с 500-м глубины) и была существенно выше, чем в контрольных светлых склянках (рис. 1).

В нанофитопланктоне наблюдали резкое увеличение численности клеток на 2-е сутки эксперимента и далее – на два порядка величин, особенно – в пробах, отобранных в прибрежье (июль, август) (рис. 2). Столь высокие концентрации клеток (до $3 \cdot 10^5$ кл/мл), обычно наблюдаемые в моновидовых культурах микроводорослей, были обусловлены бурным ростом фотоавтотрофных (или миксотрофных) нанофлагеллят.

Вода из более глубоких слоев (500 м) оказывала более выраженный стимулирующий эффект на развитие обеих фракций фитопланктона (август).

Глубинная вода с одного и того же горизонта (250 м, июль и октябрь) оказывала разное влияние на развитие более крупного нанофитопланктона из прибрежных (рост на 2 порядка) и открытых вод (увеличение в 5-6 раз – см. рис.1, 2).

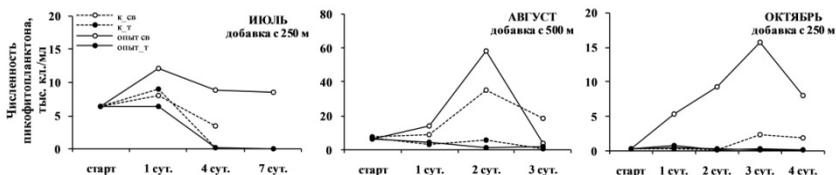


Рис. 1 – Численность пикопланктонного (организмы размером 0,2 – 2,0 мкм) фитопланктона в экспериментах с добавкой глубинной воды с горизонтов 250 и 500 м. Обозначения: к_св – контроль, светлая склянка; к_т – контроль, темная склянка; опыт_св – опыт, светлая склянка; опыт_т – опыт, темная склянка.

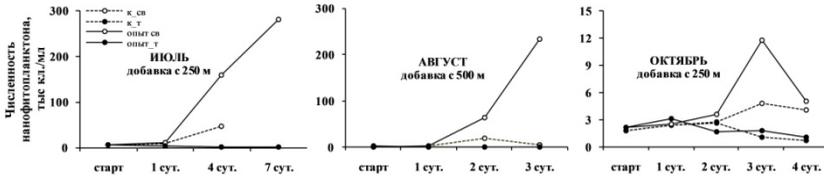


Рис. 2 – Численность нанопланктонного (организмы размером 2,0 – 20,0 мкм) фитопланктона в экспериментах с добавкой глубокой воды с горизонтов 250 и 500 м. Обозначения: к_св – контроль, светлая склянка; к_т – контроль, темная склянка; опыт_св – опыт, светлая склянка; опыт_т – опыт, темная склянка.

Таким образом, глубокая вода из восстановительной зоны Чёрного моря обеспечивает интенсивный рост мельчайших фракций фитопланктона – цианобактерий, пикозукариот и мелких одноклеточных жгутиковых, что связано, по-видимому, с её сбалансированным микро- и макроэлементным составом.

Методом меченых атомов с использованием радиоуглерода было установлено (с погрешностью 10 %), что в результате 6-суточной экспозиции «темных» склянок в условиях близких *in situ* для них не выявлено различия в уровнях ассимиляции ^{14}C взвесью, содержащейся в «контрольной» воде и с добавкой в неё 5 % (по объёму склянки) аэрированной воды с горизонтов 250 и 500 м. Напротив, в «светлых» склянках уже через 3 суток ассимиляция ^{14}C взвесью возросла в «контрольной» воде в 3,5 раза относительно начального уровня, а с 5 %-й добавкой глубокой воды с горизонтов 250 и 500 м – соответственно в 4,2 и 12,3 раз, что свидетельствует о специфико-стимулирующем влиянии добавок глубокой воды на процесс фотосинтеза органического вещества морской микробиотой. И в целом, полученные результаты расширяют список морских фотоавтотрофов, для которых выявлен подобный стимулирующий эффект глубокой черноморской воды [1, 2, 3].

Список использованной литературы

1. Безносков В. Н. Рост фитопланктона и бактериопланктона в глубокой воде из аэробной зоны Черного моря //Океанология. – 1999. – Т. 39. – №. 1. – С. 74-79.
2. Безносков В. Н., Суздалева А. Л., Горюнова С. В. Дестратификационное загрязнение среды //Вестник Российского университета дружбы народов. Серия Экология и безопасность жизнедеятельности. – 1998. – Т. 1999. – С. 85-90.

3. Поликарпов Г. Г., Лазоренко Г. Е., Терещенко Н. Н. Биогенные свойства глубинной воды сероводородной зоны Черного моря для морских водорослей // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон. – 2004. – Т. 10. – С. 165.

Титова С. А., Куранова Л.К., Голубева О. А.

ФГБОУ ВО «Мурманский государственный технический университет», ул. Спортивная, 13, г. Мурманск, 183010
sobmolotkova @yandex.ru

СОСТАВ И СВОЙСТВА КОРМОВОГО РЫБНОГО ФАРША, ПОЛУЧЕННОГО МЕТОДОМ КРИОЭКСТРУЗИИ

Ситуация с развитием импортозамещения в условиях экономических санкций, введенных в отношении Российской Федерации рядом зарубежных государств, оказалась благоприятной для многих отраслей экономики, в частности для сельского хозяйства. Тем не менее, кроме создания соответствующих экономических условий необходимо полноценно обеспечивать сельскохозяйственных животных и птицу кормами для обеспечения жизнедеятельности организма и его роста в целях последующего получения продукции высокого качества. Представляется, что этому должно способствовать рациональное использование кормовых ресурсов, которое, в частности, предполагает введение в рационы животных новых видов кормов, в том числе приготовленных с использованием новых технологий.

Добыча водных биологических ресурсов, в первую очередь, рыбы, является одним из основных сегментов экономики Мурманской области, в связи с чем особую актуальность здесь приобретают вопросы разработки и внедрения усовершенствованных технологий переработки гидробионтов, включая комплексное освоение мелких видов рыб и недоиспользуемых объектов промысла.

Измельчение является самым распространенным способом подготовки кормов к скармливанию, применение которого способствует улучшению поедаемости корма и повышению доступности питательных веществ. В результате измельчения образуется множество частиц с высокоразвитой поверхностью, что способствует ускорению процессов пищеварения и

повышению усвояемости питательных веществ организмом животных [1, 2].

Однако процедура дефростации, которая всегда предшествует измельчению сырья в традиционном цикле изготовления кормовых рыбных фаршей, приводит не только к ухудшению внешнего вида сырья, но и значительно снижает пищевую ценность получаемого продукта вследствие утраты тканевой влаги, белков, гидролиза и окисления жиров. Вместе с тем, исключение из технологического процесса изготовления кормового фарша такой операции, как дефростация, повышает сохранность в перерабатываемом сырье питательных веществ. Это становится возможным при использовании для производства кормового фаршевого продукта метода криоэкструзии [3].

В целях разработки нового способа получения кормового фарша на основе метода криоэкструзии была использована полезная модель экструзионной установки поршневого типа с охлаждаемыми рабочими органами, созданная в условиях кафедры технического и холодильного оборудования МГТУ [4]. Подготовка блока к измельчению осуществлялась путем его распила с использованием дисковой пилы на куски толщиной, равной диаметру фильеры. Начальная температура сырья составляла минус 18⁰С, дефростация не производилась, что также обеспечивало низкотемпературную консервацию сырья и исключало возможность последующего ухудшения микробиологических показателей в готовом продукте. Для продавливания использовалась фильера диаметром 50 мм с отверстиями в форме конус-цилиндр диаметром 7 мм, которая охлаждалась до температуры сырья. Длительность процесса продавливания составила от 40 с до 1 мин.

Готовый продукт – криофарш имеет однородное измельчение, сочную, рассыпчатую консистенцию. Температура продукта на выходе равна температуре сырья до начала переработки (минус 18⁰С), масса готового продукта составляет 97,5-99% от массы продавленного сырья. Полученная фаршевая масса хорошо формируется, что создаёт возможность использовать наиболее предпочтительный для потребителя вид упаковки. Кроме того, рассыпчатая консистенция криофарша позволяет смешивать его с различными компонентами, в том числе с растительными, и получать комбинированный кормовой продукт с заданными питательными свойствами [5].

В результате лабораторных исследований были получены следующие данные о химическом составе криофарша путассу в пересчете на усредненную влагу 78%: содержание белка

составило 17,1%, жира – 2,95%, золы – 1,95%. Эти данные соответствуют химическому составу целой путассу, вследствие чего можно сделать вывод о том, что химический состав измельченной рыбы остаётся практически неизменным, потери важных питательных веществ при этом исключаются. Содержание основных макроэлементов – кальция и фосфора, в испытуемых образцах составило 0,78% и 0,43% соответственно. Калорийность 100 г продукта 87 ккал.

Белки криофарша характеризуются практически полным набором белковых аминокислот. Сумма незаменимых аминокислот составляет 365,6 мг/г белка. В том числе: 50,0 мг валина, 40,9 мг изолейцина, 78,7 мг лейцина, 51,9 мг лизина, 10,0 мг метионина, 4,0 мг триптофана, 39,5 мг треонина, 41,6 мг фенилаланина, 23,5 мг гистидина. В минимальном количестве в белках криофарша содержится – метионин (10,0 мг/г белка), в максимальном – серин (155,3 мг/г белка). Единственной лимитирующей аминокислотой является метионин, скор которого составляет 45 %. Коэффициент рациональности криофарша путассу – $R_c = 0,33$.

Таким образом, разрабатываемая технология кормового рыбного фарша обеспечивает сохранность питательных веществ и постоянство низкотемпературного режима в процессе его изготовления. Одновременно необходимо отметить, что общие затраты на производство криофарша снижаются в связи с исключением из процесса изготовления процедур дефростации и повторной заморозки готового продукта.

Список использованной литературы

1. Гаврилов Т. А. Исследование эффективности работы оборудования для тонкого измельчения мясо-рыбных кормов // Научный журнал КубГАУ. 2013. № 87 (03). URL: <http://ej.kubagro.ru/2013/03/pdf/28.pdf> (дата обращения 18.11.2016).
2. Гаврилов Т.А., Няникова А.В., Паталайнен Л.С., Широких А.К. Повышение эффективности звероводческого производства путем совершенствования методики составления рационов кормления // Научный журнал КубГАУ. 2013. № 91(07). URL: <http://ej.kubagro.ru/2013/07/pdf/52.pdf> (дата обращения: 22.10.2016).
3. Голубева О. А, Новикова Е. С., Саенков А. С. Экструзия как альтернатива дефростации // Сборник научных трудов по материалам международной научно-практической конференции «Перспективные инновации в науке, образовании, производстве и транспорте '2009». Т. 1. Транспорт. Технические науки, Одесса, 15-30 июня 2009 г. – Одесса: Черноморье, 2009. – С. 60– 62.

4. Голубева О.А., Греков Е.О. Патент на полезную модель № 163424 Поршневой экструдер – измельчитель. Заявка № 2016103972. Приоритет полезной модели 08 февраля 2016. Зарегистрирован в Государственном реестре полезных моделей Российской Федерации 29 июня 2016 г.

5. С. А. Титова, О. А. Голубева, Л. К. Куранова, В.А. Гроховский Получение кормового рыбного фарша методом криоэкструзии из замороженного рыбного сырья. // Вестник ВГУИТ. 2016 г. Т. 19, № 4, стр. 11-17.

Тихонова Е. А.¹, Котельянец Е. А.², Соловьёва О. В.¹

¹ФГБУН «Институт морских биологических исследований имени А.О. Ковалевского РАН», пр. Нахимова, 2, г. Севастополь, 299011
tihonova@mail.ru

²ФГБУН «Морской гидрофизический институт РАН»,
ул. Капитанская, 2, г. Севастополь, 299011
plistus@mail.ru

ХАРАКТЕРИСТИКА ЗАГРЯЗНЕНИЯ ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ КРЫМСКОГО ПОБЕРЕЖЬЯ ЧЁРНОГО И АЗОВСКОГО МОРЕЙ

В рамках 83-го рейса НИС «Профессор Водяницкий» проведены исследования прибрежных районов Крыма с различной степенью антропогенной нагрузки: акватории Черного и Азовского морей, а также Керченского предпроливья. Получены новые данные о концентрациях основных поллютантов в донных отложениях: хлороформ-экстрагируемых веществ (ХЭВ), нефтяных углеводородов (НУ), микроэлементов и тяжелых металлов (ТМ) (As, Ti, Zn, Ni, Co, Cr, V, Sr, Fe, Mn).

Пробы донных отложений отбирались во время 83-го рейса НИС «Профессор Водяницкий» (январь – февраль 2016 г.) по сетке станций, расположенных вдоль крымского побережья Черного и Азовского морей. Глубина на точках отбора донных отложений в Черном море составляла от 24 до 83 м, за исключением глубоководной станции (1040 м). На станциях, расположенных в акватории Азовского моря, глубины не превышали 9–18 м.

Донные отложения отбирали с помощью автоматического коробчатого дночерпателя (Box corer) с площади 25 × 25 см и дночерпателя «Океан-50». Для анализа использовали верхний 5 см слой. Все пробы упаковали в специальные контейнеры и

маркировали. Всего отработано 11 проб в черноморской акватории и 4 – в азовской.

По полученным данным содержание ХЭВ в донных отложениях Черного моря колеблется в пределах от 10 до 110 мг/100 г возд.-сух. д. о., НУ на большинстве станций соответствовало следовым значениям (менее 5 мг/100 г) – от 1.7 до 10 мг/100 г. В Азовском море данные показатели несколько выше: для ХЭВ – от 107 до 187 мг/100 г, что соответствует III уровню загрязнения, тогда как НУ находились в тех же пределах, что и в Черном море (от 6.9 до 10.2 мг/100 г).

Наибольшие значения содержания ТМ (цинка, кобальта, хрома) (44 % проб) в донных отложениях Черного моря отмечено в прибрежной акватории м. Айя, при этом количество стронция и мышьяка близко к максимальным значениям, отмеченным на предпроливной части. Максимальное количество стронция зафиксированное в данной точке, скорее всего, связано с типом грунтов (ракушняк с примесью песка). Наибольшие показатели цинка отмечены в акватории канализационного коллектора г. Ялты. Тогда как свинец зафиксирован лишь на станции в районе Карадага. Минимальное содержание цинка, кобальта, хрома, ванадия и стронция отмечено в донных отложениях Каламитского залива, мышьяка – в заповедной акватории Карадага, никеля – перед входом в Керченский пролив. В Азовском море на большинстве станций полученные значения превышали таковые для черноморской акватории, в частности, на одной из станций зафиксированы максимальные содержания ТМ в исследованном регионе.

Таким образом, в настоящее время донные осадки открытого черноморского побережья Крыма, в соответствии с содержанием ХЭВ и физико-химическими показателями, обладают свойствами, типичными для морских донных отложений. Это свидетельствует о благополучном состоянии исследованных акваторий в целом. Донные отложения Черного моря относятся к I–II уровням загрязнения по концентрации ХЭВ, за исключением глубоководных участков и акватории вблизи ялтинского канализационного коллектора, при этом полученные значения находятся на нижней границе III уровня, тогда как для Азовского моря характерен III уровень. В целом можно говорить о тенденции к постепенному увеличению содержания ХЭВ в акватории черноморского побережья, но при этом донные осадки не загрязнены нефтепродуктами.

Полученные концентрации ТМ свидетельствуют о том, что их содержание изменяется в широких диапазонах и зоны их

повышенных значений не всегда определяются близостью к источнику загрязнения. В Азовском море на большинстве станций полученные концентрации ТМ превышали таковые для черноморской акватории, в частности, на некоторых полигонах зафиксировано их максимальное содержание в исследованном регионе. Концентрации Zn, Co и Cr, V превышают их естественное содержание в осадках шельфа во всех исследованных районах (за исключением акватории Каламитского залива), а Ni – в акватории Азовского моря, что указывает на наличие источников антропогенного загрязнения.

Троян В.О.

ФГБОУ ВО «Керченский государственный морской технологический университет», ул. Орджоникидзе, 82, г. Керчь, 298309 ktoria.troyan@yandex.ru

РОСТ ПЛОТНОСТИ КУЛЬТУРЫ КОЛОВРАТКИ ПРИ ДОБАВЛЕНИИ В ПИТАТЕЛЬНЫЕ СМЕСИ АМИНОКИСЛОТЫ И МИКРОВОДОРОСЛЕЙ

Известно, что самый большой процент гибели личинок рыб, как правило, наблюдается на ранних стадиях онтогенеза. Несоответствие стартового корма анатомо-физиологическим потребностям выращиваемых объектов неизменно приводит к их гибели. Личинки, при переходе на внешнее питание питаются мелкими объектами, а именно беспозвоночными. На предприятиях мировой аквакультуры часто в качестве стартового корма применяют коловраток. Коловратки хороши тем, что обладают широкой пластичностью химического состава, который напрямую зависит от состава корма входящего в рацион этих мелких беспозвоночные [1, 2]. Вид – *Brachionus plicatilis*, предварительно обогащенный всеми необходимыми для развития личинок рыб веществами, на сегодняшний день является одним из наиболее распространенных живых кормов в аква- и марикультуре [3]. В связи с этим наиболее актуальными в современный период являются работы по повышению качественного состава питательных смесей для коловраток.

Целью настоящей работы являлось исследование особенностей роста проточной культуры коловратки *Br. plicatilis* при добавлении в питательную смесь метионина, также особый интерес представляло изучение изменения численности

культивируемого объекта на протяжении длительного периода выращивания.

Эксперименты по культивированию коловратки *Brachionus plicatilis* проводили на кафедре «Водные биоресурсы и аквакультура» ФГБОУ ВО КГМУ, в условиях нерегулируемого температурного режима. Выращивание проводили в стеклянных емкостях, объемом 2000 мл. Соленость среды варьировала в пределах 12-13 ‰. Кормом в первом варианте культивирования являлись предварительно замоченные на 1,5-2 суток в пресной воде сухие пекарские дрожжи (20-25 мг/л). Во втором варианте коловраток кормили экспериментальной смесью, в состав которой входили следующие компоненты: альгологически чистая культура *Monochrysis lutheri*, начальная концентрация $1-1,2 \cdot 10^6$ кл/мл, замоченные пекарские дрожжи, витамин В₁₂ и метионин 10 мг/л. В третьем – в качестве корма использовали альгологически чистую культуру *Monochrysis lutheri*, создавая начальную концентрацию $1-1,2 \cdot 10^6$ кл/мл, замоченные пекарские дрожжи и витамин В₁₂. Начальная плотность выращиваемой культуры коловратки была равна 4 экз/мл.

Подсчет плотности культуры *Br. plicatilis*, а также контроль за изменением температуры в культуральной среде, велся на протяжении всего эксперимента. Анализ и обработка полученных результатов проводился с помощью компьютерной программы «Excel-2007».

Во время эксперимента температура воды варьировала в пределах от 18 до 20,5 °С (рис.). Причем, в начальный период она была наиболее высокой (20,5 °С), что, вероятно, стало причиной короткой лаг-фазы. Во всех вариантах культивирования, несмотря на низкую начальную плотность культуры, уже на вторые сутки отмечался положительный прирост плотности культуры *Br. plicatilis*. Фаза интенсивного роста продолжалась около 12 суток. Как показано на рисунке , более высокие показатели численности коловратки были отмечены в третьем варианте эксперимента (на смеси: водоросли, дрожжи, витамин В₁₂), кроме того, данная группа была более устойчива к изменению температуры. Отмечено, что в группе коловраток, в кормовую смесь которых входила незаменимая аминокислота метионин, прирост численности был несколько меньше, чем в третьем варианте, но выше, чем в первом (см. рис.). Вероятно, резкое снижение плотности культуры во всех емкостях на 18-21 сутки было вызвано, в основном, падением температуры. Однако, после ее восстановления до 19-20 °С плотность коловратки не превышала 25-30 экз./мл, что свидетельствует о накопления в культуральной жидкости метаболитов, которые, как известно, вызывают снижение численности коловратки. На 32 сутки выращивания была проведена

замена 1/3 среды. Интересно, что уже на следующий день культивирования численность увеличилась в 1,5-2 раза. На 60 сутки также была проведена замена 1/3 среды, при этом несколько уменьшилась общая численность *Br. plicatilis*. Причиной стала неблагоприятная температура, которая снизилась до 15°C. Но, несмотря на низкую температуру, уже на 63 сутки (третий день после замены среды) мы видим ясно выраженный прирост. При этом наименьшие приросты плотности коловраток чаще наблюдались в первом варианте, где в питательной смеси присутствовали только дрожжи.

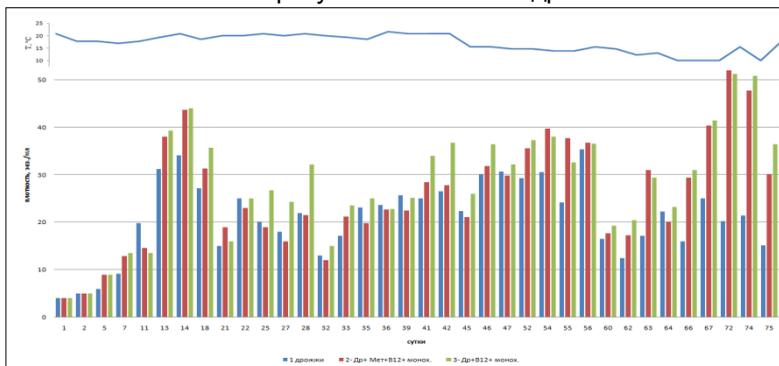


Рис. 1 – Показатели роста плотности культуры коловратки на разных кормах: 1 – дрожжи , 2 – водоросль *M. lutheri* +дрожжи+ витамин В₁₂+метионин, 3– водоросль *M. lutheri* +дрожжи+ витамин В₁₂

Следовательно, питательные смеси, в состав которых входят микроводоросли, витамин В₁₂, и метионин способствуют более интенсивному росту культуры *Brachionus plicatilis*, чем при выращивании на чистых дрожжах. Однако использование метионина при длительном накопительном культивировании может отразиться на жизнеспособности коловраток. По всей видимости, в наших опытах присутствие метионина в корме коловраток при длительном культивировании вызывало более раннее накопление продуктов обмена (возможно из-за его избыточного количества). Поэтому, при его использовании следует чаще проводить замену среды, с целью снижения концентрации накопившихся за период выращивания метаболитов. Кроме того, необходимы исследования по уточнению оптимальных концентраций аминокислоты для роста коловраток при разных температурных условиях.

Список использованной литературы

1. Watanabe T. Nutritional values of live organisms used in Japan for mass propagation of fish: a review / T. Watanabe, T. Kitajima, S. Fugita// *Aquacultura*. – v. 34 – № 1-2. – 1983. – P. 115-143.

2. Винберг Г.Г. Интенсивность обмена и пищевые потребности рыб / Г.Г. Винберг. – Минск: Изд-во БГУ, 1956. – 247с.

3. Спекторова Л.В. Инструкция по массовому разведению морских одноклеточных водорослей и коловраток / Л.В. Спекторова, С.Л. Паньков, Е.С. Проскураина, С.В. Шершов, А.М. Семик. – М.: ОНТИ ВНИРО, 1986. – 64 с.

Файзулина Д. Р.

ФГБНУ «Каспийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства», ул. Савушкина 1, г. Астрахань, 414056,
kaspiy-info@mail.ru

ФИЗИОЛОГО-БИОХИМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СОСТОЯНИЯ ЛЕЩА (*ABRAMIS BRAMA L.*) В ПРЕДНЕРЕСТОВЫЙ ПЕРИОД

Лещ является традиционным и важным объектом промысла Волго-Каспийского рыбохозяйственного подрайона. До недавнего времени он был весьма многочисленен среди полупроходных видов Волго-Каспия. В современный период уловы и запасы этого вида снизились. Причинами снижения улова леща послужили браконьерство, загрязнение воды и донных отложений, нарушение режима водности, естественной сопряженности водного и температурного режимов, качественное и количественное изменение сообщества кормовых организмов и другие негативные изменения экологических условий Волго-Каспийского региона.

Физиологическое состояние рыб служит индикатором влияния на них экологических особенностей условий среды обитания. Многообразие функций крови, дифференцированной и реактивной ткани, поставило ее в ряд объективных показателей физиологического состояния организма. Способность организма рыбы адаптироваться к колебаниям условий среды обеспечивается ритмичной работой органов кровеносной системы. Эта способность сложилась в процессе эволюции. Физиологические ритмы показателей крови – это естественное состояние живущего организма и обусловлены сезонностью, зависят от колебаний температуры, газового, водно-солевого

режимов, обеспеченности пищей, стадией зрелости и пр. Общее функциональное состояние особи в любой момент времени влияет на состав крови, которая, обеспечивая транспортировку метаболитов, отражает уровень энергетического обмена (Головина, Тромбицкий, 1989).

В связи с этим целью работы стало изучение качественных и количественных особенностей значений некоторых биохимических показателей крови леща во время его нерестовой миграции, учитывая современные экологические условия Волжско-Каспийского бассейна. От уровня физиологического благополучия рыб в преднерестовый период зависит количество производителей, которые пойдут на нерест, эффективность нерестовой кампании в целом, дальнейшая выживаемость потомства, а, следовательно, и величина пополнения популяции.

Количество в крови гемоглобина у различных видов рыб может варьировать в широких пределах – от 40 до 147 г/л (Строганов, 1962). Содержание гемоглобина в крови самок леща, идущих на нерест в 2010–2014 гг. колебалось от 35,08 до 61,37 г/л, в среднем составляя $50,15 \pm 1,13$ г/л. У разных рыб концентрация общего сывороточного белка может составлять от 25 до 70 г/л (Строганов, 1962). У леща в преднерестовый период среднее содержание ОСБ в крови составляло $51,42 \pm 1,03$ г/л, варьируя в пределах от 49,35 до 54,39 г/л в 2010–2014 гг. Средний уровень β -липопротеидов в крови леща в период нерестовой миграции составлял $3,72 \pm 0,23$ г/л. Межгодовые колебания этого показателя у леща были значительными – от 1,94 до 5,42 г/л (коэффициент вариации – 61,68%). Что обосновано одной из функций β -липопротеидов. Они представляют собой транспортную форму липидов, переносящих преимущественно холестерин и фосфолипиды, особенно это значимо в процессе формирования гонад. В преднерестовый период происходит окончательное формирование полноценных половых продуктов. Т. е. особи могут быть полностью созревшими, другие еще нет, соответственно варьирует концентрация β -липопротеидов. Уровень холестерина в крови леща составляет $2,30 \pm 0,07$ г/л (2010–2014 гг. – 1,90–2,88 г/л). Ранее у карповых был зафиксирован уровень холестерина 2,38 г/л (Седов, Андрианова, 1985). При уровне холестерина в крови выше 3 г/л рыба (доказано на примере осетровых) находится под воздействием стресса. У леща, исследованного в преднерестовые периоды в 2010–2014 гг., средний уровень общих липидов в крови составил $13,91 \pm 0,46$ г/л. У карповых, исследованных в 1970-е гг., количество общих липидов в крови составляло 11,92 г/л (Седов, Андрианова, 1985).

Количество триглицеридов в крови рыб сильно зависит от качества и доступности пищи. Настоящие исследования показали, что у леща уровень триглицеридов в крови составляет 1,79 г/л. У рыб того же семейства, что и лещ, чешуйчатого карпа количество триглицеридов колеблется от 0,49 до 1,44 г/л (Маслова, Петрушин и др., 2011).

Отдельно следует отметить количественные характеристики исследованных показателей крови леща, изученного в период нерестовой миграции в 2013 г. Этот год был многоводным, с отличающимися экологическими условиями, более благоприятными для размножения. Среднее количество гемоглобина составило 61,37 г/л. Влияние неблагоприятных условий в маловодные годы (2010, 2012, 2014) способствует выработке адаптивных реакций, изменению метаболизма рыб, энергетических трат и окислительного обмена. Так, минимальный уровень гемоглобина, показателя окислительного обмена, у леща определен в преднерестовые периоды именно этих лет (58,10, 50,15, 35,08 г/л соответственно). Количество ОСБ, β -липопротеидов, холестерина, общих липидов в многоводный 2013 г. составило – 49,46, 2,59, 2,07, 12,12 г/л соответственно, что ниже чем в маловодные годы.

Уровень показателей β -липопротеидов, холестерина, общих липидов в неблагоприятные годы возрастал. Это связано с перестройками в организме. Из-за невозможности попасть на места нереста вовремя могут происходить резорбционные процессы половых продуктов. Выделяемые белки и жиры при распаде икры поступают в кровь, тем самым повышая свой уровень. Повышение в маловодные годы уровня холестерина, относительно многоводного 2013 г., свидетельствовало о формировании естественной реакции на стресс.

Проведенные исследования показали, что изученные в преднерестовые периоды (2010–2014 гг.) физиолого-биохимические показатели крови леща варьируют в межгодовом аспекте. Основные изученные параметры соответствовали таковым определенным у рыб семейства карповых. Соответственно физиолого-биохимическое состояние производителей леща в преднерестовый период в настоящее время нестабильно, зависимо от условий среды, но по изученным показателям крови его можно охарактеризовать как удовлетворительное.

Список использованной литературы

1. Головина Н.А., Тромбицкий И.Д. Гематология прудовых рыб. Кишинев: Штиинца, 1989. 156 с.

2. Маслова Н.И., Петрушин А.Б., Пронина Г.И., Ревякин А.О. Особенности изменения биохимического состава крови пойкилотермных биомоделей при недостаточном питании // Биомедицина. 2011. № 3. С. 37-39.

3. Седов С.И., Андрианова С.Б. Физиолого-биохимическая характеристика и генетическая структура северокаспийской воблы и проблема регуляции её воспроизводства // VI Всесоюзная конференция по экологической физиологии и биохимии рыб: Тезисы докладов. Вильнюс, 1985. С. 217-219.

4. Строганов Н.С. Экологическая физиология рыб. М.: Изд-во Московского университета, 1962. 443 с.

Федорова Е.А.

Азовский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства (ФГБНУ «АзНИИРХ»), Береговая улица, 21В,
г. Ростов-на-Дону, 344002
elena_viva@mail.ru

ИЗМЕНЕНИЕ БИОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ КОРМОВЫХ ГИДРОБИОНТОВ ПРИ ИНТОКСИКАЦИИ ФУНГИЦИДАМИ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ

К фунгицидам нового поколения относятся стробинурины. Они являются синтетическими аналогами стробилурина А, который выделен из культуры грибов *Strobilurus tenacellus*, и представляют собой эфиры замещенной β -метоксиакриловой кислоты и ее аза-аналогов (Багодский, Санин, 1991). Благодаря высокой способности абсорбироваться на взвешенных частицах они могут разноситься по течению на большие расстояния, оседая в донных отложениях, где долго сохраняет свою активность. Моллюски составляют основы питания многих бентосоядных организмов, бентосные организмы обладают способностью к накоплению органических и неорганических ксенобиотиков в тканях, что используется при определении степени загрязненности донных отложений в водоемах. Зоопланктонное сообщество – один из важнейших компонентов водных экосистем и является индикатором их состояния, что определяется функцией зоопланктона – фильтрацией взвеси и ее трансформацией. По численности в пресноводных водоемах преобладают ветвистоусые ракообразные, которые активно участвуют в процессах самоочищения водоемов (Андроникова, 1966). Высокая

фильтрационная активность зоопланктонных организмов делает их наиболее уязвимой группой в составе водного сообщества при пестицидной интоксикации.

Степень токсического воздействия этих фунгицидов на водные биоценозы мало изучена, так же не исследованы механизмы действия стробилуринов на гидробионты. Поэтому целью работы являлось оценка жизнеспособности брюхоногих моллюсков (*Planorbarius corneus*) и ветвистоусых ракообразных (*Daphnia magna Straus*) к действию стробилуринового фунгицида – *Трифлуксистробина*.

На первом этапе эксперимента оценивали влияние фунгицида на выживаемость гидробионтов в остром эксперименте с целью определения токсикометрических параметров, представленных в таблице. Рассчитанные среднелетальные концентрации по выживаемости при 4-х суточном воздействии позволили определить, что фунгицид *Трифлуксистробин* относится к группе особо токсичных пестицидов для дафний ($ЛК_{50} < 0,5$ мг/л), высокотоксичным ($0,5 < ЛК_{50} < 5,0$ мг/л), для катушки роговой.

Таблица 1 – Основные токсикометрические параметры *Трифлуксистробина* для катушки роговой и дафний в остром эксперименте

Гидробионты	Экспозиция опыта	<i>Трифлуксистробин</i>
Дафнии	96 ч	$ЛК_0 = 0,000069$ $ЛК_{16} = 0,0003$ $ЛК_{50} = 0,0008$
Катушка роговая	96 ч	$ЛК_0 = 0,12$ $ЛК_{16} = 0,84$ $ЛК_{50} = 3,28$

Клиническая картина первичного отравления гидробионтов разных систематических групп, при действии *Трифлуксистробина* была одинакова и связана с поражением нервной системы, в результате чего происходило обездвиживание тест-объектов, что проявлялось отсутствием реакции на внешние раздражители и последующей депрессией.

Вторым этапом эксперимента было определение влияния фунгицида на основные биологические показатели гидробионтов. Для моллюсков – темп роста и плодовитость, для дафний – реальную плодовитость и численность возрастных групп популяции.

В результате анализа полученных данных, отмечено угнетение прироста массы тела и плодовитости моллюсков с увеличением концентраций токсиканта. В растворах с максимальным содержанием фунгицида – 20 мг/л рост и размножение катушки практически прекратился. Количество кладок и число яиц в них уменьшилось с повышением концентрации пестицидов, увеличился срок выклева молоди. В результате оценки токсического эффекта фунгицидов на моллюсков установлены пороговые (темп роста – 5 мг/л, плодовитость – 10 мг/л) и недействующие (темп роста – 5 мг/л, плодовитость – 5 мг/л) концентрации.

Анализ результатов экспериментов по экспонированию *D.magna* в растворах *Трифлуксистробина* показал, что токсикант проявляли дозозависимое снижение основных показателей жизнедеятельности дафний – плодовитость рачков в четырех поколениях и численность популяции. Порог чувствительности дафний для *Трифлуксистробина* составил 0,0000062 мг/л, Начиная с этой концентрации, снижалась плодовитость рачков в четырех поколениях и численность возрастных групп популяции дафний.

Таким образом, установлено, что *Трифлуксистробин* в низких концентрациях, обладает сильным токсическим действием, влияя на продолжительность жизни и репродуктивные показатели гидробионтов. Приведенные данные однозначно свидетельствуют о необходимости проведения систематических ежегодных мониторинговых наблюдений за содержанием стробилуриновых фунгицидов в воде рыбохозяйственных водоемов и их влиянием на гидробионтов для объективной оценки уровня экологического риска этих пестицидов для водных экосистем.

Федоровская Н. К.

ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет»,
ул. Университетская, д. 33, г. Севастополь, 299053
n.fedorovskaya14@mail.ru

СНИЖЕНИЕ ОТРИЦАТЕЛЬНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ СИСТЕМ ОХЛАЖДЕНИЯ ЭНЕРГОУСТАНОВОК НА МОРСКИЕ БИОРЕСУРСЫ

Моря и континентальные водоемы являются местом сосредоточения значительных биоресурсов, в частности рыбных.

В настоящее время наблюдается тенденция их снижения, что определяется негативным воздействием многочисленных промышленных объектов. К их числу, среди прочего, относятся энергоустановки тепловых электростанций (при их расположении на берегу морей), судов, разнообразных морских технических средств (плавучие, стационарные и полупогружные буровые платформы и т.д.).

Системы охлаждения указанных энергетических объектов используют воду морей или континентальных водоемов. Для тепловых электростанций удельное потребление воды составляет летом $0,125...0,42 \text{ м}^3/(\text{кВт}\cdot\text{ч})$, а в зимний период $0,09...0,3 \text{ м}^3/(\text{кВт}\cdot\text{ч})$. Итоговые цифры водопотребления оказываются значительными. Так, например, для Сургутской ГРЭС-2 потребление воды за год достигает миллиардов кубических метров.

В Крыму имеется две тепловые электростанции, использующие для охлаждения морскую воду. Одна из них находится в Севастополе и потребляет около четырех тысяч кубических метров воды в час.

Морская буровая платформа проекта 10170 с суммарной мощностью энергоустановки 5000 кВт потребляет $400...800 \text{ м}^3/\text{час}$ охлаждающей морской воды. У морской платформы ЛСП-1 номинальное потребление морской воды составляет $1600 \text{ м}^3/\text{час}$, а максимальное может достигать $2000...2400 \text{ м}^3/\text{час}$.

Хорошо известно, что основой пищевой цепочки морей и континентальных водоемов является фито- и зоопланктон, который располагается преимущественно в верхних слоях моря на глубинах до 50м. Ясно, что уничтожение планктона приводит к соответствующему снижению рыбной продуктивности. К сожалению, именно с этих глубин берут охлаждающую воду указанные энергетические объекты.

Вода из окружающей акватории всасывается и прокачивается насосом через фильтр, теплообменник и арматуру, после чего сбрасывается обратно в акваторию. Используемые фильтры имеют размеры проходных отверстий $1...4,5 \text{ мм}$. Размер же планктона измеряется микронами и более, а большинство икринок имеют размер около $1...2 \text{ мм}$. Таким образом, все они попадают в систему охлаждения и, пройдя перечисленные выше элементы, под воздействием теплового и механического факторов либо погибают, либо существенно повреждаются. На выходе системы охлаждения температура воды, особенно в летний период, может достигать губительных для этих организмов значений $38...40^\circ\text{C}$.

В [1, 2] установлено, что вследствие такого воздействия погибает 70...90% зоопланктона, а в некоторых случаях этот показатель достигает 100%. Исследования, проведенные на тепловой электростанции «Sizewell», расположенной на морском побережье Англии, показывают, что ежегодно ею уничтожается около $2 \cdot 10^{10}$ икринок рыб и $4,9 \cdot 10^7$ мальков рыб [3].

Решение проблемы может быть найдено в широком внедрении замкнутых систем охлаждения энергоустановок. В таких системах оборудование охлаждается циркулирующей по замкнутому контуру пресной водой. Отвод теплоты от системы осуществляется в конечных устройствах теплоотвода, погруженных в море. При этом забор воды в систему не осуществляется. В отечественном и зарубежном судостроении имеются немногочисленные примеры таких систем. В частности при участии специалистов Севастопольского государственного университета были разработаны замкнутые системы охлаждения для трех плавкранов проекта 15201 грузоподъемностью 500 т. Эксплуатирующие организации дали положительную оценку таким системам. Однако при этом во внимание в первую очередь принимались лишь чисто технические аспекты, связанные с возможностью обеспечения надежной работы плавкранов в сильно загрязненной акватории.

Следует отметить, что, к сожалению, до настоящего времени при создании судов и морских технических средств вопросы отрицательного экологического воздействия систем охлаждения не находят должного внимания. Кроме того, сдерживающим фактором является значительные массогабаритные характеристики замкнутых систем, которые решающим образом определяются тепловой эффективностью конечного устройства теплоотвода.

Для оценки тепловой эффективности конечных устройств теплоотвода были проведены экспериментальные исследования. Выявлено, что в условиях неподвижной морской воды относительно указанных устройств значения коэффициента теплопередачи зависят от температурного напора в устройстве и от угла наклона теплопередающей поверхности. Поскольку при этом теплоотдача к морской воде осуществляется при свободной конвекции, то значения коэффициентов теплоотдачи оказываются сравнительно небольшими, не превышая $600 \dots 800 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$. Это в свою очередь определяет значительные массогабаритные показатели замкнутой системы охлаждения и зачастую делает неприемлемым внедрение таких экологически безопасных систем охлаждения.

В лаборатории Эффективных энергетических технологий и установок Севастопольского государственного университета предложен и исследован метод газоожидкостной интенсификации теплоотвода системой охлаждения. Метод обеспечивает за счет простых средств увеличение теплоотдачи к морской воде в 6...8 раз, а при малых температурных напорах 2...4⁰С – в 20...30 раз. Последний случай связан с эксплуатацией систем охлаждения в летний период, когда вода в море максимально прогревается. Как следствие в несколько раз снижаются массогабаритные показатели замкнутых систем.

Таким образом, созданы условия для широкого внедрения в практику экологически безопасных систем охлаждения энергоустановок, обеспечивающих сохранение биоресурсов морей.

Список использованной литературы

1. Предварительные материалы по оценке воздействия на окружающую среду эксплуатации энергоблока 2 и 3 Калининской АЭС на мощности реакторной установки 104% от номинальной. – ООО «Гидротехпроект» Тверь, 2013. – 333 с.
2. Звягинцев А.Ю. Морские техноэкосистемы энергетических станций / А.Ю. Звягинцев, А.В. Мощенко. – Владивосток: Дальнаука, 2010. – 343 с.
3. Martin R. Speight, Peter A. Henderson. Marine Ecology: Concepts and Applications. – Wiley-Blackwell, 2013. – 272 p.

Фирсова А.В.

ФГБун Южный научный центр Российской академии наук,
пр.Чехова, .41, г. Ростов-на-Дону, 344006
ssc-ras@ssc-ras.ru

ВЛИЯНИЕ СКОРОСТИ СНИЖЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ НА ЯЙЦЕКЛЕТКИ БЕЛОРЫБИЦЫ ПРИ ИХ КРИОКОНСЕРВАЦИИ

В настоящее время криотехнологии являются стратегически важными для решения проблем, связанных с сохранением генетического биоразнообразия рыб. Прогресс в разработке методик криоконсервации расширит сферу их использования в аквакультуре и рыбном хозяйстве, позволит поддерживать генетическое разнообразие промысловых стад рыб на должном уровне и стабилизировать их воспроизводство (Ottinger et al., 2016).

Скорость замораживания при криоконсервации клеток имеет важное значение для успеха процесса. Когда охлаждение происходит достаточно медленно, клетки могут быстро терять воду за счет осмоса (Meryman et al., 1977). С другой стороны, если охлаждение происходит слишком быстро, внеклеточный раствор уменьшается быстрее, чем внутриклеточная вода, в результате чего остаются внутриклеточные воды, которые в конечном итоге образуют внутриклеточные кристаллы льда, оказывающиеся смертельными для клеток (Zhang et al., 2007).

В связи с вышеизложенным целью исследований явилось определить наиболее подходящий режим криоконсервации икры белорыбицы – сверхбыстрый или медленный.

Для выполнения криоконсервации икры белорыбицы по методике медленного замораживания использовали электронный термометр, термопару которого прикрепляли к стакану с пробами. С помощью секундомера засекали время и следили за скоростью понижения температуры. Стакан с пробами медленно погружали в сосуд Дьюара с жидким азотом с такой скоростью, чтобы понижение температуры не превышало 2 градуса в минуту.

Для выполнения криоконсервации икры белорыбицы по методике сверхбыстрого замораживания выполняли путем быстрого погружения стакана с пробами в жидкий азот. В качестве криопротектора использовали смесь триглицеридов.

Оттаивание икры, криоконсервированной методом сверхбыстрой заморозки, показало, что 1/3 часть яйцеклеток после размораживания оказались с поврежденной оболочкой. При увеличении заметно, что в яйцеклетках произошли внутренние перестройки – жировые и желточные вакуоли слились (рисунок 1а), в отличие от нативной икры, у которой вакуоли заполняют всю клетку равномерно (рис. 1 б).



Рис. 1 – Яйцеклетки белорыбицы: а) с поврежденной оболочкой и внутренними перестройками после криоконсервации методом сверхбыстрой заморозки; б) нативная икра белорыбицы; в) после криоконсервации медленным методом

Оттаивание икры, криоконсервированной методом медленной заморозки, показало, что яйцеклетки внешне целые, лишь единичные икринки с поврежденной оболочкой. При увеличении видно, что у всех яйцеклеток произошли внутренние перестройки (рисунок 1в). Но у единичных икринок эти перестройки на начальных стадиях.

Таким образом, проведенный эксперимент позволил выявить, что криоконсервация икры белорыбицы методом медленного замораживания позволяет получить большее количество внешне не поврежденных яйцеклеток после их оттаивания. Криоконсервацию нативной икры белорыбицы рекомендуется проводить методом медленного замораживания.

Работа выполнена в рамках соглашения № 14.607.21.0163 по теме: «Разработка технических средств, биотехнологий выращивания нетрадиционных видов рыб и беспозвоночных для прогресса аквакультуры Южного и Северо-Западного федеральных округов России».

Список использованной литературы

1. Meryman, H.T., Freezing injury from «solution effect» and its prevention by natural or artificial cryoprotectant / H.T. Meryman, R.T. Williams, M.J. Douglas // *Cryobiology*. – 1977. – №14. – P. 287-302.
2. Ottinger, M. Aquaculture: Relevance, distribution, impacts and spatial assessments – A review / M. Ottinger, K. Clauss, C. Kuenzer // *Ocean & Coastal Management*. – 2016. – V. 119. – P. 244–266.
3. Zhang, T. Low-temperature preservation of fish gonad cells and oocytes. In: Badin PJ, Cerdà J, Lubzens E. (ed.) *The fish oocytes: from basic studies to biotechnological applications* / T. Zhang, D.M. Rawson, I. Pekarsky, I. Blais, E. Lubzens // *New York: Springer*. – 2007. – P.411-436.

Хачетурова К. С., Фролова Е. А., Биягов К. Л, Кравец П. П.

МГТУ «Мурманский государственный технический университет»,
ул. Спортивная, 13, г. Мурманск, Мурманская обл., 183010
alicemcgre14@gmail.com

СООБЩЕСТВА ПОЛИХЕТ КАНДАЛАКШСКОГО И ОНЕЖСКОГО ЗАЛИВОВ БЕЛОГО МОРЯ

Многощетинковые черви представляют собой одну из наиболее многочисленных групп морских донных организмов [1].

Они присутствуют во всех биоценозах, играя важную роль в образовании донной фауны морей [2]. Так как ранее анализ видового разнообразия многощетинковых червей заливов Белого моря не проводился, данная работа посвящена изучению и ревизии коллекций беломорских экземпляров полихет ЗИН РАН.

Цель работы: изучение распределения и видового разнообразия многощетинковых червей в Кандалакшском и Онежском заливах Белого моря.

Материалом для данного исследования послужила коллекция – 21 проба ЗИН РАН, отобранная в летний период 60-х годов в Кандалакшском и Онежском заливах Белого моря.

Отбор проб бентоса проводился от литорали до максимальных глубин (до 350 м). При выполнении настоящей работы были использованы общепринятые методы сбора и обработки гидробиологического материала [2]. Таксономическое определение многощетинковых червей проводилось на базе ББС ЗИН РАН «Картеш» в июне – июле 2016 г. Районирование станций по сходству фаунистического состава полихет проводили при помощи качественного кластерного анализа, с использованием коэффициента сходства Сёренсена-Чекановского. Объединение в кластеры производилось методом средневзвешенного. Для описания фаунистического различия исследуемых районов применялся индекс Престона-Старобогатова [3].

По завершении таксономического определения предложенных экземпляров многощетинковых червей Кандалакшского и Онежского заливов Белого моря, исследуемых в данной работе, было обнаружено 55 таксонов полихет, относившиеся к 23 семействам, среди которых 46 были определены до видового ранга. Стоит отметить, что в пробах была идентифицирована нефтиида вида *Nephtys hystricis*. Данный вид был обнаружен в пробах Кандалакшского залива, хотя в более поздних работах не отмечался. По биогеографической характеристике эта полихета относится к атлантическим видам.

Рассматривая биогеографическую структуру многощетинковых червей, обнаружили, что в Кандалакшском заливе преобладают бореально-арктические виды (23,68%), а также по 13,15% приходится на космополитов и бореальные виды. В Онежском заливе наибольшие доли приходятся на арктические виды и космополиты и составляют 20% .

Изучив полученные данные о распределении определённых нами полихет по способу питания, выяснили, что в Кандалакшском заливе наибольшие доли, 36,84% и 26,31% составляют плотоядные (хищники) и безвыборочно поглощающие

грунт виды соответственно. В Онежском заливе наибольшая доля в 50% характерна для плотоядных, затем 32,5% приходится на детритофагов.

В результате кластерного анализа в Кандалакшском заливе было выделено 4 фаунистических комплекса, а в Онежском заливе было выделено – 3, распределение которых так же, как и в случае с Кандалакшским заливом связано с различными рельефом дна, характером грунта и глубинами.

Также для описания зоогеографического различия Кандалакшского и Онежского заливов был рассчитан индекс Престона – Старобогатова (z). В данной работе исследуемый показатель равен 0,35 ($z = 0,35$). Поскольку районы считаются фаунистически однородными при $z \leq 0,27$, то из приведённого выше значения видно, что фауны исследуемых заливов Белого моря, по всей видимости, частично изолированы друг от друга, что подтверждает выдвинутую гипотезу о несмешиваемости фаун Кандалакшского и Онежского заливов из-за температурных и глубинных различий.

Список использованной литературы

1. Жирков, И. А. Полихеты Северного Ледовитого океана / И. А. Жирков // М. Янус-К – 2001, 631 с.
2. Дикаева, Д. Р. Современное распределение сообществ полихет во фьордах Западного Шпицбергена / Д. Р. Дикаева, Е. А. Фролова // Вестник Мурманского государственного технического университета. – 2014. – Т. 17. – №. 1.
3. Костина Н. В. Применение индексов сходства и различия для районирования территорий на основе локальных флор / Н. В. Костина // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2013. – Т. 15. – №. 3-7.

Хачатурова К.С., Сафонова А. В., Кравец П. П.

МГТУ «Мурманский государственный технический университет»,
ул. Спортивная, 13, г. Мурманск, Мурманская обл., 183010
alicemcgre14@gmail.com

ПОПУЛЯЦИОННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПОСЕЛЕНИЙ *MYTILUS EDULIS* КАНДАЛАКШСКОГО ЗАЛИВА БЕЛОГО МОРЯ

Двустворчатые моллюски вида *Mytilus edulis* L. вызывают интерес для изучения с давних пор поскольку являются

важнейшим звеном в трофической составляющей экосистем [1]. Данные объекты являются активными фильтраторами, способными аккумулировать в себе загрязняющие вещества, что делает актуальными в использовании при создании биологических очистных сооружений в прибрежных зонах моря.

Целью работы являлось изучение популяционной структуры литоральных поселений мидий на литорали бухт Круглая, Сельдяная, Левая губы Чупа.

Пробы отбирались рамкой 10x10 см в трехкратной повторности с верхнего, среднего и нижнего горизонтов на литорали бухт Круглая, Сельдяная и Левая. Работа выполнена на базе ББС ЗИН РАН «Картеш» в июне-июле 2014 -2016 гг. Далее определяли вес целого моллюска с помощью весов (с точностью до 0,01 г), штангенциркулем измеряли длину, ширину и высоту. После этого моллюсков вскрывали, извлекали тело и обсушивали на фильтровальной бумаге, затем, при помощи весов, по отдельности измерялся вес створок и тела мидий. Массу мантийной жидкости рассчитывали как разницу между массой целого моллюска и суммой масс тела и раковины [2].

В исследуемых бухтах мидии распространены повсеместно [3]. В частности, данные моллюски предпочитают заселять средний и нижний горизонты, так как на этих участках литорали мидии подвергаются меньшему периоду осушения. На верхних горизонтах часто моллюски не встречались.

Информация о таких важных популяционных характеристиках, как плотность и биомасса моллюсков, являются информативными показателями при описании пространственного распределения исследуемых организмов. Анализируя полученные данные по биомассе и плотности, выяснили, что плотность исследуемых поселений во всех бухтах с каждым годом увеличивается. Данное наблюдение можно объяснить тем, что с каждым годом увеличивается доля молодежи в пробах. Максимальная плотность характерна для бухты Левая в 2016 году. Однако рассматривая биомассу, выяснили, что биомасса в исследуемых районах стала ниже за счёт элиминирования особей старших возрастных групп, которые по биомассе превосходят вновь осевших особей [3]. Об этом свидетельствует средний возраст, рассчитанный в ходе работы. Была установлена тенденция уменьшения среднего возраста. Это указывает на то, что в исследуемых бухтах идёт омоложение поселений мидий

Данные о размерно-весовой структуре являются одними из наиболее информативных показателей, по которым возможно судить о направленности развития популяции в том или ином

исследуемом районе. Рассматривая размерно-весовую структуру за три года, выяснили, что наибольшими параметрами обладают моллюски бухты Сельдяная за весь исследуемый период времени (2014-2016 гг).

Исследуя данные по возрастной структуре, обнаружили, что исследуемые участки литорали отличаются как количеством возрастных групп, так и их соотношением, однако стоит отметить, что общим для всех бухт является то, что ядро поселения составляют моллюски возрастом 0-2 года, что говорит о нормальном развитии популяции. В 2016 году доля старших возрастных групп стала ниже. Рассматривая коэффициент смертности и ежегодную выживаемость моллюсков, выяснили, что для бухты Левая характерно уменьшение коэффициента смертности на протяжении трёх лет и увеличение ежегодной выживаемости моллюсков. Также для этой же бухты характерна максимальная выживаемость моллюсков в сравнении с другими исследуемыми районами (2016 г).

Список использованной литературы

1. Максимович, Н.В.. Экология естественных поселений *Mytilus edulis* L. в губе Чупа / Н. В. Максимович // Вестник ЛГУ. 1983. – № 1(3) – С. 92-94.
2. Максимов, А.А. Многолетние колебания численности животных, их причины и прогноз / А. А. Максимов. – Новосибирск: Наука. 1984. – 250 с.
3. Шкляревич, Г.А. Состояние литоральных поселений *Mytilus edulis* в Кандалакшском заливе Белого моря / Г. А. Шкляревич // Проблемы изучения рационального использования и охраны ресурсов Белого моря. Петрозаводск. 2005. – С. 333-337.

Цыбулевская М.В.

Институт Экологии Академии Наук Абхазии (ИЭАНА),
ул. Красномаяцкая, 67, г. Сухум, Республика Абхазия, 384905
manunya_fox@mail.ru

ОСОБЕННОСТИ МОРФОМЕТРИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК *RAPANA THOMASIANA* CROSSE (MOLLUSCA, GASTROPODA) У БЕРЕГОВ АБХАЗИИ (НИЖНЯЯ ЭШЕРА, пос. ШИЦКВАРА)

Rapana thomasiana Crosse [1, 5] является одним из самых крупных и доминирующих моллюсков у берегов Абхазии.

Встречается повсеместно, но наибольшая частота встречаемости связана с обрастаниями и с мидиевыми колониями. Вселение рапаны вызвало существенные изменения в биоценозе ракушечника в Черном море у берегов Абхазии. Полностью исчезли устрицы, модиоли. Снизилось количество мидий. Доминирующее место среди пластинчатожаберных моллюсков занял мелкий моллюск *Gouldia minima*

Метапопуляция рапаны в Чёрном море состоит из отдельных популяций, характеризующихся в той или иной степени изолированным ареалом. Длительное развитие внутри каждого ареала определило набор специфических конхологических характеристик, отражающих различные экологические условия развития и существования рапаны [2].

Происходящее в настоящее время изменение количественных и качественных характеристик сообществ кормовых объектов *Rapana thomasiana*, в свою очередь, вызвало ряд морфологических и адаптационных перестроек в структуре популяции *Rapana thomasiana* [2], [3].

Материалом для исследования популяции рапаны послужили сборы моллюсков в 2015-2016 гг. из Нижняя Эшера (пос. Шицкуара) Сухумского района Абхазии. Сборы производились моллюсков *Rapana thomasiana* в период с августа по сентябрь с помощью легкого водолазного снаряжения и акваланга на глубинах от 0-10 метров вдоль фала длиной 50 м в полосе шириной один метр.

На стационарных участках производилась тотальная выборка моллюсков для полного биологического анализа. У выловленных моллюсков (812 экземпляров) производили снятие морфометрических показателей: раковины рапаны измерялись по основным параметрам с помощью штангенциркуля с точностью до 1 мм: максимальный размер – высота раковины (H), максимальная ширина, или диаметр (D), высота устья (ha); определение массы раковин и массы мягкого тела моллюска на электронных весах с точностью 0,1 г; определение коэффициент упитанности моллюсков (K) по формуле Фультонна; определение возраста по оригинальной методике [4] и контрольно возраст определялся по методика Чухчина [7].

Анализ возрастной структуры популяции *Rapana thomasiana* показал: в представленных выборках на исследуемых участках возраст особей не превышал трех лет, что свидетельствует о значительной степени угнетенности популяции *Rapana thomasiana* в местах исследования. Самой многочисленной группой в выборках на обоих участках были особи двух лет: 52%.

Результаты промеров раковин рапаны дали следующие результаты: в выборке отмечены особи с наименьшим размером раковины – 25 мм, и с наибольшим размером – 70 мм. В процентном отношении большую часть составили особи размерной группы 40-50 мм – 40%.

На 1-ом году (сеголетки) жизни средняя длина моллюска составляет 40,33 мм, на 2-ом году жизни – 49 мм, а в возрасте 3-х лет – 61,67мм.

В возрасте 1 года средняя масса мягкого тела моллюска составляет 2,51 г, в возрасте 2-х лет – 3,96 г, 3-х лет – 8,7 г.

Низкий коэффициент упитанности моллюсков в данных выборках, по сравнению с первоначальными показаниями [6], свидетельствует о голодании *Rapana thomasiana*. Средняя величина коэффициента упитанности *Rapana thomasiana* у моллюсков модального размерного класса 40–50 мм составляет 3,34.

На основе полученных результатов исследований можно сделать вывод о необходимости исключения рапаны из перечня доступных для промышленного освоения биологических ресурсов моря у берегов Абхазии.

Учитывая экологическую роль рапаны, необходимо постоянно контролировать все изменения в ее развитии. Отдавая должное объективной красоте рапаны как эстетического объекта и как биологического вида, поражающего «достижениями» в расселении и адаптации, необходимо выработать по отношению к ней устойчивое восприятие как потенциально опасного для экосистемы Чёрного моря вселенца.

Список использованной литературы

1. Алексеев Д.О. Морские брюхоногие моллюски России: Краткий иллюстрированный каталог раковин морских брюхоногих моллюсков России – М.: изд-во ВНИРО, 2003. – С.21,161,249.

2. Бондарев И.П. Морфогенез раковины и внутривидовая дифференциация рапаны *Rapana venosa* (Valenciennes, 1846) / Published December 24, 2010. – Ruthenica, 2010. – Vol. 20, N 2. – Pp. 69-90.

3. Вершинин А.О. Жизнь Черного моря – М: Макцентр, 2003 – 175 с.

4. Дбар Р.С., Цыбулевская М.В. Особенности биологии и состояние популяции рапаны *Rapana thomasiana* Crosse (Mollusca, Gastropoda) в Черном море у берегов Абхазии. Материалы международной научной конференции, 15-18 декабря 2008 г., Ростов-на-Дону: «Современные основы формирования сырьевых

ресурсов Азово-черноморского бассейна в условиях изменения климата и антропогенного воздействия» // ФГУП «АзНИИРХ». Ростов-на-Дону. ООО «Диапазон», 2008. С.89-94

5. Красная книга России, Москва, 2002. Источники информации: Голиков А.Н., Скарлато О.А., 1967. Моллюски залива Посъет (Японское море) и их экология. // Моллюски и их роль в биоценозах и формировании фаун. (Тр. Зоол. ин-та АН СССР, т.42). Л: Наука, Ленингр. отд. С. 5-154.

6. Цыбулевская М.В. Современное состояние популяции *Rapana thomasiana* Crosse (Mollusca, Gastropoda) в Черном море у берегов Абхазии. Материалы международной научной конференции молодых ученых, 26-29 октября 2015 г., г. Ростов-на-Дону, ФГБНУ «АзНИИРХ»; «Современные вопросы экологического мониторинга водных и наземных экосистем». Изд-во: ФГБНУ «АзНИИРХ», 2015. – С.328-333

7. Чухчин В.Д. Экология морских моллюсков Черного моря – Киев: Наук. думка, 1984. – 176 с.

Цыганова М.В.¹, Лемешко Е.М.^{1,2}

¹ ФГБУН «Морской гидрофизический институт РАН», ул. Капитанская, 2, г. Севастополь, 299011
m.tsyganova@mhi-ras.ru

² Черноморский гидрофизический полигон РАН, пгт Кацивели, Крым
evgeny.lemeshko@mhi-ras.ru

ОСОБЕННОСТИ ПРОСТРАНСТВЕННОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ХЛОРОФИЛЛА ЧЕРНОГО МОРЯ И СВЯЗЬ С КЛИМАТИЧЕСКИМ ИНДЕКСОМ СЕВЕРО-АТЛАНТИЧЕСКОГО КОЛЕБАНИЯ

Индекс NAO – северо-атлантического колебания (САК) связан с преобладающими путями распространения циклонов, меридиональный сдвиг их траекторий приводит к различным пространственным структурам приземного поля ветра, изменениям в количестве осадков (и таким образом к изменению расхода воды в реках), кроме того, относительно холодные и сухие зимы связаны с положительной фазой САК, а более мягкие и влажные зимы – с отрицательной фазой.

Следовательно, изменчивость индексов NAO (САК) может быть одним из факторов, воздействующих на экосистему Черного моря.

Аномалии хлорофилла и суммарного стока синфазны за исключением периода 2005-2007гг. (рис.1) и объяснение этому факту следует искать в более детальном изучении воздействия других физических факторов.

Корреляции между хлорофиллом и температурой поверхности моря (ТПМ) имеют более высокие значения в летний сезон, чем в зимний (не показано на рис. 1).

В течение 2008-2011 гг. наблюдался длительный период отрицательной фазы NAO (САР), величины которого в 2010-2011гг. почти в три раза превысили его среднюю величину, в тот же период отмечается максимум в межгодовой изменчивости аномалий хлорофилла (рис. 1).

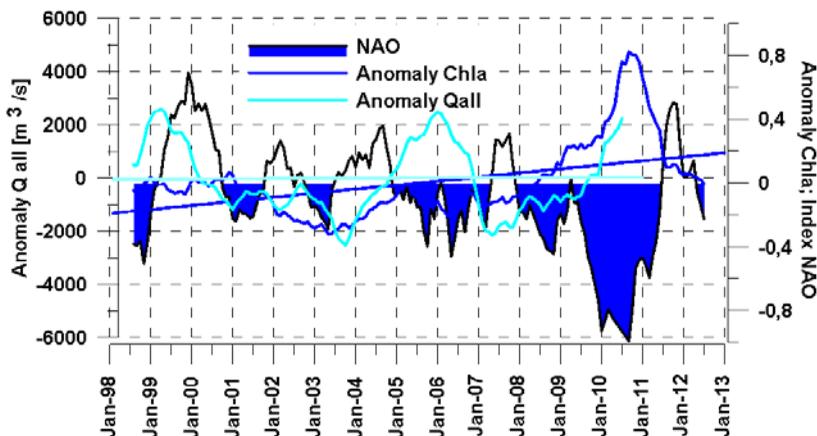


Рис. 1 – Межгодовая изменчивость аномалий хлорофилла (Chla), осредненных по северо-западной части шельфа Черного моря [мг/м^3], аномалии суммарного стока рек Q_{all} [$\text{м}^3/\text{с}$], индекс NAO и их линейные тренды.

Долговременная изменчивость хлорофилла и связанная с нею динамика биомассы фитопланктона характеризуется волнообразными колебаниями с цикличностью десять – одиннадцать лет, связанными с изменением климатических условий, которые идентифицированы как изменчивость климатического индекса NAO.

Работа выполнена в рамках государственного задания по теме № 0827-2014-0010.

Цыганков В.Ю.

Школа биомедицины, Дальневосточный федеральный университет (ДВФУ), ул. Суханова, 8, г. Владивосток, 690091
tsig_90@mail.ru

АККУМУЛЯЦИЯ СТОЙКИХ ГАЛОГЕНОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ В МОРСКИХ ОРГАНИЗМАХ ОХОТСКОГО И БЕРИНГОВА МОРЕЙ

Стойкие галогенорганические соединения, а частности хлорорганические пестициды (ХОП), являются токсичными липофильными веществами антропогенного происхождения, устойчивыми к фотолитическому, химическому и биологическому разложению. В XX веке использовались, в основном, гексахлорциклогексан (ГХЦГ) и дихлордифенилтрихлорэтан (ДДТ). В конце 1970-х гг. производство этих двух веществ было официально запрещено в ряде стран, а в 2001 г. по решению Стокгольмской конвенции был составлен список особо опасных экотоксикантов («грязная дюжина»), в который вошел ДДТ и его метаболиты (ДДД и ДДЕ) (UNEP, 2003). В 2009 г. список был расширен девятью соединениями, в которые входят и изомеры ГХЦГ. ДДТ применяли во время Второй мировой войны для защиты людей от малярии, брюшного тифа и трансмиссивных заболеваний. После войны ДДТ широко применялся в сельском хозяйстве в качестве инсектицида, что привело к широкомасштабному загрязнению водных и почвенных ресурсов, повлекшее за собой серьезное ухудшение здоровья людей и животных. К 1995 г. применение ДДТ было запрещено в 34 странах и строго ограничено еще в 34 странах. ГХЦГ был синтезирован Фарадеем в 1825 г., но его промышленное производство начато только в 1949 г в Японии. Его применяют в виде технической смеси, где доля изомера α -ГХЦГ составляет 55–70%, β -ГХЦГ – 5–14%, γ -ГХЦГ – 9–13%. Наиболее широко известен γ -изомер – линдан, который ранее использовался в основном в сельском хозяйстве, а впоследствии и как фармацевтический препарат, предназначенный для борьбы с переносчиками возбудителей кожных заболеваний.

Как основные соединения, так и их метаболиты, аккумулируются в живых организмах и обладают способностью к биомагнификации, т.е. увеличению концентрации у организмов более высоких трофических уровней. Часто конечным «депо» ХОП становятся морские экосистемы.

Показано, что лишь 20-65% от внесенного количества ХОП остаются в местах их применения, в то время как остальные мигрируют на большие расстояния. Возможными путями переноса пестицидов могут быть атмосферный перенос, океанические течения, поверхностный сток, выщелачивание почв через субповерхностные воды, зоомиграции и т.д.

Целью исследования явился экологический мониторинг хлорорганических соединений в морских организмах Охотского и Берингова морей.

Морские организмы были собраны в различных районах Охотского и Берингова моря в 2011-2013 гг. Особи тихоокеанского моржа *Odobenus rosmarus divergens* и серого кита *Eschrichtius robustus* были отловлены у пос. Лорино в Мечигменском заливе (Берингово море) в 2011 г. Исследованы мышцы и печень 5 самок и 3 самцов.

Исследовано 13 образцов птиц, собранных в июне и октябре 2012 г., принадлежащих к 5 видам (тихоокеанская чайка *Larus schistisagus*, большая конюга *Aethia cristatella*, конюга-крошка *Aethia pusilla*, глупыш *Fulmarus glacialis* (белая и темная морфы), серая качурка *Oceanodroma furcata*) из Охотского моря. Исследованы разные органы, в зависимости от размера птиц: перо, перо с кожей, печень, мышцы, тушки целиком.

Исследованы образцы горбуши *Oncorhynchus gorbuscha*, кеты *O. keta*, нерки *O. nerka* и чавычи *O. tshawytscha*, выловленных вблизи Курильских островов в июне-июле 2013 г. в экспедициях ТИНРО-центра, заморожены при -20°C и доставлены в лабораторию. Каждую рыбу вместе с органами делили на 2 равные части. Одну половину препарировали по органам, отделяя печень, мышцы, гонады и икру, другую половину гомогенизировали целиком и анализировали целую тушку.

Липиды извлекали из гомогенизированных органов экстракцией гексаном с последующим разрушением жировых компонентов концентрированной серной кислотой.

Для хроматографии использовали рабочие стандартные растворы ХОП в диапазоне концентрации 1–100 мкг/мл, приготовленные путем разбавления растворов ГСО (государственные стандартные образцы) соответствующим объемом очищенного *n*-гексана. Определение массового содержания хлорорганических пестицидов в биоматериале выполняли на газовом хроматографе Shimadzu GC-16A (Япония) с детектором электронного захвата ECD.

Присутствие хлорорганических пестицидов (ХОП) в окружающей среде и накопление их в пищевых цепях

представляет серьезную угрозу для здоровья организмов, занимающих высшие трофические уровни, которыми часто являются хищные животные и птицы. В морских организмах, собранных в Беринговом и Охотском морях, хлорорганические пестициды были обнаружены во всех исследуемых образцах.

Исследовав морских организмов дальневосточных морей, можно отметить, что аккумуляция пестицидов происходит наиболее активно у организмов, находящихся на вершине пищевой пирамиды.

Коэффициент биомагнификации, т.е. отношение концентрации ХОП у млекопитающих по сравнению с рыбами, подтверждает перенос липофильных галогенорганических соединений по пищевой цепи. Многочисленные виды рыб, в том числе лососевые, удовлетворяют всем обязательным критериям биоиндикаторов для оценки состояния водных экосистем. Рыбы играют ведущую роль в пищевых цепях, перенося вещество и энергию с от низких трофических уровней к более высоким. Наряду с органическим веществом переносятся и пестициды. Заметные концентрации пестицидов обнаружены у рыб из различных районов Мирового океана.

Аккумуляция пестицидов у птиц влияет на различные стороны их физиологии, например, вызывает серьезное ухудшение репродуктивной функции и истончение скорлупы яиц, что приводит к потере потомства и нарушению эмбрионального развития.

Морские млекопитающие являются биоиндикаторами ХОП в глобальном и долгосрочном масштабе. Именно ластоногие и китообразные позволяют изучать интегрированные временные тенденции распространения пестицидов в морской среде, особенно в океанах.

Обнаружение заметных концентраций пестицидов в морских организмах из Охотского и Берингова моря, районов, удаленных от активной хозяйственной деятельности, служит проявлением общего глобального фона пестицидов, сложившегося на планете в настоящее время.

Океан остается естественным резервуаром, принимающим загрязняющие вещества из различных источников, что определяет необходимость регулярного мониторинга состояния морской биоты, в том числе и промысловых объектов.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского научного фонда (РНФ) (соглашение № 14-50-00034).

Чернышев Д.Н.¹, Боровков А.Б.².

¹ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет»
ул. Университетская, 33, г. Севастополь, 299053
chernishev.d@gmail.com

²ФГБУН «Институт морских биологических исследований имени
А.О. Ковалевского РАН», пр. Нахимова 2, г. Севастополь, 299011

ОЦЕНКА ПИГМЕНТНОГО СОСТАВА *DUNALIELLA SALINA* ПО СПЕКТРУ ПОГЛОЩЕНИЯ КУЛЬТУРЫ

В настоящее время разработан ряд методов определения качественного и количественного состава пигментов. Молекулярная спектроскопия остается одним из наиболее доступных и универсальных методов количественного определения пигментов.

Наиболее часто используемый спектрометрический метод определения концентрации хлорофиллов и каротиноидов в экстрактах, это метод линейных уравнений (Wellburn, 1994). Для расчета концентрации используются значения оптических плотностей на длинах волн максимумов поглощения отдельных пигментов.

Однако вопрос определения концентраций пигментов по спектру поглощения нативной культуры микроводорослей остается открытым. Одним из решений данной проблемы является разделение спектра поглощения на отдельные кривые Гаусса (Hoerffner, 1991)

Объект исследования – спектры поглощения культуры микроводоросли *Dunaliella salina* Teod.

Культуру *D. salina*, (штамм IBSS-1) из коллекции культур ИМБИ РАН, выращивали на модифицированной питательной среде Тренкеншу (Тренкеншу, 1984) в накопительном режиме, освещенность поверхности культиватора – 80 Вт/м², температура – 26–28°C, рН среды – 6–7. Культура постоянно снабжалась газо-воздушной смесью с 3% содержанием углекислого газа.

Пигменты экстрагировали из клеток микроводоросли ацетоном (100%). Спектры поглощения культуры и ацетоновых экстрактов фиксировались на спектрофотометре СФ-2000 в диапазоне от 400 до 800 нм., в кварцевых кюветах с длиной оптического пути 1 см.

Расчет концентраций пигментов в вытяжках проводили по линейным уравнениям со значениями оптической плотности на 470, 646 и 663 нм. (Wellburn, 1994).

Для анализа спектров поглощения культуры *D. salina* использовался метод разделения спектра на 11 кривых Гаусса.

$$a \cdot \exp\left(-\frac{1}{2} \cdot \left(\frac{\lambda - \lambda_{\max}}{\sigma}\right)^2\right)$$

где:

λ – длина волны, нм

α – амплитуда отдельного пика, отн.ед.

σ – полуширина пика, нм

λ_{\max} – положение максимума отдельного пика, нм

Аппроксимация проводилась методом доверительных областей с заданными ограничениями и начальными параметрами. Результаты приведены в таблице.

Таблица 1 – Параметры разделения спектров поглощения культуры *D. salina*.

Номер пика	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Максимум пика	382,2	416,5	438,6	458,7	493,9	524,9	582,2	627,9	659,9	680,2	704
Полуширина пика	27,12	12,25	18,19	21,36	21,58	23,89	23,1	19,2	11,62	10,26	17,4

Выявлена зависимость между амплитудами отдельных пиков и концентрациями пигментов.

Установлены соотношения между амплитудами пиков, относящимися к одному пигменту, рассчитаны коэффициенты экстинкции, составлена модель спектра поглощения (рис.1).

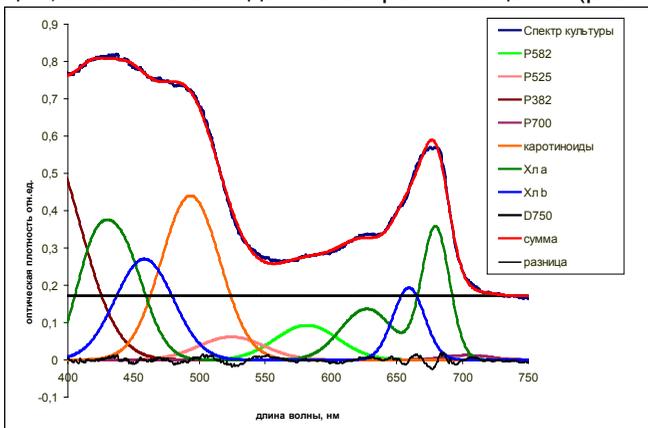


Рис.1 – Пример разделения спектра поглощения культуры *D. salina*

С помощью модели рассчитаны концентрации пигментов по спектру поглощения культуры. Статистическое отличие от нуля разности значений двух методов измерений проверялось одновыборочным t-критерием. Данные полученные разными методами по хлорофиллу а, хлорофиллу b, и суммарным каротиноидам статистически не различаются.

Список использованной литературы

1. Wellburn A. R. The spectral determination of chlorophylls a and b, as well as total carotenoids, using various solvents with spectrophotometers of different resolution //Journal of plant physiology. – 1994. – Т. 144. – №. 3. – С. 307-313.

2. Hoepffner N., Sathyendranath S. Effect of pigment composition on absorption properties of phytoplankton //Marine Ecology Progress Series. – 1991. – С. 11-23.

3. Тренкеншу Р. П. Ростовые и фотоэнергетические характеристики морских микроводорослей в плотной культуре: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Красноярск, 1984. – 28 с.

Чернышева Е.Б.

ФГБУН «Институт морских биологических исследований имени А.О. Ковалевского РАН», пр. Нахимова 2, г. Севастополь, 299011
eostronosova@mail.ru

**СЕЗОННЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ СТРУКТУРЫ ЭПИФИТНЫХ СИНУЗИЙ
 МАКРОФИТОВ ПРИБРЕЖНОЙ ЗОНЫ СЕВАСТОПОЛЬСКОГО
 ВЗМОРЬЯ**

Сезонные изменения структуры ключевых фитоценозов макрофитобентоса Черного моря достаточно изучены, тогда как данные об эпифитных синузиях и консорциях малочисленны. В связи с этим целью работы явилось выявление структуры эпифитных синузий и консорций цистозирового фитоценоза *Cystoseira crinita* + *Cystoseira barbata* – *Cladostephus spongiosus* – *Ellisolandia elongata*, который выполняет средообразующую роль в прибрежной экосистеме Черного моря и Севастопольского взморья.

Известно, что консорция как структурная часть фитоценоза объединяет виды, связанные с определенным автотрофным детерминантом (Работнов, 1973). В цистозировом фитоценозе детерминантами являются литофитные макроводоросли,

образующие три яруса. Эпифитные синузии характерны для всех ярусов и представлены эпифитами I и II порядков, последние поселяются на фитобрастателях I порядка.

Показано, что в течение года общая биомасса цистозирового фитоценоза на участках взморья колеблется от $754 \text{ г} \cdot \text{м}^{-2}$ до $6963 \text{ г} \cdot \text{м}^{-2}$. Её максимальные значения, как и биомассы эпифитной синузии зафиксированы в ранне-весенний и летний периоды. При этом наибольшая доля литофитов в биомассе фитоценоза достигает 87%. В апреле выявлено снижение общей биомассы фитоценоза втрое относительно среднего значения этого показателя за год, что обусловлено уменьшением биомассы литофитов 1 яруса и эпифитов. Вклад литофитов 1-го яруса наиболее значителен в зимний период и в начале весны (42–83%). Второй ярус развивается преимущественно в зимне-весенний период, в апреле его вклад в биомассу фитоценоза максимален (30,4%). Интенсивное развитие третьего яруса наблюдается в летний и раннеосенний период, когда на его долю приходится 9 – 35% биомассы фитоценоза. Анализ сезонных изменений вклада разных экологических групп макрофитов в биомассу фитоценоза показал, что наибольшие значения характерны для литофитов первого яруса и эпифитов. Установлено, что значения коэффициента эпифитирования литофитов максимальны в весенний (март-апрель) и летний (июль – август) периоды. Эпифитная синузия цистозиреры получает наибольшее развитие с апреля по октябрь на глубине 5 м, в позднеосенний и предвесенний периоды коэффициент эпифитирования более высок на глубине 3 м.

По данным корреляционного анализа выявлена значительная связь между биомассой литофитов 1 яруса и их эпифитными синузиями ($r=0,7$), тогда как связь между биомассой литофитов нижних ярусов и их эпифитами практически отсутствует. Это зафиксировано для литофитов 2 и 3 яруса ярусов ($r=0,01$ и $0,04$ соответственно).

Известно, что при ухудшении качества среды и уменьшении общей биомассы цистозировых фитоценозов происходит сокращение биомассы видов-эдификаторов 1-го и 2-го ярусов и увеличение биомассы видов-доминантов 3-го яруса и эпифитов (Мильчакова, 2003). Проведенные в регионе Севастополя исследования также свидетельствуют об увеличении биомассы литофитов третьего яруса при уменьшении биомассы фитоценоза, тогда как сезонные изменения биомассы эпифитов сходны с таковыми общей биомассы фитоценоза.

Список использованной литературы

1. Мильчакова Н. А., Петров А. Н. Морфофункциональный анализ многолетних изменений структуры цистозировых фитоценозов (бухта Ласпи, Черное море) // Альгология. – 2003. – Т. 13. – № 4. – С. 355-370.
2. Михайлова Т. А. Структура и межгодовая динамика ламинариевого фитоценоза в Белом море // Бот. журн. – 2000. – Т. 85. – № 5. – С. 78-88.
3. Работнов Т. А. Некоторые вопросы изучения консорциев // Журнал общей биологии. – 1973. – Т. 34. – № 3. – С. 407-416.

Човган О.В.¹, Рыжик И.В.²

¹Мурманский государственный технический университет,
ул. Спортивная, 13, г. Мурманск, 183010
office@mstu.edu.ru

²Мурманский морской биологический институт,
ул. Владимирская, 17, г. Мурманск, 183010
mmbi@mmbi.info

РЕАКЦИИ АНТИОКСИДАНТНОЙ СИСТЕМЫ *FUCUS VESICULOSUS* НА НЕФТЯНОЕ ЗАГРЯЗНЕНИЕ

Северные морские акватории, в том числе Кольский залив Баренцева моря, подвержены антропогенному загрязнению: активное судоходство, наличие портовых сооружений, хозяйственно-бытовые стоки, в том числе различные виды нефтепродуктов. Для экспресс-оценки качества среды необходимо выявление биохимических показателей, реагирующих на присутствие ксенобиотиков в среде. Молекулярные биомаркеры представляют собой индикаторы первых стадий токсичности и патологии живых систем [1].

Наиболее удобными и репрезентативными объектами биомониторинга признаны бентосные организмы [2], массовым представителем которых на литорали северных морей является *Fucus vesiculosus*. Водоросли рода *Fucus* могут применяться в санитарной аквакультуре для создания плантаций-биофильтров, способствующих очистке вод от нефти и нефтепродуктов. Однако могут быть использованы только растения, у которых выработаны адаптивные механизмы к присутствию токсиканта. Именно в условиях хронического поступления нефтепродуктов формируется устойчивость растительных организмов [3].

Ядром адаптационных процессов у гидробионтов выступает антиоксидантная система (АОС), активация которой – универсальный отклик на воздействие стрессовых факторов. Действие АОС заключается в стимуляции активности ферментов, в частности – каталазы и супероксиддисмутазы (СОД), блокирующих в клетке токсичные кислородные метаболиты. Ферменты АОС действуют совместно и поэтапно. Один из первых факторов – усиление процессов перекисного окисления липидов, затем будут активироваться СОД, каталаза и другие ферменты [4].

Одним из биомаркеров токсического стресса является каталаза, однако для водоросли *Fucus vesiculosus* данные по активности ферментов АОС, в том числе, каталазы, не многочисленны, не смотря на необходимость выявления основных показателей на молекулярном уровне, которые могут характеризовать устойчивость растений к внешним факторам.

Цель работы – оценить совместное влияние дизельного топлива и разных вариантов солености на активность показателей антиоксидантной системы *Fucus vesiculosus*.

Для проведения исследования в марте 2017 г. были отобраны талломы *F. vesiculosus* с литорали пос. Абрам-Мыс. Водоросли прошли акклимацию 96 часов. Эксперимент длился 8 дней, водоросли культивировались в прозрачных стеклянных сосудах (3 л) при аэрации среды, в освещаемой холодильной установке (6-8°C). Использовали 2 пары сосудов с соленостью воды 20‰ и 10‰ в объеме 2,5 л, один из сосудов каждой пары служил контролем, в другие (опыт) – вносили по 3 г дизельного топлива (около 0,8 г/дм³).

Пробы отбирали на 1, 2 и 7 сутки эксперимента, биохимические показатели анализировали с помощью спектрофотометра на замороженных образцах апикальной части водорослей: содержание каталазы [5] и супероксиддисмутазы (СОД) по модифицированной методике Гианополитис и Рис [6].

В конце эксперимента было определено общее содержание нефтепродуктов (НП) в воде на приборе Флюорат 02-3М «Люмэкс», экстракцию НП проводили гексаном в соотношении 10 мл к 50 мл анализируемой воды.

По нашим данным содержание НП в воде в районе пос. Абрам-мыс с февраля по март составляет 0,5-0,9 мг/дм³. В контрольных сосудах с соленостью 20‰ и 10‰ к концу эксперимента содержание нефтепродуктов составило 32,7 мг/дм³ и 12 мг/дм³ соответственно. Повышение концентрации НП в контрольных сосудах относительно исходных может объясняться наличием нефтепродуктов на поверхности талломов водорослей

[8]. В опытных сосудах в конце эксперимента концентрация НП в воде с соленостью 20‰ и 10‰: 380 мг/дм³ и 230 мг/дм³ соответственно. Время биодegradации нефти и НП возрастает прямопропорционально с солёностью (1% солёности – 20 часов) [7], что, вероятно, обуславливает пониженное содержание НП при 10‰.

Активность каталазы у водорослей в течение эксперимента не изменялась, что может свидетельствовать об устойчивости к данным концентрациям дизельного топлива, в том числе в распреснённой воде. Устойчивость водорослей к НП объясняется тем, что в районах антропогенного загрязнения (как Абрам-мыс) на поверхности таллома формируется микробиота, разлагающая НП, что снижает токсическое воздействие на макрофиты [3].

Снижение СОД к концу опыта в экспериментальных образцах может свидетельствовать об адаптации растений, однако при солёности 20‰ устойчивость к дизельному топливу вырабатывается уже на 2 день, при 10‰ – на 7 день опыта.

За время эксперимента значительное увеличение концентрации полифенолов происходит в варианте с соленостью 10‰ без добавления дизельного топлива. Отсутствие заметного увеличения в вариантах с низкой соленостью и присутствием дизельного топлива может объясняться подавлением синтеза флоротаннинов. Возможно, роль данного компонента АОС в формировании адаптации к загрязнению незначительна, однако, данное утверждение требует дополнительных исследований. Вероятно, полифенолы проявляют свои антиоксидантные свойства в условиях изменения (понижения) солёности.

Таким образом, водоросли *F. vesiculosus*, произрастающие в портовой акватории, адаптированы к воздействию высоких доз токсиканта. Условия распреснения снижают адаптивные способности водорослей и повышают токсичность поллютанта. Кроме того, полифенолы практически не участвуют в формировании адаптации водорослей к воздействию дизельного топлива.

Работа выполнена при финансовой поддержке Минобрнауки России в рамках ФЦП «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технического комплекса России на 2014–2020 годы» (уникальный идентификатор проекта RFMEFI61616X0073).

Список использованной литературы

1. Шахматова О.А., Мильчакова Н.А. Активность каталазы черноморских видов *Cystoseira* С. Ag. в различных экологических условиях // Альгология. – 2009. – 19(1). – С. 34-46.

2. Бурковский И.В. Морская биогеоценология. Организация сообществ и экосистем. – М.: Т-во научных изданий КМК, 2006. – 285 с.

3. Степаньян О.В. Хроническое загрязнение повышает устойчивость бурой водоросли *Fucus vesiculosus* (L.) к действию углеводородов нефти // Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе. – 2015. – С. 22–25.

4. Шахматова О.А. Отклик гидробионтов на стрессовые факторы морских экосистем // Экосистемы, их оптимизация и охрана. – 2012. – № 7. – С. 98-113.

5. Королюк М. А. Иванова Л.И., Майорова И.Г., Токарев В.Е. Метод определения активности каталазы // Лабораторное дело. – 1988. – № 1. – С. 16-19.

6. Полесская О.Г., Каширина Е.И., Алехина Н.Д. Изменение активности антиоксидантных ферментов в листьях и корнях пшеницы в зависимости от формы и дозы азота в среде // Физиология растений. – 2004. – Т. 51. – С. 686-691.

7. Давыдова С.Л., Тагасов В.И. Нефть и нефтепродукты в окружающей среде: Учеб. пособие. – М.: Изд-во РУДН, 2004. – 163 с: ил.

8. Немировская, И.А. Нефть в океане (загрязнение и природные потоки) / И.А. Немировская; под ред. А.П. Лисицына; Рос. акад. наук, Ин-т океанологии им. П.П. Ширшова. – М: Научный мир, 2013. 428 с.: ил.

Шишкин А. И., Строганова М. С., Кушнеров А. И.

Высшая школа технологии и энергетики СПбГУПТД,
ул. Ивана Черных, д. 4, г. Санкт-Петербург, 198095
mariiastr1994@gmail.com

ОЦЕНКА УРОВНЯ ТЕХНОГЕННОЙ НАГРУЗКИ ПРИБРЕЖНЫХ ЗОН ПО ВИДОВОМУ РАЗНООБРАЗИЮ ГИДРОБИОНТОВ С УЧЕТОМ КОМПЛЕКСА ГИДРОБИОЛОГИЧЕСКИХ И ГИДРОХИМИЧЕСКИХ ИНДЕКСОВ

Проблема экологического нормирования допустимого техногенного воздействия на прибрежные морские воды связана с необходимостью, в рамках действующего водного

законодательства, обосновать интегральные критерии с использованием как комплекса гидробиологических и гидрохимических индексов, так и специфического видового разнообразия исследуемых зон. Оценка допустимого воздействия на экологическую систему предопределяет и определение конкретных норм допустимых сбросов (НДС) от различных видов водопользования, включая использование акваторий прибрежных зон для строительства и размещения причалов, стационарных и плавучих платформ, различного рода сооружений.

Особая задача нормирования нагрузки возникает при разведке и добыче полезных ископаемых в части качественных показателей гидрозкосистемы. Ее устойчивое функционирование определяется как техногенными, так и природными факторами, определяющими изменения физических, гидрохимических и гидробиологических показателей (в том числе микробиологических и паразитологических). Одним из основных критериев допустимой нагрузки является сохранение биологического разнообразия.

В работе предложена комбинированная оценка по условной шкале классов качества воды, объединяющей используемые на практике гидробиологические индексы Шеннона, трофического состояния, сапробности, удельного комбинаторного индекса загрязнения воды (УКИЗВ) и другие. Существующие методы сведения реального процесса формирования качества воды при сформированном видовом разнообразии к схемам, допускающим построение математической модели, обеспечивают соответствие исходной и аппроксимирующей закономерностей с точностью до совпадения математических ожиданий и дисперсий времен перехода этих систем из одного состояния в другое.

Для разработки конкретных норм допустимых воздействий и норм допустимых сбросов возникает необходимость моделирования и прогнозирования экологических ситуаций с применением детерминированных моделей со стохастическими граничными условиями, позволяющими учесть в определенной степени динамику стохастических систем.

Предлагаемых авторами подход подразумевает взаимодействие критериев оценки по индексу трофического состояния (ITS) [1, 2] и по индексу Шеннона [3]. Индекс трофического состояния зависит от уровня pH и насыщенности водоёма кислородом. Индекс Шеннона, который также указывает на трофность – параметр оценки видового разнообразия.

Таким образом, шкалы могут быть объединены вследствие прямой зависимости входных параметров (видовое разнообразие

в соответствии с уровнем растворенного кислорода и кислотности среды). Совмещая шкалы указанных индексов, создается единая шкала оценки экологического состояния водоёма по уровню трофности от ультраолиготрофного до гиперэвтрофного. При этом учитывается видовое разнообразие гидробиоценозов, в данном случае по зоопланктонным сообществам, основными представителями которых являются коловратки (преимущественно обитающие в малосолёных морских водах), дафнии и циклопы и планктонные инфузории.

Таблица 1. Степень загрязнения водоема при взаимодействии лимитирующих факторов гидрохимических и гидробиологических показателей

Индекс сапробности	УКИЗВ	Степень загрязнения	Класс качества воды	Видовое разнообразие зоопланктона
≤0,50	До 1	Очень чистые	I	Rotatoria (Rotifera), Cladocera (Daphnia), Copepoda, Peritricha
0,51-1,50	(1; 2]	Чистая	II	Rotatoria (Rotifera), Cladocera (Daphnia), Copepoda, Peritricha
1,51-2,50	(2; 4]	Умеренно загрязненная	III	Rotatoria (Rotifera), Cladocera (Daphnia), Copepoda, Peritricha
2,51-3,50	(4;7]	Загрязненная	IV	Cladocera (Daphnia), Copepoda
3,51-4,00	(7; 11]	Грязная	V	Cladocera, Copepoda
>4,00	Более 11	Очень грязная	VI	Cladocera, Copepoda

Комбинированный учет взаимодействия критериев оценки по удельному комбинаторному индексу загрязнения воды (УКИЗВ) [4] и по индексу сапробности [3] дает более полную картину об уровне загрязнения водоема, чем при раздельном рассмотрении интегральных показателей. Для полной характеристики качества исследуемой воды водоёма учитывается химический состав.

Интегральная оценка осуществляется по гидрохимическому удельному комбинаторному индексу загрязнения воды и гидробиологическому индексу сапробности, который определяет комплекс физиолого-биохимических свойств организма, обуславливающий его способность обитать в воде при заданных классах качества воды (степени загрязнения). Совмещая шкалы и уточняя диапазоны, определяется экологическое состояние водоёма по степени загрязнения и класс качества воды (табл. 1).

Уточнив шкалу значений индексов и совместив лимитирующие показатели гидробиологии и гидрохимии, можно получить более полную, комплексную оценку качества воды и применить ее для дальнейшего нормирования и распределения нагрузки для группы водопользователей. При этом необходимо учитывать территориальные особенности исследуемого водоема.

Данный методический подход был апробирован на примере прибрежных зон Финского залива за весенний период 2017. По полученным результатам расчёта индекса Шеннона и ITS в северо-восточной части Финского залива было выявлено, что прибрежная зона характеризуется как гиперэвтрофная, что говорит о присутствии большого количества биогенных элементов и нерегулируемом кислородном режиме. По результатам расчёта индекса сапробности и УКИЗВ выявлен 3-й класс качества воды, степень загрязнения – умеренно загрязненная.

Таким образом, комплексная оценка отдельных водных объектов будет проведена в случае объединения в одно целое всех полученных результатов и расширенного анализа и оценки всевозможных рисков воздействия на водную экосистему на основе лимитирующих факторов природного и антропогенного воздействий.

Список использованной литературы

1. Цветкова, Л.И. Разработка методологии интегральной оценки состояния водных экосистем/Отчет о научно-исследовательской работе/ Цветкова Л.И., Алексеев М.И., Подпорин А.В. СПб. 2007. – 74 с.

2. Цветкова, Л.И. Экология. Учебник для технических вузов./ Цветкова Л.И., Алексеев М.И., Кармазинов Ф.В.; Неверова-Дзюпак Е.В., Усанов Б.П., Жукова Л.И С.-Петербург, 2001. – 615 с.

3. Гришанков А.В., Степанова А.Б. Пресноводный зоопланктон Северо-Запада России. СПб. 2002. – 41 с.

4. РД 52.24.643-2002 «Методических рекомендаций по формализованной комплексной оценке качества поверхностных и морских вод по гидрохимическим показателям».

Шоренко К.И.

ФГБУН «Карадагская научная станция им. Т.И.Вяземского – природный заповедник РАН», ул. Науки, 24, пгт. Курортное, г. Феодосия, 298188 *K_shorenko@mail.ru*

К ВОПРОСУ О ГРУППОВОЙ ОЦЕНКЕ КОЛИЧЕСТВЕННЫХ МОРФОЛОГИЧЕСКИХ ПРИЗНАКОВ РОДА *NITZSCHIA* HASSALL (BACILLARIOPHYTA)

Современная систематика диатомовых водорослей сформировалась в XIX веке и основана на данных световой микроскопии (Mann, 2010). Впоследствии Ф. Хустет разработал и дополнил уже существующую систему диатомей. В настоящее время общепринята система Ф.Е. Раунда с соавторами (Round et al., 1990), однако отечественные диатомологи часто используют систему З.И. Глезер с соавторами (Диатомовые водоросли, 1988). Все вышеуказанные авторы широко используют для морфологического анализа как данные световой (СМ), так и сканирующей электронной микроскопии (СЭМ). В настоящее время в систематику диатомовых водорослей активно внедряется молекулярно-генетический анализ и методы репродуктивной биологии. Предлагается применять функциональную (Bukhtiyarova, 2009) и онтогенетическую модель систематики (Mann, 1984). Целью настоящего сообщения является предложение по формированию комплексного морфологического анализа для классической оценки морфологических расхождений у диатомовых водорослей. Род *Nitzschia* Hassall включает более 850 валидных видов (www.algabase.org), распространенных в пресных и морских водоёмах, а также почвах, пещерах. Многие виды являются полиморфными, что требует детального анализа их морфологических особенностей. Традиционно у видов данной группы наиболее консервативными считаются число штрихов и фибул на единицу длины створки. При этом в диагнозах видов, как правило, приводят диапазоны четырех основных морфологических признаков – длины, ширины, числа фибул и штрихов. В некоторых случаях указывается число ареол в штрихе в 1 или в 10 мкм. Сравнение данных признаков между собой приводит к таксономической оценке объекта, обнаружению т.н. хиатуса, при этом значимость признаков не является одинаковой. Вопрос оценки таксономической значимости морфологических признаков у диатомовых вообще, хорошо известен в научной литературе (Макарова, 1974; Глезер, 1983). Тем не менее, его

проработка в отдельных родах не так однозначна. В отечественной практике была предпринята попытка оценить значимость таксономических признаков у видов рода *Nitzschia* (Михайлов, 1982). В цитируемой статье предлагалось все известные диагностические признаки разделить на три условные категории (основные, второстепенные, дополнительные). К числу основных были отнесены следующие: тип колонии, тип структуры панциря, длина и форма створки, число штрихов и фибул в 10 мкм и коэффициент отношения структурных элементов (штрихов и фибул). По нашему мнению данный коэффициент требует доработки т.к. не учитывает длину и ширину клетки. Нами в соавторстве были проанализированы элементы морфологической изменчивости в генетически однородных и разнородных группах *N. rectilonga* Takano (Шоренко и др., 2014). Было показано, что наименее вариабельной (по коэффициенту вариации) оказалась плотность расположения штрихов. Затем в порядке увеличения вариабельности идут ширина клетки, плотность расположения ареол в штрихе, плотность расположения фибул. Наиболее вариабельной оказалась длина центрального межфибульного пространства. При этом самой вариабельной величиной априори является длина клетки, т.к. она напрямую зависит от фазы жизненного цикла (Рощин, 1994). Необходимо отметить, что обычно у пеннатных форм диатомовых ширина клетки зависит от её длины (Михайлов, 1982), а полный размерный диапазон створок в жизненном цикле большинства видов слабо изучен (Рощин, 1994). Поскольку признаки диатомовых не равнозначны по своей эволюционной природе, их групповая математическая оценка необходима в рамках модели нумерической систематики. Традиционно в фенетике используется кластерный или факториальный анализ. Мы полагаем, что оценка признаков должна базироваться на принципе отношения эволюционно схожих элементов. Примером является применяемое в диатомологии отношение длины клетки к её ширине (Lange-Bertalot, Ulrich, 2014). Как было указано выше, длина створок сама по себе не может служить весомым доказательством видовых расхождений, т.к. размерный диапазон многих видов известен далеко не полностью. В тоже время мы предлагаем для групповой оценки количественных морфологических признаков в популяциях использовать отношение перфорированности створки (средних значений числа штрихов и фибул створки), умноженное на морфометрическую характеристику её габитуса (среднее значение длины, деленное на среднее значение её ширины). Вышеуказанная формула рассчитывается как:

$$K_{cp} = (A_{cp}/B_{cp})/(C_{cp}/D_{cp}) \times 100\%,$$

где A_{cp} – среднее число штрихов в популяции в 10 мкм,

B_{cp} – среднее число фибул в популяции в 10 мкм,

C_{cp} – средняя длина створки вида (мкм),

D_{cp} – средняя ширина створки в популяции (мкм).

Для нахождения упомянутого среднего необходимо проводить не менее 25-30 измерений каждой створки. Методически не верным будет использовать одну и ту же створку для двух и более подсчетов т.к. это нарушает принцип случайности выбора. Подсчет числа перфораций лучше производить по цифровым фотографиям со сканирующего электронного микроскопа. При этом фотографии со светового микроскопа не могут удовлетворить всем предъявляемым требованиям современной таксономии к разграничению морфотипов (фенов) в полной мере, несмотря очевидную возможность идентификации видов диатомей при помощи световой микроскопии.

Список использованной литературы

1. Глезер З.И. Таксономическая значимость признаков у диатомовых водорослей в свете разработки новой классификации Bacillariophyta // Бот. журн. 1983. Т. 68, № 8. С. 993-1002.
2. Диатомовые водоросли СССР (ископаемый и современные). Глезер З.И., Караева Н.И., Макарова И.В., Моисеева А.И., Николаев В.А. Классификация диатомовых водорослей, принятая в настоящем издании. – Л.: Наука, 1988. Т. 2. Вып. 1. 120 с.
3. Макарова И.В. О принципах видовой и внутривидовой систематики у диатомовых водорослей // Бот. журн. 1974. Т. 59, № 2. С. 283-295.
4. Михайлов В.И. Оценка значимости таксономических признаков видов рода *Nitzschia* (Bacillariophyta) // Бот. журн. 1982. Т. 67, № 8. С. 1090–1094.
5. Рошин М.А. Жизненные циклы диатомовых водорослей. – Киев: Наук. думка, 1994. 170 с.
6. Шоренко К.И., Давидович Н.А., Куликовский М.С. Изменчивость морфологических и структурных элементов панциря в генетически однородных и разнородных группах диатомовой водоросли *Nitzschia rectilonga* Takano, 1983 (Bacillariophyta) // Биол. моря. 2014. Т. 40, № 5. С. 364-378.
7. Bukhtiyarova L.N. Frustule functions and functional morphology of Bacillariophyta // Альгология. 2009. Т. 19, № 3. С. 321-331.

8. Lange-Bertalot H., Ulrich S. Contributions to the taxonomy of needle-shaped *Fragilaria* and *Ulnaria* species // *Lauterbornia*. 2014. Vol. 78. P. 1-73.

9. Mann D.G. Discovering diatom species: is a long history of disagreements about species-level taxonomy now at an end? // *Plant Ecol. Evol.* 2010. Vol. 143, № 3. P. 251–264.

10. Mann D.G. An ontogenetic approach to diatom systematics // *Proceedings of the 7th International Diatom Symposium*. – Koenigstein: O. Koeltz, 1984. Т. 113, №. 144. С. 113-144.

11. Round F.E., Crawford R.M., Mann D.G. *The Diatoms. Biology and morphology of the genera*. – Cambridge: Cambridge Univ. Press., 1990. 747 p.

Ярыгин Д.В., Руденко А.А., Лим Л.А., Гулая Ю.В.

ФГАОУ ВО «Дальневосточный федеральный университет»,
нп Аякс, 10, кампус ДВФУ, Лабораторный корпус, о. Русский,
г. Владивосток, 690922
jarygin_dv@students.dvfu.ru

ПОЛИМЕРНЫЙ ВОЛОКНИСТЫЙ СОРБЕНТ ДЛЯ ЛИКВИДАЦИИ РАЗЛИВОВ НЕФТИ

Экологическое состояние прибрежных зон и морских акваторий резко ухудшается при аварийных разливах нефти и нефтепродуктов (НП). Жидкие НП стремительно растекаются, загрязняя огромные площади и нанося ощутимый вред экосистемам всех уровней. Для ликвидации загрязнений на водных объектах разработана система мер, предусматривающая использование специальных материалов и техники. Стратегия борьбы с аварийными разливами нефти зависит в первую очередь от объема разлившегося НП, а также его вида, погодных условий, состояния и статуса водного объекта и прочих факторов. При этом комплекс мероприятий по ликвидации аварийных разливов нефти практически всегда включает в себя этап использования сорбентов. В качестве нефтесорбентов используются материалы различной природы, как естественного, так и искусственного происхождения. Синтетические полимерные сорбенты имеют ряд неоспоримых преимуществ перед традиционными материалами на основе углеродных и природных материалов: высокую нефтеемкость, гидрофобность, хорошую долговременную плавучесть, технологичность в хранении и

использовании. Разработаны различные виды полимерных нефтесорбентов [1].

Учитывая относительно высокую стоимость синтетических нефтесорбентов, разработка и исследование сорбентов на основе наиболее многотоннажных и дешевых полимеров является актуальной задачей. В полной мере данному критерию соответствует полиэтилен (ПЭ), который занимает первое место в мире по объёмам производства. Значительная часть ПЭ используется для производства плёнок и различной тары и упаковки. Отходы ПЭ широко используются в качестве вторичного сырья, например, для производства пленки и пакетов со сниженными санитарно-гигиеническими требованиями (пакеты для мусора и т.п.).

Ранее нами показано, что волокнистый сорбент, полученный на основе первичной пленки из ПЭ высокого давления [2], обладает достаточно высокими значениями нефтеемкости 15,97 – 22,01 г/г. В настоящей работе были изучены зависимости нефтеемкости волокнистого сорбента из первичного и вторичного ПЭ по дизельному топливу зимнему (ДТз) и маслу моторному (Мм) Роснефть Optimum SAE 15W40. Сорбент получали путём нарезки плёнок из первичного ПЭНД толщиной 5,18 мкм и вторичного ПЭНД толщиной 5,70 мкм на волокна средней шириной 1 мм. После нарезки волокна обрабатывали, имитируя действие кардочесальной машины, для получения распушенного волокнистого материала с неупорядоченной структурой.

Испытание проводилось путём замачивания 1,00 г сорбента в НП и дальнейшей фиксации массы сорбента с нефтепродуктом с интервалом в 1 мин в течение 20 мин дренажа (свободного истечения). Выявлено, что нефтеёмкость сорбента из вторичного полиэтилена в чистом Мм практически равна нефтеёмкости первичного (см. рис. 1) и составила 24,23 г/г и 25,61 г/г после 1 мин дренажа, 11,39 г/г и 12,92 г/г после 17 мин дренажа для сорбентов из вторичной и первичной плёнки соответственно. Учитывая тот факт, что удельная поверхность сорбента обратно пропорциональна толщине плёнки, нефтеёмкости, отнесённые к удельной поверхности, для использованных пленок можно считать одинаковыми. Для ДТз результаты схожи. Нефтеёмкость образцов из первичного полиэтилена в ДТз после 20 мин дренажа составила 3,01 г/г, из вторичного 2,76 г/г.

Обычные условия испытаний на нефтеёмкость (приведение в контакт сорбента и чистого НП, часто в большом избытке) неадекватно воспроизводят условия работы нефтесорбента при разливах нефти и НП на водных объектах. Поэтому далее для

вторичного полиэтилена было проведено испытание на извлечение плёнки нефтепродукта с поверхности воды. Установлено, что при толщине слоя НП порядка 0,65 мм после использования сорбента на поверхности воды остаётся тонкая плёнка нефтепродукта. При этом масса сорбента с поглощенной жидкостью превышала сумму исходной массы сорбента и введенного в испытание НП более чем на 60%, что свидетельствует об удержании большого объема воды, несмотря на гидрофобность материала. Это происходит потому, что нефтепродукт не может занять всё свободное пространство ячеек и они заполняются водой. Тонкая плёнка может быть собрана только гидрофобной поверхностью сорбента, в результате чего нефтеёмкость данного сорбента в подобных условиях низка.

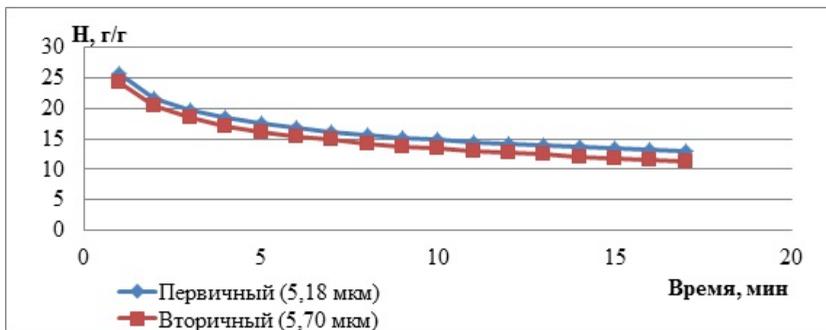


Рис. 1 – Профили удерживания образцов из первичного и вторичного полиэтилена в моторном масле

Известен способ [3] определения емкости водонасыщенного сорбента, при котором предварительно полностью погруженный в воду сорбент вводится в слой НП, разлитый на поверхности. Нами испытание проводилось таким образом, чтобы толщина слоя НП была не меньше толщины сорбента, и после 15 мин нахождения в воде сорбент протаскивался через слой нефтепродукта в течение 1,5-2 с. В течение 1 мин. жидкость стекала, затем сорбент с поглощенной жидкостью взвешивался, промывался толуолом.

Для полученной смеси определялось содержание воды по аналогии с ГОСТ 2477-65. Получено, что содержание воды в испытании с ДТ составило 21,6%, в испытании с моторным маслом 19,1%. Следовательно, даже при кратковременном контакте водонасыщенного волокнистого ПЭ сорбента нефтепродукт замещает воду в ячейках.

Таким образом, волокнистый сорбент из вторичного полиэтилена по нефтеёмкости не уступает сорбенту из первичного полиэтилена. Волокнистый ПЭ сорбент рационально использовать для быстрого сбора больших количеств нефтепродукта с водных поверхностей, для извлечения тонких плёнок он малоэффективен, для этого более подходит сорбент с малыми порами. Нефтеёмкость волокнистого сорбента из вторичного полиэтилена не уступает промышленно производимым образцам волокнистых полипропиленовых сорбентов.

Список использованной литературы

1. Сироткина, Е. Е. Материалы для адсорбционной очистки воды от нефти и нефтепродуктов / Е. Е. Сироткина, Л. Л. Новоселова // Химия в интересах устойчивого развития. – 2005. – Т.13, Вып. 3. – С. 359-377.

2. Исследование нефтеёмкости волокнистого сорбента на основе полиэтилена / Ю. В. Гулая, В. П. Дорожкин, А. А. Руденко и др. // Тезисы докладов XX Всероссийской конф. молодых учёных-химиков (с междунар. участием). – Нижний Новгород: Издательство ННГУ им. Н. И. Лобачевского, 2017 – С. 485-487.

3. Способ определения нефтеёмкости водонасыщенных сорбентов: пат. 2539751 Рос. Федерация: МПК G01N 30/00 / Ефимов С. Е., Герасимов А. И.; заявитель и патентообладатель ФГБУ науки Институт проблем нефти и газа Сибирского отделения РАН. – № 2013136807/28; заявл. 06.08.2013; опубл. 27.01.2015, Бюл. № 3. – 5 с.: с ил.

Содержание

Гулин С.Б. Институту морских биологических исследований исполнилось 145 лет	5
Боровков А.Б. Новые традиции Института морских биологических исследований имени А.О. Ковалевского	8
Скуратовская Е.Н. Развитие системы непрерывного образования в ФГБУН ИМБИ	10
Аблязов Э.Р. Видовое разнообразие и некоторые особенности сообществ рыб Стрелецкой бухты (Севастополь, Крым, Черное море)	12
Аганесова Л.О., Моисеенко Д.В. Продукция копепод <i>Arctodiaptomus salinus</i> и <i>Calanipeda</i> <i>aquaedulcis</i> в зависимости от трофических условий	16
Айсматуллин И.Р., Слепнёв В.Н., Шестаков Р.Ю. Исследование эффективности современных методов мониторинга и раннего обнаружения разливов нефти и нефтепродуктов на акватории нефтеналивных портов	19
Александрова У.С., Матишов К.Д. Особенности выращивания африканского клариевого сома (<i>Clarias Gariepinus</i>) в зарегулированных условиях на разных стадиях онтогенеза	22
Андреева С.А., Куликовский М.С. Описание нового вида из рода <i>Sellaphora</i> (<i>Vacillariophyceae</i> , <i>Naviculales</i>) на основе морфологических и молекулярно-генетических критериев	25
Антонов И. В., Шишкин А.И., Строганова М.С. Экологическое управление распределением нагрузки для водопользователей прибрежной зоны бассейна Балтийского моря	26
Артемова А.А. , Романов Б.В. , Григорьев П.Е. Влияние космофизических факторов на изменение поведения и работоспособности дельфинов <i>Tursiops truncatus</i> в условиях тренировки	29

Баяндина Ю.С

Характеристики подвижности спермы калкана *Scophthalmus maoticus* (Pallas) из естественных популяций Севастопольского района в течение нерестовых сезонов 2010-2017 гг. 31

Бей О.Н., Сидоров И.Г., Мирзоева Н.Ю.

Распределение ¹³⁷Cs в абиотических компонентах соленых озер Крыма 32

Белогудов А. А., Тимошенко Т. Ю., Жиляев Д. А.

Ледовые условия в Азовском море и Керческом проливе зимой 2016-2017 гг. 34

Брюханов А.Л., Власова М.А., Малахова Т.В., Пименов Н.В.

Бактерии цикла серы в донных осадках Херсонесской бухты г. Севастополя 38

Бурнина Т.А.

Структура прибрежно-морского природопользования Северо-Западного Крыма 40

Важова А.С.

Сезонная изменчивость гидрохимических параметров некоторых рек южного Приморья 42

Виноградская М.И.

Сравнение вкусовой привлекательности желчных кислот и их солей для нильской тилляпии *Oreochromis niloticus* и астианакса *Astyanax fasciatus* 44

Вирченко А. Е., Макаров М. В., Сабиров Р. М.

Эпифитон водорослей *Cystoseira crinita* Duby 1830 в районе г. Севастополь (Чёрное море) 46

Витер Т. В., Алемов С. В.

Сообщества макрозообентоса б. Стрелецкая (Севастополь, Черное море) 48

Войкина А.В., Бугаев Л.А., Ружинская Л.П.

Физиолого-биохимическое состояние пилленгаса (*Liza haematocheila*, Temminck & Shlegel) Азово-Черноморского бассейна в 2016 г. 50

Вотинова Т.В., Рогачева Х.П.

Проблема оценки загрязнения полихлорбифенилами донных отложений морских экосистем 53

Гаврилко Д.Е. Особенности зоопланктона зарослей высшей водной Растительности (на примере р. Сережа Нижегородской области)	56
Гаврилова Д.А., Асейнов Д.Д. Сравнительная характеристика распределения молоди кефали в западной части Северного и Среднего Каспия в 2015-2016 гг.	59
Галаговец Е. А., Прусова И. Ю. Встречаемость опухолеподобных аномалий (ОПА) у массового вида <i>Acartia clausi</i> (Copepoda: Calanoida) в различных районах Черного моря	62
Голубева Д.О., Гаврилко Д.Е., Золотарева Т.В., Шурганова Г.В. Видовая структура зоопланктоценозов озерной части Горьковского водохранилища (по данным 2016 года)	64
Горбунова С.Ю., Гудвилевич И.Н. Биологическая ценность биомассы <i>SPIRULINA PLATENSIS</i> , выращенной на сельскохозяйственных сточных водах	67
Гуров К.И., Мыслина М.А., Коновалов С.К. Особенности сезонной изменчивости основных физико-химических характеристик донных отложений в районе прибрежных струйных газовыделений	70
Дикарёв В.А. Побережье Керченского и Таманского полуостровов в условиях повышения уровня моря	74
Ефремова Е.С., Кухарева Т.А. Эритрограмма циркулирующей крови <i>Neogobius</i> <i>Melanostomus P.</i> в условиях гипотермии	76
Живлянцева Ю.В., Куранова Л.К. Оценка пригодности костно-мышечных отходов трески для получения белкового гидролизата	78
Жихарев В.С., Кудрин И.А., Золотарёва Т.В., Шурганова Г.В. Сравнительная оценка результатов кластерного анализа структуры сообществ зоопланктона зоны речной гидравлики Чебоксарского водохранилища и устьевой области реки Оки на современном этапе их существования	80

Жондарева Я.Д.

Количественная оценка роста *Phaeodactylum tricornutum* в накопительной культуре при использовании мелассы как органического источника углерода 84

Зарипова З.И., Голиков А.В., Сабиров Р.М.

Морфология челюстного аппарата обыкновенного арктического кальмара *Gonatus fabricii* (Cephalopoda, Oegopsida) 87

Ильясова А.И., Голиков А.В., Сабиров Р.М.

Сравнительный анализ морфометрических показателей двух видов род *Rossia* (Cephalopoda, sepiolida) из Баренцева моря 90

Каткова Е.С., Анисимова Н.А., Сабиров Р.М.

Видовой состав и черты экологии губок западной части Баренцева моря 94

Ковалёв Е.А.

Двустворчатый моллюск *Anadara kagoshimensis* (Tokunaga, 1906) в Азовском море 96

Козлова Н.В., Макарова Е.Г., Базельюк Н.Н.

Генетические исследования шипа (*Acipenser nudiiventris*) в условиях аквакультуры 99

Кондратьев М.С., Терентьев В.В., Шитов А.В.

Структурные особенности ингибиторов водорослевого роста и их мишеней: QM-исследование 102

Котовщиков А.В.

Сезонная динамика пигментных характеристик и первичной продукции фитопланктона в разнотипных биотопах реки Обь 103

Кривина Е.С., Тарасова Н.Г.

Изменение структуры альгофлоры планктона малых водоемов урбанизированного ландшафта под влиянием антропогенной нагрузки 105

Кудякова А.С.

Исследования черноморского зоопланктона в акватории Гурзуф–Артек в осенне-зимний сезон 109

Кукин М.С.

Микробиоценоз водоёмов Центрально-европейской зоны РФ 112

Куцын Д.Н.

Трансформация ихтиофауны Таганрогского залива
(Азовское море) в условиях осолонения 115

Левашина Н.В.

Формирование численности поколений леща в Северном
Каспии в 2012-2016 гг. 118

Левашина Н.В., Белоголова Л.А., Солохина Т.А.

Численность судака в Северном Каспии
в современный период 123

Левина А. Д.

Вкусовые предпочтения и пищевое поведение нильской
тиляпии *Oreochromis niloticus* 126

Логоминова И.В., Агафонов А.В.

Пространственно-временная динамика локальных
популяций черноморской афалины *Tursiops truncatus*
roniticus Barabasch, 1940: визуальные и акустические
методы оценки 128

Мазникова О.А., Емелин П.О.

Биология и распределение чёрного палтуса
Reinhardtius hippoglossoides matsuurae в северо-западной
части Берингова моря осенью 2014 г. 132

Мальцева О.А.

Морфометрические характеристики клеток *Dunaliella viridis*
при непрерывном освещении и свето-темновых циклах 135

Мальгина М.М.

Эколого-фаунистический анализ гельминтов карповых
рыб из естественных водоемов 138

Мартынов Е. С., Мальченко Ю. А., Жиляев Д. А.

Современные термохалинные условия залива Восточный Сиваш ..141

**Мельник А.В., Токарев Ю.Н., Белогурова Ю.Б.,
Георгиева Е.Ю., Жук В.Ф., Силаков М.И.**

Сезонная изменчивость поля биolumинесценции Азовского моря ..143

Миронов О.А.

Зарослевые сообщества макрофитов, как индикаторы
нефтяного загрязнения прибрежных акваторий Севастополя.....145

Мирошниченко Я.В.

Некоторые данные о биологии креветки *Palaemon adspersus* (Rathke 1837) (Decapoda: Caridea: Palaemonidae) из Каркинитского залива Чёрного моря 146

Мищенко В.В., Гроховский В.А.

Формованный рыбный продукт, обогащенный изолятом рыбного белка и растительными ингредиентами 150

Незамутдинова Ю.О.

Темпы роста двустворчатого моллюска *Protothaca (Callithaca) adamsii* в заливе Петра Великого Японского моря 152

Нехорошков П.С., Фронтасьева М.В.

Особенности вариабельности концентраций микроэлементов в фитопланктонных сообществах в условиях прибрежных зон 154

Плугатарь Ю.В. Сидоренко Е.А.

Изучение водных ресурсов восточной части Предгорного Крыма 157

Поддужева Е.А.

Морфометрия и состояние панциря самцов крабов *Lyphira perplexa* Galil, 2009 (Crustacea: Malacostraca: Decapoda: Brachyura: Leucosiidae) залива Нянчанг Южно-Китайского моря 158

Подзорова Д. В., Макаров М.В.

Макрозообентос рыхлых грунтов в вершинной части Севастопольской бухты (юго-западный Крым, Чёрное море) 162

Подунай Ю.А., Давидович О.И., Давидович Н.А.

Изучение биогеографии диатомовых водорослей с использованием методов репродуктивной биологии на примере рода *Ulnaria* 166

Полисовая А.И., Тихонова Е.А.

Экологическое состояние донных отложений портовой акватории (на примере бухты Камышовой, Черное море) 169

Прищепа Р.Е.

Структурные характеристики сообществ рыб Каркинитского залива в ноябре 2015 года 171

Рамазанова М.Г., Абдуллаева Н.М.

Морфофизиологические показатели красной крови стерляди (*Acipenser ruthenus*), выращиваемых в УЗВ 175

Ревкова Т.Н. Новые виды семейства <i>Microlaimidae</i> (Nematoda) из Чёрного моря	177
Рогачева Х.П., Вотинова Т.В. Современный уровень загрязнения реки Темерник	179
Романенко Г.А. Особенности серебряного карася (<i>Carassius auratus</i> (Linnaeus, 1758) в водных объектах Алтайского края и Республики Алтай	182
Русанова В.А., Походина М.А. К вопросу об изменении микрокомпонентного состава воды при длительном хранении	185
Русановская О.О., Пислегина Е.В., Кращук Л.С., Шимараева С.В., Зилов Е.А. Динамика численности планктонных коловраток в пелагиали Южного Байкала (2005-2014 гг.)	187
Саноцкая Н.А. Особенности динамики вод приливных устьев рек	190
Сафонова А.В. Рацион питания молоди сёмга <i>Salmo salar</i> L. в четырех реках Кольского полуострова	192
Сергеев Д.И., Подрезова Н.А. Расчет нарастания льда в Белом море в условиях мягкой, умеренной и суровой зимы	195
Сергеева О.В. Влияние дноуглубительных работ на водную биоту в порту Сочи (исследования 2012-2013 гг.).....	198
Сирота Ю. В., Каширин А. В. Гидробиологическая характеристика реки Кубанка	200
Смирнова М.М., Ежова Е.Е. Негативное воздействие цианобактериальных «цветений» на биоту Куршского залива	202
Сницкая Е.В., Слободскова В.В. Повреждение ДНК, как показатель физиологического состояния объектов марикультуры	205

Соловьёва О.В.

Гидротехнические сооружения рекреационных зон как субстрат для образования митилидных биофильтров206

Станичный С.В., Медведева А.В.

Исследование загрязнений прибрежных вод на севастопольском шельфе с использованием данных дистанционного зондирования208

Стецюк А.П., Рылькова О.А., Муханов В.С., Сахонь Е.Г., Поповичев В.Н., Гулин С.Б.

Изучение влияния добавок глубинной воды сероводородной зоны Черного моря на развитие пико- и нанофитопланктона методами проточной цитометрии и меченых атомов212

Титова С.А., Куранова Л.К., Голубева О.А.

Состав и свойства кормового рыбного фарша, полученного методом криоэкструзии215

Тихонова Е. А., Котельянец Е. А., Соловьёва О.В.

Характеристика загрязнения донных отложений Крымского побережья Чёрного и Азовского морей218

Троян В.О.

Рост плотности культуры коловратки при добавлении в питательные смеси аминокислоты и микроводорослей220

Файзулина Д.Р.

Физиолого-биохимическая характеристика состояния леща (*Abramis brama L.*) в преднерестовый период.....223

Федорова Е.А.

Изменение биологических параметров кормовых гидробионтов при интоксикации фунгицидами нового поколения 226

Федоровская Н. К.

Снижение отрицательного воздействия систем охлаждения энергоустановок на морские биоресурсы228

Фирсова А.В.

Влияние скорости снижения температуры на яйцеклетки белорыбицы при их криоконсервации231

Хачетурова К.С., Фролова Е.А., Биягов К.Л, Кравец П.П.

Сообщества полихет Кандалакшского и Онежского заливов Белого моря233

Хачетурова К.С., Сафонова А. В., Кравец П. П. Популяционные характеристики поселений <i>Mytilus edulis</i> Кандалакшского залива Белого моря	235
Цыбулевская М.В. Особенности морфометрических характеристик <i>Rapana thomasi</i> (Mollusca, gastropoda) у берегов Абхазии (Нижняя Эшера, пос. Шицквара)	237
Цыганова М.В., Лемешко Е.М. Особенности пространственного распределения хлорофилла Черного моря и связь с климатическим индексом Северо-Атлантического колебания	240
Цыганков В.Ю. Аккумуляция стойких галогенорганических соединений в морских организмах Охотского и Берингова морей	242
Чернышев Д.Н., Боровков А.Б Оценка пигментного состава <i>Dunaliella salina</i> по спектру поглощения культуры	245
Чернышева Е.Б. Сезонные изменения структуры эпифитных синузий макрофитов прибрежной зоны Севастопольского взморья	247
Човган О.В., Рыжик И.В. Реакции антиоксидантной системы <i>Fucus vesiculosus</i> на нефтяное загрязнение	249
Шишкин А.И., Строганова М.С., Кушнеров А. И. Оценка уровня техногенной нагрузки прибрежных зон по видовому разнообразию гидробионтов с учетом комплекса гидробиологических и гидрохимических индексов	252
Шоренко К.И. К вопросу о групповой оценке количественных морфологических признаков рода <i>Nitzschia</i> Hassall (Bacillariophyta)	256
Ярыгин Д.В., Руденко А.А., Лим Л.А., Гулая Ю.В. Полимерный волокнистый сорбент для ликвидации разливов нефти	260

**Тезисы X Всероссийской
научно-практической конференции
молодых ученых**

«Pontus Euxinus 2017»

**по проблемам водных экосистем,
в рамках проведения Года экологии
в Российской Федерации**

(на русском языке)

Печатается по постановлению
Ученого совета ФГБУН ИМБИ
протокол № 6 от 01.08.2017 года.

Ответственный за выпуск:
Елена Родина

Подписано к печати 10.09.2017 г.
Формат 450х320 1/4
Бумага офсетная. Гарнитура Arial.
Усл. печат. л. 11,5. Уч.-изд. л. 13,5.
Печать цифровая. Заказ № 44
Тираж 300 экз.

Отпечатано в типографии ИП Бондаренко Н.Ю.
(г. Севастополь)



THE SOCIETY OF JUNIOR RESEARCHERS

The A.O. Kovalevsky Institute
of Marine Biological Research of RAS
СОВЕТ МОЛОДЫХ УЧЁНЫХ

ФГБУН «Институт морских биологических
исследований
имени А.О. Ковалевского РАН»

Nakhimova av.2, Sevastopol, Russia, 299011
пр. Нахимова 2, Севастополь, Россия, 299011
e-mail: ibss@inbox.ru