

Национальная академия наук Украины  
Институт биологии южных морей им. А. О. Ковалевского

# ПОНТ ЭВКСИНСКИЙ - 2013

Тезисы VIII международной научно-практической  
конференции молодых учёных

по проблемам водных экосистем, посвященной  
50-летию образования ИнБЮМ НАН Украины

Севастополь  
01-04 октября 2013г

Национальная академия наук Украины  
Институт биологии южных морей им. А.О. Ковалевского

PONTUS EUXINUS  
ПОНТ ЭВКСИНСКИЙ : VIII



Тезисы VIII Международной  
научно-практической конференции молодых ученых  
*Pontus Euxinus 2013*  
по проблемам водных экосистем,  
посвященной 50-летию образованию Института биологии  
южных морей Национальной академии наук Украины

Севастополь  
2013

**Тезисы VIII Международной научно-практической конференции молодых ученых по проблемам водных экосистем «Pontus Euxinus - 2013», посвященной 50-летию образованию Института биологии южных морей Национальной академии наук Украины (1-4 октября 2013 г.) – Севастополь:**

В сборник вошли тезисы докладов молодых ученых из Украины, России, Беларуси, Молдовы, посвященные анализу различных аспектов современного экологического состояния водных экосистем.

**Тези VIII Міжнародної науково-практичної конференції молодих вчених з проблем водних екосистем «Pontus Euxinus - 2013», присвяченій 50-річчю утворення Інституту біології південних морів Національної академії наук України (1-4 жовтня 2013 р.) - Севастополь:**

У збірник увійшли тези доповідей молодих вчених з України, Росії, Білорусі, Молдови, в яких розглядається сучасний екологічний стан водних екосистем.

**Theses of VIII International Research-and-practical Conference of the Young Scientists at the problems of Water Ecosystems "Pontus Euxinus - 2013", Devoted to the 50-anniversary of formation of Institute of biology of the southern seas of National academy of Sciences of Ukraine ( October 1-4, 2013) – Sevastopol:**

The proceeding contains abstracts of the reports of Ukrainian, Russian, Byelorussian, Moldavian young scientists about contemporary ecological state of water ecosystems.

**Тезиси опубліковані з сохраненням авторської редакції**

## ОРГАНИЗАТОР:



### СОВЕТ МОЛОДЫХ УЧЁНЫХ

Института биологии южных морей  
им. А.О.Ковалевского НАН Украины

пр. Нахимова, 2, Севастополь,  
99011, Украина  
ibss@inbox.ru

### ПРЕДСЕДАТЕЛЬ ОРГКОМИТЕТА

Куратор Совета молодых ученых ИнБЮМ, заместитель директора  
ИнБЮМ НАН Украины, к.б.н. **Болтачев Александр Романович**

### ЗАМЕСТИТЕЛЬ ПРЕДСЕДАТЕЛЯ ОРГКОМИТЕТА

И.о. председателя Совета молодых ученых ИнБЮМ НАН Украины -  
**Родина Елена Андреевна**

### СОСТАВ ОРГКОМИТЕТА:

|                    |                    |
|--------------------|--------------------|
| Тихонова Елена     | Ефимова Татьяна    |
| Соловьева Ольга    | Силаков Михаил     |
| Макаров Михаил     | Лях Антон          |
| Горбунова Светлана | Коваленко Михаил   |
| Кошелева Татьяна   | Баяндина Юлия      |
| Малахова Татьяна   | Новикова Татьяна   |
| Харкевич Христина  | Гетьман Тарас      |
| Сидоров Илья       | Ковалева Маргарита |

### Разработка и оформление сборника:

Родина Елена, Тихонова Елена, Силаков Михаил, Лях Антон,  
Горбунова Светлана, Ефимова Татьяна

### Дизайн обложки, эмблема:

Коваленко Михаил, Кошелева Татьяна,  
Муханов Владимир

**Финансовую поддержку оказали:**

**Национальная Академия Наук Украины  
Институт биологии южных морей НАН Украины  
ЧП «ИНПРЕСС ПЛЮС» Производство рекламы всех  
уровней и полиграфия.  
ООО «Страна Дельфиния»  
Севастопольский аквариум-музей**

**Персональная благодарность:**

**Еремееву Валерию Николаевичу** – академику НАНУ,  
директору ИнБЮМ НАНУ  
**Токареву Юрию Николаевичу** – д.б.н., заместителю  
директора ИнБЮМ НАНУ  
**Болгачеву Александру Романовичу** – к.б.н., заместителю  
директора ИнБЮМ НАН Украины  
**Кодису Ивану Болеславовичу** – заместителю директора  
ИнБЮМ НАНУ  
**Гаевской Альбине Витольдовне** – д.б.н., профессору,  
заместителю главного редактора сборника научных  
трудов «Морской экологический журнал»  
**Юшкову Александру** – руководителю предприятия ЧП  
«ИНПРЕСС ПЛЮС»  
**Жбанову Александру** – директору Севастопольского дельфинария

## **Институту биологии южных морей НАН Украины 50 лет**

В 2013 году Институту биологии южных морей им. А.О. Ковалевского, Ордена Трудового красного знамени, НАН Украины исполняется 50 лет. Он был основан 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, созданной в далеком 1871 г. по инициативе выдающихся ученых Н.Н. Миклухо-Маклая и А.О. Ковалевского в эпоху бурного развития биологической науки. 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.

В стенах СБС были сделаны открытия, важные для развития океанографии. Преобразование станции в институт позволило значительно расширить спектр и масштабы научных исследований, привлечь высококвалифицированных специалистов различных профилей. Наряду с традиционными направлениями в области изучения 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.

На современном этапе ИнБЮМ – единственный в Украине морской биологический институт, имеющий высокий научный резерв, широко развитые международные связи.

Значимость, проведенных ИнБЮМ исследований отмечена присуждением в 2007 г. группе ученых института Государственной премии Украины в области науки и техники за цикл работ «Продуктивность,

биоразнообразии и экологическая безопасность экосистем Черного моря и перспективных для Украины регионов Мирового океана».

Молодые ученые института также вносят свой весомый вклад в оценку его деятельности, получая национальные и международные премии, награды, гранты.

Проведение международных конференций и школ молодыми учеными способствует научному прорыву и созданию новых научных знаний. Верится, что в наше непростое для науки Украины время, вы не отступите от своих целей, сохраните вековые традиции нашей научной цитадели и сделаете важнейшие открытия, переворачивающие стандартные понятия и раскрывающие новые возможности познания океана.

Выход в свет сборника трудов молодых учёных, посвященного 50-летию со дня образования Ордена Трудового Красного Знамени Института биологии южных морей имени А.О. Ковалевского Национальной академии наук Украины (ИнБЮМ НАНУ), ставшего очередным этапом становления и развития отечественной гидробиологии, является, несомненно, событием знаковым по ряду причин. Прежде всего, важно, что выход этого сборника актуален для популяризации труда молодых ученых Института, Национальной академии наук Украины и СНГ в целом, на самом высоком научном уровне выполняющих гидроэкологические исследования, а также ежедневно кропотливо занимающихся воспитанием талантливой молодежи и экологическим образованием населения.

В настоящее время Институт биологии южных морей Национальной Академии наук Украины – крупнейшее гидробиологическое учреждение Европы и одно из авторитетнейших гидробиологических учреждений мира. В его состав, помимо Севастопольского и Одесского Отделений с их 17 научными отделами, на правах отдельных подразделений входят 2 научно-исследовательских судна («Профессор Водяницкий» и «Глобус»), а также Опытное Производство в г. Севастополе.

В разные годы в Институте работали такие выдающиеся ученые, как члены-корреспонденты, профессора и доктора биологических наук Владимир Алексеевич Водяницкий, Владимир Николаевич Грезе, Тамара Сергеевна Петипа и другие. Сегодня в его стенах трудятся 3 академика НАН Украины (Ювеналий Петрович Зайцев, Валерий Николаевич Еремеев, Виктор Николаевич Егоров), 2 члена-корреспондента НАНУ

(Виктор Евгеньевич Заика и Георгий Евгеньевич Шульман), 19 докторов биологических наук и более 110 кандидатов наук по различным специальностям современной океанологии. Их труд обогатил мировую науку рядом выдающихся достижений, многие из которых получили заслуженное признание отечественного и международного научного сообщества в виде Государственных наград и международных премий самого высокого уровня.

Сегодня научная деятельность в ИнБЮМ сфокусирована на нескольких крайне важных для динамичного развития марихозайственного комплекса Украины направлениях:

- изучение механизмов устойчивости, трансформации и эволюции морских экосистем в условиях меняющихся абиотических факторов среды;
- создание научных основ методологии экологического прогнозирования и экосистемного регулирования антропогенных воздействий в морских акваториях;
- разработка технологий культивирования гидробионтов и их переработки с целью получения биологически активных веществ, лекарственных препаратов, парафармацевтиков и продуктов диетического питания; развитие марикультуры может содействовать и сохранению естественного биоразнообразия;
- создание экспертных систем и информационных технологий обеспечения пользователей гидроэкологической информацией и знаниями для принятия адекватных решений.

В мировой практике подобные масштабные программы, выполняемые целенаправленно на протяжении нескольких десятилетий, не имеют аналогов. Широкий комплексный подход к исследованиям морских экосистем, позволяющий всесторонне изучить различные аспекты их состояния и динамики, дать интегральную характеристику происходящих изменений и прогнозировать их последствия является, несомненно, важной особенностью отечественной гидробиологии.

В результате масштабных исследований специалистами ИнБЮМ выявлены закономерности адаптаций организмов, видов и популяций к температуре, дефициту кислорода, обеспеченности пищей на разных трофических уровнях пелагической и шельфовой экосистем Черного моря. Получены сведения о современном состоянии экосистемы Азово-черноморского бассейна и определены основные направления ее модификации.

Сформулирована концепция альтернативных метаболических стратегий, которые лежат в основе биоразнообразия компонентов



экосистемы Черного моря. Определены принципы реорганизации тканевого белкового метаболизма у морских рыб и моллюсков, позволяющие использовать дополнительный ресурс молекул-макроэргов и избегать накопления токсичных продуктов обмена.

Не ограничиваясь исследованием собственно морских экосистем, в ИнБЮМ в последние годы активно занимаются проблемами функционирования экосистем гиперсоленых водоемов Крыма. В частности, впервые установлено, что в них до 50% первичной продукции планктона обеспечивается при аноксигенном фотосинтезе.

Описаны десятки новых для науки видов, среди которых – новые для науки виды гидробионтов, зарегистрированные в черноморских донных осадках на глубинах 600-2250 м, что дало основания сформулировать новую концепцию зонального распределения жизни в Черном море. В рамках исследований 7-й Европейской Рамочной программы показано, что на границе раздела аноксического и кислородного слоев Черного моря на глубинах 120-240 м сформированы сообщества бентосных организмов, адаптированные к дефициту кислорода и аноксическим условиям.

Исследованы средообразующая и экологическая роль метановых сипов в Черноморском бассейне, а также их роль как поискового признака газоносности морских донных отложений. Сформулированы биогенная и геологическая (термальная) версии относительно генезиса метаноструйных выделений. Исследованы геобиохимические процессы, которые регулируют газовую разгрузку на дне Черного моря. Выявлены поля грязевых вулканов юго-западного Крыма на глубинах 1800-2100 м.

Определены критические зоны акваторий экономической зоны Украины по признакам степени радиоактивного и химического загрязнения морской среды. «Чернобыльский сигнал» (по изменению концентрации  $^{137}\text{Cs}$  в мидиях) в 2004-2006 гг прослеживался в морях Средиземноморского бассейна на расстоянии до 2500 км от Чернобыльской АЭС.

Помимо этих, крайне важных для нашей страны задач, не менее актуальным мы считаем обеспечение тесного сотрудничества нашего Института с Высшей Школой, прежде всего, в области подготовки специалистов высшей квалификации, создания объединенных программ специальных курсов, проведения совместных семинаров, конференций, обеспечения практик студентов и т.д. Так, в ИнБЮМ проводятся работы по внедрению новых информационных технологий в исследовательскую работу и образовательный процесс. Разработана оболочка экспертных

таксономических систем "TAXEX" и созданы первые в Украине электронные определители гидробионтов Средиземноморского бассейна, которые успешно используются в качестве учебно-методических пособий студентами ВУЗов и специалистами в области биологии и экологии (определители черноморских двустворчатых и брюхоногих моллюсков, равноногих и усонюгих раков, креветок, рачков-эуфаузиид; личинок рыб Черного моря; определитель рыб Средиземного моря).

Совет молодых ученых ИнБЮМ совместно с Всеукраинским советом молодых ученых и специалистов, Управлением по делам семьи и молодежи СГГА, Океанологическим центром НАНУ провел уже 7 международных научно-практических конференций молодых ученых по проблемам водных экосистем «Понт Эвксинский», 5 школ-семинаров, участниками которых стали ученые из 9 стран.

Выдающийся вклад ученых ИнБЮМ НАН Украины в развитие новых наиболее перспективных направлений физиологической, биохимической, биофизической и радиационной экологии, зоологии и ботаники, систематики и санитарной биологии имеет важнейшее значение для прогресса современной морской гидроэкологии в целом. Уже сегодня методические и теоретические разработки авторов широко известны и используются в практике отечественных и зарубежных гидробиологических и природоохранных учреждений, рыбохозяйственных и иных организаций, деятельность которых связана с выявлением высокопродуктивных акваторий, оптимизацией эксплуатации биологических и минеральных ресурсов Черного моря и исследованных районов Мирового океана, обеспечением экологической безопасности регионов активного природопользования.

Своими масштабными исследованиями, проводимыми на просторах Мирового океана на протяжении многих десятилетий, ученые Института внесли весомый вклад в сокровищницу мировой науки, обогатив ее достижениями, которые являются гордостью отечественной морской гидроэкологии.

Все перечисленное свидетельствует о важности проделанной авторами сборника работы, ее своевременности и необходимости. Нет сомнения, в частности, что представляемый сборник окажется полезным для студентов биологических и экологических специальностей университетов, аспирантов и соискателей разного рода званий и степеней.

Заместитель директора ИнБЮМ НАН Украины  
по научной работе, д.б.н., профессор Токарев Ю.Н.

**Абдиев Ф., Мирзаев У. Т.**

Узбекский научно-исследовательский Центр по развитию рыбоводства  
Чиланзар, квартал 10, 21-А, г. Ташкент, 100123, Узбекистан,  
*umirzayev@rambler.ru*

## **МОРФОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ САЗАНА (*CYPRINUS CARPIO*) ПАЧКАМАРСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА**

Сазан (*Cyprinus carpio*) является широко распространенным в равнинных водохранилищах Узбекистана ценным промысловым видом рыб.

В работе приводятся некоторые данные по морфологии и биологии размножения сазана Пачкамарского водохранилища. Рыб отлавливали в марте-июне 2009 - 2012 гг. Сбор и обработку материала осуществляли по общепринятым методикам (Правдин, 1966; Иванков, 1985).

Пачкамарское водохранилища сооружено в 1968 году на реке Гузардарья (бассейн р. Кашкадарья). Ихтиофауна водохранилища состоит из 10 видов рыб, из них 3 вида (*Cyprinus carpio*, *Schizothorax intermedius*, *Varicorhinus capoeta steindachneri*) являются промысловыми.

Сазан в Пачкамарском водохранилище характеризуется следующими меристическими признаками: число лучей в спинном плавнике III-IV, в анальном – III 5; число чешуе в боковой линии – 35-40, число жаберных тычинок на первой жаберной дуге 20-26.

По нашим данным пластические признаки сазана Пачкамарского водохранилища являются наиболее изменчивыми. Так с возрастом у сазана относительно уменьшается длина головы, высота головы у затылка и антедорсальное расстояние. Различие между самцами и самками выявляется по большинству пластическим признакам. У самок по сравнению с самцами меньше высота головы, длина основания и высота спинного плавника, длина основания анального и грудного плавника, больше антедорсальное расстояние, наибольшая высота тела и высота спинного плавника.

Сазан является одним из основных промысловых видов рыб Пачкамарского водохранилища. В водохранилище в основном встречаются особи сазана в возрасте от 1+ до 6+ лет, длиной тела 10,0-45,0 см и массой 48-1485 г. Сазан в Пачкамарском водохранилище растет медленнее, чем в других водохранилищах республики.

Половозрелой сазан в Пачкамарском водохранилище становится в возрасте 3-х лет при длине тела 18,-20,0 см и весе 105-170 г. Нерестится с конца апреля по конец июня, при температуре воды 15-20°C. Нерестилища сазана в водохранилище расположены в неглубоких прибрежных участках водохранилища с затопленной наземной растительностью. Икротетание порционное. Коэффициент зрелости самок сазана перед нерестом составляет 3,4 до 11,7%. Абсолютная плодовитость колеблется от 32394 до 106215 икринок при длине тела самок 25,5-42,1 см. С увеличением длины и массы тела самок сазана отмечается также и увеличение ее плодовитости (табл. 1.).

Таблица 1.

Показатели плодовитости самок сазана Пачкамарского водохранилища

| Длина, см | Масса, г | Коэффициент зрелости, % | Абсолютная плодовитость | К-во экз. |
|-----------|----------|-------------------------|-------------------------|-----------|
| 25,1-30,0 | 503      | 10,0                    | 32394                   | 1         |
| 30,1-35,0 | 560-765  | 4,7-10,9                | 31069-67130             | 8         |
| 35,1-40,0 | 651-907  | 4,3-11,7                | 48021-88193             | 11        |
| 40,1-45,0 | 1009     | 4,7-9,5                 | 106215                  | 1         |

**Авсиян А. Л.**

Институт биологии южных морей им. А. О. Ковалевского НАНУ  
пр. Нахимова, 2, Севастополь, 99011, Украина, [anna.l.avsiyan@gmail.com](mailto:anna.l.avsiyan@gmail.com)

### **ДИНАМИКА ПЛОТНОСТИ КУЛЬТУРЫ И РАСТВОРЕННОГО ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА ПРИ КУЛЬТИВИРОВАНИИ МИКРОВОДОРОСЛИ *DUNALIELLA SALINA* В УСЛОВИЯХ СВЕТО-ТЕМНОВОГО РЕЖИМА**

Исследование динамики роста микроводорослей в накопительной культуре имеет большое значение для определения продукционных характеристик в различных условиях.

Нами ранее было показано, что свето-темновой режим оказывает значительное влияние на рост и продуктивность микроводорослей и цианобактерий, а также, что величина темновой потери биомассы существенно изменяется на разных стадиях накопительного культивирования (Авсиян, 2012). Потери биомассы могут быть обусловлены различными процессами – темновым дыханием, выделением, отмиранием клеток. Для *D. salina* показано, что выделение может

составлять 5-10% от фотосинтеза (Giordano, 1994), однако для этой водоросли полностью отсутствуют данные о величине темновой потери биомассы.

Целью данной работы было исследование закономерностей роста и потерь биомассы микроводоросли *D. salina* при накопительном культивировании в условиях светотемнового режима.

В качестве объекта исследования использовали одноклеточную зелёную галобную водоросль *Dunaliella salina* Teod. Культивирование осуществляли в накопительном режиме на питательной среде Тренкеншу, доведенной до солёности  $60 \text{ г} \cdot \text{л}^{-1}$ , в культиваторах объёмом 3 л, с толщиной слоя культуры 5 см, освещённость рабочей поверхности культиваторов составляла 10 кЛк и 6 кЛк; свето-темновой режим - 16 ч : 8 ч (свет : темнота). Ежедневно в начале и конце темнового периода измеряли оптическую плотность, рН, численность клеток и содержание растворённого органического вещества (РОВ) в среде.

Исследована динамика плотности культуры, численности, ночной потери биомассы и содержания РОВ в среде при культивировании зелёной микроводоросли *D. salina* в накопительной культуре в условиях светотемнового режима. Максимальная продуктивность составила  $3,2 \text{ мг} \cdot \text{л}^{-1} \cdot \text{ч}^{-1}$  при 10 кЛк и  $2,1 \text{ мг} \cdot \text{л}^{-1} \cdot \text{ч}^{-1}$  при 6 кЛк. Максимальная численность клеток составила  $2,05 \cdot 10^6 \text{ кл} \cdot \text{мл}^{-1}$  при 10 кЛк и  $1,35 \cdot 10^6 \text{ кл} \cdot \text{мл}^{-1}$  при 10 кЛк. Деление клеток происходило как на свету, так и в темноте. Показано, что соотношение биомассы и численности клеток (показатель среднего размера клетки) уменьшается в ходе накопительного культивирования, а также отмечены суточные колебания этого параметра.

Выявлено, что ночная потеря биомассы может иметь весьма большие значения при культивировании *D. salina* в накопительном режиме, составляя до 32% от биомассы в начале темнового периода. Выделение экзометаболитов также играет значительную роль в балансе ростовых процессов и потерь биомассы, однако не выявлено закономерностей суточной динамики органического вещества в среде.

**Аганесова Л.О.**

Институт биологии южных морей им. А. О. Ковалевского НАН Украины,  
пр. Нахимова, 2, г. Севастополь, 99011, Украина, *la7risa@gmail.com*

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАЦИОНА КОПЕПОД *ARCTODIAPTOMUS SALINUS* И *CALANIPEDA AQUAEDULCIS* ПРИ ПИТАНИИ МИКРОВОДОРОСЛЯМИ РАЗНЫХ ТАКСОНОМИЧЕСКИХ ГРУПП**

*Arctodiaptomus salinus* (Daday, 1885) – вид копепод, обитающий в водоемах с изменчивым солёностным режимом: как в распресненных участках, лиманах и эстуариях рек, впадающих в Азовское и Чёрное море (Ф. Д. Мордухай-Болтовской, 1972), так и в солоноватоводных, солёных водоемах и гиперсолёных озерах Крыма (Шадрин, 2008). *Calanipeda aquaedulcis* (Kritsch, 1873) встречается в распресненных Азовском и Каспийском морях, а также в лиманах и эстуариях рек, впадающих в Азовское и Чёрное море (Гарбер, 1951; Ф. Д. Мордухай-Болтовской, 1972).

В аквакультурном производстве *A. salinus* и *C. aquaedulcis* могут быть использованы как кормовые объекты при культивировании личинок разных видов морских рыб. Для разработки метода получения продукции копепод необходимо определить оптимальные условия их питания и развития.

Цель данной работы заключалась в исследовании питания и суточных рационов самок копепод *C. aquaedulcis* и *A. salinus* при кормлении разными видами микроводорослей в оптимальных температурных условиях.

Эксперименты проводили на лабораторных культурах копепод *A. salinus* и *C. aquaedulcis* при температуре  $21 \pm 1,5^\circ\text{C}$ . В качестве корма для копепод использовали микроводоросли Bacillariophyceae (*Phaeodactylum tricorutum* Bohlin, 1897), Dinophyceae (*Prorocentrum cordatum* Dodge, 1975; *Prorocentrum micans* Ehrenberg, 1833), Prymnesiophyceae (*Isochrysis galbana* Parke, 1949), полученные из лабораторных моновидовых накопительных культур микроводорослей на основе стерилизованной 18 % черноморской воды, обогащенной средой Уолна.

Для сравнения влияния экспозиции на значения рационов копепод были проведены эксперименты разной длительности (сравнивали выедание микроводорослей копеподами в течение 3 ч и 24 ч эксперимента).

На основании данных по скорости размножения и отмирания растительных клеток при соответствующей концентрации в среде, определены удельная скорость выедания водорослей и суточные рационы.

Все предложенные виды водорослей, несмотря на размерные и морфологические различия, оказались доступными для *A. salinus* и *C. aquaedulcis*. Несмотря на разную продолжительность опытов (3 ч в первом случае и 24 ч во втором) были выявлены общие тенденции питания копепод. Наибольшие величины потребления клеток микроводорослей копеподами *A. salinus* и *C. aquaedulcis* получены при кормлении мелкими водорослями *P. tricornutum* и *I. galbana*, а наименьшие – при питании *Diporhuseae*, т.е. суточные рационы (в клетках микроводорослей) копепод возрастают по мере уменьшения размеров водорослей.

Однако полученные данные также свидетельствуют о том, что при одинаковой исходной численности микроводорослей мгновенная удельная скорость выедания и суточный рацион (выраженные в кл./экз./сут и в мг/экз./сут) у *A. salinus* был выше, чем у *C. aquaedulcis* для всех предложенных видов и концентраций микроводорослей, что обусловлено его большей массой.

Адамович Б.В.<sup>1,2</sup>, Жукова А.А.<sup>2</sup>, Куцко Л.А.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Институт рыбного хозяйства Беларуси, ул. Стебенева, 22, г. Минск, Беларусь, [belaqalab@gmail.com](mailto:belaqalab@gmail.com)

<sup>2</sup>Белорусский государственный университет, пр. Независимости, 4, г. Минск, Беларусь

## УДЕЛЬНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ХЛОРОФИЛЛА В ФИТОПЛАНКТОНЕ ПРУДОВ И СИСТЕМЕ ВОДОТОКОВ РЫБОВОДЧЕСКОГО ХОЗЯЙСТВА

Фитопланктон как первичное звено в трофической цепи водных экосистем всегда привлекал пристальное внимание исследователей. Уровень развития фитопланктона является одним из самых важных, если не самым важным, гидробиологическим показателем характеризующим состояние водных экосистем. Для объективной и целостной оценки состояния сообщества необходимо изучение содержания в фитопланктоне фотосинтезирующих пигментов, как одной из основных характеристик функциональной активности микроводорослей. Кроме того, определение хлорофилла получило широкое распространение как метод определения

уровня развития фитопланктона, вследствие чего особенный интерес приобретает оценка удельного содержания хлорофилла в единице биомассы.

Цель работы – оценить связь структуры сообщества и гидроэкологических факторов с удельным содержанием хлорофилла в фитопланктоне прудов рыбоводческого хозяйства и системе связанных с ними водотоков, оценить возможность расчета биомассы фитопланктона по содержанию хлорофилла.

Исследования проводили в 2010-2011 гг. на прудах рыбоводческого хозяйства (3 створа), малой реке Смердия (4 створа) и более крупной реке Вилия (5 створов).

Проведенные исследования показали, что относительное содержание хлорофилла в биомассе водорослей составило в среднем для прудов  $1,2 \pm 1,4$  %, для малой р. Смердия –  $0,8 \pm 0,8$  %, для р. Вилия –  $0,4 \pm 0,3$  %. Та же тенденция но с меньшей разницей сохраняется при сравнении медиан по этому показателю. Особенный интерес вызывает вопрос об особенностях организации фитопланктонного сообщества являющихся причиной такой разницы в содержании хлорофилла в единице массы водорослей. Удельное содержание хлорофилла статистически значимо коррелирует с биомассой фитопланктона. Для всего массива данных коэффициент корреляции Спирмена равен  $-0,44$  и является статистически значимым при  $p \leq 0,05$ , т.е. наблюдается однозначная тенденция уменьшения удельного содержания хлорофилла с увеличением общей биомассы водорослей. Не отмечено связи между удельным содержанием хлорофилла и таксономической структурой фитопланктона.

Существует также точка зрения, что удельное содержание хлорофилла зависит от индивидуальных размеров представителей фитопланктона. По данным наших исследований коэффициент корреляции Спирмена между индивидуальной массой фитопланктонных организмов и относительным содержанием хлорофилла в биомассе для всего массива данных составил  $-0,63$  ( $p \leq 0,05$ ). По нашему мнению это свидетельствует о наличии выраженной тенденции уменьшения относительного содержания хлорофилла с увеличением средней индивидуальной массы фитопланктонных организмов. При усреднении данных по каждому створу эта зависимость была выражена еще более явно (коэффициенте корреляции Спирмена равен  $0,76$  с уровнем значимости  $p=0,0045$ ).

Во всех исследованных экосистемах не было лимитирования в развитии фитопланктона по минеральному азоту. В реках наблюдалось периодическое отсутствие минерального фосфора, что характерно для



большинства поверхностных вод. Содержание минеральных форм азота в прудах составило в среднем  $0,46 \pm 0,22$ , в р. Смердия –  $0,54 \pm 0,28$ , в р. Вилия –  $0,57 \pm 0,33$  мгN/л. Содержание минерального фосфора в прудах составило в среднем  $0,05 \pm 0,05$ , в р. Смердия –  $0,05 \pm 0,06$ , в р. Вилия –  $0,04 \pm 0,03$  мгP/л.

Полученные данные свидетельствуют о том, что оценку биомассы фитопланктона по содержанию хлорофилла в некоторых типах поверхностных водоемов следует применять с осторожностью, и эти два показателя стоит рассматривать скорее как взаимодополняющие методы оценки уровня развития фитопланктона.

Работа выполнена при финансовой поддержке БРФФИ (договор Б10М-034).

**Андреева А. Ю.**

Институт биологии южных морей им. А. О. Ковалевского НАН Украины, пр. Нахимова, 2, г. Севастополь, 99011, Украина, *andreevaal@gmail.com*

### **ВЛИЯНИЕ ОСТРОЙ ГИПОКСИИ НА ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ СОСТОЯНИЕ ЭРИТРОЦИТОВ *SCORPAENA PORCUS* (ЭКСПЕРИМЕНТЫ *IN VITRO*)**

Гипоксия является широко распространённым явлением в водах Мирового океана, что определяется низкой скоростью диффузии кислорода в водной среде (Levin 2002; Middelburg and Levin 2009). Особый интерес представляют организмы, постоянно обитающие в зонах кислородного экстремума и способные длительно выдерживать аноксические условия interest (McEnroe 1998, Danovaro et al. 2010, Gulin 2012). Состояние гипоксии для них является функциональной нормой и предполагает существенную реорганизацию метаболических процессов, направленную на оптимизацию энергетических трат организма (Hochachka 1986). Хотя адаптации к недостатку кислорода на организменном уровне изучены достаточно полно, информация о реакции изолированных клеточных систем на гипоксию крайне ограничена. Удобным модельным объектом для исследований в области клеточной физиологии являются ядерные эритроциты низших позвоночных и беспозвоночных.

При интегральной характеристике функционального состояния клеточных популяций особо эффективны методы проточной цитофлюорометрии, так как они позволяют работать с нативными клеточными системами. В оценке гипоксического эффекта на эритроциты важно учитывать энергетический статус

клеток, состояние их митохондрий и биомембран. В этом отношении удобны флуорохромы родамин 123 (R123) и флуоресцеин диацетат (FDA).

Цель настоящей работы – исследовать функциональное состояние взвесей ядерных эритроцитов морских рыб в условиях дозированной гипоксии (эксперименты *in vitro*) с применением флуоресцентных зондов R123 и FDA.

Объектом исследования служили эритроциты *Scorpaena porcus* L. Кровь получали из хвостовой артерии. В качестве антикоагулянта применяли гепарин. Эритроциты отделяли от плазмы путем центрифугирования при 1000 g в течение 15 минут и трижды отмывали в эквивалентном объеме инкубационной среды (Tiihonen K., Nikinmaa M. 1991). Красные клетки крови ресуспензировали в среде с заданной концентрацией кислорода. Время экспозиции составляло 4 часа при температуре 14-16°C. Понижение концентрации кислорода достигалось путем барботажа изотоничного раствора газообразным азотом. Исследовали концентрационный диапазон 0,57-8,17 мгО<sub>2</sub> л<sup>-1</sup>. По окончании экспозиции эритроциты окрашивали витальным красителем FDA и R123. Из контрольной и опытной пробирок отбирали равные объемы взвеси, которые разводили в 100 раз инкубационной средой с заданной концентрацией кислорода. Окраску эритроцитов флуорохромами проводили в течение 10 мин (R123) и 30 мин (FDA). Финальная концентрация R123 в растворе составляла 2,5 мкл мл<sup>-1</sup>, FDA – 10 мкл мл<sup>-1</sup>. Измерения интенсивности флуоресценции эритроцитов проводили на проточном цитометре Cytomics FC500 (Beckman Coulter, США), оборудованном однофазным аргоновым лазером (длина волны 488 нм).

В условиях гипоксии отмечали рост интенсивности флуоресценции R123 и FDA в эритроцитарной взвеси скорпены. Достоверное возрастание свечения R123 составляло 8-61 % ( $p \leq 0,05$ ), а FDA - 27-184 % ( $p \leq 0,02$ ). При этом зависимости интенсивности флуоресценции красителей от концентрации кислорода не выявлено. Наиболее вероятной причиной роста свечения R123 и FDA во взвесьях эритроцитов в условиях гипоксии представляется снижение проницаемости цитоплазматических мембран клеток (Hochachka 1986). Это позволяет снизить энергетические траты клеток на поддержание трансмембранных ионных градиентов и уменьшить тем самым функциональную нагрузку на митохондрии, вследствие чего мембранный потенциал последних возрастает. Этим можно объяснить факт роста флуоресценции R123 в эритроцитарных взвесьях при гипоксии. О снижении количества функционирующих ионных каналов в клеточной мембране свидетельствует и увеличение свечения FDA в красных клетках крови, поскольку известно, что полярная флуоресцирующая форма красителя, образующаяся в клетке, неспособна быстро проходить через ее внешнюю мембрану и, в случае ограничения ее проницаемости, краситель должен накапливаться в клетках (Prosser E. 1990).

Барабашин Т.О.

Южный федеральный университет, пер. Днепровской, 116. к., 204,  
г. Ростов-на-Дону, 344065, Россия, [zoobot@rambler.ru](mailto:zoobot@rambler.ru)

**БОЛЬШИЕ БЕЛОГОЛОВЫЕ ЧАЙКИ (*LARUS ARGENTATUS*,  
*L. CACHINNANS*, *L. MICHAHELLIS*, *L. FUSCUS* И *L. HEUGLINI*) В  
РОССИЙСКОМ СЕКТОРЕ ЧЕРНОГО МОРЯ - СТАТУС И  
ХАРАКТЕР ПРЕБЫВАНИЯ**

Систематическая группа «больших белоголовых чаек» («large white-headed gulls», «ББЧ») считается эволюционно достаточно «молодой» и ранг вида целому ряду подвидов был присвоен сравнительно недавно. Среди систематиков до настоящего времени нет единой точки зрения по статусу некоторых подвидов. Если брать основные источники информации, то в Списке птиц Российской Федерации (2006) указаны *Larus argentatus*, *L. cachinnans*, *L. fuscus* и *L. heuglini*. В широко распространенном зарубежном определителе Collins birds guide (Svensson et al., 2009) *Larus argentatus*, *L. cachinnans*, *L. fuscus*, *L. heuglini* и *L. michahellis* уже представлены с определительными признаками и анализом отличий в различных вариантах возрастного окраса оперения. Следует отметить, что в определителе (Svensson et al., 2009), *L. heuglini* рассматривается как подвид *L. fuscus*, тогда как в Списке птиц Российской Федерации (2006) это отдельный самостоятельный вид - халей или восточная клуша. Кроме того, в фауне Российской Федерации (Список птиц Российской Федерации, 2006), не указывается такой вид, как *L. michahellis* - средиземноморская чайка.

В пределах береговой зоны и открытой акватории российского сектора Черного моря за весь период наблюдений из рассматриваемой группы видов, согласно литературным источникам из обзора фауны (Воловик и др., 2010) отмечены *Larus argentatus*, *L. cachinnans*, *L. fuscus*, *L. heuglini*. Большинство сведений о серебристой чайке (*L. argentatus*) приходится на тот период, когда данный вид включал в себя в качестве подвидов *L. cachinnans* и *L. heuglini*. За последние годы достоверной информации (с фото- или видеоматериалами) с указанием подвидовой принадлежности или уточнения видового статуса именно *L. argentatus* пока не имеется. Пребывание средиземноморской чайки *L. michahellis* в пределах указанного региона не нашло широкого отражения в научной литературе, хотя в сети Интернет, в частности, на сайте И. Уколова

(<http://www.birds-online.ru>), этот вид включен в список птиц РФ и имеется серия фотографий. Есть информация о случае гнездования чаек, вероятнее всего, этого вида, в 2008 г. восточнее границ РФ - на здании морского порта в г. Сухум (личн. сообщ. В.И. Маланзия). Позднее, в 2012 г., мы отмечали средиземноморских чаек, которые в количестве 4-х пар держались в гнездовое время на крыше полуразрушенной гостиницы «Абхазия» в г. Сухум.

Согласно нашим исследованиям с 2008 по 2012 гг. как на побережье, так и в открытых акваториях российского сектора Черного моря встречаются следующие виды больших белоголовых чаек: *Larus cachinnans*, *L. michahellis*, *L. fuscus* и *L. heuglini*. Первый вид - хохотунья (*L. cachinnans*), наиболее обычна и гнездится в крупных колониях на черноморских лиманах (КОТР международного значения в Кавказском экорегионе, 2009). Хохотуньи встречаются в открытых акваториях и прибрежных участках на протяжении практически всего года, но чаще всего регистрируются в весенний и зимний периоды, когда могут формироваться значительные скопления (до нескольких тысяч птиц) в Керченском предпроливье и в районах прибрежного рыбного лова. Клуша (*L. fuscus*) относится к редким и малочисленным зимующим и летующим видам, встречаясь на протяжении всего года в небольшом числе единичными особями по всей акватории моря. Средиземноморская чайка (*L. michahellis*) наиболее обычна на побережье и в открытом море со второй половины лета и до поздней осени. Все остальное время этот вид встречается в небольшом числе, а весной и в первой половине лета средиземноморская чайка отмечается очень редко. Восточная клуша (*L. heuglini*) самая редкая из всей группы больших белоголовых чаек в рассматриваемом районе. Встречи с ней не регулярны и приходится на период миграций. Мы несколько раз отмечали единичных птиц в открытых акваториях моря во второй половине лета и осенью.

Барабашин Т. О.<sup>1</sup>, Петрова О. П.<sup>1</sup>, Бычкова М. В.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Южный федеральный университет, пер. Днепровской, 116. к., 204,  
г. Ростов-на-Дону, 344065, Россия, [zoobot@rambler.ru](mailto:zoobot@rambler.ru)

<sup>2</sup>ФГУП «АзНИИРХ», ул. Береговая 21 в, г. Ростов-на-Дону, 344001, Россия

## РАСПРОСТРАНЕНИЕ *IDOTEA OSTROUMOVI* (CRUSTACEA, ISOPODA) В РОССИЙСКОМ СЕКТОРЕ ЧЁРНОГО МОРЯ

Представители отряда равноногих ракообразных (Isopoda) рода *Idotea* представлены в Чёрном море достаточно широко. Одним из наиболее обычных видов является *Idotea ostroumovi*, которым является типичным представителем нейстонной группы организмов черноморской акватории (Зайцев, 1970). Этот вид, кроме пелагической и нейстонной зоны, еще нередко встречается в зарослях макрофитов вдоль береговой линии (Кусакин, 1989; Киселева, 2009). Значение идотей в качестве кормовой базы для дельфинов и ряда видов рыб в Чёрном море в ряде случаев может быть достаточно большим (Зайцев, 1970).

Исследование распространения *Idotea ostroumovi* приходится, главным образом, на прибрежные участки или же незначительно удаленные районы моря. Распространение данного вида в открытой акватории представить достаточно сложно.

Отбор материала для изучения распространения идотей проходил во время работ АзНИИРХ в акватории российского сектора Чёрного моря, охватывающего как прибрежные участки, так и удаленную часть (40-50 миль от берега) морской акватории. Всего было проведено 2 съемки летом и осенью 2012 г. Идотеи выбирались из проб ихтиопланктона, который, в свою очередь, отбирался по стандартной методике сетью ИКС-80 во время поверхностного траления. Всего за оба сезона было обработано около 150 проб.

Анализ распределения идотей в летний период показал, что наибольшие значения численности (до 0,8 экз./м<sup>3</sup>) приходится на прибрежный участок в районе Джубга-Архипо-Осиповка. Это возможно обусловлено сносом большого количества органики, и, в первую очередь, плавучего мусора после наводнения в п. Новомихайловский летом 2012 г. Также высокие показатели (0,5-0,6 экз./м<sup>3</sup>) отмечены на удалении 30-40 миль от берега на трассе Геленджика и Новороссийска. В осенний период численность идотей в море значительно снижается и на подавляющей акватории, там, где встречаются эти ракообразные, не

превышает минимальных показателей (0,04 экз./м<sup>3</sup>). Самые высокие значения осенью отмечены на траверсе Керченского пролива (0,14-0,20 экз./м<sup>3</sup>), что может быть обусловлено выносом органики с якорной стоянки судов, где происходит перегрузка зерна на крупнотоннажные сухогрузы. Следует отметить, что как массовый вид пелагических и нейстонных ракообразных, идотеи, помимо ценного кормового объекта для дельфинов и рыб, вероятно, могут являться деструкторами плавучей органики растительного происхождения (мелкого древесного мусора, растительных остатков и пр.), тем самым выполняя роль своеобразных «мусорщиков» в открытых акваториях Чёрного моря.

**Барабашин Т. О.<sup>1</sup>, Петрушкина А. С.<sup>1</sup>, Хренкин Д. В.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Южный федеральный университет, пер. Днепроvской, 116. к., 204,  
г. Ростов-на-Дону, 344065, Россия, [zoobot@rambler.ru](mailto:zoobot@rambler.ru)

<sup>2</sup>ФГУП «АзНИИРХ» ул. Береговая 21 в, г. Ростов-на-Дону, 344001, Россия

## **РАСПРОСТРАНЕНИЕ ШИПОВАТОЙ РЫБЫ-ИГЛЫ (*SYNGNATHUS SCHMIDTI*) В ОТКРЫТЫХ АКВАТОРИЯХ ЧЁРНОГО МОРЯ**

Шиповатая, пелагическая или шиловидная рыба-игла (*Syngnathus schmidti*) отличается от других представителей семейства, обитающих в Азово-Черноморском бассейне, своим пелагическим образом жизни. В отличие от близкородственных видов, живущих среди зарослей макрофитов в прибрежной зоне, шиповатая рыба-игла распространена по всей акватории Чёрного моря. Кроме Чёрного моря этот вид встречается также в Азовском и Мраморном морях (Васильева, 2007).

Так как шиповатая рыба-игла не имеет выраженного хозяйственного значения, то сведения о ее распространения в открытых акваториях Чёрного моря довольно скудны. Исследователи отмечают распространение особей этого вида до глубин 50-70 м., а также обилие мальков этого вида в планктоне в летние месяцы (Водяницкий, 1939; Световидов, 1964; Васильева, 2007). Однако изучение питания дельфинов в Чёрном море показало, что именно шиповатая рыба-игла может составлять значительную (до 86%) часть пищевых объектов в желудках белобочек (*Delphinus delphis ponticus*) и быть важным кормовым ресурсом при дефиците других массовых видов рыб (Клейнберг, 1936).

Отбор материала для изучения распространения шиповатой рыбы-иглы проходил во время работ АзНИИРХ в акватории российского сектора

Чёрного моря, охватывающего как прибрежные участки, так и открытую часть морской акватории. Были проанализированы результаты летне-осенней съемки в 2012 г. Рыбы выбирались из проб ихтиопланктона, который, в свою очередь, отбирался по стандартной методике икорной сетью (ИКС-80) во время траления в поверхностном горизонте.

Распределение шиповатой рыбы-иглы в открытой акватории Чёрного моря в 2012 г. имело ряд характерных черт. Так наиболее высокие показатели численности (до 0,04 экз./м<sup>3</sup>) отмечены в удаленных от берега районах моря (35-40 миль) на траверсе Джубги и Туапсе. На остальной акватории показатели были довольно низкими и составили всего 0,01 экз./м<sup>3</sup>, при этом были обширные участки, на которых рыба-игла в пробах отсутствовала. Биомасса распределялась сходным образом, и ее максимумы (0,006 г/м<sup>3</sup>) отмечены в мористых районах и в прибрежной зоне в районе п. Криницы и п. Бетты.

Следует отметить, что шиповатая рыба-игла в целом широко распространена по всей открытой акватории, но нигде обычной или многочисленной на момент обследования ее назвать нельзя. Общая биомасса, ее динамика, а также запасы шиповатой рыбы-иглы, как важного кормового объекта дельфинов в акватории Чёрного моря нуждаются в дальнейшем изучении.

### **Баяндина Ю.С.**

Институт биологии южных морей им. А. О. Ковалевского НАН Украины  
пр. Нахимова 2, Севастополь, 99011, Украина, [yulia@bayandin.com](mailto:yulia@bayandin.com)

## **ВАРИАбельность характеристик спермы камбалы калкан в зависимости от фазы нерестового периода**

Эффективность нереста рыб в естественных условиях, как и успех их воспроизводства с применением методики искусственного оплодотворения икры в условиях марикультурного хозяйства в значительной степени зависят от количественных и качественных характеристик половых продуктов самцов. Наиболее информативными методами определения жизнеспособности клеток спермы являются функциональные тесты, определяющие характеристики движения сперматозоидов: процент сперматозоидов движущихся поступательно, скорость их движения и продолжительность активности сперматозоидов до полной остановки. Для оптимизации процесса искусственного

выращивания камбалы калкан необходимо также установление количественных и качественных характеристик половых продуктов самцов в зависимости от фазы нерестового периода.

Индивидуальные характеристики (скорость движения и процент подвижных сперматозоидов) спермы были изучены по пробам, полученным от самцов из естественной популяции калкана в течение нерестовых сезонов 2007, 2008, 2010 и 2012гг.

Целью исследования являлось выявление связи между характеристиками половых продуктов и фазой нерестового периода, для этого сезон был условно разделен на фазы:

- апрель - первые числа мая – начало сезона нереста;
- середина - конец мая – середина сезона;
- июнь – конец сезона.

Для определения активности спермы использовали собственную модификацию метода компьютерного анализа (Баяндина, Кирин, 2007). Видеозаписи подвижности сперматозоидов проводили в свежем мазке спермы активированной фильтрованной морской водой в соотношении 1:10.

Были рассчитаны парные коэффициенты корреляции между фазами нерестового сезона по годам и такими характеристиками спермы, как скорость движения и процент подвижных сперматозоидов. Рассчитаны коэффициенты вариации скорости движения сперматозоидов в пределах выделенных фаз сезона.

Была выявлена некоторая тенденция увеличения скорости и процента подвижных сперматозоидов под конец нерестового сезона 2007 и 2008гг. В 2010 г и 2012гг. такой закономерности не прослеживалось.

Наибольшие коэффициенты вариаций скоростей движения сперматозоидов рассчитаны для проб от самцов выловленных в начале сезона нереста, что, возможно, свидетельствует о разном физиологическом состоянии и асинхронности сперматогенеза отдельных особей.

Достоверной корреляции между фазами нерестового сезона и характеристиками половых продуктов выявлено не было.



**Безымянный В.А.**

Институт биологии южных морей им. А.О. Ковалевского, НАН Украины,  
пр. Нахимова 2, Севастополь, 99011, Украина. *bezuman@mail.ru*

## **ТЕРМОЛЮМИНЕСЦЕНТНЫЙ АНАЛИЗ МОРСКОГО МИКРОПЛАНКТОНА ПРИ СТРЕССОВЫХ ВОЗДЕЙСТВИЯХ**

На сегодняшнее время в экологии для определения состояния биоты все большей популярностью пользуются методы экспресс-диагностики. Данные методы позволяют оперативно установить физиологические и биохимические изменения в состоянии организма произошедшие при любом негативном для него воздействии.

Одним из таких методов является термолюминесценция, позволяющая оценить первичный ответ организма при стрессовом воздействии по продуктам перекисного окисления липидов (Маторин, 2011). Гидроперекиси липидов – это химически измененные липиды или жирные кислоты, которые указывают на клеточный стресс. В высокой концентрации они могут вызвать смерть клеток. В связи с экспрессностью метода, а также высокой точностью определения продуктов ПОЛ, данный метод с успехом используется в генетических исследованиях, исследовании физиологии растений и фотосинтетического аппарата, в биохимии, а также в гидробиологии (Gilbert, 2004).

В представленной работе было изучено влияния повреждающих агентов - спирта, ДДЕ и стрессового понижения температуры на микропланктон, а также показано применение термолюминесценции в качестве экспресс-теста для оценки воздействия на исследуемый объект.

Целью данной работы было применение нового экспресс-метода для оценки негативных воздействий на исследуемый объект в лабораторных экспериментах. Материалом исследования служили культуры *Peridinium trochoideum*, *Prorocentrum pusillum* и *Platimonas viridis*.

Полученные данные наглядно показывают, что при воздействии повреждающих агентов на микропланктон количество гидроперекисных соединений возрастает, по сравнению с контролем, что свидетельствует о негативном влиянии и неблагоприятных условиях для исследуемого объекта. Так, исходя из всех перечисленных агентов негативного воздействия, термолюминесцентный ответ был наиболее выражен при стрессовом воздействии температуры. Влияние же спирта оказалось наиболее умеренным из всех агентов.

Исходя из вышеизложенного, можно сделать вывод, что метод термолюминесцентного исследования корректен для быстрого и качественного определения физиологического состояния микропланктона в зависимости от условий среды или антропогенного воздействия.

**Боровков А. Б., Гудвилович И. Н.**

Институт биологии южных морей им. А.О. Ковалевского НАН Украины,  
пр. Нахимова, 2, Севастополь, 99011, Украина, *spirit2000@ua.fm*;  
*gudirina2008@yandex.ru*

### **СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА НАКОПЛЕНИЯ КАРОТИНОИДОВ ШТАММАМИ IBSS-1 И IBSS-2 *DUNALIELLA SALINA* TEOD. В ИНТЕНСИВНОЙ КУЛЬТУРЕ**

Общеизвестно, что микроводоросль *D. salina* в определенных условиях способна к гиперсинтезу в-каротина. Его содержание может достигать более 10% от сухой массы водорослей, что является наиболее высоким показателем в сравнении с другими продуцентами в-каротина. Это позволяет считать микроводоросль *D. salina* наиболее перспективным источником в-каротина для биотехнологической промышленности.

В современной научной литературе широко представлены результаты исследования накопления в-каротина в клетках *D. salina* в различных условиях её культивирования. Также, известно, что накопление биологически ценных веществ в клетках микроводорослей определяется генетическими особенностями штамма. Таким образом, исследование влияния различных факторов на накопление в-каротина культурой *D. salina* должно включать и оценку генетических особенностей штамма микроводоросли.

Экспериментальные исследования проводились с двумя штаммами зелёной микроводоросли *Dunaliella salina* Teod. (IBSS-1 и IBSS-2) из коллекции ИнБИОМ НАНУ.

По литературным данным основными факторами для индукции гиперсинтеза в-каротина признаны: дефицит элементов минерального питания, повышенный уровень освещённости и солёности. В эксперименте варьировали освещённость рабочей поверхности культиваторов, температуру, концентрацию морской соли в условиях дефицита биогенных элементов в среде культивирования.

За 65 суток эксперимента со штаммом IBSS-2 содержание каротиноидов в клетках дуналиеллы для большинства вариантов находилось в пределах 2,5 – 3 % ОВ, увеличившись в 2,5 – 3 раза по сравнению с первоначальным. Такое же содержание каротиноидов наблюдалось и в контрольном варианте, условия культивирования которого были оптимальными для активного роста культуры, то есть наблюдаемое высокое содержание каротиноидов, возможно, обусловлено генетическими особенностями данного штамма.

Исследование штамма IBSS-1 показало, что действие стрессовых факторов вызывает накопление в-каротина в различной степени. Наиболее значительное увеличение относительного содержания каротиноидов наблюдалось для варианта, главным отличием которого от остальных вариантов была повышенная в 10 раз облучённость клеток за счет разбавления культуры. Именно этот фактор вызвал резкое увеличение содержания каротиноидов в 8 раз по сравнению с первоначальным, и их содержание достигло на 45-е сутки максимальных значений в эксперименте – около 4 % ОВ. Содержание хлорофилла *a* в этот период составляло около 0,8 % ОВ, что свидетельствует о начале ускоренного синтеза в-каротина. Для остальных вариантов эксперимента, содержание каротиноидов находилось в пределах 1 % ОВ, а хлорофилла *a* – 1 – 1,5 % ОВ (аналогично предыдущему эксперименту).

Таким образом, показано, что вне зависимости от выбора штамма *D. salina*, содержание каротиноидов находится в пределах 3 – 4 % ОВ в условиях интенсивной культуры, а ведущими факторами, стимулирующими синтез в-каротина, являются световой и дефицит элементов минерального питания. Показано, что штамм IBSS-2 характеризуется высоким относительным содержанием каротиноидов даже в условиях культивирования, способствующих активному росту культуры и действие стрессовых факторов не вызывает значительного увеличения содержания данных пигментов. Световой фактор оказывал существенное влияние на накопление каротиноидов у штамма IBSS-1, вызывая увеличение их содержания в 4 раза по сравнению с контролем и в 8 раз по сравнению с первоначальным их содержанием.

**Василенко А. О., Сусяк М. В., Лянзберг О. В.**

ДВНЗ «Херсонський державний аграрний університет», вул. Р.Люксембург, 23, м. Херсон, 73006, Україна, *lyanzberg@mail.ru*

## **ОЦІНКА ЯКОСТІ ЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ МАЛОЇ РІЧКИ МЕТОДОМ ФІТОІНДИКАЦІЇ**

Традиційно якість води визначається хімічними та бактеріологічними методами. Проте, наприкінці ХХ ст. до практики визначення екологічного стану водойм, поряд із традиційними, долучилися й біологічні методи. Найбільшого розвитку та поширення набули методи біоіндикації, які ґрунтуються на тому, що живі та неживі компоненти екосистеми в природі тісно взаємопов'язані між собою, а тому екологічний стан водойми, її забруднення та погіршення якості води позначається на організмах, які тут мешкають, зокрема, на водних рослинах.

Водна рослинність – потужний автотрофний блок водних екосистем, що чутливо реагує на зміну стану середовища існування і, зокрема, на антропогенне забруднення води. Без всебічного вивчення флористичних ознак угруповань макрофітів неможлива розробка нових науково обґрунтованих методик оцінки екологічного стану поверхневих вод, заходів з організації моніторингу та управління станом водних екосистем (Гроховська Ю.Р., 2002).

Враховуючи зазначене, перспективним практичним напрямом в моніторингових дослідженнях можуть стати спостереження за розвитком та трансформацією угруповань вищих водних рослин як консервативного показника стану поверхневих вод.

При проведенні досліджень були використані теоретичні, польові та лабораторні методи з використанням гідроекологічних та геоботанічних аналізів даних (Клименко М.О., 2005; Гриб Й.В., 1999).

Річка Кошова загальною протяжністю 15 км зазнає значного антропогенного впливу від розміщених на її берегах підприємств промисловості й транспорту: ВАТ «Херсонський суднобудівний завод», Державний завод «Паллада», Силікатний завод, Херсонський річковий порт та ін.

За результатами проведених досліджень, якість води р. Кошова за гідроекологічними показниками описується градацією 3 класу на місці з'єднання з Дніпром (стан водного середовища задовільний) до 4 класу в

районі мікрорайону Острів (стан водного середовища поганий). Дослідженнями встановлено, що основний внесок у забруднення води біогенними речовинами забезпечується стоком з сільськогосподарських угідь у нижній течії річки. Низька якість води у середній та вищій течії (4 клас), що характеризується як “вода забруднена” та “вода брудна”, зумовлена значним антропогенним пресингом комунально-побутових та промислових стічних вод Херсонської промислової агломерації на водозбірну територію річки.

В результаті проведених геоботанічних досліджень було встановлено, що серед м'яких макрофітів якісно домінували кушир темнозелений (*Ceratophyllum demersum*), рдесники плаваючий (*Potamogeton natans*), курчавий (*P. crispus*), блискучий (*P. lucens*) та волосистий (*P. pilosum*), елодея канадська (*Elodea canadensis*), водопериця колосиста (*Myriophyllum spicatum*), валіснерія спіральна (*Vallisneria spiralis*), у незначних кількостях зустрічалася сальвінія плаваюча (*Salvinia natans*). Зарості жорсткої прибережної вищої водяної рослинності склали переважній більшості очерет звичайний (*Phragmites communis*), рогози широколистяний (*Typha latifolia*) та вузьколистяний (*T. angustifolia*), осока гостра (*Carex acuta*) та звичайна (*C. gracilis*). На основі вивчення видової різноманітності ценозів вищої водяної рослинності, чисельності чутливих до забруднення води видів, які визначено аналізом індикаторності, було визначено індекс фітоіндикації екологічного стану р. Кошова. за вищою водною рослинністю, який варіював в межах від 3 до 4 класу, що співпало з результатами гідрохімічних досліджень. Отже, за методом фітоіндикації можна визначати якість водних об'єктів.

## **Витер Т. В.**

Институт биологии южных морей им. А.О. Ковалевского НАН Украины,  
пр. Нахимова 2, Севастополь, 99011, Украина, [tatjana-viter@rambler.ru](mailto:tatjana-viter@rambler.ru)

## **СОСТОЯНИЕ БЕНТОСНЫХ СООБЩЕСТВ В РАЙОНЕ ПРИЧАЛОВ БУХТ АРТИЛЛЕРИЙСКАЯ, ЮЖНАЯ (СЕВАСТОПОЛЬ, ЧЁРНОЕ МОРЕ).**

Последние десятилетия знаменуются усилением антропогенного воздействия на морские экосистемы. В портах и прибрежных акваториях одним из факторов, влияющих на экологическое состояние акватории, является возведение различных гидротехнических сооружений, а также

проведение дноуглубительных работ. Организмы макрозообентоса традиционно служат индикаторами при оценке воздействия деятельности человека на морские экосистемы.

Материалом для исследований послужили пробы, отобранные в мае 2010 г. в бухтах Артиллерийская и Южная. В б. Артиллерийской пробы отбирали на 4 станциях, находящихся на расстоянии 2 и 20 м от причала. На всех станциях глубина составляла 4 м. В б. Южная пробы отбирали в районе Графской пристани на 4 станциях, расположенных у деревянного причала, а также на расстоянии 30 м от него.

В районе Артиллерийской бухты было обнаружено 35 видов макрозообентоса, в числе которых 7 видов *Bivalvia*, 9 – *Gastropoda*, 6 – *Malacostraca* и 9 – *Polychaeta*. На станциях в районе Графской пристани обнаружено 37 видов макрозообентоса (5 видов *Bivalvia*, 7 – *Gastropoda*, 9 – *Malacostraca* и 13 – *Polychaeta*). Также в составе бентоса встречались мшанки, немертины, малощетинковые черви.

В б. Артиллерийская на прилегающих к причалу участках преобладали брюхоногие моллюски (49,9% - по численности, 76,8% - по биомассе). На удаленных участках по численности преобладали многощетинковые черви (36,2%), а по биомассе – мшанки и ракообразные (соответственно 31,1 и 23,3%). Основной вклад в биомассу бентоса на станциях, прилегающих к причалу, вносили хищные брюхоногие моллюски *Nassarius reticulatus* (62,3%), на удаленных участках – мшанки (31,3%). По численности на прилегающих к причалу участках преобладал моллюск *Bittium reticulatum* (43,7%), на удаленных станциях – хищная полихета *Capitella capitata* (21,3%).

В районе Графской пристани по численности преобладали полихеты (39,2% - у причала, 60,9% - на удалении), а по биомассе – брюхоногие моллюски (86,7% - у причала, 66,1% - на удалении). Основной вклад в численность макрозообентоса на станциях, прилегающих к причалу Графской пристани вносит полихета *Protodorvillea kefersteini* (11,2%), а на удаленных - *Heteromastus filiformis* (52,0%). Основной вклад в биомассу макрозообентоса на всех станциях вносил *N. reticulatus* (82,1% - у причала, 51,5% - на удалении).

Средняя численность макрозообентоса у причала Артбухты составила 2199 экз./м<sup>2</sup>, на удалении от причала - 522 экз./м<sup>2</sup>, средняя биомасса – соответственно 44,6 г/м<sup>2</sup> и 6,0 г/м<sup>2</sup>. Численность макрозообентоса у причала Графской пристани составила 1172 экз./м<sup>2</sup>, на удалении - 366 экз./м<sup>2</sup>, средняя биомасса – соответственно 41,3 г/м<sup>2</sup> и 2,2 г/м<sup>2</sup>. Таким образом, средние численность и биомасса макрозообентоса на

участках у причалов бухт Артиллерийская и Южная были выше, чем на удаленных участках.

**Водясова Е.А.**

Институт биологии южных морей им. А. О. Ковалевского НАН Украины, пр. Нахимова 2, Севастополь, 99011, Украина, [eavodiasova@gmail.com](mailto:eavodiasova@gmail.com)

### **МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ И МОЛЕКУЛЯРНО-ГЕНЕТИЧЕСКИЕ ОТЛИЧИТЕЛЬНЫЕ КРИТЕРИИ ПОПУЛЯЦИЙ *ENGRAULIS ENCRASICOLUS* В АЗОВО-ЧЕРНОМОРСКОМ БАССЕЙНЕ**

Вид *Engraulis encrasicolus*, являющийся одним из основных промысловых видов в Азово-черноморском бассейне, имеет сложную внутривидовую структуру. Признано существование двух форм анчоуса, отличающихся по многим морфологическим признакам, которые были выделены в два подвида: *Engraulis encrasicolus ponticus* Aleksandrov и *Engraulis encrasicolus maeoticus* Puzanov (Световидов, 1964). Позднее были проведены работы, показавшие, что структура хамсы более сложна и возможно присутствие в Черном море азово-черноморских гибридов и черноморской популяции с механической или генетической примесью атлантического анчоуса (Калнин и Калнина, 1985). Однозначного ответа получено не было.

В настоящее время для идентификации рас используется индекс отолитов  $l/d$  (Сказкина, 1965). Однако использование данного критерия в качестве различительного внутривидового признака имеет ряд проблем требующих критического анализа. Было установлено, что с учетом погрешности расчета данного параметра его необходимо округлять до десятых, так как ошибка метода составляет 0,1. Значения индекса отолитов для азовской и черноморской хамсы следует рассматривать в качестве интервала: для азовского анчоуса 1,9-2,1 и для черноморского 2,1-2,3 (Водясова, 2012). Таким образом, использование данного критерия в качестве единственного различительного признака является недостаточным, так как значение 2,1 является характерным как для азовской, так и для черноморской популяции.

В настоящей работе предлагается новый морфологический критерий – угол отолита в, характеризующий открытие центральной борозды сагиттального отолита. Показано, что для анализа смешанных скоплений анчоуса *Engraulis encrasicolus* в Азово-Черноморском бассейне

целесообразно использовать угол отолита, так как он дает более широкий диапазон распределения значений признака. Проведенный двухфакторный анализ в системе  $l/d$ – $v$  позволил установить достоверные различия между черноморской и азовской популяциями ( $p < 0,05$ ). Помимо данного морфологического критерия, методом RAPD анализа были найдены доминантные маркеры ДНК, позволяющие анализировать скопления анчоусов из различных районов азово-черноморского бассейна. В результате проведенных исследований подтвержден высокий уровень генетического разнообразия между популяциями. Были найдены ампликоны, характерные только для проб, взятых у берегов Крыма (район Севастополя, Керчи), показано существенное отличие «турецкой хамсы», от других групп. Наибольший полиморфизм наблюдался у проб, взятых из района Севастополя, что совпадает с предположением о неоднородности данной группировки и согласуется с результатами, полученными на основе морфологических показателей.

**Войкина А.В.<sup>1</sup>, Бугаев Л.А.<sup>1</sup>, Валиулин В.А.<sup>2</sup>, Карпушина Ю.Э.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Институт аридных зон Южного научного центра РАН (ФГБУН ЮНЦ РАН), пр. Чехова 41, Ростов-на-Дону, 344006, Россия

<sup>2</sup>Азовский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства (ФГУП «АзНИИРХ»), ул. Береговая 21в, Ростов-на-Дону, 344007, Россия, *anna-vojkina@yandex.ru*

## **ТОКСИКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПЕСТИЦИДНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОДЫ АЗОВСКОГО МОРЯ**

В настоящее время пестициды становятся одними из приоритетных загрязнителей водных экосистем. Действующие вещества пестицидов в результате постепенного вымывания поверхностными стоками, дренажными и грунтовыми водами могут попадать в водные объекты. Являясь токсичными, пестициды при попадании в водную среду могут оказывать негативное воздействие на гидробионтов всех уровней организации. В связи с этим было проведено исследование, целью которого являлось изучение уровня накопления пестицидов в воде Азовского моря, а также теоретическая оценка токсичности обнаруженных поллютантов для гидробионтов различных уровней организации.



Отбор проб воды производился в весенний и осенний сезоны с 2009 по 2011 гг. Содержание действующих веществ пестицидов в воде определялось методом высокоэффективной жидкостной хроматографии.

В течение 2009–2011 гг. в воде прибрежных акваторий были выявлены пестициды: дифлуфеникан, имазалил, имазетапир, имидаклоприд, ипродион, метрибузин, пенцикурон, тебуконазол, тиаметоксам, фамоксадон, флумиоксазин, хизалофоп-П-этил, ципросульфамид, этофумезат. Диапазон концентраций в весенний сезон составлял от 0,06 мкг/л до 0,79 мкг/л; в осенний сезон - от 0,04 мкг/л до 0,57 мкг/л. За период исследования ни в одной станции наблюдения не было зафиксировано концентраций, превышающих предельно-допустимые значения (ПДК) для водоемов рыбохозяйственного пользования. Обнаруженные вещества различаются уровнем своей токсичности и стабильности, поэтому концентрация веществ в образцах сама по себе мало информативна.

Загрязнение водного объекта в данных случаях состоит из нескольких пестицидов одновременно. Токсикологические эффекты пестицидов могут накладываться друг на друга, усиливая токсическое действие. Для оценки степени опасности комбинированного действия химических агентов применяется формула А.Г. Аверьянова (Кустов и др., 1974). Данная формула учитывает фактические концентрации химических веществ, обнаруженных в воде в отношении к их предельно допустимым концентрациям. Среда считается не токсичной, если сумма кратностей концентраций к ПДК меньше 1.

Суммарная масса пестицидов в пробах воды была максимальной в 2009 г. Межсезонные различия внутри каждого года были не достоверными. Массовая доля каждого вещества в суммарной массе обнаруженных пестицидов варьировала и между сезонами, и между годами наблюдения. Исследование токсичности обнаруженных в воде пестицидов по отношению к ПДК выявляет картину, которая не совпадает с межсезонным соотношением по общей массе веществ в пробе. Основным фактором, определяющим общую токсичность являлось наличие/отсутствие в пробах пестицида имазалила, ПДК которого равна 1 мкг/л. Именно из-за обнаруженного имазалила весной 2009 г., осенью 2010 г. вода была сравнительно токсичной, если производить сравнение с другими сезонами. Следует указать, что за весь период наблюдения ни в одной станции не было отмечено суммарной токсичности, больше 1. Это может характеризовать воду прибрежной зоны Азовского моря как нетоксичную по фактору пестицидного загрязнения.

Обобщая результаты анализа совокупной токсичности всех обнаруженных в воде пестицидов, можно заключить, что межгодовые и межсезонные различия определялись, прежде всего, наличием/отсутствием в воде наиболее токсичных к тем или иным группам гидробионтов веществ имазалила, хизалофоп-П-этила, ципросульфамида и фамоксадона.

**Войкина А.В.<sup>1</sup>, Бугаев Л.А.<sup>1</sup>, Валиулин В.А.<sup>2</sup>, Карпушина Ю.Э.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Институт аридных зон Южного научного центра РАН (ФГБУН ЮНЦ РАН), пр. Чехова 41, Ростов-на-Дону, 344006, Россия

<sup>2</sup>Азовский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства (ФГУП «АзНИИРХ»), ул. Береговая 21в, Ростов-на-Дону, 344007, Россия, *anna-vojkina@yandex.ru*

## **ПЕСТИЦИДНОЕ ЗАГРЯЗНЕНИЕ ВОДЫ ПРИБРЕЖНЫХ АКВАТОРИЙ ТАГАНРОГСКОГО И ЯСЕНСКОГО ЗАЛИВОВ АЗОВСКОГО МОРЯ В 2009-2011 ГГ.**

Основными источниками поступления пестицидов в Азовское море являются — речной сток, рассредоточенный сток, включая сточные воды предприятий, расположенных на прибрежных территориях моря, атмосферные осадки и эоловые выпадения. Объем поверхностного пресного стока в Азовское море составляет около 10% объема моря, что в значительной мере увеличивает его вклад в величину антропогенной нагрузки на экосистему моря (Кленкин и др., 2007). Целью данного исследования являлось изучение пестицидного загрязнения воды в Таганрогском и Ясенском заливах Азовского моря в 2009-2011 гг. Отбор проб воды производился в прибрежных районах в весенний и осенний сезоны.

В воде Таганрогского залива в 2009 году в большинстве станций отбора проб воды был обнаружен фунгицид имазалил. Действующие вещества имидаклоприд, ипродион, метрибузин, флумиоксазин и этофумезат встречались в 40% прибрежных станций. В 2010 году пестициды имазетапир и флумиоксазин были выявлены в 57% всех проб, а ципросульфамид в 86%. Наиболее часто в 2011 году отмечался довсходовый гербицид метрибузин и гербицид флумиоксазин, доля проб с этими веществами составляла 40% и 50% соответственно. В 15% случаев в пробах воды пестициды дифлуфеникан, пенцикурон, тиаметоксам и хизалофоп-П-этил в течение исследуемого периода наблюдения не были

обнаружены вообще. По качественному и количественному составу наибольший уровень пестицидного загрязнения воды приходился на 2009 г., наименьший — на 2011 г.

В Ясенском заливе с 2009 по 2011 гг. были обнаружены действующие вещества пестицидов 5 наименований: имазалил, ипродион, метрибузин, тиаметоксам, флумиоксазин и ципросульфамид. В 2009 году частота встречаемости веществ в пробах составляла до 50% для метрибузина и 73% для флумиоксазина. Для данной части акватории Азовского моря также была отмечена ситуация с максимумом загрязнения в 2009 году, по сравнению с другими периодами наблюдения. Действующие вещества метрибузин, тиаметоксам и флумиоксазин были отмечены в большей части станций. В 2010 году пестициды в воде встречались лишь единично, были выявлены метрибузин и ципросульфамид не более 25 % всех проб. В 2011 году пестициды также обнаруживались единично, что не позволяет говорить о пестицидном загрязнении воды как таковом.

Сравнение исследуемых акваторий Азовского моря показывает, что количественно вода в Таганрогском заливе была более загрязнена пестицидами. Качественный состав пестицидного загрязнения прибрежных вод Ясенского залива также характеризовался меньшим, чем в Таганрогском заливе набором обнаруженных веществ. По всей видимости это может объясняться следующими факторами: объемы стока р. Дон и ряда малых рек, впадающих в Таганрогский залив, значительно превышают сток р. Протока, Бейсугского и Ахтарских лиманов; процессы разбавления речных водных масс в Таганрогском заливе водами Азовского моря менее интенсивны; снежный покров, а, следовательно, и объемы снеготаяния, на территории Ростовской области более выражен, чем в Краснодарском крае (Боковикова, 2010). Следует отметить, что более значительное загрязнение воды на акваториях Таганрогского залива по сравнению с другими участками акваторий Азовского моря, отмечается и по другим категориям загрязнителей антропогенного происхождения: нефтяным углеводородам (Павленко и др., 2008), стойким хлорорганическим соединениям (Короткова, 2008), тяжелым металлам (Кораблина, 2006).

**Гетьман Т.П.**

Институт биологии южных морей им. О. А. Ковалевского НАН Украины  
пр. Нахимова 2, Севастополь, 99011, Украина, divescience@gmail.com

## **УСЛОВИЯ ОБИТАНИЯ И ОСОБЕННОСТИ РАСПРОСТРАНЕНИЯ РЫБ У ОТВЕСНЫХ БЕРЕГОВ М. АЙЯ (ЧЕРНОЕ МОРЕ)**

Изучение видового разнообразия и особенностей распределения гидробионтов в акваториях с умеренной антропогенной нагрузкой и объектов природо-заповедного фонда остаётся актуальной задачей экологических наблюдений. Являясь местами сохранения биоразнообразия, эти участки побережья вызывают особый интерес. В работе представлены результаты наблюдений сообщества рыб, обитающих на твердых грунтах и в пелагиале у мыса Айя, отрога главной гряды Крымских гор. Район наблюдений включал акватории Государственного ландшафтного заказника «Мыс Айя». Использование стандартных орудий лова на объектах ПЗФ запрещены, что делает методы подводных визуальных наблюдений наиболее предпочтительной методикой ихтиологических исследований.

Объектом мониторинга были рыбы, относящиеся к 41 виду, из 33 родов, 23 семейств. В период с мая 2005 по ноябрь 2011 г на участке побережья протяжённостью 3,6 км, с границами N 44°26' E33°38', N 44°27'E 33°39', в различные сезоны было выполнено более 50 погружений на глубины до 30 м и 15 - на 30 – 72 м. Для получения достоверных данных при определении рыб водолазные спуски на глубины более 30 м проводились с использованием TRIMIX газовых смесей.

Прибрежная акватория мыса характеризуется уникальным рельефом дна. Береговая линия представляет собой вертикальные стенки сформированные выходом материнской породы. Подводный ландшафт сформирован сочетанием монолитного и блочного типов рельефа. Основание стены проходит на глубинах от 3 до 54 м, граница навалов глыб и валунов от 3 до 65 м, одиночных валунов - до 69 м. Протяженность участка побережья с резким обрывистым склоном уходящим в море составляет 1100 м.

Биотопы твердых грунтов населяют 15 придонных видов рыб, среди которых наибольшим разнообразием отличалась Labridae представленные шестью видами, Sparidae – четырьмя, Syngnathidae – двумя, Serranidae, Sciaenidae и Pomacentridae по одному виду. Из 13 донных видов шесть

были представителями семейства Blenniidae, три – Gobiesocidae, а четыре – из семейств Phycidae, Scorpaenidae, Tripterygiidae, Gobiidae. Среди 13 пелагических рыб, семейства Mugilidae и Atherinidae включают по два вида, а Squalida, Engraulidae, Clupeidae, Belonidae, Moronidae, Pomatomidae, Carangidae, Centracanthidae, Scombridae - по одному. Распределение количества видов по глубинам для разных групп рыб и их вклад в структуру ихтиоценов различались (Таблица 1).

**Таблица 1.** Изменение видового богатства рыб в акватории м. Ая по глубинам

| Виды         | Глубина, м     |               |               |               |              |             |             |
|--------------|----------------|---------------|---------------|---------------|--------------|-------------|-------------|
|              | 0 – 3          | 4 – 12        | 13 – 24       | 25 – 36       | 37 – 48      | 49 – 60     | 61 – 72     |
| Придонные    | 11 /<br>26.8%* | 15 /<br>36.6% | 13 /<br>31.7% | 10 /<br>24.4% | 3 /<br>7.3%  | 1 /<br>2.4% | –           |
| Донные       | 13 /<br>31.7%  | 9 /<br>22.0%  | 4 /<br>9.8%   | 1 /<br>2.4%   | 1 /<br>2.4%  | 1 /<br>2.4% | 1 /<br>2.4% |
| Пелагические | 7 /<br>17.1%   | 12 /<br>29.3% | 13 /<br>31.7% | 9 /<br>23.7%  | 6 /<br>14.6% | 4 /<br>9.8% | 4 /<br>9.8% |

\* – в числителе количество видов, в знаменателе - их доля от общего числа зарегистрированных видов

Ихтиоцены в акватории мыса характеризуется высокими индексами видового разнообразия. Здесь сформировался уникальный ландшафт, где на разных типах рельефа мы могли наблюдать изменение обилия и разнообразия рыб, а также отслеживать их вертикальные миграции. Таким образом для сохранения уникальных биотопов и сообщества рыб мы можем рекомендовать расширить границы Государственного ландшафтного заказника «Мыс Ая» и увеличить площадь морских охраняемых акваторий.

**Гидора О. Ю.**

Нижевартовский государственный университет, ул. Дзержинского, 11,  
Нижевартовск, 628600, Ханты-Мансийский АО, Россия,  
*olesya\_ptuhina@mail.ru*

## **РАЗНООБРАЗИЕ ВОДОРΟΣЛЕЙ ПРИРОДНОГО ПАРКА «СИБИРСКИЕ УВАЛЫ»**

Изучение флоры охраняемых природных территорий, как эталонных участков биосферы, является одной из актуальных задач на сегодняшний день. ПП «Сибирские Увалы» образован в 1998 году в Ханты-Мансийском автономном округе – Югра, Нижевартовского района, Тюменской области. Площадь ПП «Сибирские Увалы» составляет 299,62 тыс. га и относится к территории незатронутой антропогенным воздействием нефтегазодобывающей промышленности (Овечкина, 2004). Парк расположен в междуречье рек Глубокий Сабун и Сарм-Сабун, бассейны которых значительно заболочены. Цель работы – изучение видового состава водорослей природного парка «Сибирские Увалы».

В основу работы положены оригинальные материалы, собранные нами в водоемах парка в июле-августе 2011 г. Всего собрано и обработано 445 альгологических проб с 61 водного объекта различного типа: реки, ручьи, озера, болота. Фрагментарные сведения о водорослях парка содержатся в работах Науменко Ю. В. (Науменко, 2006) и Свириденко Б. В., Свириденко Т. В. (Свириденко Б. В., Свириденко Т. В., 2006).

Согласно нашим данным, альгофлора исследуемых водоемов достаточно разнообразна. Она представлена 541 видами (с разновидностями и формами 674 таксонами), из 8 отделов: *Cyanophyta* 63 видовых и внутривидовых таксонов, *Chrysophyta* – 61, *Bacillariophyta* – 207, *Euglenophyta* – 49, *Xanthophyta* – 24, *Rhodophyta* – 1, *Dinophyta* – 2, *Chlorophyta* – 267 (табл. 1). Пропорции флоры составили 1:2,2:9,1:11,3. Насыщенность родов видами – 4,1; видовыми и внутривидовыми таксонами – 5,1.

Основу альгофлоры ППСУ формируют зеленые водоросли – 267 таксонов видового и внутривидового ранга, что составляет 39,6% от общего видового состава водорослей парка. В отделе *Chlorophyta* доминирующая роль принадлежит – семейству *Desmidiaceae* – 157 видов, разновидностей и форм водорослей. Разнообразными в видовом отношении являются также диатомовые водоросли – 207 видов,

разновидностей и форм (30,7% от общего состава водорослей). Лидирующие положение занимают семейства – *Naviculaceae* (53) и *Eunotiaceae* (34). Синезеленые водоросли представлены 63 видовыми и внутривидовыми таксонами. Наиболее богато представлены семейства *Oscillatoriaceae* – 17 видов водорослей, *Anabaenaceae* – 12. Отдел *Chrysophyta* содержит 61 вид, разновидность и форму. Всего в обследованных водоемах обнаружено 49 видов, разновидностей и форм эвгленовых водорослей. Желтозеленые водоросли на территории парка представлены 24 видовыми и внутривидовыми таксонами. Красные и динофитовые водоросли встречались редко в водоемах парка и существенной роли в создании альгофлоры не играли.

**Гончарова М. Т., Чигрин С. С., Мирошниченко М. В.**

Институт гидробиологии НАН Украины, пр. Героев Сталинграда, 12, Киев, Украина, *ecos\_inhydro@ukr.net*

### **ОПЫТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРИРОДНЫХ МИНЕРАЛЬНЫХ ВОД В КАЧЕСТВЕ СРЕДЫ ДЛЯ КУЛЬТИВИРОВАНИЯ *DAPHNIA MAGNA* STRAUS С ЦЕЛЬЮ БИОТЕСТИРОВАНИЯ**

*Daphnia magna* Straus – один из наиболее широко используемых тест-объектов при оценке токсичности химических веществ, природных и сточных вод и пр. Использование лабораторных культур стандартных тест-организмов, обладающих регламентированной чувствительностью, является важным требованием нормативных документов при проведении биотестирования (ДСТУ 4173:2003, ДСТУ 4174:2003, КНД 211.1.4.054-97, ЕРА-821-R-02-012). Одним из необходимых условий для успешного культивирования *D. magna* является создание оптимального минерального состава культуральной среды. К сожалению, использование для этих целей питьевой воды, даже предварительно подготовленной, не всегда дает положительный результат. Альтернативой рекомендуемой в таких случаях синтетической воде для культивирования *D. magna* может служить природная минеральная вода, имеющая подходящий состав и содержащая необходимые микроэлементы. Поэтому целью наших исследований была оценка возможности использования коммерческих минеральных вод Украины в качестве культуральной среды для *D. magna*.

Изучали продукционные показатели *D. magna* при ее культивировании в средах, приготовленных на основе минеральных вод

пяти коммерческих марок: №1 – сульфатно-гидрокарбонатная магниевая-кальциевая (минерализация 475 мг/дм<sup>3</sup>, жесткость 3 мг-экв./дм<sup>3</sup>); №2 – гидрокарбонатная магниевая-кальциевая (минерализация 123 мг/дм<sup>3</sup>, жесткость 1,8 мг-экв./дм<sup>3</sup>); №3 – гидрокарбонатная натриевая (минерализация 3290 мг/дм<sup>3</sup>, жесткость 12,0 мг-экв./дм<sup>3</sup>); №4 – гидрокарбонатная натриевая борная (минерализация 5776 мг/дм<sup>3</sup>, жесткость 9,6 мг-экв./дм<sup>3</sup>); №5 – хлоридная натриевая (минерализация 2992 мг/дм<sup>3</sup>, жесткость 2,8 мг-экв./дм<sup>3</sup>). Поскольку одним из основных лимитирующих развитие *D. magna* факторов является жесткость воды, исследуемые минеральные воды №3 и №4 разбавляли дистиллированной водой в соотношении 1:3 и 1:2 соответственно для достижения показателей, близких к рекомендуемому EPA-821-R-02-012 (3,2–3,6 мг-экв./дм<sup>3</sup>) и ДСТУ 4174:2003 (2,8 мг-экв./дм<sup>3</sup>). Среда предварительно аэрировали на протяжении 48 ч. Хронический эксперимент на *D. magna* проводили согласно ДСТУ 4174:2003.

Как показали результаты исследований (табл.), наиболее высокие показатели плодовитости, среднего числа молодежи в помете и количества пометов были получены при культивировании *D. magna* с использованием в качестве сред минеральных вод №1 и №2. При содержании *D. magna* на среде № 3, 4 и 5 количество потомков было соответственно на 32, 67 и 72% ниже по сравнению с синтетической водой. Следует отметить, что этот показатель при выращивании организмов на двух последних средах был ниже минимально допустимой величины согласно ДСТУ 4174:2003 (60 экз. молодежи на самку). Ни в одном из вариантов опытов самцы в потомстве обнаружены не были.

Таблица.

Показатели плодовитости *D. magna* при их выращивании на средах, приготовленных на минеральных водах (21 сут экспозиции)

| Показатели                      | Синтетическая вода | Среда №1  | Среда №2  | Среда №3 (1:3) | Среда №4 (1:2) | Среда №5  |
|---------------------------------|--------------------|-----------|-----------|----------------|----------------|-----------|
| Общая плодовитость              | 139,3±7,7          | 138,3±8,4 | 135,5±5,0 | 94,6±31,1      | 45,4±33,3      | 38,9±26,2 |
| Количество пометов              | 5,9±0,4            | 6,0±0,8   | 6,0±0,0   | 5,1±0,6        | 2,9±1,5        | 3,1±1,4   |
| Среднее число молодежи в помете | 23,8±2,5           | 23,3±2,8  | 22,6±0,8  | 18,2±4,8       | 15,1±4,6       | 11,1±3,8  |



Таким образом, результаты исследований свидетельствуют о том, что применение минеральных вод может быть альтернативой созданию синтетической среды при культивировании *D. magna*. Наилучшие результаты были достигнуты при применении минеральных вод гидрокарбонатного класса с общей минерализацией около 0,2–0,5 г/дм<sup>3</sup> и жесткостью 2,5–3,5 мг-экв./дм<sup>3</sup>.

**Горбунова С. Ю.<sup>1</sup>, Лукьянов В. А.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Институт биологии южных морей им. А. О. Ковалевского НАН Украины, пр. Нахимова, 2, г. Севастополь, 99011, Украина, [svetlana\\_8423@mail.ru](mailto:svetlana_8423@mail.ru)

<sup>2</sup>Курская государственная сельскохозяйственная академия имени профессора И.И. Иванова (ФГБОУ ВПО «Курская ГСХА»), ул. Карла Маркса, 70, г. Курск, 305021, Россия, [lukyjanov27@mail.ru](mailto:lukyjanov27@mail.ru)

## **ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ *CHLORELLA VULGARIS* НА РОСТ И РАЗВИТИЕ ЯЧМЕНЯ**

Метод биологической мелиорации, заключающийся в орошении почв удобрительной суспензией живых культур микроводорослей (альголизация), способствует интенсификации процесса повышения плодородия почв, их рекультивации, пополнению запасов органических веществ и повышению урожайности сельскохозяйственных культур, особенно в условиях поливного земледелия. Водорослевая биомасса обогащает почву фосфором, калием, йодом и значительным количеством микроэлементов, пополняет также её бактериальную микрофлору (Мельников, 1991; Муха, 2004). Применение микроводорослей в качестве биоудобрения является экономически выгодным и более безопасным для окружающей среды по сравнению с химическими удобрениями, при этом прирост биомассы культивируемых сельскохозяйственных растений в результате биологической мелиорации увеличивается на 17-60 % (Нагалецкий, 2004).

Нами был проведен ряд экспериментальных работ с целью - исследовать влияние выращенной биомассы микроводоросли *Chlorella vulgaris* на рост и интенсивность развития сельскохозяйственных культур, на примере семян ячменя сорта «Суздалец». В качестве контроля (опыт № 1) для проращивания семян использовали дистиллированную воду. В опыте № 2 - семена, обрабатывали суспензией хлореллы, выращенной на

стандартной питательной среде Тамия. Все исследования проводили с 4-х кратной повторностью.

Экспериментально показано, что наибольшая энергия прорастания семян ячменя (41 %) была отмечена в варианте № 2, где для обработки семян применяли суспензию хлореллы, что в 3,5 раза превышает результаты, зафиксированные в контрольном образце (12 %). Максимальной также была и всхожесть семян, которая составила 100 %, что подтверждает наличие в суспензии хлореллы благоприятных ростостимулирующих веществ. При подсчете количества проростков семян ячменя, было установлено превосходство варианта с применением хлореллы над контрольным вариантом на 40 %. Положительный результат лабораторных исследований далее был апробирован в естественных условиях. Схема опыта включала следующие варианты: посев ячменя без обработки хлореллой (контроль); посев ячменя семенами, обработанными хлореллой; посев ячменя с внесением хлореллы в почву; посев ячменя семенами, обработанными хлореллой+внесение в почву. Площадь одного варианта 1,5 м<sup>2</sup>, повторность четырехкратная. В каждую делянку высевали 37,5 г семян ячменя на глубину 4-5 см. Хлореллу вносили согласно потребности почвы в элементах питания. На 1 м<sup>2</sup> вносили 5,7 г живой биомассы хлореллы. В варианте с увеличенной дозой хлореллы – 23,0 г на 1 м<sup>2</sup>. За период вегетации учитывали сроки наступления фенологических фаз, которые существенно не отличались по вариантам опыта. По результатам биологической урожайности ячменя минимальные значения (22,8 ц/га) были получены в контрольном варианте. При замачивании семян в течение 16 ч урожайность повысилась до 31,7 ц/га, что незначительно отличалось от варианта, где хлореллу вносили в почву – 33,0 ц/га. При комплексном внесении хлореллы в почву и замачивании семян урожайность была выше, чем в контроле в 2 раза (45,6 ц/га). В варианте с увеличенной дозой хлореллы интенсивность развития ячменя оказалась максимальной и составила 77,9 ц/га.

Имея в своем составе широкий спектр макро- и микроэлементов, биомасса хлореллы оказала положительное воздействие на всхожесть, энергию прорастания и длину семян ячменя, а также повысила биологическую урожайность зерна ячменя. Таким образом, новый подход к использованию микроводорослей в почвоведении и растениеводстве имеет огромный потенциал и требует дальнейших исследований.

Грудко Н. О.

Херсонський державний аграрний університет, вул. Р. Люксембург, 23,  
м. Херсон, Україна, *ngrudko@mail.ru*

## **ВИРОЩУВАННЯ МАЛЬКІВ ВЕСЛОНОСА В БАСЕЙНАХ ЗА РІЗНИХ ЕКОЛОГІЧНИХ УМОВ УТРИМАННЯ**

Вирощування осетроподібних в штучних умовах базується на певних принципах, як загально-технологічних так і екологічних. При цьому вплив тих чи інших екологічних факторів досить чітко простежується на кінцевих результатах вирощування. Осетроподібні, як і всі риби, є пойкилотермними тваринами і основним фактором зовнішнього середовища, який визначає рівень резистентності організму є температура води, яка представляє собою одну із найбільш важливих ланок в технології відтворення осетроподібних.

Спеціальні дослідження проводились на базі Дніпровського виробничо-експериментального осетрового рибничого заводу. В процесі постановки експерименту було сформовано три варіанти з трьохкратною повторністю, в якості варіантів виступили окремі роки вирощування, при цьому інші абіотичні та технологічні параметри вирощування були аналогічними для всіх дослідних груп. Фізико-хімічні параметри води визначалися за загальноприйнятими методиками (Альокін, 1970). Годівля експериментального матеріалу у басейнах здійснювалася виключно живими кормами (дафнією) шестиразово на добу з відносною величиною добового раціону в 40 % від маси тіла. Маса вільних ембріонів при посадці на вирощування в басейни по варіантах практично не відрізнялась і становила 10,4-10,5 мг. Щільність зариблення була на рівні 1000 екз/м<sup>2</sup>.

Аналіз абіотичних умов вирощування показав, що основні хімічні показники води були сталими, коливались у невеликих діапазонах і знаходились в межах оптимуму для вирощування личинок веслоноса в басейнах. Кисневий режим був сприятливий і коливався в межах від 5,8 до 8,0 О<sub>2</sub>мг/дм<sup>3</sup>, активна реакція середовища мала слабо лужний характер, водневий показник коливався в межах від 7,8 до 8,4.

В першому варіанті вирощування мальків веслоноса в басейнах термічний режим характеризувався досить низькими показниками, що в середньому складало 16,01<sup>0</sup>С. Температура води другому варіанті була більш сприятливою і наближалась до оптимальних для вирощування веслоноса, за дослідний період вона становила в середньому 20,9<sup>0</sup>С. В

третьому варіанті термічний режим був трохи нижчим за попередній і в середньому склав  $18,9^{\circ}\text{C}$ .

В результаті вирощування максимальні показники середньої маси отриманих мальків були характерні для другого варіанту із найбільшою по варіантах середньою температурою води, яка становила  $20,9^{\circ}\text{C}$ . Значення показників середньої маси личинок коливалися по басейнах від 1760 до 1800 мг, що у середньому по варіанту складало 1780 мг.

Найменші показники середньої маси мальків спостерігалися в дослідних групах, які вирощувалися при мінімальних значеннях температури води у  $16,01^{\circ}\text{C}$ . Середні показники маси тіла мальків складала 386,7 мг. Показники виживаності практично не відрізнялися по варіантах і середньому коливались від 38,2% (II варіант) до 41% (III варіант).

Найбільші показники рибопродуктивності були також отримані у другому варіанті і коливались по окремих групах в межах 509,4 – 821,9 г/м<sup>2</sup>. Найменша рибопродуктивність спостерігалась в першому варіанті при найменшій температурі і дорівнювала в середньому 151,5 г/м<sup>2</sup>.

Таким чином, можна зазначити, що термічний режим для вирощування веслоноса в басейнах має першочергове значення. Поступове зростання температури води від  $19,0^{\circ}\text{C}$  до  $22,8^{\circ}\text{C}$  сприяє високому темпу росту і досягненню найвищих показників рибопродуктивності (662,2 г/м<sup>2</sup>) та маси в 1780 мг.

**Гуменюк Г. Б., Феркалюк Х. П.**

Тернопільський національний педагогічний університет ім. В. Гнатюка,  
вул. М. Кривоноса, 2, Тернопіль, 46400, Україна, *shumlyany@list.ru*

## **МАТЕМАТИЧНИЙ ПРОГНОЗ ЗАЛЕЖНОСТІ ДИНАМІКИ ВОДНЕВОГО ПОКАЗНИКА ВІД ВМІСТУ ВАЖКИХ МЕТАЛІВ**

Прогноз – це сукупність науково передбачених даних щодо значень параметрів системи у певні майбутні моменти часу.

Метою нашого дослідження є виконання математичного прогнозу залежності динаміки водневого показника від вмісту важких металів (ВМ) у воді р. Ріка Закарпатської області протягом року. У зв'язку з погіршенням екологічної ситуації в Україні великого значення набувають дослідження взаємозв'язку між накопиченням, перерозподілом ВМ та водневим показником екосистеми.

Для виконання дослідів було відібрано зразки води у 3 різних місцях р. Ріки: 1-біля джерела мінеральної води; 2 –біля автодороги; 3 – біля Терєбля-Ріцької ГЕС.

Після збору і обробки даних проб було виконано прогнозування. Наприклад, для прогнозування даних проби 3 використовувався поліном 6 ступеня і отримано рівняння многочлена 6 ступеня важких металів:

$$y=0,0004x^6-0,0184x^5+0,2998x^4-2,3703x^3+9,314x^2-16,576x+17,752, R^2=0,5998.$$

Графік складався із кривої рН показників та кривої рівняння многочлена полінома 6 ступеня важких металів. З графіка видно, що динаміки водневого показника і важких металів є позитивно корельовані.

Для розрахунку сезонної компоненти – значення тренду було використано лінійний і квадратичний тренди, відповідно:  $y = a_0 * t + a_1$  ( $a_0=0.0168$ ,  $a_1=7.84$ );  $y = at^2 + bt + c$  ( $a=0.0093$ ,  $b=-0.1$ ,  $c=8.12$ ). Сезонна компонента – описала поведінку рН-середовища, яке змінювалося циклічно протягом 12 місяців.

Після розрахунку лінійного і квадратичного тренда на 12 місяців і побудови графіка, виявилось, що останній краще зображає 3 пробу, оскільки вплив на майбутній період є високий.

При моделі експоненціального згладжування використовували константу згладжування (КЗ), яка характеризує рівень впливу даних попередніх періодів на показник прогнозування. Було визначено, що в обох випадках:  $КЗ=0,2$  і  $КЗ=0,7$ , значення водневого показника змінюються в залежності від вмісту важких металів у певний місяць. Кожне згладжене значення розраховувалося шляхом поєднання попереднього згладженого значення і поточного значення часового ряду – це дозволило отримати більш точний результат прогнозу.

Джулай А.А., Чурилова Т.Я.

Институт биологии южных морей им. А. О. Ковалевского НАН Украины,  
пр. Нахимова, 2, г. Севастополь 99011, Украина, *artem.july@gmail.com*

## **ВКЛАД ФИТОПЛАНКТОНА, НЕЖИВОГО ВЗВЕШЕННОГО ВЕЩЕСТВА И РАСТВОРЕННОГО ОКРАШЕННОГО ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА В ОБЩЕЕ ПОГЛОЩЕНИЕ СВЕТА МОРСКОЙ ВОДОЙ В ПРИБРЕЖНЫХ ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОДАХ ЧЁРНОГО МОРЯ В РАЙОНЕ Г. СЕВАСТОПОЛЬ**

Свет является необходимым условием для первичного синтеза органического вещества в море. Изменение интенсивности и спектрального состава света с глубиной зависит от поглощения и рассеяния света взвешенным и растворенным органическим веществом, а также самой водой. Целью настоящих исследований было провести сравнительный анализ относительного вклада в общее поглощение света всеми оптически активными компонентами в прибрежных поверхностных водах с различными оптическими характеристиками.

Исследование проводилось на трёх станциях в прибрежных поверхностных водах Чёрного моря в районе г. Севастополь с августа 2011 г. по август 2012 г. Станция 1 располагалась на расстоянии 2 мили от берега напротив бухты Круглой (44°37'26" с.ш., 33°26'05" в.д.), станция 2 – в Севастопольской бухте возле Константиновского равелина (44°37'26" с.ш., 33°30'46" в.д.), станция 3 – в Сухарной балке (44°37'01" с.ш., 33°34'20" в.д.).

Свет в море поглощается чистой водой ( $a_w(\square)$ ), пигментами фитопланктона ( $a_{ph}(\square)$ ), неживым взвешенным веществом ( $a_{NAP}(\square)$ ) и окрашенным растворенным органическим веществом ( $a_{CDOM}(\square)$ ):  $a(\square) = a_w(\square) + a_{ph}(\square) + a_{NAP}(\square) + a_{CDOM}(\square)$ . Вклад этих компонент в общее поглощение света меняется в пределах видимого диапазона излучения, что связано со свойственным для них различным характером спектрального распределения коэффициентов поглощения света. Спектр  $a_{ph}$  характеризуется наличием двух максимумов – в синей (440 нм) и красной (678 нм) частях спектра, при этом наиболее интенсивно фитопланктон поглощает солнечную энергию на длине волны 440 нм. Для  $a_{CDOM}$  и  $a_{NAP}$  типична экспоненциальная форма спектра. Чистая вода поглощает длинноволновое излучение ( $> 500$  нм). В открытой части моря в течение всего периода исследования на длине волны 440 нм вклад фитопланктона в

общее поглощение падающей на поверхность моря фотосинтетически активной радиации составлял в среднем за год 33 % (24-48%), вклад NAP – 15% (6-35%), вклад CDOM был основным и составил 52% (37-69%). Пик развития фитопланктона в апреле-мае сопровождался увеличением его вклада (до 48%) в общее поглощение света, тогда как летом (июнь-август) его вклад был минимальным (24%).

В бухте на обеих станциях основной вклад в общее поглощение света на длине волны 440 нм приходился на фитопланктон и в среднем за год составлял 43% (24-66%). Поглощение света NAP было практически одинаковым на станциях в бухте (~23%) и изменялось в течение периода исследования от 7 до 34%. При этом наибольший вклад NAP отмечался в холодное время года (34%). Вклад CDOM (~35%) несколько превышал вклад NAP и варьировал в диапазоне 22-55%. В течение исследуемого периода отмечена тенденция снижения относительной доли CDOM в общем поглощении света в холодное время года.

В начале видимого диапазона излучения на длине волны 400 нм свет во всех районах исследования в основном поглощался CDOM, вклад которого в среднем за год составлял на ст.1 73% (57-85%), на ст.2 – 55% (38-77%), на ст.3 – 51% (36-65%). Вклад фитопланктона на ст.1 был минимальным и в среднем за год составлял 13% (8-21%), на ст.2 – 21% (12-34%), на ст.3 – 20% (9-31%). Вклад NAP на ст.1 составлял 14% (5-36%), на ст.2 – 24% (8-38%), на ст.3 – 29% (13-40%).

Основной оптически активной компонентой, определяющей общее поглощение света и прозрачность, как в открытых водах, так и в бухте, является CDOM. В более трофных водах бухты вклад CDOM несколько ниже, чем в открытой части моря, что связано с увеличением биомассы фитопланктона в бухте и его вклада в общее поглощение света, что в значительной степени проявляется на длине волны, где наблюдается максимальное поглощение света фитопланктоном (440 нм).

**Джур С.В. Рудик В.Ф.**

Институт Микробиологии и Биотехнологии Академии Наук Молдовы,  
ул. Академии 1, МД 2028, Кишинев, Молдова, *djurlana@hotmail.com*

## **ПОЛУЧЕНИЕ НОВЫХ ИММУНОМОДУЛЯТОРНЫХ И ПРОТИВОПУХОЛЕВЫХ ПРЕПАРАТОВ И НУТРАЦЕВТИКОВ НА ОСНОВЕ БИОМАССЫ СПИРУЛИНЫ**

Из-за плохой экологии и неправильного питания практически все люди страдают из-за недостатка тех или иных микроэлементов, жизненно важных для их организма. Этим и объясняется, что в настоящее время наблюдается растущая потребность в новых лечебно-профилактических препаратах и нутрацевтиках, содержащих те или иные микроэлементы и биологически активные вещества в необходимых дозах, а самое главное в биодоступной форме.

Поиск новых альтернативных источников органических форм германия для получения лечебно-профилактических препаратов и нутрацевтиков с иммуномодуляторным и противоопухолевым эффектом является актуальной проблемой, поскольку германий способен обеспечивать перенос кислорода в тканях организма; повышать иммунный статус организма; проявлять противоопухолевую активность, но в неорганической форме является сильно токсичным. В качестве такого источника может быть использована цианобактерия *Spirulina platensis*, известная своей способностью биотрансформировать элементы из неорганических соединений в органические путем включения их в биомакромолекулы.

Нами были разработаны две технологии получения новых иммуномодуляторных и противоопухолевых препаратов и нутрацевтиков на основе биомассы спирулины, обогащенной германием.

Технология получения нутрацевтика „SpiruGermaniu” состоит из этапов культивирования спирулины, фильтрации, удаления солей раствором ацетата аммония 1,5% и дистиллированной водой, отделение биомассы с прогнозируемым содержанием биоактивных веществ и германия и лиофилизация ее, приготовление порошка, гомогенизации порошка, его взвешивания и капсулирования, а также его упаковки, этикетирования, маркировки.

Нутрацевтик „SpiruGermaniu” представляет собой порошок или порошкообразную массу со специфическим запахом сине-зеленого цвета.



Представленная форма (капсулы) имеет следующий биохимический состав: белок (53,00-61,60%), включая фикобилипротеины (16,00-20,74%), аминокислоты (3,85-4,30%), углеводы (10,33-14,11%), липиды (5,99-6,58%) и германий (33,2-37,8мг%).

Технологические этапы получения биопрепарата „BioR<sup>Ge</sup>” включают в себя: культивирование спирулины, фильтрацию, удаление солей раствором ацетата аммония 1,5% и дистиллированной водой, отделение биомассы с прогнозируемым содержанием биоактивных веществ и германия в сосуд для экстракции и обработки 30-85% спиртом, экстрагирование, фракционирование и получение водно-спиртового раствора, первичную и вторичную очистку препарата „BioR<sup>Ge</sup>”, стандартизацию по активному веществу этикетирование, а также осуществление контроля качества. Препарат содержит свободные аминокислоты и пептиды (4,5-5,0%), углеводы (6-7%) и германий (22,2-25,6 %).

Оба германий содержащие препарата, полученные на основе биомассы спирулины, в качестве средств природного происхождения, могут быть использованы для предупреждения возникновения и лечения опухолей, поднятия иммунитета, лечения вирусных инфекций и др.

**Дикареєв О. О., Стеценко Д. О.**

ДУ «Інститут Геохімії навколишнього середовища НАН України»,  
пр. Палладіна 34-а, Київ, 03680, Україна, [igns@i.com.ua](mailto:igns@i.com.ua)

### **«ФРАКЦІОНУВАННЯ ТРИТІЮ У ВОДНО-БОЛОТНИХ ЕКОСИСТЕМАХ ЗОНИ ВПЛИВУ АЕС УКРАЇНИ ТА ПРИПОВЕРХНЕВИХ СХОВИЩ РАВ»**

За рік роботи усіх 9 реакторів ЮУАЕС та ЗАЕС, генерується  $6,47 \times 10^{15}$  Бк тритію. (Примітка: для розрахунку застосовувались дані оцінки обсягів генерування тритію в ядерних реакторах взяті з:[8]) У тому числі 3-ма реакторами ЮУАЕС -  $2,15 \times 10^{15}$  Бк, та 6-ма реакторами ЗАЕС -  $4,31 \times 10^{15}$  Бк тритію. За рік, АЕС України можуть генерувати  $9,96 \times 10^{15}$  Бк тритію. Тобто обрані авторами для дослідження АЕС генерують більше половини утвореного атомними станціями тритію в рік на території України. Тритій, утворений в ядерному реакторі, може перебувати у формах НТО, DTO, НТ, Т2, тритидів металів, органічних похідних (Долін В.В. 2012). Рідкі радіоактивні відходи станції (РРВ) піддають очищенню,

після якого воду використовують повторно. Скидають тільки очищені дебалансні води, які виникають при переповнюванні ємностей для зберігання очищених вод. Питома активність дебалансних вод, що скидаються, звичайно мала. Вона не перевищує допустимої концентрації для питної води. Проте, при очищенні дебалансних вод на АЕС тритій не видаляється з води. А необхідність зміни нормативів гранично допустимої концентрації тритію у питній воді була озвучена авторами на засідання НКРЗУ й прийнято до виконання.

У 2011-2012 рр. авторами проведено комплекс робіт щодо дослідження вмісту, накопичення, розподілу та фракціонування тритію у водно-болотних екосистемах зони впливу АЕС України та приповерхневих сховищ РАВ під впливом природних та техногенних чинників. Вміст тритію у воді ставу-охолоджувача Южно-Української АЕС у період пробовідбирання становив  $213,9 \text{ Бкхдм}^{-3}$ , Запорізької АЕС –  $122,2 \text{ Бкхдм}^{-3}$ . Перевищення діючих в Україні нормативів (згідно НРБУ-97  $30\,000 \text{ Бкхдм}^{-3}$ ) не зафіксовано.

Фракціонування тритію у живій речовині (органічні тканини рослин та риби) у технологічних водоймах спостерігається в бік збіднення вмісту надважкого ізотопу водню. Фракціонування тритію в вільній воді біооб'єктів в бік збагачення спостерігається лише у ставку-охолоджувачі ЗАЕС. У річкових екосистемах за межами ставів-охолоджувачів АЕС спостерігається збагачення вільної води та органічних тканин водно-болотної рослинності тритієм. Ці протиріччя можуть пояснюватися значними коливаннями викидів і скидів тритію з реакторів ВВЕР, які сягають 10—100 разів. Спостерігається накопичення тритію у донних відкладах водойм-охолоджувачів АЕС, передусім у формі міцно зв'язаної води (гуміфіковані залишки живої речовини та структурні ОН-групи мінералів), що виділяється при високотемпературній ( $300\text{--}800\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) обробці твердої фази донних осадів.

У досліджених пробах болотної рослинності санітарно-захисної зони Київського ДМСК, відібраної в 14 точках вздовж струмка Мала Віта коефіцієнт фракціонування надважкого ізотопу водню у вільній воді рослин знаходиться в межах  $0,58\text{--}18,8$  при середньому значенні  $4,5$ . Збагачення біотичних компонентів екосистеми надважким ізотопом водню порівняно з водою середовища спостерігається не лише для органічної речовини, а й у вільній (внутрішній) воді болотних рослин. Спостерігаються видові відміни: фракціонування у вільній воді рогузу широколистоного не відбувається, навпаки, внутрішня вода цієї рослини збіднена на важкий ізотоп ( $b=0,8\pm 0,25$ ). Найбільше фракціонування

спостерігається у вільній воді осоки гостро видної та жерухи гіркої, де величина  $b$  сягає 17,6—18,8. Збагачення органічної речовини водно-болотних рослин дослідженої території характеризується величинами  $b$  в межах 1,4—8,9. Середнє його значення (3,0) вдвічі перевищує відповідну величину для водних рослин. Отримані дані щодо накопичення тритію в органічній речовині та вільній воді водно-болотної рослинності природно-техногенних екосистем порівняно з середовищем її існування суперечать механізму біоасиміляції легких ізотопів, виробленому в процесі біологічної еволюції. Наразі не існує вірогідного пояснення цього протиріччя.

**Доброжан С., Доброжан Г., Стратулат И.**

Молдавский Государственный Университет, г. Кишинёв, Республика Молдова, *sergiudobrojan84@yahoo.com*

## **НОВЫЕ МЕТОДЫ МОНИТОРИНГА РЕАЛИЗАЦИИ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ИНСПЕКЦИИ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ**

Процесс мониторинга экологической инспекции предусматривает получение информации о возможных социально-экономических изменениях, вытекающих из применения и реализации экологической политики, а также соблюдения принятых мер по выполнению существующих законодательных и нормативных требований. В настоящее время экологический мониторинг инспекции водных ресурсов основан на статистических количественных данных работы экологических инспекций, что не позволяет в полной мере определить адекватность полученных данных и установить дальнейшее направление воздействия. Мы предлагаем новые методы мониторинга реализации экологической инспекции, которые необходимо внедрить на национальном, региональном и локальном уровнях. Методы реализации мониторинга мы предлагаем разделить на следующие этапы: а) сбор данных мониторинга – анализ результатов инспекции; б) наблюдение – выполняются специализированной комиссией на предыдущих инспектированных объектах; в) оценка качества компонентов окружающей среды, г) проверке отчётов инспекции.

При проверке отчётов инспекции рекомендуется учитывать следующие:

1) Количество выполненных проверок, которое может быть определено путём применения формулы  $X(\%) = ((N_t - O_i) / N_t) \cdot 100$  где:  $N_t$  - общее количество существующих объектов на инспектируемой территории;  $O_i$  - общее количество объектов, которые были инспектированы; 100 – процентное выражение результатов. Расчёт полученных результатов интерпретируются следующим образом: 0-5% - очень хорошо; 6 – 9% - хорошо; 10 – 14% - удовлетворительно; 15 – 25% - плохо; > 25% - очень плохо.

2) Взыскание штрафов, которое осуществляется с учётом двух конкретных ситуаций: полная и частичная оплата (в соответствии с Кодексом о правонарушениях Республики Молдова). В случае ситуации полной оплаты рекомендуется использование формулы:  $X(\%) = ((A - B) / A) \cdot 100$  где  $A$  – установленные штрафы;  $B$  – собранные штрафы; 100 – процентное выражение. Полученные результаты интерпретируются следующим образом: 0 – 4% - очень хорошо; 5 – 11% - хорошо; 12 – 19% - удовлетворительно; 20 – 34% - плохо; > 35% - очень плохо. В случае ситуации частичной оплаты применяется формула:  $X(\%) = ((A - (B \cdot 1,89)) / A) \cdot 100$ ; при значении символов  $A$  и  $B$  соответствующим ситуации полной оплаты, а 1,89 – является коэффициентом вычисления частичных штрафов. Результаты, полученные при использовании формулы в ситуации частичной оплаты, сравниваются с полученными в ситуации полной оплаты.

3) Выявление наиболее распространённых нарушений предлагается рассчитывать следующим образом:  $X(\%) = ((\sum A_{cc} - A_e) / \sum A_{cc}) \cdot 100$ ; где  $\sum A_{cc}$  – общая сумма статей кодекса о нарушениях, используемых в процессе экологической инспекции;  $A_e$  – данная статья (случаи, предусмотренные статьями 1...n); 100 – процентное выражение данных. Полученные результаты ( $X$ ) можно воспринимать следующим образом: 100-99% - не требует внимания; 98 – 96% - не требует решения; 95 – 90% – может создать определённые проблемы; 89 – 70 % - проблема требует решения; <69% - проблема требует решения в срочном порядке. Применение подобной модели мониторинга реализации экологической инспекции водных ресурсов позволит провести качественный анализ полученных результатов, определить основные проблемы и недостатки, допускаемые при экологической инспекции водных ресурсов, выделить ряд вопросов связанных с осуществлением экологической инспекции.

Доброжан С., Стратулат И., Доброжан Г.

Научно исследовательская лаборатория „Algologie”, Республика Молдова,  
*sergiudobrojan84@yahoo.com*

### **СОБЛЮДЕНИЕ ЗАКОНА О СОХРАНЕНИИ МАССЫ ПРИ КУЛЬТИВИРОВАНИИ СИНЕ-ЗЕЛЕННЫХ ВОДОРОСЛЕЙ *ANABAENOPSIS SP. И NOSTOC FLAGELLIFORME***

Закон о сохранение массы (материи), или закон Ломоносова-Лавуазье, утверждает, что масса вещества закрытой системы, остаётся постоянной, не смотря на физические или химические процессы, которые происходят внутри системы. То есть – материя не может быть воссоздана или разрушена, она может только трансформироваться из одного состояния в другое. Данный закон применяется в механике, химии, динамике жидкостей и др., однако, на сегодняшний день отсутствуют результаты, которые бы демонстрировали функциональность закона в биологии. Исходя из этого, мы предложили проанализировать соблюдение закона о сохранении массы в биологических системах при анализе модели культивирование сине-зелёных водорослей *Anabaenopsis sp.* и *Nostoc flagelliforme*. Данный эксперимент был реализован в лабораторных условиях при постоянной освещении 5000 lx и температуре 27 – 28°C. Культивирование водорослей осуществлялось на заранее стерилизованной питательной среде Z-8. Моделирование закона о сохранении массы осуществлялось посредством герметичного эксперимента, при взвешивании экспериментируемых проб с интервалом в 3 дня. Одновременно измерялось изменение кислотности среды и биомасса водорослей. Общая масса каждой из экспериментируемых проб измерялась взвешиванием, а результаты выражены в процентном соотношении.

Результаты, представленные в таблице 1, указывают на тот факт, что при культивировании сине-зелёных водорослей *Anabaenopsis sp.* и *Nostoc flagelliforme* закон о сохранении массы не подтверждается. Так в экспериментальных образцах водоросли *Anabaenopsis sp.* наблюдается потеря общей массы на 1,13 %, а в случае с экспериментальным образцом водоросли *Nostoc flagelliforme* уменьшается на 1,88 % соответственно. Полученные результаты позволяют констатировать, что одновременно при увеличении биомассы водоросли наблюдается потеря в самой массе, то есть чем больше увеличивается биомасса, тем больше наблюдается потеря её массы. При учёте изменения показателей кислотности питательной

среды прослеживается тенденция к щёлочности. Рост водорослевой биомассы провоцирует увеличение щёлочности среды, что указывает на тот факт, что из среды потребляется материя. Данная модель показывает, что преобразование материи в биомассу водорослей и энергию, не соответствует закону о сохранении массы, не смотря на то, что масса остаётся в системе.

Таблица 1.

Анализ закона о сохранении массы при культивировании водорослей *Anabaenopsis sp.* и *Nostoc flagelliforme*

| Дни<br>проведён<br>ного<br>анализа | <i>Anabaenopsis sp.</i> |                         |            | <i>Nostoc flagelliforme</i> |                         |            |
|------------------------------------|-------------------------|-------------------------|------------|-----------------------------|-------------------------|------------|
|                                    | Масса (%)<br>X±x        | Биомасса,<br>г/л<br>X±x | pH<br>X±x  | Масса (%)<br>X±x            | Биомасса,<br>г/л<br>X±x | pH<br>X±x  |
| 1                                  | 100                     | 0,4±0,01                | 7,45±0,02  | 100                         | 0,4±0,01                | 7,45±0,02  |
| 3                                  | 99,92±0,03              | 2,86±0,30               | 8,10±0,28  | 99,91±0,02                  | 2,49±0,10               | 7,74±0,50  |
| 6                                  | 99,71±0,10              | 3,50±0,32               | 9,98±0,02  | 99,82±0,07                  | 3,02±0,31               | 9,50±0,14  |
| 9                                  | 98,87±0,74              | 4,08±0,30               | 10,32±0,16 | 98,12±0,54                  | 5,24±0,40               | 10,04±0,14 |

Дорошенко Ю. В., Тихонова Е. А.

Институт биологии южных морей им. А. О. Ковалевского НАН Украины,  
пр. Нахимова, 2, г. Севастополь, 99011, Украина,  
*julia\_doroshenko@mail.ru, tihonova@mail.ru*

## ХИМИКО-МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ДОННЫХ ОСАДКОВ СТРЕЛЕЦКОЙ БУХТЫ (ЧЁРНОЕ МОРЕ)

В настоящее время одним из доминирующих видов загрязнения севастопольских бухт является нефтяное. Донные осадки можно рассматривать как индикатор состояния акватории (Миронов, Кирухина, Алёмов, 2003). По уровню загрязнения донных отложений бухты региона можно расположить в следующей последовательности (от наиболее загрязненной до наименее): Севастопольская, Стрелецкая (среднее содержание нефтяных углеводородов в донных осадках  $700-1300 \text{ мг} \cdot 100 \text{ г}^{-1}$  д. о.), Камышовая, Карантинная ( $60-80 \text{ мг} \cdot 100 \text{ г}^{-1}$  д. о.), Казачья (около  $40 \text{ мг} \cdot 100 \text{ г}^{-1}$  д. о.) и Круглая (следовые количества). Мониторинговые исследования донных осадков бухты Стрелецкой представляют научный и практический интерес. Это обусловлено тем, что там наблюдается постоянная антропогенная нагрузка, в частности, базируются военные корабли, яхты, катера.

Материалом для исследования послужили пробы донных осадков, отобранные ежемесячно дночерпателем Петерсона с площадью захвата  $0,038 \text{ м}^2$  в акватории Стрелецкой бухты в 2008 и в 2013 гг. Общее количество нефтяных углеводородов (НУ) в донных отложениях определяли методом инфракрасной спектроскопии.

В отобранных пробах донных отложений определяли общую численность гетеротрофных и нефтеокисляющих бактерий методом предельных разведений. Для исследования численности гетеротрофных бактерий использовали пептонную воду, для нефтеокисляющих – среду Диановой – Ворошиловой с добавлением нефти. Количество микроорганизмов рассчитывали по таблице Мак-Креди.

В мае и июне 2013 г. в донных осадках Стрелецкой бухты отмечено на порядок больше гетеротрофных бактерий по сравнению с 2008 г., а численность нефтеокисляющих бактерий в эти месяцы в разные года была соизмерима. В апреле 2013 г. количество нефтеокисляющих бактерий снизилось, по сравнению с 2008 г. Следует отметить, что при постоянном количестве гетеротрофных бактерий на протяжении всего периода исследования в 2013 г. наблюдалось увеличение на порядок количества нефтеокисляющих бактерий, что может свидетельствовать о поступлении нефтяных углеводородов в акваторию бухты.

За счёт некоторого снижения численности нефтеокисляющих бактерий наблюдалось и уменьшение бактериальной биодеградации НУ (потока самоочищения), которое составило в 2008 г. – в апреле – 3572, в мае – 1692, и в июне –  $940 \text{ мг} \cdot \text{г}^{-1} \cdot \text{сут}^{-1}$ , тогда как в 2013 г. данный показатель равен в апреле – 357,2, в мае – 940, и в июне –  $940 \text{ мг} \cdot \text{г}^{-1} \cdot \text{сут}^{-1}$ . Величина бактериальной биодеградации (Б) рассчитывалась с учетом количества нефтеокисляющих бактерий в донных осадках и количества НУ, окисленных одной бактериальной клеткой, рассчитанное ЗоБеллом -  $3,76 \cdot 10^{-8} (\text{мг} \cdot \text{кл}^{-1} \cdot \text{сут}^{-1})$ .

Концентрация нефтяных углеводородов в донных осадках Стрелецкой бухты составила в среднем  $957,7 \pm 113,9 \text{ мг} \cdot 100 \text{ г}^{-1} \text{ возд.} \cdot \text{сух. д. о.}$ , но корреляционной зависимости между содержанием нефтеокисляющих бактерий в донных отложениях и нефтепродуктов в нем не выявлено ( $r = 0,2$ ).

Таким образом, полученные данные свидетельствуют о поступлении свежих нефтепродуктов в акваторию бухты, но, при этом, происходит их деструкция бактериальным сообществом и можно судить о некоторой стабилизации экологического состояния исследуемого района.

Дука М. С., Терещенко Н. Н.

Институт биологии южных морей им. А. О. Ковалевского НАН Украины,  
пр. Нахимова 2, г. Севастополь, Украина, 99011, *max\_22d@mail.ru*

## **ПРОГНОСТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА РАДИОЭКОЛОГИЧЕСКОГО ВЛИЯНИЯ МОЩНОСТЕЙ ДОЗ ОТ $^{241}\text{Am}$ НА МОРСКИЕ ГИДРОБИОНТЫ ПРИ РАЗНЫХ УРОВНЯХ ЕГО КОНЦЕНТРАЦИИ В ВОДЕ**

Радиоизотоп америция  $^{241}\text{Am}$  является долгоживущим техногенным  $\alpha$ -излучающим изотопом, поступление которого в морские экосистемы было обусловлено такой деятельностью человека как испытание ядерного оружия в открытых средах и многочисленные аварии на объектах атомной промышленности.

Исследование радиоэкологической значимости  $^{241}\text{Am}$  представляет научный и практический интерес, поскольку он является сильно радиотоксичным радионуклидом и характеризуется значительной способностью к аккумуляции в живых организмах. Кроме того,  $^{241}\text{Am}$  является дочерним радионуклидом плутония ( $^{241}\text{Pu}$ ). Активность  $^{241}\text{Pu}$  в чернобыльском выбросе на порядок превышала сумму активностей альфа-радионуклидов плутония и, так как период полураспада  $^{241}\text{Pu}$  оставляет только 14,7 года и он на порядок меньше, чем период полураспада  $^{241}\text{Am}$ , то содержание этого радиоизотопа в окружающей среде непрерывно возрастает, и достигнет максимума лишь к 2059 году.

В связи с тем, что период полураспада  $^{241}\text{Am}$  оставляет 433 года и многократно превышает время жизни гидробионтов, то облучение организмов инкорпорированным  $^{241}\text{Am}$  носит хронический характер. Поэтому для оценки радиоэкологического влияния  $^{241}\text{Am}$  на водную биоту применима Концептуальная модель зональности хронического действия мощностей доз ионизирующих излучений в природе, разработанная Г.Г. Поликарповым (Поликапов, 1998, 2006). Оценка мощностей доз была проведена в широком диапазоне концентраций  $^{241}\text{Am}$  в морской воде. В таблице приведены только данные, которые указывают на уровни концентраций радионуклида, вызывающие эффекты у разных групп гидробионтов соответствующие Зоне экологической маскировки и Зоне поражения экосистем.



Таблица.

Мощность эквивалентной дозы от инкорпорированного  $^{241}\text{Am}$  ( $\text{МД}_{\text{экв}}$ ,  $\text{Зв}\cdot\text{год}^{-1}$ ) для отдельных групп морской биоты в зависимости от уровня его концентрации в воде ( $C(\text{Am})$ ,  $\text{Бк}\cdot\text{л}^{-1}$ ) и величины коэффициента накопления ( $\text{Кн}$ )  $^{241}\text{Am}$  морскими гидробионтами

| Параметры   |              | $\text{МД}_{\text{экв}}$ от $^{241}\text{Am}$ для гидробионтов |                  |                  |                  |               |               |
|-------------|--------------|--|------------------|------------------|------------------|---------------|---------------|
|             |              | $C(\text{Am})$   | $1\cdot 10^{-2}$ | $1\cdot 10^{-1}$ | 1                | $1\cdot 10^1$ | $1\cdot 10^2$ |
| Гидробионты | $\text{Кн}$  |  |                  |                  |                  |               |               |
|             | фитошланктон | $2\cdot 10^5$  | 1                | 10               | $10^2$           | $10^3$        | $10^4$        |
|             | макрофиты    | $2\cdot 10^4$  | $1\cdot 10^{-1}$ | 1                | 10               | $10^2$        | $10^3$        |
|             | зоопланктон  | $2\cdot 10^3$  | $1\cdot 10^{-2}$ | $10^{-1}$        | 1                | 10            | $10^2$        |
|             | моллюски     | $1\cdot 10^3$  | $5\cdot 10^{-3}$ | $5\cdot 10^{-2}$ | $5\cdot 10^{-1}$ | 5             | 50            |
| рыбы        | 50           | $3\cdot 10^{-4}$   | $3\cdot 10^{-3}$ | $3\cdot 10^{-2}$ | $3\cdot 10^{-1}$ | 3             |               |

Из данных, представленных в таблице, следует, что даже при концентрации  $^{241}\text{Am}$  ниже или равной предельно допустимой концентрации для питьевой воды (НРБУ/ОСПУ, 2002) составляющей  $1 \text{ Бк}\cdot\text{л}^{-1}$ , некоторые группы гидробионтов уже будут подвержены поражающему действию. Это связано с высокими значениями  $\text{Кн}$   $^{241}\text{Am}$  морской биотой (Santschi and Honeyman, 1989; Miramand et al., 1987; Gomez et al., 1986). Так как в Черном море ожидаемые концентрации  $^{241}\text{Am}$  не должны превысить величины порядка  $1\cdot 10^{-5} \text{ Бк}\cdot\text{л}^{-1}$ , то можно прогнозировать уровень воздействия мощностей доз америция на биоту соответствующий Зоне радиационного благополучия или Зоне неопределенности.

**Егоров А.О.**

ФГБОУ ВПО «Кубанский государственный университет», ул.  
Ставропольская 149, г. Краснодар, 350040, Россия, *dodger1508@mail.ru*

## **РАЗРАБОТКА БИОТЕХНИКИ ВЫРАЩИВАНИЯ ОСЕТРОВЫХ РЫБ В УСТАНОВКАХ ЗАМКНУТОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ МЕТОДИК ИНТЕНСИФИКАЦИИ РЫБОВОДНОГО ПРОЦЕССА**

Установки замкнутого водоснабжения (далее – УЗВ) для рыбоводных целей были сконструированы ещё в середине XX в. Но интенсивное их развитие началось с 1980-х гг. после разработки биотехники получения товарной рыбы в УЗВ с использованием высоких плотностей посадки ( $100\text{--}200\text{ кг/м}^2$ ).

В ряде стран Европы выращивание товарной рыбы в системах УЗВ вышло в настоящее время на промышленный уровень, а в России фактически находится на экспериментальной стадии или стадии внедрения в производство. В современных условиях применение УЗВ наиболее перспективно для получения икры и товарного выращивания осетровых рыб.

В отличие от традиционной биотехники, выращивание рыбы в УЗВ обладает рядом преимуществ, к числу которых можно отнести: возможность перманентного контроля за гидрохимическим режимом; автономность от влияния абиотических и биотических факторов окружающей среды; возможность достижения высоких темпов линейно-массового роста выращиваемой рыбы; минимальный риск развития инфекционных заболеваний.

Но УЗВ обладают и некоторыми недостатками, которые сдерживают их широкое использование. В их числе можно указать: высокое энергопотребление в процессе эксплуатации; относительно большую величину стартового капитала, необходимого для запуска системы; возможность накопления в системе остатков пищи, ухудшающих работу биологического фильтра и, как следствие, снижающих показатели качества воды.

Нами разработан действующий модуль УЗВ, лишённый перечисленных недостатков и основанный на использовании методов интенсификации рыбоводного процесса. Он основан на использовании следующих элементов биотехники:

1. Совместное выращивание осетровых рыб с двумя видами тилипий как дополнительным объектом рыбоводства, обеспечивающим утилизацию мелких фрагментов корма, не съедаемых осетровыми.

2. Использование в УЗВ энергоэффективных насосов и других прогрессивных конструктивных элементов (в частности, – более дешёвой загрузки биофильтра).

3. Регулярное применение в качестве кормовых добавок пробиотиков.

4. Применение для обогащения воды кислородом воздушных компрессоров вместо более дорогих в эксплуатации оксигенаторов.

В качестве основного объекта выращивания в УЗВ используется стерлядь (*Acipenser ruthenus*) – наиболее технологичный с точки зрения индустриальной аквакультуры вид семейства осетровых. Она прекрасно развивается в пресной воде, быстро достигает товарной массы, переносит высокие плотности посадки. От самок стерляди уже на третьем году жизни можно получить чёрную икру.

Созданная установка работает с апреля 2012 г. За этот период средняя масса выращиваемой стерляди достигла 1261 г. Проведённая УЗИ-диагностика показала, что соотношение полов у рыб следующее: 60% – самки, 40% – самцы. Гонады самок находятся на II-й, самцов – преимущественно на III-й стадии зрелости.

С помощью разработанной УЗВ и соответствующей технологии можно значительно снизить себестоимость выращивания рыбы, что позволит занять прочную нишу на рынке. УЗВ может быть рекомендована в первую очередь для фермерских хозяйств юга России.

Работа выполнена в рамках реализации программы развития деятельности студенческих объединений «Интеграция студенческих объединений Кубанского государственного университета в процессы научно-инновационного развития страны, модернизации высшего профессионального образования, становления гражданского общества».

Еленчук Д.И.<sup>1</sup>, Зосим Л.С.<sup>2</sup>, Кирияк Т.В.<sup>3</sup>, Батыр Л.М.<sup>3</sup>, Джур С.В.<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Университет Академии Наук Молдовы, ул. Академическая 3/2, г. Кишинев, MD 2028, Молдова

<sup>2</sup> Молдавский Государственный Университет, лаб. «Фикобиотехнологии», ул. Матеевич 60, г. Кишинев, MD 2008, Молдова

<sup>3</sup> Институт Микробиологии и Биотехнологии, Академия Наук Молдовы, лаб. «Фикобиотехнологии», ул. Академическая 1, Кишинев, MD 2028, Молдова *ciutac@yahoo.com*

## СПОСОБЫ ПОЛУЧЕНИЯ БИОМАССЫ СПИРУЛИНЫ С ПОВЫШЕННЫМ СОДЕРЖАНИЕМ НЕКОТОРЫХ МИКРОЭЛЕМЕНТОВ

Влияние неблагоприятных факторов, сопутствующих современному образу жизни, таких как стресс, неправильное питание, воздействие негативных экзо - и эндогенных факторов способствует нарушению деятельности иммунной системы, процессов метаболизма, а также образованию и накоплению в организме человека различных дисфункций систем жизнеобеспечения, вызывающих впоследствии тяжелые заболевания.

Одним из способов предотвращения возникновения данных нарушений является применение пищевых добавок на основе биомассы спирулины. Цианобактерия *Spirulina platensis* является общепризнанным источником биоактивных веществ: фикобилипротеинов, незаменимых аминокислот, сульфатированных полисахаридов, полиненасыщенных жирных кислот, каротиноидов, витаминов, ферментов, микроэлементов, обладающих широким иммуномодуляторным, противовоспалительным, антиоксидантным действием.

Цель исследования: разработка способов получения новых пищевых добавок на основе биомассы спирулины с высоким содержанием биоактивных веществ и биоэлементов (железа и хрома).

Объект исследования - штамм цианобактерии *Spirulina platensis* CNM-СВ-02, хранящийся в Национальной Коллекции Непатогенных Микроорганизмов Института Микробиологии и Биотехнологии АН РМ. В качестве регуляторов роста были использованы координационные соединения Fe(III) -  $[\text{Fe}_2\text{MnO}(\text{bfur})_6(\text{THF})_3]$  и Cr(III) -  $[\text{Cr}(\text{HSSA})_2\text{Cl}\cdot\text{H}_2\text{O}]$ . Определение железа и хрома в биомассе спирулины была выполнено колориметрическими методами.

Накопление железа в биомассе *Spirulina platensis* при культивировании в присутствии соединений Fe (III) возрастает с увеличением концентрации, достигая максимального значения при концентрации 50 мг/л. Максимальное содержание железа в биомассе спирулины составляет 1,08% при ее культивировании в присутствии  $[\text{Fe}_2\text{MnO}(\text{6-fur})_6(\text{THF})_3]$ . Максимальное накопление хрома (29,68% из АСБ) отмечено при добавлении в среду культивирования спирулины комплекса  $[\text{Cr}(\text{HSSA})]\text{Cl}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$  в концентрации 30 мг/л.

Использование разработанного способа способствует повышению содержания железа в 3,5 и хрома 2,6 раза по сравнению с биомассой, выращенной без внесения координационных соединений.

Полученная таким образом биомасса может быть использована, как для получения биодобавок, содержащих железо и хром, так и антианемических и антидиабетических биопрепаратов.

### **Ефимова Т.В.**

Институт биологии южных морей им. А.О. Ковалевского НАН Украины,  
пр. Нахимова, 2, г. Севастополь, 99011, Украина,  
*tatyana-iefimova@yandex.ru*

## **СКОРОСТЬ ДЕЛЕНИЯ ВОДОРΟΣЛЕЙ РАЗЛИЧНЫХ КЛАССОВ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СПЕКТРАЛЬНЫХ УСЛОВИЙ ОСВЕЩЕНИЯ**

Известно, что скорость роста клеток ( $\mu$ ) является гиперболической функцией от фотосинтетически активной радиации (ФАР). Влияние же света различного спектрального состава (СРСС) на величину  $\mu$  водорослей различных классов до сих пор слабо изучено. Литературные данные по влиянию СРСС на  $\mu$  водорослей, как для одного, так и для разных видов, различаются. Так, клетки различных групп водорослей в одних случаях начинали делиться быстрее при росте на различных участках спектру, по отношению к белому свету, а в других случаях уменьшали или сохраняли число делений в сутки. Следует отметить, что в большинстве работ по хроматической адаптации культуры исследовались при одинаковой ФАР. ФАР определяется как количество лучистой энергии, предпочтительно выражаемой в квантах, имеющейся на данной глубине в океане (или падающей на культуру в лабораторных условиях), в спектральных пределах 400 – 700 нм. Данная формулировка учитывает все фотоны в пределах спектра, не зависимо от длины волны. Но для участия в процессе

фотосинтеза они должны быть поглощены пигментами водорослей. Таким образом, необходимо выделять фотосинтетически используемую радиацию (ФИР), как часть лучистой энергии такой длины волны, которая может быть поглощена водорослями.

Цель настоящей работы – изучить влияние различного спектрального состава света на рост микроводорослей различных классов.

В экспериментах культуры *Nitzschia* sp., *S. elongatus* и *I. galbana* выращивали в плоскопараллельных стеклянных кюветах объёмом 1,2 л с рабочей толщиной 20 мм. Режим освещения во всех экспериментах был круглосуточным. Спектральные режимы освещения были созданы путём использования цветных светофильтров с известными спектральными характеристиками. Кюветы с культурами *Nitzschia* sp., *S. elongatus* и *I. galbana* располагались по обе стороны световой решётки на таких расстояниях, чтобы обеспечить одинаковое количество световых квантов, поглощаемых водорослями на единицу ХЛ  $a$  (выращивались в накопительном режиме). Чтобы исключить влияние плотностного фактора на характеристики водорослей, производили периодическое разбавление водорослей питательной средой. В работе было важно показать влияние на рост микроводорослей именно количества поглощённых квантов света определённого спектрального диапазона.

Скорость деления клеток культуры *Nitzschia* sp. на белом свете в течение 15 суток роста, с периодическим разбавлением питательной средой, достоверно не изменялась. На красном свете в течение первых трёх суток, и на синем свете в течение десяти суток – наблюдалась лаг-фаза. После этого произошло увеличение и стабилизация  $\mu$  во всех хроматических вариантах эксперимента. Максимальные  $\mu$  в период экспоненциального роста составили на белом свете 1,3 деления в сутки, на красном и синем – 1,4 и 1,1 деления в сутки соответственно. В экспериментах с примнезиофитовой культурой *I. galbana*, построенных по тому же принципу, величина  $\mu$  в период экспоненциальной фазы роста не зависела от спектрального состава света и составила в среднем 1,1 и 0,5 деления в сутки на 4 и 40 дни роста соответственно. У цианобактерии *S. elongatus*  $\mu$  достигла максимальных значений (1,1 деления в сутки) на вторые сутки эксперимента, превысив при этом  $\mu$  на белом и зелёном свете (0,8 деления в сутки). На синем свете величины  $\mu$  (0,6 деления в сутки) были почти в два раза ниже, чем на красном, и экспоненциальная фаза наблюдалась на 6 – 7-е сутки.

**Железнова С.Н.**

Институт биологии южных морей им. А.О. Ковалевского НАН Украины,  
пр. Нахимова, 2, Севастополь, 99011, Украина, *zheleznovasveta@yandex.ru*

## **ВЛИЯНИЕ ПИТАТЕЛЬНОЙ СРЕДЫ НА РОСТ ДИАТОМОВОЙ ВОДОРОСЛИ *CYLINDROTHECA CLOSTERIUM***

Диатомовая водоросль *Cylindrotheca closterium* (Ehrenberg) Reimann & Lewin является ценным сырьем для получения биологически активных веществ. Она содержит в достаточном количестве полиненасыщенные жирные кислоты (40% от общего содержания жирных кислот) и каротиноиды, что предполагает возможность ее массового культивирования. Известно, что на накопление биомассы микроводоросли влияют: температура, освещенность, концентрация биогенов в питательной среде и углеродное питание (Rijstenbil et al., 2003; Lebeau et al., 2003; Affan et al., 2009).

На первом этапе культивирования изучали влияние минерального питания на рост и развитие микроводоросли *C. closterium*. Для этого исследовали три вида питательных сред: F, F/2 и F/4. Питательные среды готовили на морской воде, профильтрованной через три слоя фильтровальной бумаги с последующей стерилизацией при температуре 70°C. Культуру наращивали в колбах объемом 1000 мл при температуре 25-27°C и круглосуточном освещении 6 тыс. лк. В процессе выращивания культуру непрерывно барботировали воздухом с помощью микрокомпрессора. Наращивание *C. closterium* осуществляли в режиме накопительного культивирования. Прирост численности клеток микроводоросли определяли по увеличению количества клеток, которые подсчитывали в камере Горяева под микроскопом МБИ—6. Величину сырой биомассы определяли по формуле:

$V(\text{мг}\cdot\text{л}^{-1}) = V_{\text{кл}}\cdot C$ , где:  $V$  — сырая биомасса водорослей,  $V_{\text{кл}}$  - объем клетки,  $C$  — концентрация клеток (млн.кл.·мл<sup>-1</sup>).

В результате было установлено, что ростовые параметры микроводоросли *C. closterium* на среде F были значительно выше, чем на среде F/4 и F/2 (таблица).

Таблица

Параметры роста диатомовой водоросли *Cylindrotheca closterium* на разных питательных средах.

| Параметры роста   | Среда культивирования |      |      |
|---|-----------------------|------|------|
|   | F                     | F/2  | F/4  |
| Концентрация клеток, млн.кл.·мл <sup>-1</sup>                       | 5,24                  | 2,71 | 1,27 |
| Максимальная удельная скорость роста, сут <sup>-1</sup>             | 0,76                  | 0,69 | 0,58 |
| Среднесуточный прирост, млн. кл·мл <sup>-1</sup> ·сут <sup>-1</sup> | 0,22                  | 0,18 | 0,10 |
| Биомасса (сырой вес), г·л <sup>-1</sup>                             | 9,7                   | 5,02 | 2,3  |

Максимальная биомасса получена на среде F – 9,7 мг·л<sup>-1</sup>. Среднесуточный прирост численности клеток на среде F составил 0,22 млн. кл·сут<sup>-1</sup>, на среде F/2 – 0,18 млн. кл·сут<sup>-1</sup> и на среде F/4 – 0,094 млн. кл·сут<sup>-1</sup>. При этом стационарная фаза роста наступала на 11 день культивирования на среде F/4, на 14 день на среде F/2 и на 21 день на среде F. Низкие значения среднесуточного прироста клеток водоросли на средах F/2 и F/4 вызвано тем, что содержание в них питательных веществ (азота, фосфора, кремния) соответственно в два и в четыре раза меньше, чем в среде F. Известно, что увеличение концентрации биогенов в питательной среде приводят к заметному повышению биомассы *C. closterium* (Reitan et al., 1994).

Таким образом, при указанных условиях культивирования, среда F является наиболее оптимальной для роста и накопления биомассы микроводоросли *C. closterium*.

**Жукова А.А.**

Белорусский государственный университет, пр. Независимости, 4, БГУ, биологический факультет, НИЛ гидроэкологии, г. Минск, 220030, Беларусь, [anna\\_eco@tut.by](mailto:anna_eco@tut.by)

### **СОДЕРЖАНИЕ ХЛОРОФИЛЛА В ПОВЕРХНОСТНОМ СЛОЕ ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ В ЛИТОРАЛЬНЫХ БИОТОПАХ ОЗ. МЯСТРО (БЕЛАРУСЬ)**

Оз. Мястро (54°52' N, 26°50' E) – мезотрофный полимиктический водоём ледникового происхождения (площадь 13,1 км<sup>2</sup>, средняя глубина 5,4 м, максимальная – 11,3 м). Относительно высокая прозрачность воды



(3-4 м в летние месяцы) и наличие мелководий, свободных от зарослей макрофитов, создают благоприятные условия для развития донных микроводорослей.

Цель работы: оценить содержание хлорофилла в верхнем слое донных отложений в литорали оз. Мястро.

Исследования проводили в июне-июле 2011 и 2012 гг., пробы донного грунта отбирали на трех свободных от зарослей макрофитов участках литорали. В каждом биотопе отбирали по 10 стеклянных трубок, содержащих слой придонной воды и донные отложения. После удаления воды из трубок, снимали верхний 1-см слой донного грунта и осторожно перемешивали его. Хлорофилл определяли в навесках донных отложений естественной влажности (в 3-6 повторностях) спектрофотометрическим методом с экстракцией пигментов в 90 % ацетоне (Scor-Unesco, 1966), учитывая вклад феопигментов (Logezzen, 1967). Потом содержание хлорофилла пересчитывали на единицу сухой массы донных отложений.

В таблице 1 представлены усредненные данные ( $\pm Sd$ ) о содержании хлорофилла в верхнем слое донных отложений в литоральных биотопах оз. Мястро.

Таблица 1  
Содержание хлорофилла и продуктов его распада в оз. Мястро

| Станция   | Хлорофилл, мкг/г сухой массы донных отложений | Доля феопигментов в общем форбине, % |
|-----------|---|--------------------------------------|
| Гирины    | 5.81 $\pm$ 2.09                               | 39.0 $\pm$ 6.3                       |
| Гатовичи  | 5.25 $\pm$ 1.56                               | 44.2 $\pm$ 15.1                      |
| Дендросад | 4.98 $\pm$ 1.23                               | 34.6 $\pm$ 12.9                      |

При большом диапазоне колебаний, среднее содержание хлорофилла в донных отложениях на исследованных станциях было близким (5-6 мкг/г), при этом доля феопигментов составила в среднем около 40 % в суммарном форбине.

При штилевой погоде происходит достаточно быстрое восстановление сообщества (таблица 2): через каждые 3 суток биомасса водорослей микробиобентоса удваивается, а удельное содержание феопигментов в общем форбине уменьшается в несколько раз.

В целом, по содержанию хлорофилла микробиобентос оз. Мястро не выделялся из массива данных для водоемов умеренных широт.

Таблиця 2

Опыт по восстановлению автотрофной биопленки донного грунта

| Станция  | Сутки<br>опыта | Хлорофилл,<br>мкг/г сухой массы | Доля феопигментов,<br>% |
|----------|----------------|---------------------------------|-------------------------|
| Гирины   | 3              | 1.66±0.19                       | 40.7±13.0               |
|          | 6              | 3.05±0.43                       | 39.2±13.4               |
|          | 9              | 5.58±0.51                       | 23.4±11.1               |
| Гатовичи | 3              | 1.49±0.23                       | 55.7±9.8                |
|          | 6              | 3.67±0.74                       | 39.2±10.8               |
|          | 9              | 6.80±0.85                       | 20.1±5.7                |

Работа выполнена при финансовой поддержке БРФФИ (грант Б11М-037).

**Заїченко Н. В.<sup>1</sup> Глотова Н. О.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Інститут Гідробіології НАН України, пр. Героїв Сталінграду 12, Київ, 04210, Україна, [zaichenko\\_natali@ukr.net](mailto:zaichenko_natali@ukr.net)

<sup>2</sup> Навчально – науковий центр «Інститут Біології», пр. Акад. Глушкова 2, Київ, 03022, Україна

## **ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ СИМБІОТИЧНИХ УГРУПОВАНЬ БИЧКА – ПІСОЧНИКА У ЕКОСИСТЕМАХ – РЕЦИПІЕНТАХ БАСЕЙНУ ДНІПРА**

Глобальні кліматичні зміни останніх років створюють передумови для ареальної експансії деяких видів гідробіонтів. Річкові системи та водотоки створюють своєрідний «інвазійний коридор», що значно полегшує міграцію гідробіонтів вздовж водних артерій (Карабанов та ін..2009, 2013). Крім цього, активне природокористування людиною, а саме - створення каскадів водосховищ, зарегулювання течії річок, що призводить до суттєвих змін гідрологічного режиму та гідрохімічних показників (сповільнення течії, підвищення рівня мінералізації води, та ін..) сприяє проникненню чужорідних видів гідробіонтів в екосистеми – реципієнти (Давидов та ін.. 2009, 2011). Прикладом виду, який активного розширює свій природний ареал є бичок – пісочник (*Neogobius fluviatilis*, Pallas, 1814), представник понто – каспійської фауни, який, на сьогоднішній день досить часто зустрічається в складі іхтіофауни водойм басейну Дніпра. Таким чином, дослідження паразитів бичка – пісочника

дає можливість дослідити процеси формування нового симбіоценозу в умовах реципієнтної екосистеми.

Дослідження виконувались в літній період в різнотипних водоймах – середня ділянка Дніпра (основна течія в районі м. Канева), р. Рось в межах Білої Церкви.

Загалом було досліджено 57 бичків *Neogobius fluviatilis*. Всього виявлено 8 видів паразитів та симбіонтів, що відносяться до різних таксономічних груп: інфузорії - 1 вид (*Trichodina domerguei*, Wallengren, 1897), трематоди – 3 види (*Plagioporus skrjabini*, Kowal, 1951, представники родини Allocreadiidae, Looss, 1902, метацеркарії трематоди *Diplostomum spathaceum*, Rudolphi, 1819.), моногеней – 1 вид (*Gyrodactylus protherorhini*, Najdenova, 1966), цестоуди - 2 види (*Ligula pavlovskii*, Dubinina, 1959, *Proteocephalus gobiorum*, Dogel et Vuchovsky, 1939), паразитичні ракоподібні – 1 вид (*Argulus foliaceus*, Linnaeus, 1758).

Для бичка – пісочника з р. Рось та з водойм Дніпра в районі Канівського природного заповідника (досліджено 20 екземлярів) виявлено по 5 видів паразитів, спільними видами були - *T.domerguei*, *G.protherorhini*, метацеркарії диплостоматид. В складі паразитофауни бичка з р. Рось серед інших були знайдені *Ligula pavlovski* та *Argulus foliaceus*. Найвища інтенсивність та екстенсивність інвазії спостерігається для моногеней *G. protherorhini* – до 39 екз/організм, та 55% відповідно, другий за чисельністю паразит – метацеркарії трематоди *D. spathaceum*, зараження 50%. Екстенсивність інвазії іншими видами паразитів була незначною – до 0,2%.

Для *N.fluviatilis* з водойм Дніпра в районі Канівського природного заповідника крім зазначених вище видів було виявлено в кишечнику - трематод родини Allocreadidae та *P.skrjabini* а також цестоуди *P.gobiorum*. Найвищі показники інвазії характерні для трематоди - до 27 екз/орг., та 97% зараження. Для метацеркарій трематоди *D. spathaceum* екстенсивність інвазії сягала 63,3%. Зараження вільчастими симбіонтами та гіродактілідами було дещо менше і складало 36,7% та 26,7% відповідно.

В досліджених водоймах спостерігається помітно збідніла паразитофауна бичка – пісочника порівняно з донорними водоймами. За літературними даними для досліджуваного виду в умовах природного ареалу, а саме Чорного та Азовського морів, характерна наявність 19 видів паразитів (Квач, 1999, 2004, 2010). Слід відмітити, що у результаті наших досліджень, серед виявлених паразитів були як представники паразитофауни характерної для донорних екосистем так і види з широкою гостальною специфічністю (наприклад, *Argulus foliaceus*, представники

родины Allocreadiidae), які не відмічались для бичків досліджених в реципієнтних водоймах. Підбиваючи підсумок, можна сказати, що симбіофауна виду – вселенця зазнає значних змін: відбувається втрата певної кількості аборигенних паразитів, поступово вид – інвайдер набуває паразитів не специфічних, що часто мають широку гостальну специфічність і характеризуються значним спектром хазяїв.

### **Иванова (Казусь) Н. А.**

Атлантическое отделение Учреждения РАН Института океанологии им. П.П. Ширшова, пр. Мира 1, Калининград, 236000, Россия, kazu@inbox.ru

### **СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ РАСПОЛОЖЕНИЯ ПОКРОВНЫХ ПОР НА АБДОМЕНЕ РАЧКОВ *NANNOCALANUS MINOR* (CLAUS, 1863) ИЗ ТУНИССКОГО ПРОЛИВА, *N. MAJOR* SEWELL 1929 И *N. SEWELLI* KAZUS 2009 (CALANIDAE, CALANOIDA) ИЗ СЕВЕРНОЙ ЧАСТИ ИНДИЙСКОГО ОКЕАНА**

Виды *Nannocalanus minor* (Claus, 1863), *N. major* Sewell 1929 и *N. sewelli* Kazus 2009 морфологически хорошо различаются между собой только по самкам (Казусь, 2009). Применение метода окраски интегумента по Наумовой и Алексеєву (2005) позволило дифференцировать индоокеанских самцов *N. major* и *N. sewelli* по характеру расположения покровных пор на абдомене [см.: Иванова (Казусь), 2011, тезисы конференции Понт Эвксинский]. Этот же метод окраски показывает особенности в расположении пор и у *N. minor*, являющегося типовым видом рода *Nannocalanus* Sars 1925.

Материал для исследования отобран из проб зоопланктона, собранных сотрудниками Института Биологии Южных Морей (ИНБИОМ, г. Севастополь) во время научно-исследовательского рейса экспедиционного судна «Академик А. Ковалевский». Пробы взяты в разных местах Тунисского пролива от африканского побережья до острова Сицилия. Проанализировано расположение покровных пор на абдомене 56 самок и 17 самцов *N. minor*.

У самцов *N. minor* в дистальной части первого членика (вид слева) обе поры, расположены на разных уровнях относительно его дистального края. Дорсально видна только одна из пор, расположенная примерно посередине этого членика, всегда выше хитиновой складки. Такое же расположение пор и у *N. major*. На втором членике абдомена *N. minor* (вид

слева) поры в его срединной части расположены почти на одном уровне относительно дистального края членика, как и у *N. major*. В дополнение к ранее приведенным сведениям о порах на абдомене (2011) следует добавить, что оба индоокеанских вида, *N. major* и *N. sewelli*, с дорсальной стороны, в срединной части на втором, третьем и четвертом члениках несут по 1 паре пор, тогда как у *N. minor* они отсутствуют, и это надежно отличает его от последних.

У одного из самцов *N. minor* в срединной части второго, третьего и четвертого члеников присутствовало по паре пор, как у *N. major* и *N. sewelli*, а на втором членики (при рассмотрении слева) поры были расположены на разных уровнях, как у *N. sewelli*.

Принимая во внимание, что генитальный сегмент самок представляет собой 2 слившихся членика, расположение пор на нем совпадает с расположением пор на 2 первых члениках у самцов. Вместе с тем, обнаружены 3 самки, уклоняющиеся по этим признакам. У одной из них на первом (генитальном), втором и третьем члениках абдомена в их срединной части расположены по паре пор, как у *N. major* и *N. sewelli*. У другой самки эта пара пор была лишь на первом членике. У третьей самки на первом членике присутствовала лишь одна (правая) пора из этой пары.

Несмотря на упомянутые исключения можно утверждать, что расположение пор на абдомене рачков позволяет достаточно надежно идентифицировать видовую принадлежность рачков.

**Калашник Е. С.**

Одесский филиал Института биологии южных морей им. А.О. Ковалевского НАН Украины, ул. Пушкинская, 37, г. Одесса, 65125, Украина, *kalashnik\_05@mail.ru*

## **ПРИНЦИПЫ РАСЧЕТА ИНДЕКСОВ ПОВЕРХНОСТИ ЭПИФИТНОГО КОМПОНЕНТА АЛЬГОСИСТЕМЫ «БАЗИФИТ-ЭПИФИТ»**

Фитообрастание, состоящее из разноразмерных компонентов (макро- и микрофитов), рассматривается как единая альгосистема «базифит-эпифит», обеспечивающая автотрофный процесс на твердых поверхностях морских прибрежных экосистем.

Морфофункциональные показатели – удельная поверхность ( $S/W$ ,  $\text{кг}\cdot\text{м}^{-2}$ ) и индекс поверхности (ИП, ед.) – количественно выражают экологическую активность и интенсивность автотрофного процесса, обеспечиваемого альгосистемой «базифит-эпифит». Для определения  $S/W$  базифитного и эпифитного компонентов альгосистемы используются методики, разработанные для макрофитов и фитопланктона (Миничева, Зотов и др., 2003). Расчет ИП базифита (ИПб) альгосистемы «базифит-эпифит» также проводится по стандартной методике.

Принцип расчета ИП эпифитного компонента зависит от типа структуры альгосистемы (Хомова, 2007), которая определяет предлагаемые принципы расчета ИП микрокомпонента альгосистемы «базифит-эпифит»:

1. Моноценоз эпифита на моноценозе базифита [Мэ – Мб]

- индекс поверхности популяции эпифита (ИППэ) рассчитывается по формуле:

$$\text{ИППэ} = \left( \left( \frac{S_{\text{э}} * N_{\text{э}}}{S_{\text{б}i}} \right) * \left( \frac{\%}{100} \right) \right) * \text{ИПб} \quad (1),$$

где  $S_{\text{э}}$  – площадь поверхности клетки эпифита,  $N_{\text{э}}$  – количество клеток эпифита на учетных площадках базифита ( $S_{\text{уп}i}$ ), %- покрытие базифита эпифитом, ИПб – индекс поверхности популяции базифита.

2. Полиценоз эпифитов на моноценозе базифита [Пэ – Мб]

- индекс поверхности фитоценоза эпифитов рассчитывается по формуле:

$$\text{ИПФэ} = \left( \left( \sum_{i=1}^n \frac{S_{\text{э}i} * N_{\text{э}i}}{S_{\text{б}i}} \right) * \left( \frac{\%}{100} \right) \right) * \text{ИПб} \quad (2),$$

где  $S_{\text{э}i}$  – площадь поверхности клеток всех видов эпифитов,  $N_{\text{б}i}$  – количество клеток всех видов эпифитов на учетных площадках базифита ( $S_{\text{уп}i}$ ).

3. Моноценоз эпифита на полиценозе базифитов [Мэ – Пб]

- расчет по формуле (1)  $\text{ИППэб}_1, \text{ИППэб}_2, \dots, \text{ИППэб}_k$
- индекс поверхности популяции эпифита средневзвешенный с учетом разной численности эпифита на всех базифитах и вклада каждого базифита в индекс поверхности фитоценоза (ИПФб) рассчитывается по формуле:

$$\text{ИППэ}(\bar{x}) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^k \frac{S_{\text{э}i} * N_{\text{э}i}}{S_{\text{б}i}} \quad (3)$$

4. Полиценоз эпифитов на полиценозе базифитов [Пэ – Пб]

- расчет по формуле (2) ИПФЭб<sub>1</sub>, ИПФЭб<sub>2</sub>, ... ИПФЭб<sub>i</sub>
- индекс поверхности фитоценоза эпифитов средневзвешенный с учетом разной численности эпифитов на всех базифитах и вклада каждого базифита в ИПФб рассчитывается по формуле:

$$\text{ИПФЭ}(x) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^k \frac{S_{yá_i} * N_{yá_i}}{S_{óï á_i}} \quad (4)$$

Канапацкий Т.А.<sup>1</sup>, Ульянова М.О.<sup>2</sup>, Пименов Н.В.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Институт микробиологии им. С.Н. Винорградского РАН, Проспект 60-летия Октября, д. 7, корп. 2, г. Москва, Россия, 117312, [timkanap\\_inmi@mail.ru](mailto:timkanap_inmi@mail.ru)

<sup>2</sup>Атлантическое отделение Института океанологии им. П.П. Ширшова, РАН, Калининград, Россия

## МИКРОБНЫЕ ПРОЦЕССЫ В ПОВЕРХНОСТНЫХ ОСАДКАХ ВИСЛИНСКОГО И КУРШСКОГО ЗАЛИВОВ БАЛТИЙСКОГО МОРЯ

Куршский (гипертрофный) и Вислинский (эвтрофный) пресноводно-солончатые мелководные заливы (средние глубины 3,8 и 2,7 м соответственно) взаимодействуют с открытым морем через узкие проливы (Пустельников, 1983). Куршский залив подвержен большему речному влиянию, чем Вислинский, его южная часть является практически пресноводной, тогда как для Вислинского залива соленость составляет 3,80%. Вследствие речного влияния в бассейне Куршского залива осаждается 74% поступающего осадочного вещества (Pustelnikovas, 1998). На дне Вислинского залива накапливается всего 16% поступающего терригенного материала.

Пробы воды и донных осадков отбирали в июле 2011 г. с борта маломерных судов АО ИО РАН лимнологическим стратометром и грунтовой трубкой для малых глубин.

Высокое содержание органического вещества в осадках заливов (2-7%) определяет высокую численность микроорганизмов (более 1010 кл/см<sup>3</sup>) и интенсивность темновой ассимиляции углекислоты (ТАУ). ТАУ,

рассчитанная для верхних 30 см осадочной тощи, превышала величину 10 ммоль/(м<sup>2</sup> сут).

Проведено измерение основных физико-химических параметров и скоростей микробных процессов сульфатредукции (СР), метаногенеза (МГ) и метаноокисления (МО). Установлено, что более высокое содержание сульфатов в осадках Вислинского залива (по сравнению с почти пресным Куршским заливом) коррелирует с более высокой интенсивностью процесса СР. В донных отложениях Куршского залива, где уже на глубине 10-12 см содержание сульфатов не превышает 0,03 мкмоль/дм<sup>3</sup>, активизируется процесс МГ, и поэтому содержание метана в поверхностных осадках здесь выше, чем в Вислинском заливе.

Несмотря на то, что в практически пресном Куршском заливе интенсивность МГ была выше, чем в Вислинском заливе, здесь основным терминальным процессом минерализации ОВ также являлась бактериальная СР. Относительно невысокая (<0,31 моль/дм<sup>3</sup>) концентрация сульфат-ионов в поровых водах поверхностных осадков Куршского залива, тем не менее, обеспечивает сохранение высокой активности сообщества сульфатредуцирующих бактерий, играющих доминирующую роль в процессах минерализации ОВ.

Соотношение интегральных скоростей МГ и МО выявило доминирование в поверхностных осадках большинства исследованных станций процесса окисления метана. Это свидетельствует о том, что в верхних 30 см осадков балтийских лагун окисляется биогенный метан, образованный в глубинных слоях осадочной толщи. Этот вывод подтверждается явной тенденцией увеличения скорости МГ с глубиной колонки. Обращает на себя внимание тот факт, что максимальная интенсивность МО приурочена к самым верхним окисленным и слабовосстановленным горизонтам осадков. Это позволяет предполагать, что основную барьерную роль на пути миграции метана из осадков мелководных лагун в придонные слои водной толщи играют аэробные метанотрофные бактерии.

Работа частично финансировалась из средств проекта РФФИ 11-05-01093.



**Кизилова В.Ю.**

НИИ биологии, Харьковский национальный университет им. В.Н. Каразина, пл. Свободы, 4, Харьков, 61077, Украина, *kizilova86@mail.ru*

### **ИНТЕНСИВНОСТЬ ОБМЕНА БЕЛКОВ В КЛЕТКАХ *DUNALIELLA VIRIDIS* ТЕОД. АДАПТИРОВАННЫХ К ВЫСОКИМ КОНЦЕНТРАЦИЯМ ИОНОВ МЕДИ**

Реализация молекулярно-клеточных механизмов адаптивных процессов во многом зависит от белков: переключение альтернативных метаболических путей, активность внутриклеточного транспорта, структурно-функциональные перестройки хроматина и активность процессов транскрипции, клеточный сигналинг и др. Представляет большой интерес изучение этих процессов в клеткепри воздействии ионов тяжелых металлов.

В нашей лаборатории была получена культура микроводорослей *Dunaliella viridis*, устойчивая к летальным концентрациям меди – CuR-культура.

Было обнаружено, что в клетках адаптированных к высоким концентрациям серноокислой меди, содержание белка во фракции цитозоля клеток было увеличено в 3,6 раза и на столько же увеличено содержание ядерных белков. Такое значительное увеличение содержания белка в клетках *D. viridis* на фоне высоких концентраций ионов меди может указывать на роль внутриклеточных белков в процессах адаптации.

Можно полагать, что процесс адаптации сопровождается индукцией синтеза специфических белков, в частности фитохелатинов и других стресс-белков.

Определение удельной радиоактивности (УРА) белков цитозоля клеток CuR-культуры показало, что она была в 3,3 раза выше по сравнению с контрольной культурой (CuS-культура). Действительно, увеличение содержания белка в цитозоле CuR-культуры может быть связано с увеличением скорости его синтеза на фоне серноокислой меди. Это интересный факт, так как показано ранее, что ионы меди ингибируют скорость синтеза тотального белка в клетках *D. viridis* не адаптированных к ионам меди.

Представляло интерес определить наличие вновь синтезированных белков в клеточных ядрах микроводорослей, адаптированных к ионам меди.

Было обнаружено, что УРА белков в ядрах клеток CuR-культуры была в 12 раз меньше, чем в CuS-культуре и в 4,3 раза меньше, чем УРА цитозольных белков CuR-культуры *D. viridis*.

Эти результаты позволяют полагать, что в ядра CuR-культуры транспортируются не вновь синтезированные, а преисшествующие белки цитозоля, в то время как в клетках CuS-культуры в ядро транспортируются вновь синтезированные белки. Об этом свидетельствует отношение УРА ядерных белков и цитозольных белков. Так, для клеток CuS-культуры это отношение составляет 9,6, а для CuR-культуры – 0,23, т.е. в 41 раз меньше.

Следовательно, механизм адаптации *D. viridis* к высоким концентрациям ионов меди связан не только с изменением скорости синтеза, но и с изменениями в системе внутриклеточного транспорта специфических белков из цитозоля в ядро.

### **Клепец О.В.**

Институт гідробіології НАН України, відділ санітарної гідробіології пр. Героїв Сталінграда, 12, м. Київ, 04210, Україна, [gidrobiolog@gmail.com](mailto:gidrobiolog@gmail.com)

### **ВОДНА ФЛОРА УРБАНІЗОВАНОЇ ДІЛЯНКИ Р. ВОРСКЛА**

З поміж лівих приток Дніпра на сьогодні мало вивченою у флористичному аспекті є Ворскла. В ході гідроботанічних досліджень середньої течії Ворскли протягом польових сезонів 2011-2012 рр. нами на основі маршрутного методу вивчалася флора урбанізованої ділянки цієї річки в адміністративних межах м. Полтави, що охоплює близько 9 км русла. Серед факторів антропогенного впливу на узбережжя й акваторію р. Ворскла у районі дослідження слід відзначити: створення підпору русла шлюзами-регуляторами, спорудження через річку мостів, штучне спрямлення і розширення русла, скидання стоків зливової каналізації, відпочинок на березі та у воді, рибна ловля, використання маломірного річкового транспорту, забудова прибережних захисних смуг. Нешвидка течія (0,3 м/с), відсутність помітних коливань рівня води протягом доби, значні площі мілководь, достатня прозорість води (110 см), а також регулярне надходження біогенних елементів виступають сприятливими факторами для заростання русла вищою водною рослинністю.

У складі вищої водної флори урбанізованої ділянки р. Ворскла виявлено 42 види рослин, що належать до 28 родів, 22 родин, 16 порядків, 3 класів, 2 відділів, серед яких абсолютну більшість складають

Magnoliophyta (41 вид, 98%), у тому числі 13 видів (31%) Magnoliopsida та 28 видів (67%) Liliopsida. Серед водного ядра флори найчисельнішою є екогрупа занурених вкорінених гідрофітів – 7 видів (*Myriophyllum spicatum* L., *M. verticillatum* L., *Potamogeton lucens* L., *P. pectinatus* L., *P. perfoliatus* L., *Caulinia minor* (All.) Coss. & Germ., *Najas major* All.), екогрупу вільноплаваючих у товщі води гідрофітів репрезентують 5 видів (*Ceratophyllum demersum* L., *Utricularia australis* R. Br., *U. minor* L., *U. vulgaris* L., *Lemna trisulca* L.), екогрупу вільноплаваючих на поверхні води гідрофітів – 4 види (*Salvinia natans* (L.) All., *Hydrocharis morsus-ranae* L., *Lemna minor* L., *Spirodela polyrrhiza* (L.) Schleid.) і екогрупу вкорінених гідрофітів із плаваючим на воді листям – 3 види (*Nuphar lutea* (L.) Smith, *Potamogeton natans* L., *P. nodosus* Poir.). Екологічні групи гелофітів низькотравних (*Butomus umbellatus* L., *Alisma plantago-aquatica* L., *Sagittaria sagittifolia* L., *Sparganium emersum* Rehman, *S. erectum* L.) та високотравних (*Glyceria maxima* (C. Hartm.) Holmberg, *Phragmites altissimus* (Benth.) Nabile., *Ph. australis* (Cav.) Trin. ex Steud., *Typha angustifolia* L., *T. latifolia* L.) представлені порівну. Решту прибережно-водних рослин складають гірогелофіти (3 види роду *Carex* L., *Iris pseudacorus* L., *Acorus calamus* L. та ін.). Отже, за еко типами цілком природно переважають гідрофіти (19 видів, 45%), дещо менше представлені гелофіти (10 видів, 24%) та гірогелофіти (13 видів, 31%). Крім вищих рослин, на дослідженій ділянці було виявлено 4 таксони макрофітних водоростей із відділу Chlorophyta: *Enteromorpha intestinalis* Link, *Hydrodictyon reticulatum* Lagerh., *Cladophora* sp. та *Oedogonium* sp. Серед згаданих видів водної флори більшість за своєю екологією тяжіє до слабо проточних евтрофних вод, схильних до заболочування.

Раніше для району дослідження не наводилося 2 таксони – *Utricularia australis* та *Phragmites altissimus*. Останній вид разом із *Acorus calamus* утворює адвентивну фракцію дослідженої водної флори. Раритетна складова нараховує 5 видів вищих рослин, із яких до Червоної книги України (2009) занесені 3 види: *Utricularia australis*, *U. minor*, *Salvinia natans* (останній вид перебуває в Додатку до Бернської конвенції); 2 види (*Utricularia vulgaris*, *U. minor*) є регіонально рідкісними у Полтавській області (Офіційні переліки, 2012); 3 види (*Nuphar lutea*, *Salvinia natans*, *Utricularia minor*) зареєстровані у Червоному списку макрофітів України (Макрофіти-індикатори, 1993).

Отримані результати можуть бути корисними для оцінки екологічного стану урбанізованої ділянки р. Ворскла, а також для обліку фіторізноманітності цілого регіону.

**Ковалёва М. А.**

Институт биологии южных морей им. А.О. Ковалевского НАН Украины,  
пр. Нахимова, 2, Севастополь, Украина, [kovalmargarita@mail.ru](mailto:kovalmargarita@mail.ru)

## **НОВЫЕ ДАННЫЕ ПО ЭКОЛОГИИ МОЛЛЮСКА – КАМНЕТОЧЦА *PETRICOLA LITHOPHAGA* (RETZIUS, 1788)**

Из всех камнеточцев, относящихся к морской фауне, самыми крупными разрушителями субстрата являются моллюски. В отдельных частях Мирового океана они распространены достаточно широко, имея при этом высокую численность. Авторы многих работ, посвящённых комплексным исследованиям бентоса, часто упоминают о чрезвычайно губительном воздействии моллюсков-камнеточцев на других животных (кораллы, раковины крупных моллюсков и др.), послуживших субстратом для их жизнедеятельности (Kotapalli, Sundaram, 1972). В Чёрном море отмечено четыре вида моллюсков-камнеточцев. Как правило, обитают они внутри горных пород, таких как известняк, мергель и т. д. В литературе по Чёрному морю какие-либо количественные данные о представителях этой группы моллюсков практически отсутствуют.

Ранее поселения *P. lithophaga* обнаружены нами почти на всех участках прибрежной зоны Крыма, дно которых выстлано известняками. Численность и биомасса моллюсков в разных районах отличались в десятки раз, максимальные значения этих показателей отмечены в Севастопольской бухте (Ковалёва, Болтачёва, Бондаренко, 2011). Поэтому моллюсков для этих исследований мы собирали только в Севастопольской бухте. Цель работы – оценить, какую часть камня занимает моллюск-камнеточец *P. lithophaga* при максимальной его плотности в субстрате.

В основу работы положены результаты исследований, выполненных в 2010 – 12 гг. в акватории Севастопольской бухты. Отобрано 18 проб с глубин – от 0,5 до 2 м. Исследуемым субстратом являлись мелкие валуны известнякового происхождения. Сборщик визуально под водой выбирал валун, предположительно заселённый камнеточцами. На суше из камня вынимали всех моллюсков и фиксировали спиртом. Исследовано 177 особей. Для выяснения вопроса, какую долю камня занимают живущие в нём моллюски, мы подсчитали объём каждого камня и каждого изъятых моллюска. Так как исследуемые камни были округлой формы, их объём приравнивали к объёму шара, имеющего такую же площадь поверхности. Для определения площади поверхности камня его плотно обворачивали

пищевой плёнкой, которую затем переносили на миллиметровую бумагу. Занимаемая плёнкой площадь являлась площадью поверхности камня. Исходя из этого формула объёма камня:  $V=4/3\pi(\sqrt{S}/4\pi)^3$ , где  $S$  – площадь поверхности камня. Объём моллюсков рассчитали путём измерения объёма жидкости, вытесненной животным.

В Севастопольской бухте обнаружена полноценная популяция с разноразмерными особями. Исследовав 50 особей, собранных одновременно, мы обнаружили, что большую часть популяции составляют животные размером от 10 до 13 мм, минимальная отмеченная нами длина – 4 мм, максимальная – 24 мм. Норки *P. lithophaga* роет неглубокие, в среднем около 18 мм. Присутствие в них моллюска можно обнаружить визуально по вытянутому наружу коротким сифонам, составляющим примерно треть от всей длины тела. В нашей выборке в среднем на каждый камень приходилось 10 особей. Сопоставив полученные нами объёмы камней и обитающих в них моллюсков, мы установили, что степень заполнения моллюсками субстрата варьировала в диапазоне от 0,01 до 1,15% камня, а в среднем составила – 0,5 +0,16%.

Численность и биомасса *P. lithophaga* в камнях Севастопольской бухты довольно высокие и в среднем составляют 160 экз./м<sup>2</sup> и 140 г/м<sup>2</sup>, соответственно (Ковалёва, Болтачёва, Бондаренко 2011). Однако объём камня, который занимают моллюски, небольшой, а значит и степень разрушения субстрата низкая по сравнению с некоторыми видами моллюсков-камнеточцев Мирового океана. По-видимому, это можно объяснить тем, что *P. lithophaga* имеет небольшую длину и роет неглубокие норки.

#### **Кожемяка А. Б.**

Институт биологии южных морей им. А. О. Ковалевского НАН Украины,  
пр. Нахимова 2, г. Севастополь 99011, Украина,  
[AndreyKozhemiaka@rambler.ru](mailto:AndreyKozhemiaka@rambler.ru)

#### **МАССОВАЯ КОНЦЕНТРАЦИЯ УГЛЕРОДА В КЛЕТКАХ ВОДОРΟΣЛЕЙ ПРИ РАЗНЫХ УСЛОВИЯХ РОСТА**

Известно, что объём клетки водорослей в морских пробах фитопланктона может быть использован для расчета массы углерода в биомассе фитопланктона. Для получения наиболее точных результатов

лучше использовать массовую концентрацию углерода ( $W_c$ ,  $\mu\text{г}/\text{мкм}^3$ ) для отдельно взятого вида. Коэффициенты зависимости массовой концентрации углерода от объема клетки, и связанной с ней через интегрирование зависимости массы углерода в клетке от её объема видоспецифичны для разных систематических групп. Недостаточно изученным является вопрос, как изменяется массовая концентрация углерода в клетке в разных условиях роста.

Целью настоящей работы было изучить вариабельность  $W_c$  в клетках водорослей в альгологически чистых культурах, выращенных при разных условиях роста.

Углерод измеряли СНН-анализом. Объемы клеток измеряли прямым микроскопированием. Диапазон варьирования интенсивности света и температуры составили соответственно  $3.5\text{--}700 \text{ мкЕЧМ}^{-2}\text{Чс}^{-1}$  и  $16\text{--}26 \text{ }^\circ\text{C}$ . Для культивирования водорослей использовалась среда F/2.

Были получены средние значения  $W_c$  и диапазоны их варьирования для пятнадцати видов водорослей четырех систематических групп.

Bacillariophyceae:  $W_c=0.21$ ,  $W_c \in [0.13\text{--}0.27]$  для *Chaetoceros curvisetus* Cleve, 1889;  $W_c=0.02$ ,  $W_c \in [0.016\text{--}0.024]$  для *Coscinodiscus granii* Gough, 1905;  $W_c=0.15$ ,  $W_c \in [0.14\text{--}0.17]$  для *Phaeodactylum tricornutum* Bohlin, 1897;  $W_c=0.12$ ,  $W_c \in [0.08\text{--}0.15]$  для *Pseudo-nitzschia delicatissima* (Cleve) Heiden, 1928;  $W_c=0.18$ ,  $W_c \in [0.14\text{--}0.24]$  для *Pseudo-nitzschia seriata* Cleve & H. Peragallo, 1900;  $W_c=0.06$ ,  $W_c \in [0.04\text{--}0.11]$  для *Skeletonema costatum* Greville & Cleve, 1873;  $W_c=0.06$ ,  $W_c \in [0.05\text{--}0.08]$  для *Thalassiosira excentrica* Ehr. Cleve, 1904;  $W_c=0.10$ ,  $W_c \in [0.08\text{--}0.13]$  для *Thalassiosira parva* Proshk.-Lavr., 1955;  $W_c=0.14$ ,  $W_c \in [0.10\text{--}0.24]$  для *Nitzschia sp3* Proshk.-Lavr.

Dinophyceae:  $W_c=0.23$ ,  $W_c \in [0.17\text{--}0.27]$  для *Glenodinium foliaceum* F.Stein 1883;  $W_c=0.15$ ,  $W_c \in [0.09\text{--}0.18]$  для *Gyrodinium fissum* (Levander, 1894) Kofoid & Swezy, 1921;  $W_c=0.16$ ,  $W_c \in [0.11\text{--}0.20]$  для *Prorocentrum cordatum* (Ostenfeld, 1901) Dodge, 1975;  $W_c=0.25$ ,  $W_c \in [0.17\text{--}0.29]$  для *Prorocentrum micans* Ehrenberg, 1833.

Haptophyceae:  $W_c=0.21$ ,  $W_c \in [0.12\text{--}0.28]$  для *Emiliania huxleyi* (Lohmann) Hay & Mohler.

Chlorophyceae:  $W_c=0.09$ ,  $W_c \in [0.08\text{--}0.11]$  для *Dunaliella maritima* Massjuk, 1973.

Выводы. Так как массовая концентрация углерода в клетке исследованных видов водорослей варьирующая величина в разных условиях роста, в расчетах массы углерода в биомассе фитопланктона морских проб предлагается использовать средние их значения. Для видов систематических групп Bacillariophyceae и Dinophyceae массовая

концентрация углерода в клетке может изменяться в два раза в разных условиях роста.

**Королесова Д. Д.**

Черноморский биосферный заповедник НАНУ, ул. Лермонтова, 1, г. Голая Пристань, 75600, Украина, *chernyakova.darya@gmail.com*

## **ПРОСТРАНСТВЕННОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ БИОМАССЫ МАКРОЗООБЕНТОСА В ТЕНДРОВСКОМ ЗАЛИВЕ. ЗАКОНОМЕРНОСТИ И ПРИЧИНЫ ИЗМЕНЕНИЙ**

Перераспределение биомассы зообентоса и изменение локализации центров повышенной продуктивности позволяет судить об особенностях и изменении локальных трофо-эдафических условий.

В 2010 году в рамках программы заповедника по мониторингу природных комплексов, нами были отобраны пробы макрозообентоса в мелководной части Тендровского залива по сетке станций, разработанной в середине 90-х годов (Черняков, 1995). Значительных изменений в общих запасах макрозообентоса нами не выявлено.

Предыдущими исследованиями для этих акваторий показано, что детали распределения количественных показателей макрозообентоса и форма центров биомассы значительно варьируют от одного года к другому. Принципиальная же схема распределения биомассы зообентоса и приуроченность центров с определённым уровнем развития бентоса к гидрологическим разностям остаётся неизменной.

Основные центры повышенной продуктивности, как и в середине 90-х, приурочены к жёлобу (Черняков, 1995). Отмечен ряд изменений в пространственном распределении биомассы макрозообентоса, так в центральной части акватории между островами Бабин и Смаленый нами обнаружен центр с максимально высокими значениями биомассы, приуроченный к залеганию сильно заиленных ракушечников и песков. Основная роль в формировании этого центра принадлежит *Politiitapes aurea* и полихетам рода *Pectinaria*.

Два других центра биомассы: восточный (к востоку от острова Бабин) и западный (западнее острова Смаленый) в целом сохранили свои очертания. Первый приурочен к заиленным пескам и собственно илам, основной вклад в формирование биомассы вносят пелофилы-сестонофаги: *Politiitapes aurea*, *Cerastoderma sp.* Второй сформирован на более плотных грунтах, где основными формами выступают пело-, псамо- и фитофильные фильтраторы: *Mytilaster linneatus*, *Loripes lucinalis*, *Cerastoderma sp.*

Описанное частичное перераспределение биомассы макрозообентоса говорит о локальных изменениях трофо-эдафических условий между островами Бабин и Смаленый. Здесь сформировались условия для обитания крупных сестонофагов.

Таблица 1.

Количественные показатели макрозообентоса восточной части Тендровского залива (1991-1994 по данным Черныкова Д. А., 2010 собственные данные)

| Значение       | 1991 |       | 1992 |       | 1993 |       | 1994 |       | 2010 |       |
|----------------|------|-------|------|-------|------|-------|------|-------|------|-------|
|                | 1*   | 2**   | 1    | 2     | 1    | 2     | 1    | 2     | 1    | 2     |
| Max            | 685  | 19080 | 485  | 20720 | 633  | 41080 | 1037 | 74440 | 1015 | 10400 |
| Min            | 2    | 520   | 3    | 600   | 1    | 80    | 5    | 360   | 4    | 80    |
| Mid            | 71   | 4945  | 104  | 7086  | 117  | 7402  | 173  | 9905  | 150  | 2680  |
| Запасы, тыс. т | 29   |       | 41   |       | 48   |       | 52   |       | 34   |       |

\*1 — биомасса, г/м<sup>2</sup>; \*\*2 — плотность, экз/м<sup>2</sup>

**Кошелев А. В.**

Одесский филиал Института биологии южных морей им. А.О. Ковалевского НАН Украины, ул. Пушкинская 37, г. Одесса, 65011 Украина, *Koshelev2006@ukr.net*

### **ОСОБЕННОСТИ ФЕНОТИПИЧЕСКИХ АДАПТАЦИЙ ЭВРИГАЛИННЫХ БЕСПОЗВОНОЧНЫХ ВРЕМЕННЫХ ВОДОЕМОВ К СОЛЕННОСТИ.**

Установление приспособительных механизмов к действию экологических факторов и сопряженных с ними фенотипических адаптаций гидробионтов является важным условием в раскрытии взаимоотношений организм-среда (Хлебович, 2012).

Возможности беспозвоночных населять гипергалинные водоемы реализуются через комплекс специализированных адаптаций и приспособлений к широкому градиенту солености (Шадрин, 2012).

В качестве объектов исследования использовали лабораторные



культуры эвригалинных беспозвоночных, выделенных из солоноватых и соленых временных водоемов Азово-Черноморского региона: *Brachionus plicatilis* O. F. Müller (Rotatoria), *Arctodiaptomus salinus* Daday (Calanoida), *Cletocamptus retrogressus* Schmankewitch (Harpacticoida); *Eucypris inflata* Sars, (Ostracoda).

Провели сравнительные исследования по определению границ галопреферендума тест-объектов, выделенных из разных водоемов, и в ряду последовательных акклимаций к солености. Тестировали действие солености по показателям: солевого анабиоза, осмотической дегидратации латентных яиц, границам репродукции.

Реакция солевого анабиоза может выступать характеристикой галопреферендума, при этом, чем быстрее тест-организм достигает состояния солевого анабиоза и чем он продолжительнее, тем на значительном удалении от экологического оптимума расположены тестовые солености и тем эвригалинее вид. Применяя критерий солевого анабиоза в исследованиях соленостной толерантности популяций конкретного вида, можно выявлять популяции, отличающиеся по степени фенотипической адаптации к солености.

Значения солености, при которых наблюдалось осмотическое обезвоживание латентных яиц тест-объектов различаются по степени изначальной межпопуляционной эвригалинности. Исследование устойчивости покоящихся стадий к солености показало, что в пределах толерантного полигона, характерного для вида в целом, имеются более узкие диапазоны солености, зависящие от акклимации материнских особей. Способность к выклеву молоди из латентных яиц определяется верхними пороговыми значениями солености, приводящими к осмотическому обезвоживанию. Латентные яйца популяций галофильных беспозвоночных с расширенным экологическим спектром к солености либо акклимированных к повышенной солености, обладают высоким расселительным потенциалом для колонизации водоемов, в широком градиенте солености. Повышенная соленость и вызванная ею осмотическая дегидратация латентных яиц выступает в роли экологического барьера, определяя границы расселительного потенциала.

В ходе экспериментальных исследований отмечено сужение экологической валентности *M. mongolica* в результате долговременной акклимации к стеногалинным условиям. В случае если вид перестал существовать в области экологических факторов исходного ареала, часть экологического спектра организмом не используется и утрачивает свое значение в новых условиях. При этом диапазон исходной экологической

валентности рудиментується, в зв'язи з тем, що не реалізовується в фенотипі, в цьому випадку прийнято говорити про фазу скорочення екологічного спектра (Паулі, 1957). Так *M. mongolica* з форми широко евригалінної трансформувалась в форму стеногалінну з укороченим спектром к солоності, розташованого за межами вихідного оптимального діапазону, характерного для виду в цілому.

**Крутікова О. О., Антоновський О. Г.**

Таврійський державний агротехнологічний університет,  
пр. Б. Хмельницького, 18, г. Мелітополь, Україна, *marea@ukr.net*

### **ДИНАМІКА КІЛЬКІСНИХ ХАРАКТЕРИСТИК МАКРОЗООБЕНТОСУ СХІДНОГО СИВАШУ В ГРАДІЄНТІ ЕКОЛОГІЧНИХ УМОВ**

Особливими ресурсами економічного, культурного, наукового і рекреаційного значення України є мережа водно-болотних угідь (ВБУ), яким належить важлива роль в підтриманні біологічного різноманіття. Одним з ВБУ, унікальним не тільки для Азово-Чорноморського регіону, а й для всієї Європи, є Східний Сиваш – мілководна, солоня заатока, з порізаною береговою лінією, численними косами, півостровами та островами та великою кількістю засолених понижень (Водно-болотні угіддя України, 2006). Сприятливі екологічні умови обумовили високу продуктивність екосистеми Сивашу і цінність для птахів наявних тут кормових біотопів. Через надходження дренажних вод рисових чеків, введених в експлуатацію в 1960-х рр., акваторія Східного Сивашу, особливо його південні плеса, зазнали значного опріснення, що істотно вплинуло на його біорізноманіття. Серед екологічних груп організмів, що одними з перших реагують на абіотичні зміни середовища, є макрозообентос, динаміка щільності і біомаси якого є ключовою характеристикою в розумінні загальної тенденції змін у водоймі.

Оснoву матеріалу дослідження склали 85 проб макрозообентосу, відібраних за стандартними гідробіологічними методиками (Методи гідроекологічних досліджень поверхневих вод, 2006) на станціях Східного Сивашу упродовж 2004 р., 2010-2012 рр. Для визначення видової належності використовувались визначники (Анистратенко, 1994, 2001; Определитель фауны Черного и Азовского морей, 1969, 1972, та ін.).

Режим мінералізації є одним з визначальних екологічних чинників для існування донних гідробіонтів, ми дослідили динаміку цього показника протягом всього періоду дослідження. Найнижчі значення мінералізації в акваторії Східного Сивашу спостерігались у 2004 р. Середня солоність в цей рік становила 17 ‰. У 2010 р. даний показник був дещо вищим та дорівнював 17,8 ‰. Ступінь мінералізації води у 2011 р. та 2012 р. знаходився майже на одному рівні і склав 20,7 ‰ та 20,3 ‰ відповідно.

У 2004 р. щільність макрозообентосу була на рівні 3907 екз./м<sup>2</sup>. У 2010 р. її значення знизилась до 1114 екз./м<sup>2</sup>. Протягом 2011-2012 рр. щільність макрозообентосу Східного Сивашу істотно збільшилась. У 2011 р. вона в середньому складала 3432,7 екз./м<sup>2</sup>, а у 2012 р. – 4307 екз./м<sup>2</sup>.

Біомаса бентонтів Східного Сивашу мала високі значення. У 2004 р. середня біомаса дорівнювала 138,95 г/м<sup>2</sup>, в 2010 р. – 128,06 г/м<sup>2</sup>. Протягом 2011-2012 рр. її значення збільшилися порівняно з попередніми роками. У 2011 р. середньорічна біомаса була на рівні 335,48 г/м<sup>2</sup>, а в 2012 р. вона досягла 1298,74 г/м<sup>2</sup>.

Найбільше значення для формування щільності макрозообентосу мали молюски *Hydrobia acuta* (Draparnaud, 1805), *H. macei* (Paladilhe, 1867), *H. euryomphala* (Bourguignat, 1876), *Pseudopaludinella cygnea* (Anistratenko, 1992), *Abra ovata* (Philippi, 1836), *Mytilaster lineatus* (Gmelin in Linnaeus, 1791), *Cerastoderma glaucum* (Poiret, 1789), а біомаси – молюски класу Bivalvia (*Parvicardium exiguum* (Gmelin, 1791), *C. glaucum*, *M. lineatus*), представники класу Polychaeta – *Nereis zonata* (Malmgren, 1867) та *Neanthes succinea* (Frey et Leuckart, 1847), а також різноногий рак *Gammarus aequicauda* (Martynov, 1931).

Таким чином, в останні роки прослідковується тенденція до збільшення щільності і біомаси макрозообентосу Східного Сивашу, що є передумовою формування його значних запасів.

**Кузнцова Ю.О.**

Херсонський державний аграрний університет, вул. Рози Люксембург, 23, м. Херсон, 73006, Україна, [oleg-second@yandex.ua](mailto:oleg-second@yandex.ua)

## **ВПЛИВ БАЛАСТНИХ ВОД НА СВІТОВИЙ ОКЕАН**

Актуальність проблеми використання баластних вод на сьогоднішній день набуває важливого значення. Масштаби даного питання

досягли глобальної стурбованості та необхідності створення міжнародної документації.

Баластні води - забортна вода, прийнята для баластування судна. Баластні води забезпечують безпечне судноходство, регулюючи посадку судна, при відсутності вантажу, але деякі види суден потребують постійної їх наявності.

Світовий океан дуже багатий на біорізноманіття. Велика кількість флори і фауни населяють водну товщу. Деякі види організмів притаманні різним широтам, а деякі можуть існувати лише в певних районах, що обумовлено біотичними та абіотичними факторами.

Баластні води, потрапляючи в баластні танки, надходять разом із організмами, які характерні місцевості забору води, тобто району розвантаження судна.

Термін за який забортні організми можуть бути знищені, в процесі переходу судна з одного порту в інший, становить 100 діб, оскільки організми не витримують довготривалої відсутності світла і високого вмісту заліза в воді. Але більшість суден не має можливості зберігати баласт на борту протягом більше ніж трьох місяців (Сагайдак А.І., 2001).

Судно, приходячи в район завантаження вантажем, скидає баластні води, які разом із чужорідними організмами надходять у водне середовище.

Одні види організмів пристосовуються до нового середовища, не наносячи шкоди корінним мешканцям, інші види помирають, а деякі виявляються хижаками і винищують місцеву біоту, тим самим порушуючи природний баланс морської екосистеми.

Чужорідні мешканці можуть нанести збитки риболовству, місцевим коралам, аквакультурним фермам та іншим сферам діяльності, і навіть стати причиною виникнення інфекцій.

Найбільш постраждалим від вторгнення чужорідної біоти є Сан – Франциський залив. В його водах було виявлено більше 220 видів організмів чужорідного походження, котрі складають 90% біомаси залива (Маркова М., 2006).

Міжнародне значення проблеми сприяло виникненню документації на рівні ООН та ІМО, в яких прописані методи обробки баластних вод і дії екіпажу суден, які спрямовані на раціональне використання баласту.

Для допомоги організації країнам, які розвиваються у вирішенні питань, пов'язаних з водяним баластом, була створена спеціальна

Всесвітня програма по обробці баластних вод. Саме з метою вирішення цих питань у всьому світі організовано шість центрів по вирішенню даної проблеми: Далянь (Китай) – Східна Азія; Мумбаї (Індія) - Південна Азія; Острів Харг (Іран) – Близький Схід; Кейптаун (Південна Африка) – Африка; Одеса (Україна) – Східна Європа; Сепітіба (Бразилія) – Південна Америка (Сагайдак А.І., 2003).

Дана проблема являється біологічною, але для її вирішення необхідні інженерні та правові рішення, а також екологічна освіченість екіпажу суден і представників організацій, які контролюють використання баласту.

**Куликова А.Д.**

Институт биологии южных морей им. А.О.Ковалевского НАН Украины,  
пр. Нахимова, 2, г. Севастополь, 99011, Украина, [qulikova@gmail.com](mailto:qulikova@gmail.com)

### **ОСОБЕННОСТЬ ГЕНЕТИЧЕСКОГО ПОЛИМОРФИЗМА ЦВЕТОВЫХ ГРУПП *MYTILUS GALLOPROVINCIALIS* LAM. В ЧЁРНОМ МОРЕ**

За разнообразием популяционной структуры биологического вида обычно стоит неоднородность населяемых им биотопов. Двустворчатый моллюск *Mytilus galloprovincialis* Lam. является массовым и формирует поселения на различных субстратах. Изучение генетической структуры его популяции в черноморском регионе сохраняет актуальность на протяжении многих лет. Ранее исследования проводили на уровне морфологического разнообразия и белкового полиморфизма. В настоящее время, для изучения популяционной структуры гидробионтов, широко применяются методы молекулярной биологии. Такие исследования для черноморских группировок *M. galloprovincialis* не проводились.

Объектом исследования послужили половозрелые моллюски, имеющие различную окраску створок раковин, предварительно разделенные методом цифровой обработки фотографий на четыре цветовые группы: черную, переходную, темно- и светло-коричневую.

Генетическую структуру популяции изучали при помощи метода RAPD-PCR анализа. Выделение ДНК проводили по стандартной методике. Амплификацию осуществляли в присутствии пяти деконуклеотидных праймеров (olig 10, olig 17, olig 31, olig 42, olig 43), при следующих условиях: денатурация при температуре 93°C, элонгация - 72°C, отжиг -

28-32°C в зависимости от использованного праймера. Продукты амплификации разгоняли методом горизонтального электрофореза в агарозном геле, окрашивали бромистым этидием и фотографировали в ультрафиолетовом свете. Полученные снимки обрабатывали в специализированной программе TotalLab TL120.

У изученных моллюсков было обнаружено 99 локусов длиной от 116 до 1500 п.н. На основе полученных электрофореграмм составили бинарную матрицу, отображающую наличие/отсутствие каждого из RAPD-фрагментов и рассчитали основные генетические показатели: I – коэффициент информационной насыщенности, P(95) – доля полиморфных локусов, H\*, H – средняя и средне-взвешенная гетерозиготность, D – генетическое расстояние.

Используя результаты расчетов, были построены дендрограммы по методу средней группы, с использованием программы Statgraphics plus, которые демонстрировали степень подобия особей внутри одной группы.

Обнаружено, что моллюски черного цвета обладали высоким внутригрупповым сходством. Об этом свидетельствовали большая доля полиморфных локусов, низкий уровень генного разнообразия, большое генетическое расстояние. Наиболее разнородной на генетическом уровне оказалась группа моллюсков темно-коричневой и переходной окраски.

Отдельный интерес представляли результаты амплификации с использованием праймера olig 42 (GGGATATCGC). В его присутствии были наработаны 25 RAPD-фрагментов, которые встречались у большинства светло-коричневых моллюсков, и практически отсутствовали в других цветовых группах. Это позволило предположить значительную генетическую обособленность данного фенотипа

Таблица.

Основные показатели генетического полиморфизма для *M. galloprovincialis* Lam.

| Группы         | N  | Np | I    | P(95) | H*   | H    | D    |
|----------------|----|----|------|-------|------|------|------|
| Черные         | 72 | 71 | 4,26 | 0,71  | 0,19 | 0,21 | 0,73 |
| Переходные     | 75 | 74 | 4,28 | 0,75  | 0,3  | 0,32 | 0,7  |
| Темно-коричн.  | 83 | 83 | 3,99 | 0,83  | 0,35 | 0,37 | 0,71 |
| Светло-коричн. | 84 | 79 | 4,52 | 0,79  | 0,34 | 0,36 | 0,69 |

Культенко Э.А., Ерофеев В.А, Сулавко Д.Ю.

Севастопольский национальный университет ядерной энергии и промышленности, ул. Курчатова 7, Севастополь, 99033, Украина, [ecorad@sinp.com.ua](mailto:ecorad@sinp.com.ua)

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СОРБЕНТА «ФОЛИОКС-КГО» КАК ФИЛЬТРУЮЩЕГО МАТЕРИАЛА ДЛЯ ОЧИСТКИ ПРОМЫШЛЕННЫХ СТОКОВ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СРЕД ОТ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ**

Морские воды Чёрного моря, особенно в прибрежных, наиболее чувствительных зонах, подвержены значительной антропогенной нагрузке. Основными источниками антропогенного загрязнения Чёрного моря в пределах Украины является сток основных европейских рек - Днепра, Дуная, Днестра и Южного Буга, который вносит в морские воды более 296 кубических километров загрязнённых речных вод. Наибольший урон морским сообществам наносят соединения азота и фосфора, поступающие с бытовыми и промышленными стоками, а также ливневыми водами, которые смывают с полей удобрения, с пастбищ и животноводческих ферм — экскременты животных. Большая часть таких веществ поступает из рек. В последнее время возросли объемы поступающего фосфора, так как его соединения содержатся в моющих средствах, что значительно ухудшило экологическую обстановку в акватории Чёрного моря. В районах виноградарства при обработке плантаций препаратами меди с дождевыми водами может поступать избыток токсичных ионов меди. С промышленных предприятий с речными стоками попадают в море кадмий, хром никель и особенно свинец, источником которого являются выхлопные газы автомобильного транспорта (Данилов-Данилян, 2001). Поступление основных загрязнителей водных объектов увеличивается из-за несовершенства систем очистки и низкой эффективности существующих технологий. Кроме того, существующие системы очистки требуют модернизацию, так как не гарантируют качественную очистку промышленных стоков от токсических ингредиентов до уровня ПДК (Кораблева,1998). Эту проблему достаточно эффективно можно решить при использовании селективных и достаточно универсальных фильтрующих материалов, эффективных и доступных по цене. В связи с этим большой интерес представляют сорбенты на основе гидролизного лигнина, который является отходом химической переработки

растительного сырья. Ежегодно на территории Украины и Белоруссии образуется огромное количество отходов переработки растительного сырья объемами до 10 млн. тонн. Отходы переработки растительного сырья – лигнины, являются ценнейшим и доступным сырьем для получения эффективных сорбционных материалов. Установлено, что сорбенты на основе лигнина обладают высокой сорбционной способностью, поэтому могут эффективно использоваться для очистки различных сред и стоков от радионуклидов, тяжелых металлов, фосфатов, сульфатов, хлоридов, нефтепродуктов и т.д. Эффективность лигниновых сорбентов марки «Фолиокс» испытана на базе химических лабораторий СНУЯЭиП, а так же на штатных установках спецводоочистки атомных электростанций (Патент 93824 Украины № 2010 04 28, 2010). Оценка эффективности вновь разработанных модификаций сорбента «Фолиокс КГО» была исследована на модельных растворах в статических и динамических условиях по известным методикам. Рабочие растворы готовили по каждому ингредиенту с концентрациями, превышающими 2÷5-ти кратное ПДК:  $C_{PO_4^{3-}} = 10,05 \text{ мг/дм}^3$  ПДК $_{PO_4^{3-}} = 3,5 \text{ мг/дм}^3$ ;  $C_{Cl^-} = 265,5 \text{ мг/дм}^3$  ПДК $_{Cl^-} = 100 \text{ мг/дм}^3$ ;  $C_{SO_4^{2-}} = 229,5 \text{ мг/дм}^3$  ПДК $_{SO_4^{2-}} = 100 \text{ мг/дм}^3$ ;  $C_{NH_4^+} = 9,46 \text{ мг/дм}^3$  ПДК $_{NH_4^+} = 2,0 \text{ мг/дм}^3$ ;  $C_{Ni^{2+}} = 0,8 \text{ мг/дм}^3$  ПДК $_{Ni^{2+}} = 0,1 \text{ мг/дм}^3$ ;  $C_{Cu^{2+}} = 0,5 \text{ мг/дм}^3$  ПДК $_{Cu^{2+}} = 0,1 \text{ мг/дм}^3$ ; Объем очищаемого модельного раствора –  $500 \text{ см}^3$ ; масса сорбента  $m = 7,5 \pm 0,05$  грамм. В результате исследований достигнуто в статических условиях,  $\text{мг/дм}^3$ :  $C_{Cl^-} = 17,7$ ;  $C_{SO_4^{2-}} = 95$ ;  $C_{PO_4^{3-}} < 3,0$ ;  $C_{NH_4^+} < 2,0$ ,  $C_{Ni^{2+}} = 0,05 \text{ мг/дм}^3$ ,  $C_{Cu^{2+}} = 0,2 \text{ мг/дм}^3$  (Культенко, Ерофеев, 2012). Анализируя полученные результаты исследований, необходимо отметить перспективу использования сорбента «Фолиокс» для чистки промышленных и бытовых стоков от загрязняющих веществ. Кроме того, исследования показали необходимость продолжения работ по разработке универсальных лигниновых сорбентов эффективных как по катионным, так и по анионным составляющим вредных примесей, для использования их в системах постоянной очистки.



**Лагутік О. П.**

ДВНЗ: Херсонський державний аграрний університет, вул. Рози Люксембург, 23, м. Херсон, 73006, Україна, *office@ksau.kherson.ua*

## **ЕКОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ЗИМІВЛІ ЦЬОГОЛІТОК КОРОПОВИХ РИБ В УМОВАХ ДЖЕРЕЛЬНОГО ВОДОПОСТАЧАННЯ**

В аридних регіонах спостерігається постійний дефіцит прісної води для забезпечення потреб рибогосподарської галузі, що спонукає спеціалізовані підприємства використовувати альтернативні джерела водопостачання. Останнє в ряді випадків не гарантує отримання позитивних результатів, особливо на таких складових етапах технології виробництва рибосадкового матеріалу, як зимівля. В цьому разі джерелом водопостачання стають артезіанські свердловини, вода яка в переважній більшості не відповідає оптимальним критеріям необхідним для отримання позитивних результатів під час зимівлі. В першу чергу це обумовлюється тим, що вода таких джерел, за фактом, має суттєво вищу за рекомендовану нормативами температуру та становить переважно 13 – 14 °C. У ряді випадків за таких умов термін перебування риби у зимувальних ставах збільшується, що призводить до підвищеної рухливості річняків, їх виснаження та, як наслідок викликає підвищені втрати в процесі зимівлі.

За умов відсутності води для заповнення ставів виникає необхідність понадстрокового утримання річняків коропових риб в зимувальних ставах, які за підвищених температур регіону взимку фактично не втрачають рухливості та здатності до споживання їжі, що призводить до значного їх виснаження. Найбільш активно за високих температур води, які фактично досягають літніх параметрів, в зимувальних ставах, спостерігається пошук їжі. Активний рух в умовах дефіциту природної їжі на фоні високих щільностей посадки при відсутності підгодовлі призводять до значних витрат енергії на процеси життєдіяльності, що є вирішальним фактором життєстійкості річняків навесні, коли спостерігається підвищення температури води у складі зимуючих цьоголітків представлений традиційний комплекс ставових риб – короп, білий товстолобик, строкатий товстолобик, які споживають різні корми. При цьому пойкилотермія особин в одиниці об'єму води виключає нормальне живлення. Така ситуація обумовлює підвищений відхід в процесі зимівлі. Дещо менш відчутними ці процеси є для білого,

строкатого товстолобиків та їх гібридів. Вони за спектром живлення є сейстонофагами, а незначний розвиток планктону наприкінці зимового утримання задовольняє в певному ступені їх харчові потреби. В той же час розвиток бентосу та вищої водної рослинності, споживачами яких є короп та білий амур, внаслідок значних глибин зимувальних ставів є мінімальним, що і викликає їх голодування та значну смертність під час понадстрокової зимівлі.

Таким чином окреслене коло питань та явний негативізм, пов'язаний з головними моментами пошуків шляхів їх вирішення, викликає нагальну потребу адаптації загальноприйнятих технологічних схем виробництва до об'єктивно існуючих умов.

**Лелеков А. С.**

Институт биологии южных морей им. А. О. Ковалевского НАН Украины,  
пр. Нахимова, 2, Севастополь, 99011, Украина, [a.lelekov@yandex.ru](mailto:a.lelekov@yandex.ru)

### **ПРОДУКЦИОННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ КУЛЬТУРЫ *PHAEODACTYLUM TRICORNUTUM* ТЕОД. НА МОДИФИЦИРОВАННОЙ ПИТАТЕЛЬНОЙ СРЕДЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИСКУССТВЕННОЙ МОРСКОЙ ВОДЫ**

Среди морских микроводорослей *Phaeodactylum tricorutum* является наиболее изученным и культивируемым в промышленных масштабах видом. С точки зрения биотехнологии биомасса феодактилума ценна как источник жирных кислот, используемых в медицинских целях. Известно, что при производстве биомассы микроводорослей в промышленных условиях существенную долю её себестоимости составляют расходы, связанные с приготовлением питательных сред. В некоторых случаях себестоимость биомассы удастся снизить за счёт использования в качестве питательных сред обогащенной биогенными элементами морской воды, либо прошедших биологическую очистку сточных вод. Однако культивирование феодактилума на питательной среде, основанной на морской воде, становится крайне не выгодным вдали от береговой линии. Следовательно, возникает проблема оптимизации роста *Ph. tricorutum* в плотной культуре с использованием питательной среды на основе искусственной морской воды.

Целью данной работы являлось сравнение продуктивности культуры *Ph. tricorutum* при её выращивании в накопительном режиме на

стандартной питательной среде и питательной среде, приготовленной на основе искусственной морской воды.

Культивирование осуществляли в унифицированной лабораторной установке (Тренкеншу, Боровков, Лелеков, 2010). В контрольном варианте выращивание происходило на среде Тренкеншу (Тренкеншу, 1979), приготовленной на стерилизованной морской воде, в опытном варианте была приготовлена искусственная морская вода: в водопроводной воде растворяли 18 г морской соли на литр и все биогенные элементы по прописи среды. Также в обоих вариантах вносили 60 мг/л силиката натрия. В эксперименте проводили измерение температуры, pH, пропускания, плотности культуры объёмно-весовым методом. Оптическую плотность рассчитывали по величине пропускания, определяемую на КФК-2 при длине волны 750 нм. При пересчёте единиц оптической плотности к абсолютно сухому весу использовали определённый в предварительных экспериментах коэффициент 0,71.

На начальном этапе культивирования продукционные характеристики феодактилиума в опытном и контрольном вариантах были идентичны: в обоих случаях скорость роста культуры составляла около 0,3 г АСВ/(л\*сут). Свыше плотности 1,5 г АСВ/л скорость роста *Ph. tricorutum* в опытном варианте резко снизилась, в то время как в контрольном варианте плотность культуры продолжала увеличиваться, достигнув значения 3,86 г АСВ/л на 17 сутки. Таким образом, в контрольном варианте биомасса за 11 дней возросла на 2,5 г АСВ/л, в то время как в опытном варианте прирост плотности культуры составил около 0,7 г АСВ/л, что в 3,5 раза меньше по сравнению с контрольным.

Опираясь на проведённые предварительные эксперименты по оптимизации роста *Ph. tricorutum* в унифицированной лабораторной установке, можно сделать вывод, что скорость роста феодактилиума в опытном культиваторе не была ограничена ни углеродным, ни световым потоком. Следовательно, рост феодактилиума на среде, приготовленной с использованием искусственной морской воды, лимитирован одним из компонентов питательной среды. И в опытном, и в контрольном вариантах концентрации основных макро- (азот, фосфор, железо) и микроэлементов (кобальт, хром, молибден, марганец) были одинаковы. Вероятно, продуктивность определяется содержанием одного из микроэлементов, который содержится в достаточном количестве в морской воде, а в используемой морской соли его концентрация была недостаточна для реализации максимальных скоростей роста.

Таким образом, экспериментально показана принципиальная возможность культивирования *Ph. tricornutum* на питательной среде, на основе искусственной морской воды, с продукционными характеристиками идентичными для стандартной среды до плотности культуры 1,5 г/л.

**Литвинюк Д. А., Муханов В. С.**

Институт биологии южных морей им. А. О. Ковалевского НАН Украины, пр. Нахимова, 2, Севастополь, 99011, Украина, *d.lytvyniuk@gmail.com*

### **СООТНОШЕНИЕ ЖИВОЙ И МЁРТВОЙ КОМПОНЕНТ СООБЩЕСТВА ЗООПЛАНКТОНА В ВОДАХ С РАЗНЫМ УРОВНЕМ АНТРОПОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ**

Пул мёртвых организмов формируется в результате их естественной смертности вследствие достаточно широкого круга причин (возраст, качество и количество пищи, инфекции, воздействие токсикантов и др.) (убовская, 2009). Статья «расхода» пула формируется за счет изъятия мертвых организмов из столба воды в результате процессов седиментации [Rigler, 1974, Gries, 1999], а также вследствие процессов разложения и разрушения мертвых организмов [Elliott, 2011, Tang, 2009, 2012]. В свою очередь, скорость разложения мертвого зоопланктона определяется интенсивностью микробной активности в пелагиали, которая зависит, в первую очередь, от численности гетеротрофного бактериопланктона и температурных условий.

Анализ средних величин доли живых организмов (ДЖО) в зоопланктонном сообществе Севастопольской бухты (ст. 3 – «Сухарная балка») и побережья (ст. 1. – «2 мили»), полученных в 2010-2011 гг. новым запатентованным методом окраски диацетатом флуоресцеина, показал, что в более эвтрофированных и загрязнённых водах бухты этот показатель был достоверно выше. Этот результат находится в противоречии с наблюдениями других авторов (Павлова, 2009, 2011), отмечающих увеличение ДЖО в водах, подверженных антропогенному загрязнению.

Отсутствие данных о скоростях седиментации взвеси в Севастопольской бухте и открытых водах за её пределами не позволило провести сравнительный анализ этого фактора на обеих станциях. Можно лишь предположить, что в открытых водах в условиях более интенсивного турбулентного перемешивания скорость седиментации детрита была ниже,

чем в бухте. Следствием этого могли бы быть более высокие ДЖО в водах бухты, однако подобные предположения требуют экспериментальной проверки.

Среднегодовые численности бактериопланктона были значительно (в 2,5 раза) выше в бухте (достоверное отличие от величин в открытых водах –  $p < 0,05$ ,  $t$ -тест). Хотя среднегодовые температуры воды на ст. 1 и 3 отличались незначительно, столь выраженные отличия в бактериальной численности могли служить одним из объяснений высоких значений ДЖО в водах бухты. Действительно, при одной и той же удельной скорости естественной смертности организмов и прочих равных условиях (скоростях воспроизводства, выедания, седиментации) доля мертвых организмов будет тем ниже (а ДЖО – тем выше), чем выше скорость бактериального разложения мертвых организмов. Чтобы проверить гипотезу о влиянии бактерий на количество мёртвых организмов в пробах зоопланктона, провели эксперимент, в котором сравнивали скорости разложения погибших копепод (из одной и той же культуры *C. aquaedulcis*) в морской воде, отобранной на ст. 1 и 3. В пробах с каждой станции определяли начальные численности бактерий. Эксперимент проводили с организмами, умерщвлёнными тепловым шоком при температуре 80 – 85 °С в течение 10 мин. Для последующего анализа признаков разложения в каждой из повторностей фотографировали мёртвых особей разных стадий развития (науплии, копеподиты, половозрелые особи). Затем сконцентрированных на фильтре (100 мкм) сухим остатком *C. aquaedulcis* перемещали в морскую воду со станций 1, 3 и помещали на экспозицию *in situ* в Артиллерийскую бухту на глубину около 2 м. Пробы экспонировали в течение 4 суток, по истечению которых из каждой отбирали и фотографировали более 130 трупов.

Степень разрушения особей анализировали по их фотоизображениям, визуально оценивая цвет, прозрачность, состояние тканей, внешних покровов, целостность организмов и др. признаки. Каждой исследуемой особи (кроме науплиальных стадий) присваивали степень разложения по убыванию от I до V: где I – полностью сохранившийся труп, II – частично присутствуют признаки постмортального распада, в тканях и мышечных волокнах наблюдаются просветы и пустоты, III – заметны незначительные разрушения, IV – особи с сохранением внутренних органов и тканей менее чем на 50%, возможна деформация цефалоторакса, V – абсолютно пустой и прозрачный карапакс или его остатки.

Начальные численности бактерий в пробах отличались в 3 раза и составляли, соответственно, 0,4 (ст. 1) и  $1,3 \cdot 10^6$  кл. мл<sup>-1</sup> (ст. 3). К 4-м суткам экспозиции проб *in situ* произошло полное разложение (до последней стадии V), соответственно, 19,3% (ст. 1) и 43,4% (ст. 3) трупов копепод. Рассчитанные по этим данным удельные скорости разложения мертвого зоопланктона составили, соответственно, 0,05 (ст. 1) и 0,14 сут<sup>-1</sup> (ст. 3), т.е. соотносились 1:3, как и бактериальные численности.

Наличие прямой связи между скоростью разложения мертвого зоопланктона и бактериальной численностью в эксперименте свидетельствовало о том, что обилие и активность бактерий могут служить одним из ключевых факторов, контролирующих размеры пула мертвых организмов *in situ*, и, по крайней мере, отчасти обуславливают повышенные среднегодовые значения ДЖО зоопланктона в бухте.

**Ляврін Б. З. , Хоменчук В. О., Курант В. З.**

Тернопільський національний педагогічний університет імені Володимира Гнатюка, вул. М. Кривоноса, 2, м. Тернопіль, 46027, Україна  
*bohdan.lyavrin@gmail.com*

## **ВМІСТ ГІДРОПЕРОКСИДІВ ЛІПІДІВ В КЛІТИНАХ ПЕЧІНКИ ДЕЯКИХ ВИДІВ РИБ МАЛИХ РІЧОК ЗАХІДНОГО ПОДІЛЛЯ**

Вплив поллютантів на організм риб проявляється в різноманітності адаптаційних реакцій. В нормі у тварин існує рівновага прооксидантних і антиоксидантних процесів. Внаслідок цього перекисне окиснення протікає на певному стаціонарному рівні. Активація перекисного окиснення ліпідів (ПОЛ) може розглядатися як компонент неспецифічної реакції організму на екстремальні впливи (Барабой, 1991). В риб збільшення інтенсивності ПОЛ можуть викликати забруднювачі різного генезису. Це можуть бути йони металів, нафта, пестициди, органічні отрути. Виходячи із сказаного метою даної роботи було визначення інтенсивності накопичення продуктів ПОЛ в клітинах печінки деяких видів прісноводних риб, що може бути використано для оцінки екологічного стану водойм.

Об'єктами даного дослідження були короп лускатий – *Cyprinus carpio* L., щука звичайна – *Esox lucius* L., карась сріблястий – *Carassius auratus gibelio* Bloch, та окунь звичайний – *Perca fluviatilis* L. масою 290-330 г, 200-350 г, 150-230 г, та 170-230 г. відповідно. Дослідження вмісту

гідропероксидів здійснювали за загальноприйнятою методикою В. В. Мирончика.

Результати досліджень були статистично опрацьовані з використанням t-критерію Стьюдента для визначення достовірної різниці,  $p < 0.05$ .

З отриманих результатів дослідження видно, що вміст гідропероксидів в клітинах печінки коропа із річки Серет є найвищим, і становить  $0,88 \pm 0.04$  Е/г. (одиниць екстинції / г. тканини). Вміст продуктів пероксидації ліпідів у клітинах печінки коропа із річок Стрипа і Золота Липа становить відповідно:  $0,73 \pm 0.02$  Е/г та  $0,95 \pm 0.08$  Е/г. Аналіз результатів показав, що рівень накопичення гідропероксидів в риб із р. Золота Липа, порівняно з коропами з інших досліджених річок вищий. За дії токсикантів, що не перевищують гранично допустимих концентрацій, функціонування специфічних систем ПОЛ забезпечує оптимальний гомеостатичний рівень вільнорадикальних процесів, необхідний для нормального функціонування клітин (Грубинко, 1996).

Вміст гідропероксидів в гепатопанкреасі щуки лінійно знижується в ряду водотоків: Серет, Золота Липа та Стрипа, і становить  $1,07 \pm 0.06$  Е/г.;  $0,85 \pm 0.06$  Е/г.; та  $0,75 \pm 0.03^*$  Е/г. відповідно (\*-Тут і далі різниця порівняно із представниками р. Серет статистично достовірна,  $p < 0.05$ ,  $n=5$ ). Різниця у вмісті проміжних продуктів ПОЛ щуки з р. Стрипа дозволяє говорити про те, що метаболічні процеси протікали на достатньо високому рівні без патологічних змін.

Найвищий вміст гідропероксидів зафіксовано в карасів р. Золота Липа:  $0,72 \pm 0.06$  Е/г., нижчий їх вміст в риб з р. Серет –  $0,60 \pm 0.03$  Е/г., і найнижчий –  $0,32 \pm 0.02^*$  Е/г. в досліджених риб р. Стрипа.

Вміст продуктів ПОЛ в окунів найвищого значення набуває в представників із р. Серет, і становить  $0,87 \pm 0.06$  Е/г. В риб з р. Стрипа та р. Золота Липа –  $0,55 \pm 0.06^*$  Е/г. та  $0,72 \pm 0.04$  Е/г. відповідно. Можна припустити, що процеси катаболізму в окуня із р. Серет переважають над біосинтетичними, тоді як в окуня з р. Стрипа спостерігали протилежну картину метаболізму.

Отже, згідно нашого дослідження найбільше продуктів ПОЛ накопичують риби із р. Серет, що може бути індикатором підвищеного токсичного тиску збоку середовища на гідробіонтів в цілому, і на риб зокрема. Найменший вміст гідропероксидів спостерігали в представників із р. Стрипа, що свідчить про достатнє функціонування систем антиоксидантного захисту, а також відповідно і про задовільний стан середовища існування.

**Макаров М. В.**

Институт биологии южных морей им. А. О. Ковалевского НАН Украины,  
пр. Нахимова, 2, Севастополь, Украина, 99011, [mihaliksevast@inbox.ru](mailto:mihaliksevast@inbox.ru)

**МНОГОЛЕТНЯЯ ДИНАМИКА ВИДОВОГО СОСТАВА И  
ЧИСЛЕННОСТИ MOLLUSCA В ЭПИФИТОНЕ ВОДОРΟΣЛЕЙ  
РОДА *CYSTOSEIRA* АКВАТОРИИ КАРАДАГСКОГО ПРИРОДНОГО  
ЗАПОВЕДНИКА (ЮГО-ВОСТОЧНЫЙ КРЫМ, ЧЁРНОЕ МОРЕ)**

В период с 1955 по 2012 гг. проводятся исследования эпифитона бурой водоросли цистозеры в акватории Карадага. В 1955 и 1981 гг. изучение проводила Е. Б. Маккавеева (Маккавеева, 1992), с 2006 г. – М. В. Макаров (Макаров, 2007, 2009). Отбор проб осуществляли с помощью мешков из мельничного газа на глубинах 1, 3 и 5 м в двух-трёх повторностях в тёплый гидрологический сезон (в основном в июле) в районе скалы Кузьмичёв камень. За весь период наблюдений обнаружено 9 видов Mollusca, из которых 8 относятся к классу Gastropoda, а 1 – к классу Bivalvia. Среди брюхоногих моллюсков в 1955 и 1981 гг. (особенно в 1955 г.) явно преобладала *Rissoa splendida* (Eichwald, 1830), но в 2006 г. уже доминировала *Tricolia pullus* (Linneaus, 1758), в 2008 г. несколько преобладал *Bittium reticulatum* (Da Costa, 1978), а в 2012 г. уже вновь доминировала *R. splendida*. Эти виды самые массовые среди Gastropoda в эпифитоне цистозеры – они встречены во все годы исследований в данном биотопе на Карадаге, а остальные отмечены лишь эпизодически и в очень небольших количествах. В целом, обилие гастропод в настоящее время (2006 – 2012 гг.) значительно ниже (примерно в 10 раз), чем в 1955 – 1981 гг., однако, в 2012 г. численность Gastropoda несколько увеличилась по сравнению с 2006 – 2008 гг.

Максимальная численность всех моллюсков отмечена в 1981 гг. – 7703 экз./кг за счёт высокого обилия двустворки *Mytilaster lineaetus* (Gmelin, 1790). Данные по численности митилястера в 2006 г., к сожалению, отсутствуют. В 1955, 2008 и 2012 гг. обилие данного вида приблизительно одинаково (колеблется в пределах 1118 – 1638 экз./кг).

Таким образом, за почти 70-летний период исследований происходили изменения в таксоценозе Mollusca, обитающих в зарослях водорослей рода *Cystoseira* прибрежной акватории Карадагского природного заповедника НАН Украины. Если видовой состав моллюсков за это время практически не менялся (4 основных вида, которые отмечены



во все годы мониторинга и остальные 5 видов, встреченных нерегулярно), то численность и соотношение видов Mollusca претерпевали значительные изменения. Несмотря на то, что в настоящее время обилие моллюсков остаётся ещё на невысоком уровне, в 2012 г. наметилась тенденция к некоторому увеличению их численности, в частности, к повышению этого показателя у *R. splendida*, доминировавшей в 1955 – 1981 гг. Причины, определяющих такую динамику, вероятно, существует несколько. Одной из них могут быть циклические многолетние флюктуации численности различных видов, в частности, риссой, у которых эти изменения наиболее значительные. Для понимания причин этой динамики необходимы дальнейшие исследования, в том числе абиотических и биотических факторов в данном районе. Следует отметить, что в таксоцено моллюсков эпифитона цистозеры в другом, юго-западном районе Крыма – бухте Круглая (Севастополь), наблюдается похожая тенденция многолетних изменений численности Mollusca (Макаров, 2012).

**Малахова Т. В., Егоров В. Н., Малахова Л. В., Поповичев В. Н.**

Институт биологии южных морей им. А.О. Ковалевского НАН Украины,  
пр. Нахимова 2, Севастополь, 99011, Украина, [t.malakhova@ibss.org.ua](mailto:t.malakhova@ibss.org.ua)

## **ОЦЕНКА ЗНАЧИМОСТИ МЕТАНОГЕНЕЗА В ПРОЦЕССЕ ДЕГРАДАЦИИ ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА В ДОННЫХ ОСАДКАХ СЕВАСТОПОЛЬСКОЙ МОРСКОЙ АКВАТОРИИ**

Количественные оценки скоростей биогеохимических процессов, протекающих в морских донных отложениях, имеют большое значение, как в контексте климатических изменений, так и для изучения элементных циклов, в частности, цикла углерода.

Проведённый анализ (Егоров, 2012) показал, что при антропогенном воздействии, превышающем кондиционирующую способность морской среды, черноморские экосистемы перешли от резистентного к компенсационному гомеостазу, что особенно характерно для критических зон, к которым принадлежит Севастопольская бухта. Во всех рассмотренных случаях перестройка их структуры и функций была направлена на повышение продуктивности первичных продукционных звеньев и повышение роли аллохтонной органики в диссипации энергии. Известно (Hedges et al., 2000), что аллохтонное органическое вещество в силу своего химического состава и будучи уже частично

минерализованным имеет меньшие скорости разложения по сравнению с автохтонным. Согласно Jorgensen В.В., 1990, в прибрежных мелководных районах более 50% от осажденного органического вещества переходит в зону метаногенеза (МГ), на терминальную стадию окисления органического вещества. Таким образом, несмотря на то, что поверхностный слой осадков является зоной повышенной микробной активности, а скорость деградации органического вещества в толще донных осадков значительно падает, процесс МГ является важным этапом окисления органики. Целью работы стала оценка значимости МГ в процессе деградации органического вещества в донных осадках Севастопольской акватории.

В июне 2012 г. на 4 станциях в Севастопольской акватории в донных осадках нами было определено содержание органического углерода (Сорг) и суммарные скорости продукции метана (гидрогенотрофного и ацетокластического метаногенеза). Поскольку микробиологическая деградация органического вещества основана на ферментативных реакциях, феноменологический закон скорости окисления органики, и в том числе МГ, описывается уравнением кинетики Михаэлиса-Ментен (Boudreau, 1992). Для корреляционного анализа между Сорг и скоростью его окисления за счет МГ были выбраны подповерхностные слои донных осадков, ниже зоны перехода от сульфатных к метановым илам, т.к. выше протекают энергетически более выгодные процессы окисления, такие как брожение, денитрификация, Fe(III)-, Mn(II)- и сульфатредукция. Зависимость, полученная в отношении Севастопольской акватории, представляла уравнение первого порядка ( $R^2=0,6$ ). Реакционная способность органических веществ обычно выражается в виде константы минерализации  $k$ , которая для донных осадков Севастопольской бухты в отношении МГ составляет  $1 \cdot 10^{-5}$  лет<sup>-1</sup>. Резидентное время или время достижения 95% стационарной концентрации, может быть рассчитано по формуле (Hargrave & Phillips, 1981):  $T_{\text{resident}} = -\ln(0,05)/k=3/k$ , что составляет 300 тыс. лет для аноксических осадков Севастопольской бухты. Высокопродуктивные прибрежные районы характеризуются экстремально высокими скоростями осадконакопления, что приводит к быстрому исчерпанию окислителей в верхнем слое донных осадков. Диапазон среднегодовых значений первичной продукции (ПП) в Севастопольской акватории составил 16–82 гС·м<sup>-3</sup>·год<sup>-1</sup>, из которых 30–40% поступает в виде осадка на дно. Эффективность захоронения органического углерода для скоростей седиментации 2–9 см·год<sup>-1</sup> составляет от 90 до 99% (Tromp, 1994), что

достигает  $>430 \text{ гС}\cdot\text{м}^{-2}\cdot\text{год}^{-1}$  поступления в аноксическую зону, где Сорг может окисляться преимущественно за счет процессов МГ.

**Маренков О. Н.**

Днепропетровский национальный университет им. Олеся Гончара, пр. Гагарина, 72, г. Днепропетровск, 49010, Украина, *gidrobs@yandex.ru*

## **РАЗНООБРАЗИЕ РЫБ ПРИБРЕЖНЫХ БИОТОПОВ ЗАПОРОЖСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА**

Изучение видового состава молоди рыб на литоральных участках Запорожского водохранилища представляет собой часть комплексных исследований биологии и экологии рыб в условиях антропогенного воздействия, а также имеет важное значение для сохранения биоразнообразия водных экосистем. Информация о мальках позволяет оценить эффективность размножения рыб, прогнозировать будущие промысловые уловы и разрабатывать биологические обоснования мероприятий по охране и воспроизводству рыбных ресурсов.

Целью исследований была комплексная экологическая оценка видового разнообразия молоди рыб литоральных участков Запорожского водохранилища. Объектом исследований была молодь рыб Запорожского водохранилища. Материалом для работы послужили сеголетки и годовики рыб, выловленные на протяжении вегетационных периодов 2009 – 2012 гг. Рыб отлавливали десятиметровым мальковым неводом из капроновой дели, с шагом ячеи 4 мм. Биологический анализ рыб осуществляли согласно общепринятых ихтиологических методик (Правдин, 1966; Коблицкая, 1981; Озінковська, 1998). Для описания структуры прибрежных группировок рыб использовали: индекс видового сходства Серенсена (Мэгарран, 1992), индекс биологического разнообразия (энтропия), основанный на функции Шеннона (Pielou, 1977), показатель сложности (*Hm*) (Антомонов, 1977), индекс относительной организации Ферстера (Песенко, 1982). Виды-доминанты прибрежных ихтиоценозов выделены при помощи индекса ценотической значимости (ИЦЗ) Мордухай-Болтовского (Мордухай-Болтовской, 1975).

В период с 2009 по 2012 года видовой состав ихтиофауны литоральных биотопов Запорожского водохранилища насчитывал 33 вида рыб, принадлежащих к 11 семействам: *Cyprinidae* – 15, *Gobiidae* – 7, *Percidae* – 2, *Gasterosteidae* – 2, *Syngnathidae* – 1, *Cobitidae* – 1, *Esocidae* – 1,

*Clupeidae* – 1, *Atherinidae* – 1, *Centrarchida* – 1, *Siluridae* – 1. Исследованные виды рыб относились к 7 фаунистическим комплексам: Третичный равнинный пресноводный – 4 вида, Понтокаспийский пресноводный – 10, Понтокаспийский морской – 11, Бореально равнинный – 5, Китайский равнинный – 1, Американский – 1, Бореально предгорный – 1.

Индекс видового сходства варьировал из года в год. Наибольшее значение индекса отмечено при сравнении уловов 2011 и 2012 годов – 0,99. В прибрежных участках Запорожского водохранилища рост индекса видового разнообразия связан как с увеличением числа видов в составе группировок рыб, так и с уменьшением показателя относительной организации. В результате этого относительные вклады различных видов рыб в общее биоразнообразие рыб выравнивались. В 2009 – 2010 гг. в Запорожском водохранилище доминирующим видом был *R. sericeus*, его значение ИЦЗ достигало около 2000. В 2011 году выделилась группа доминирующих видов со значением ИЦЗ от 290 до 730: *R. rutilus*, *R. sericeus*, *A. alburnus*, *N. fluviatilis*. В 2012 году для Запорожского водохранилища группа доминирующих видов с индексом от 240 до 660 представлена следующими рыбами: *R. rutilus*, *A. alburnus*, *N. fluviatilis*. Виды-субдоминанты имели значение ИЦЗ от 12 до 93: *R. sericeus*, *C. auratus gibelio*, *N. melanostomus*, *A. boyeri*, *A. brama*, *L. delineatus*. Ценотическое значение ценных промысловых видов рыб находилось на низком уровне. Смещение доминирования *R. sericeus*, появление нескольких доминантных видов в 2011 – 2012 годах, увеличение значения коэффициента приближения функции распределения значений ИЦЗ видов рыб к логарифмической функции с  $R^2 = 0,45$  до  $R^2 = 0,75$ , указывают на постепенное уравнивание экологического состояния мелководных участков водохранилища. Общая ситуация с биоразнообразием ихтиофауны указывает на нарушения в структуре ихтиоценозов, вызванные антропогенными факторами.

**Миронов О. А.**

Институт биологии южных морей им. А.О. Ковалевского НАН Украины,  
пр. Нахимова, 2, Севастополь, 99011, Украина, *mironov87@gmail.com*

## **ОСОБЕННОСТИ НАКОПЛЕНИЯ НЕФТЯНЫХ УГЛЕВОДОДОВ (НУ) ГИДРОБИОНТАМИ ЗАРОСЛЕВЫХ СООБЩЕСТВ НА МАЛЫХ ГЛУБИНАХ**

В прибрежной зоне от линии уреза до глубин 1,5 – 2 м происходит концентрация загрязнений (включая нефтяное), поступающих как со стороны берега, так и со стороны моря. Здесь обитают многочисленные представители морской флоры и фауны. Особый интерес представляют зарослевые сообщества макрофитов, широко распространенные в прибрежных водах Крыма. Рассмотрим накопление НУ на примере зарослевых сообществ *Cystoseira barbata* и *Zostera noltii*, обитающих на глубине 0,5 – 1,0 м на трех станциях в прибрежной акватории региона Севастополя: район Приморского бульвара, парка Победы и б. Казачьей.

Известно, что на данных глубинах волновая активность оказывает существенное влияние на распределение гидробионтов, сбрасывая прикрепленные формы на дно. По данным (Маккавеева, 1979) моллюски после контакта с грунтом вновь поднимаются на макрофиты. Кроме того, в районах с рыхлыми грунтами (бухта Казачья) происходит взмучивание донных осадков, которое может приводить к вторичному загрязнению и повышению концентрации нефти в прибрежной зоне моря. Так, по нашим данным, из илистых грунтов в морскую воду переходит в среднем 0,26 мг/л, а из песчаных – 0,17 мг/л НУ.

В период наших наблюдений, которые проводились в период 2009 – 2012 гг., в исследуемых районах вместе с отбором проб биологического материала (массовые моллюски родов *Rissoa* и *Bittium*, микроперифитон) брались пробы морской воды для определения содержания НУ. Отмечено, что уровни НУ в морской воде находились в пределах ПДК (0,05 мг/л). Среднее содержание НУ в рессое и биттуме составляло  $0,39 \pm 0,08$  и  $0,29 \pm 0,06$  мг/100мг, соответственно.

Накопление НУ в морских организмах в определенной степени зависит от концентрации этих химических соединений в окружающей среде. По нашим наблюдениям основное время гидробионты проводят на поверхности макрофитов, контактируя с морской водой. Однако уровни содержания НУ в море и в гидробионтах не совпадают по времени. Это

можно объяснить тем, что часть времени моллюски проводили либо на грунте, либо в морской воде с элементами вторичного загрязнения.

**Морозовская И. А., Силаева А. А.**

Институт Гидробиологии НАН Украины, пр. Героев Сталинграда, 12,  
Киев, 04210, *Morozovska@i.ua*, *labtech-hb@ukr.net*

### **ЗООЭПИФИТОН ВОДОЕМОВ-ОХЛАДИТЕЛЕЙ АЭС**

В водоемах-охладителях (ВО) существует большое количество техногенных субстратов (дамбы, откосы плотин, облицовки каналов и др.), на которых развиваются организмы перифитона. В некоторых ВО пригодным для поселения сообществ перифитона субстратом являются высшие водные растения (ВВР), произрастающие в основном по периметру водоемов. Целью работы было изучение состава и обилия перифитона на ВВР (эпифитона) в водоемах-охладителях Чернобыльской АЭС (ЧАЭС), Запорожской (ЗАЭС) и Хмельницкой АЭС (ХАЭС). Одним из субстратов для перифитона в этих ВО являются представители воздушно-водной растительности – тростник (*Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud.), рогоз узколистный (*Typha angustifolia* L.), схеноплект (камыш) озёрный (*Scirpus lacustris* L.). Количественные показатели эпифитона рассчитывали на 1 м<sup>2</sup> поверхности растения.

В водоеме-охладителе ЗАЭС, одном из наиболее техногенно нагруженных, интересной особенностью эпифитона на тростнике являлось развитие как мшанки, так и дрейссены. В ВО общая численность эпифитона была более 2000 экз/м<sup>2</sup>, биомасса – 0,8–1,5 г/м<sup>2</sup> (при доминировании по биомассе *Plumatella emarginata* Alm.) В подводющем канале биомасса была почти в 10 раз выше за счет развития *D. polymorpha* Pall. (Калиниченко и др., 1998).

На тростнике в ВО ЧАЭС (исследования проводили после остановки станции и отсутствии подогрева) формировались достаточно бедные в качественном и количественном отношении группировки эпифитона, представленные 2–8 видами на станции, всего отмечено 19 видов (Протасов, Силаева, 2005). Эпифитон был представлен преимущественно подвижными формами, кроме *D. bugensis* (Andr.) и *Hydra* sp. Видовое богатство на тростнике было значительно ниже, чем на других субстратах. Отмечена тенденция снижения видового богатства от зоны подводящего канала к бывшей зоне подогрева. Численность эпифитона составляла более

3000 экз/м<sup>2</sup>, биомасса – 0,01–0,4 г/м<sup>2</sup>. На всех станциях встречался *Cricotopus* ex gr. *silvestris* (Fabr.), доминирующий по численности (до 85%) и биомассе (до 81%).

В ВО ХАЭС, в силу его мелководности, достаточно хорошо развита высшая водная растительность, в частности отмечены рогоз узколистый, схеноплект озёрный и тростник обыкновенный. Исследования эпифитона проводили на протяжении 2006–2012 гг. Эпифитон представлен преимущественно подвижными формами, отмечены также гидры, *Craspedacusta sowerbii* Lankester, мшанки *Hyalinella punctata* (Hancock), поселения *D. polymorpha* – единственного в ВО вида дрейссенид. Спецификой зооэпифитона в целом и эпифитона, в частности в этом ВО, является наличие губки *Eunapius carteri* (Bowerbank), отмеченной намного севернее границы ареала этого вида. В 2012 г. отмечены виды-минеры *Glyptotendipes caulicola* Kieff. и *Xenochironomus xenolabis* Kieff.

Количество видов эпифитона изменялось от 3 до 26 (в поселении дрейссены). На всех ВВР по численности и биомассе в основном доминировал *C. silvestris*. Количественные показатели эпифитона в ВО ХАЭС были наиболее высокими, по сравнению с таковыми других исследованных ВО. Численность беспозвоночных в другах дрейссены достигала 116 тыс. экз/м<sup>2</sup>. Значительную биомассу эпифитона (от 1,3 до 256 г/м<sup>2</sup>), а иногда до нескольких кг, определяли поселения дрейссены. Биомасса губки также достигала высоких значений – до 492 г/м<sup>2</sup>.

Таким образом, высшие водные растения в водоемах-охладителях являются пригодным субстратом для поселения как подвижных, так и прикрепленных форм беспозвоночных. В целом, богатство и обилие эпифитона значительно было ниже, чем перифитона на других субстратах. Максимальные показатели обилия эпифитона определяли в основном дрейссена и губка, из прочих беспозвоночных наиболее часто доминировал *C. silvestris*. При этом, каждый из исследованных ВО отличался определенной спецификой как качественного, так и количественного развития эпифитона.

**Нехорошков П. С.**

Институт биологии южных морей им. А. О. Ковалевского НАН Украины,  
пр. Нахимова 2, Севастополь, 99011, Украина. *p.nekhoroshkov@gmail.com*

## **ФЛУОРЕСЦЕНТНЫЕ И БИОЛЮМИНЕСЦЕНТНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ СОСТОЯНИЯ ФИТОПЛАНКТОНА**

Флуоресценция и биолюминесценция напрямую связаны с состоянием фитопланктона. Коэффициент переменной флуоресценции (относительный выход переменной флуоресценции) не зависит от количества организмов (Осипов, 2006; Маторин, 2012), а только от гидрофизических и гидрохимических условий окружающей среды. Тем самым, данный коэффициент отражает эффективность использования световой энергии организмом при фотосинтезе, то есть функциональное состояние фитопланктона. Биолюминесценция как биохимический и физиологический процесс зависит от состояния компонентов реакции свечения организмов, условий среды, количества светящихся организмов в локальной водной массе и т.д. Биолюминесценция дает возможность оценки функционального состояния организмов по параметрам их свечения.

Планктонные пробы отбирались сетным способом на протяжении 11 месяцев 2012 и 2013 года в различные сезоны на трех станциях в прибрежье г. Севастополя в приповерхностном горизонте. После отстаивания в темных условиях, проводились измерения коэффициента переменной флуоресценции хлорофилла «а» (КПФ, Маторин и др., 2012) и биолюминесцентных характеристик (Токарев, 2006) для одной и той же интегральной пробы. Данные показатели сопоставлялись с гидрофизическими условиями среды с помощью данных комплекса Сальпа-М для этих же станций по соответствующим периодам.

Коэффициент переменной флуоресценции, измеренный на 3х станциях, испытывал значительные колебания (более чем в 2 раза). Наибольшие колебания были зафиксированы на траверзе б. Стрелецкая. Акватория у данной станции испытывает локальное влияние соседних водных масс, что отражается в резком изменении функционального состояния фитопланктона и его биолюминесценции. Так, для февраля 2013 г. были зафиксированы самые низкие значения коэффициента переменной флуоресценции (КПФ), тогда как биолюминесцентная



энергия при механической стимуляции достигала максимальных значений. В мае 2012 г. на данной станции были зафиксированы максимальные значения КПФ (0,56). Однако в июле значения КПФ упали до рекордно низких величин - ниже 0,1.

Глубоководная станция на траверзе б. Круглая наиболее стабильна по изменчивости КПФ. Его значения колеблются в пределах 0,2-0,3 при отсутствии больших скачков. На станциях с высокими значениями флуоресценции, которые обеспечены в основном диатомовыми в период их массового развития (Лопухина и др., 2005), отмечены низкие значения биолюминесценции (*in situ*). Высокие показатели флуоресценции обеспечиваются не только диатомовыми, но и светящимися динофлагеллятами. Большинство из них имеют крупные размеры свыше 50 мкм (Битюков и др., 1993).

При поиске связей между флуоресценцией и биолюминесценцией важно их оценивать в один промежуток времени и учитывать локальные различия водных масс. Так, для одной водной массы положительные коэффициенты корреляции будут зафиксированы при высокой фотосинтетической активности биолюминесцентных (по коэффициенту переменной флуоресценции), тогда как отрицательные значения – в местах развития крупного несветящегося фитопланктона (например, диатомовых). В наших исследованиях, положительная корреляция (0.97) между КПФ и биолюминесцентной энергией при механической стимуляции была отмечена для октября 2012 года, тогда как отрицательная (-0.96 и -0.98) для февраля и марта 2013 года.

#### **Новикова Т.М.**

Институт биологии южных морей им. А. О. Ковалевского НАН Украины,  
пр. Нахимова 2, Севастополь, 99011, Украина [nowTanj@yandex.ru](mailto:nowTanj@yandex.ru),  
[T.Novikova668@gmail.com](mailto:T.Novikova668@gmail.com)

### **ВЛИЯНИЕ ФОТОПЕРИОДА НА БИОХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ КЛЕТОК МИКРОВОДОРОСЛЕЙ**

На сегодняшний день существует большое количество работ по исследованию влияния внешних факторов на биохимический состав клеток микроводорослей. Исследования проводятся с использованием как круглосуточно освещаемых культур микроводорослей, так и с

применением различных свето-темновых периодов. В последнем случае, интерпретация получаемых экспериментальных данных еще более осложнена за счет наличия суточных колебаний содержания биохимических компонентов клеток. Известно, что количественный состав белков, углеводов, липидов также изменяется на разных стадиях выращивания культуры. Также исследователи применяют различные способы культивирования, такие как плотностат, хемостат либо накопительный режим. Для накопительного метода характерно изменение условий, в которых находятся клетки, поэтому довольно трудно оценить влияние того или иного фактора, определяющего их биохимический состав. Опыты с непрерывными культурами микроводорослей показали, что состав клеток зависит не только от внешних условий, но и от способа управления - плотности культуры или скорости протока среды. В такого рода опытах изменение биохимического состава менее значительно, из-за инерционности переходных процессов; кроме отдельных случаев резкого перехода от одного режима выращивания к другому, например, значительной смены плотности, что приводит к изменению световых условий.

Особенно ярко изменение биохимического состава микроводорослей проявляется при инокулировании небольшого количества клеток, длительное время находящихся в темноте или плотной культуре, в свежую питательную среду на сильный свет.

Но в настоящее время отсутствуют математические модели, позволяющие прогнозировать динамику содержания белка, углеводов и липидов в клетках микроводорослей на предэкспоненциальной и экспоненциальной фазах роста накопительной культуры. Также слабо описаны процессы синтеза и трансформации биохимических составляющих клетки.

В связи с этим, в работе поставлена цель: изучить динамику трансформации биохимических компонентов в клетках микроводоросли в переходных процессах смены свето-темновых условий.

В настоящее время разрабатывается математическая модель, которая позволит описать динамику содержания биохимических компонентов клеток микроводоросли. Модель базируется на представлении о фотосинтезе как процессе из двух составляющих: вначале запасания энергии в виде сахаров и затем синтеза из последних структурных форм клетки в темновых реакциях за счет дыхания. Особенность разработанной модели заключается в разделении процессов синтеза структурных и запасных форм белка, углеводов и липидов,

представленных в клетке. Математическая запись модели представляет собой систему дифференциальных уравнений, описывающих процессы синтеза и трансформации биохимических составляющих клетки. Решение системы полученных уравнений позволяет количественно описать динамику изменения биохимического состава клеток микроводорослей в накопительной культуре. В дальнейшем необходима экспериментальная проверка разрабатываемой модели для получения культур с заданными свойствами.

### **Новицкая В. Н.**

Институт биологии южных морей им. А.О.Ковалевского НАН Украины  
пр. Нахимова, 2, г. Севастополь, 99011, Украина, *novitsky\_valya@mail.ru*

## **ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ МОРФОЛОГИЯ ЭРИТРОИДНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ГЕМОЛИМФЫ ДВУСТВОРЧАТОГО МОЛЛЮСКА *ANADARA INAEQUIVALVIS***

*Anadara inaequalvis* (далее анадара) – двустворчатый моллюск, широко распространенный в бассейнах Индийского и Тихого океанов (Sahin et al., 2009), в то же время является доминирующим видом в макрозообентосных сообществах Северокавказского и Северо-западного шельфа Черного моря (Колочкина и др., 2007; Revkov et al., 2002; Skolka et al., 2010). Анадара толерантна к экстремальным формам гипоксии и аноксии (Nicholson et al., 2000), что можно объяснить наличием в гемолимфе моллюска эритроцитарного гемоглобина (Morello et al., 2004). Эритроциты – наиболее массовый тип клеток в гемолимфе двустворки. Они имеют форму двояковыпуклого диска. По данным электронной микроскопии в них обнаружены: комплекс Гольджи, гранулярный ретикулум, митохондрии и микротрубочки (Holden et al., 1994). Показано, что эритроциты *A. inaequalvis* не подвергаются лизису в условиях аноксии (Новицкая и др., 2011; Zwaan et al., 1991), в отличие от других видов гидробионтов (Mangum et al., 1985) и проявляют способность к анаэробному метаболизму (Zwaan et al., 1992; Zwaan et al., 1993). Вместе с тем, информация о морфо-функциональных характеристиках клеток красной крови анадары практически отсутствует, тогда как она может иметь существенное значение при характеристике респираторных свойств гемолимфы данного вида моллюска. Именно этим аспектам проблемы и посвящена настоящая работа.

При помощи методов световой микроскопии (масляная иммерсия, 1500Ч) исследовали особенности функциональной морфологии и цитометрии эритроидных элементов гемолимфы *A. inaequalvis*. Показано, что зрелые эритроидные элементы гемолимфы моллюска имеют практически округлую форму. При линейных размерах  $14,54 \pm 0,59$  мкм ( $C_1$ ) и  $12,76 \pm 0,61$  мкм ( $C_2$ ) разница между этими величинами не превышала 2 мкм –  $1,79 \pm 0,06$  мкм. Эритроциты анадары являются узко специализированными клетками с высоким внутриклеточным содержанием гемоглобина ( $180,64 \pm 32,51$  пг), повышенной удельной поверхностью ( $1,558 \pm 0,002$  мкм<sup>-1</sup>) и функционально малоактивным ядром, о чем свидетельствует крайне низкие значения ядерно-плазматических отношений ( $0,083 \pm 0,001$ ). Ядро клетки имеет незначительный объём ( $29,93 \pm 0,73$  мкм<sup>3</sup>) с высокой долей гетерохроматина.

Цитоплазма эритроцитов содержит гранулярные включения в количестве  $41,95 \pm 2,75$  единиц на клетку. Они не являются постоянными структурами. Их присутствие связано с функциональной активностью клетки. При ядерно-плазматическом отношении близком к 0,04 включения практически не выявляются. Отмечено также, что данные включения располагаются в основном вблизи ядра клетки. Это хорошо заметно в случаях энуклиации, когда ядро выталкивается из клетки вместе со скоплением зерен, что позволяет предположить их связь с гранулярным ретикуломом. Подобные события отмечали в  $0,76 \pm 0,26\%$  случаев. Энуклиация может сопровождаться и образованием безъядерных клеток. Их наблюдали в гемолимфе моллюска в  $1,8 \pm 0,2\%$  случаев. К этому же могут приводить и процессы amitotического цитокинеза ( $1,2 \pm 0,2\%$  случаев) при сохранении ядра в одной из дочерних клеток. Изредка наблюдали эритроциты с двумя ядрами со сравнительно высокой долей эухроматина ( $1,20 \pm 0,21\%$  случаев). Это, по-видимому, является следствие того, что процессы карио- и цитокинеза эритроидных элементов у *A. inaequalvis* могут быть разнесены во времени. Гемолимфа моллюска не содержит эритроидных элементов на ранних стадиях дифференцировки, что отражает нерегулярность эритропоэтических процессов в кроветворной ткани.

Таким образом, эритроциты гемолимфы *A. inaequalvis* – это узко специализированные клетки с высоким внутриклеточным содержанием гемоглобина, повышенной удельной поверхностью и функционально малоактивным ядром.

**Павлова Г. Г., Курдиш І. К.**

Одеський філіал Інституту біології південних морів ім. О.О. Ковалевського  
НАН України  
Інститут мікробіології та вірусології ім. Д.К. Заболотного НАН України,  
*anna.pavlova99@gmail.com*

## **ФОСФАТМОБІЛІЗУВАЛЬНІ БАКТЕРІЇ В ДОННИХ ВІДКЛАДЕННЯХ ЛИМАНІВ ПІВДНЯ УКРАЇНИ**

Екологічний стан лиманів узбережжя Чорного моря формується під впливом фосфорного навантаження, яке викликає «цвітіння» води та масові замори риби. В період інтенсивного антропогенного впливу на водні екосистеми (1970-1991) частина хімічних сполук осіла на дні лиманів. Фосфатмобілізувальні мікроорганізми здатні мобілізувати фосфат з важкорозчинних неорганічних сполук, а також мінералізувати органічні сполуки фосфору, відіграючи ключову роль в процесах трансформації сполук фосфору.

Поширення і активність фосфатмобілізувальних бактерій у лиманах Півдня України досліджено недостатньо. Зважаючи на це **метою** роботи було визначення чисельності фосфатмобілізувальних бактерій в донних відкладеннях Дофінівського (Великого Аджалицького), Хаджибейського, Тилігульського та Григорівського (Малого Аджалицького) лиманів влітку 2012 року.

Чисельність бактерій, що здатні мобілізувати фосфат з важкорозчинних неорганічних сполук в досліджуваних лиманах коливалась від 1,0 до 185,0 тис. КУО/г, а бактерій, що мінералізують органічні сполуки фосфору – від 21,25 до 622,50 тис. КУО/г. Найбільша середня чисельність бактерій, що мобілізують фосфат з важкорозчинних сполук у донних відкладеннях спостерігалась у Хаджибейському лимані (85,75 тис. КУО/г), у Дофінівському лимані складала 32,93 тис. КУО/г, у Григорівському – 17,18 тис. КУО/г, найменша середня чисельність у Тилігульському лимані – 9,50 тис. КУО/г, а найбільша середня чисельність бактерій, що мінералізують органічні сполуки фосфору, спостерегалась у Дофінівському лимані (331,62 тис. КУО/г), у Хаджибейському лимані вона була також високою (216,87 тис. КУО/г), у Григорівському і Тилігульському лиманах їх чисельність була значно меншою – 61,87 тис. і – 40,25 тис. КУО/г відповідно. Це перевищує аналогічні показники в Одеській затоці на 1-2 порядки.

Велика чисельність фосфатмобілізувальних бактерій у Дофінівському та Хаджибейському лиманах пояснюється декількома факторами. Ці лимани є ізольованими (Хаджибейський лиман) чи періодично ізольованими (Дофінівський лиман). Весною, в період паводків, вода з органікою та забруднюючими речовинами з водозбору потрапляє до лиманів, влітку вода прогрівається вище 30° С, великий об'єм води випаровується, концентрація органічних речовин збільшується, що провокує «цвітіння» водоростей, подальше накопичення органіки та масові замори риби. Такі явища відмічалися в 2012 році в Хаджибейському та Дофінівському лиманах, та, як наслідок, вони є причиною подальшого росту чисельності фосфатмобілізувальних бактерій. В останні роки Дофінівський лиман також є фактично ізольованим, бо порушений зв'язок лиману з морем. Крім цього, Дофінівський лиман дуже мілководний (середня глибина складає 0,8 м), що і посилює евтрофікацію та «консервування» органічних речовин в донних відкладеннях, а саме сполук фосфору. Цій лиман є найбільш екологічно нестабільною системою по відношенню площі водного дзеркала до об'єму водойми. Слід зазначити, що під час замору вихід фосфору з донних відкладень збільшується до 10 разів через відсутність кисню. Таким чином, виникає вторинне забруднення, в тому числі завдяки діяльності фосфатмобілізувальних бактерій. Вважається, що фактор водообміну лиманів з морем є найважливішим і сприяє стабілізуванню та поліпшенню екологічного стану водойм. Найменша чисельність фосфатмобілізувальних бактерій відмічена у Тилігульському лимані, який по іншим показникам також вважається самою чистою водоймою північно-західного Причорномор'я та найбільш екологічно стабільною екосистемою.

Отримані дані щодо чисельності фосфатмобілізувальних бактерій в донних відкладеннях лиманів Півдня України можуть слугувати одним із індикаторів евтрофікації водних екосистем.

Подругина А. Б., Леконцева Т. И.

Институт гидробиологии НАН Украины, пр-т Героев Сталинграда, 12, г. Киев, 04210, Украина, *ecos\_inhydro@ukr.net*

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АКТИВНОГО ИЛА ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ В КАЧЕСТВЕ КОРМА ПРИ КУЛЬТИВИРОВАНИИ *DAPHNIA MAGNA* STRAUS В РЕГУЛИРУЕМЫХ СИСТЕМАХ

Определение оптимальных рационов питания беспозвоночных с целью повышения их репродуктивных способностей и биопродуктивности в системах культивирования является актуальным вопросом.

Учитывая то, что ракообразные могут питаться бактериями, детритом, микроводорослями, дрожжами, а также усваивать растворенные органические вещества, особый интерес в их питании представляют различные группы бактерий, которые имеют высокую пищевую ценность. Установлено (Банина, 1983; Романенко, 1999), что дафнии, потребляя бактерии *Azotobacter chroococcum*, *Aerobacter aerogenes*, *Sarcina flava*, успешно растут и размножаются. На основании этого можно предположить, что альтернативным источником пищи при культивировании *Daphnia magna* в регулируемых системах могут служить бактерии активного ила (представители родов *Pseudomonas*, *Achromobacter*, *Flavobacterium* и др.) из аэротенков очистных сооружений.

Цель настоящей работы – изучение популяционных характеристик *D. magna* при кормлении суспензией активного ила очистных сооружений мясокомбината.

*Daphnia magna* Straus – ракообразное отряда Cladocera является наиболее перспективным видом массового культивирования, ценным живым кормом для молоди рыб при их искусственном воспроизводстве (Богатова, 1973), используется для биотестирования качества природных и сточных вод (Романенко, 1999).

Условия содержания маточной культуры (коллекция беспозвоночных биотехнологического комплекса Института гидробиологии НАН Украины): среда – отстоянная водопроводная вода, температура –  $22 \pm 1^{\circ}\text{C}$ , корм – суспензия дрожжей.

В процессе исследований биоценоз активного ила, используемый в качестве корма, характеризовался как умеренно-нагруженный (хорошо работающий), о чем свидетельствует видовое разнообразие микроорганизмов, присутствие бесцветных жгутиковых *Centropyxis*

*laevigata*, инфузорий *Epistylis plicatilis*, коловраток *Cathypna luna*, которые, используя в качестве пищи бактериальную массу, способствовали поддержанию бактерий в состоянии непрерывного размножения.

Установлено, что при использовании активного ила в течение всего периода культивирования (температура  $22\pm 1^{\circ}\text{C}$ ) снижения роста популяции и гибели ракообразных не наблюдалось. Размножение происходило партеногенетическим путем, эфиппидальные самки и самцы отсутствовали. За период эксперимента (30 суток) дафнии дали  $7,9\pm 2,1$  пометов (при кормлении дрожжами –  $7,0\pm 1,8$ ). При этом в первом выводке (8-е сутки) количество молоди было невелико –  $5,1\pm 1,1$  (при кормлении дрожжами –  $10,4\pm 2,7$ ), что может быть связано с адаптацией дафний к новому корму. В дальнейшем, в каждом последующем помете, количество рачков увеличивалось и составило в общем  $166,4\pm 3,6$  особей (при кормлении дрожжами  $170,1\pm 4,9$ ). В процессе развития у дафний наблюдали заполненные кишечники буровато-красной окраски, что свидетельствует об их хорошей упитанности (Родина, 1950). Достаточно высокую пищевую ценность активного ила также подтверждают данные Г.А. Васильевой (Васильева, 1959), которая при смешанном кормлении (водоросли, дрожжи) за 47 суток от партеногенетической самки получила 189–251 потомков.

Полученные результаты свидетельствуют о том, что использование активного ила в качестве корма при выращивании *D. magna* в регулируемых системах дает возможность создать оптимальные условия для их роста, развития и размножения.

**Попова Е. В., Рябушко В. И., Нехорошев М. В.**

Институт биологии южных морей им. А.О. Ковалевского НАН Украины,  
пр. Нахимова, 2, г. Севастополь, 99011, Украина

### **ФУКОКСАНТИН ИЗ БУРЫХ ВОДОРОСЛЕЙ РОДА *CYSTOSEIRA* С. AGARDH.**

Фукоксантин – один из наиболее широко распространённых каротиноидов в природе. Многочисленные исследования показали, что он может быть широко использован в области здоровья человека, оказывая антиоксидантное, противоопухолевое, антидиабетическое и противовоспалительное действие. В ряде публикаций показан протекторный эффект этого каротиноида на печень, кровеносные сосуды



мозга, костей, кожи и глаз (Peng et al., 2011). Японскими исследователями была разработана методика получения фукоксантина в полупромышленных масштабах из бурой водоросли *Laminaria japonica*. Данный метод требует применения колоночной хроматографии, абсолютного спирта и отличается длительностью и сложностью процесса (Kanazawa et al., 2008). Поэтому нами разработан усовершенствованный способ получения фукоксантина из бурых водорослей с использованием пищевых растворителей (этанол), а также метод количественного определения этого пигмента. Перспективным источником получения фукоксантина из массовых видов макрофитов Черного моря являются бурые водоросли рода *Cystoseira* как из нативной формы, так и из штормовых выбросов.

Установлено, что концентрация фукоксантина в *S. crinita* в зимний период 2013 г составила  $18,8 \pm 5,9$  мг/100 г сырой массы. Для выделения этого пигмента можно перерабатывать и штормовые выбросы водоросли. При этом выход фукоксантина составляет 8 мг/100 г сырой массы. Полученные данные сопоставимы с результатами японских исследователей (Kanazawa et al., 2008). Разработанный способ позволяет получать достаточно чистый (более 50%) раствор фукоксантина в полупромышленных масштабах. Метод достаточно прост, не требует дорогостоящих реактивов. Полученные растворы фукоксантина можно использовать для разработки лечебно-профилактических продуктов и косметических средств.

**Попова Л. А., Лях А. М.**

Институт биологии южных морей им. А.О. Ковалевского НАН Украины,  
пр. Нахимова, 2, г. Севастополь, 99011, Украина

## **ВЛИЯНИЕ НЕФТЕПРОДУКТОВ НА ЧИСЛЕННОСТЬ ИНФУЗОРИЙ ТВЕРДЫХ СУБСТРАТОВ (АНАЛИЗ ПРИМЕНЕНИЯ РАЗЛИЧНЫХ СТАТИСТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ)**

Негативное влияние нефтяного загрязнения особенно явно проявляется в прибрежной акватории, имеющей наиболее важное хозяйственное и рекреационное значение, например, у побережья Севастополя. В трансформации нефтяного загрязнения акватории участвует всё сообщество гидробионтов. Наиболее полно изучены активные обрастатели и фильтраторы – моллюски (мидии и митилястеры)

(Миронов, 2006). О роли инфузорий в этом процессе известно мало, поскольку ежесуточные полевые наблюдения за количественными и качественными показателями развития простейших в акватории представляют значительные трудности, что потребовало проведения серии лабораторных экспериментов, в которых исследовали влияние нефтяного загрязнения морской среды на цилиоперифитон (Попова, 2004, 2007). Результаты экспериментов показали, что при добавлении в морскую воду ДТ в концентрации 0,015 мл/л численность инфузорий в сравнении с контролем была меньше, в среднем, в 1,5 раза. При повышении концентрации ДТ до 0,07 мл/л различие между контролем и опытом увеличилось, в среднем, в 3,9 раза, что, на первый взгляд, свидетельствует о негативном влиянии повышения концентраций нефтепродуктов в морской воде на численность инфузорий. Сравнение данных по критерию Стьюдента показало достоверность различия между опытом и контролем в каждой серии экспериментов и по экспериментам с разными концентрациями ДТ (Попова, 2004).

Автору было предложено подтвердить полученные результаты методом анализа ковариант (ANCOVA). Применение данного метода требует соблюдения некоторых требований, в том числе, наличия линейной зависимости между откликом системы (в нашем случае, численностью инфузорий) от количественной переменной (длительности эксперимента в сутках). Однако эта зависимость описывается квадратным уравнением, что не соответствует условиям применения метода. Поэтому вместо анализа ковариант был применен метод «Extra sum-of-squares F-test». Он подразумевает на первом этапе замену исходных наборов данных линиями регрессии, описывающих каждый набор, с нахождением значения ошибок подобной аппроксимации. На втором – аппроксимацию всех наборов одной общей линией регрессии и также определение ошибки такой аппроксимации. Ошибки первого и второго случаев сопоставляются, и их различие оценивается их помощи F-критерия. Когда ошибки существенно различаются (в соответствие с критерием), обобщенная регрессия хуже аппроксимирует исходные данные, чем отдельные линии регрессии, что говорит о достоверном различии исходных выборок. В противном случае различий между выборками наблюдаться не будет.

Сравнение описанным методом контроля и опыта в экспериментах с различными концентрациями ДТ позволило в обоих случаях отвергнуть нулевую гипотезу о том, что обобщенная линия регрессии аппроксимирует данные лучше, чем линии регрессии для каждой группы. Другими словами выборки (контроль и опыт) статистически значимо различаются, что

подтверждает предыдущий вывод о влиянии концентрации нефтепродуктов на численность инфузорий.

### **Портянко В. В.**

Одесский филиал Института биологии южных морей НАНУ,  
ул. Пушкинская, 37, г. Одесса, 65125, Украина, *portyanko\_v@mail.ru*

## **РОЛЬ ГАРПАКТИКОИД (CRUSTACEA, COPEROIDA) В ФОРМИРОВАНИИ КОЛИЧЕСТВЕННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ МЕЙОБЕНТОСА ВЕРХНЕЙ СУБЛИТОРАЛИ ОДЕССКОГО ЗАЛИВА**

Контурные биотопы и населяющие их сообщества являются своего рода индикаторами состояния морских экосистем. Именно эти области гидросферы позволяют понять экологические процессы, происходящие в различных морских акваториях (Зайцев, 2006). Верхняя сублитораль – самая мелководная часть контактной зоны «берег-море». Несмотря на кажущуюся доступность для исследователя прибрежной зоны, она на северо-западном шельфе Черного моря остается недостаточно изученной.

Материал для исследований отбирался в Одесском заливе (район биологической станции Одесского национального университета) в июле 2012 г. Точки отбора располагались на четырех разрезах («А», «В», «С», «D»), формирующих собой четырехугольник. На разрезах «А» (21 проба) и «В» (21 проба) расстояния между станциями, на которых отбирался материал, составлял 20 м. На разрезах «С» (10 проб) и «D» (13 проб) материал отбирался через каждые 30 м. Расстояние между крайними станциями разреза «А» составляло 340 м, разреза «В» – 370 м, разреза «С» – 270 м, разреза «D» – 270 м. На разрезе «А» пробы отбирались на глубине 2- 11,3м; на разрезе «В» – 2,7-10,9 м; на разрезе «С» – 11,1-11,4 м; на разрезе «D» – 6-6,8 м. Все разрезы находились за волноломом на расстоянии от 50 до 250 метров в сторону открытого моря.

На каждом разрезе были выделены следующие биотопы: песок, ракуша, камни и скалы, смешанный тип грунтов. На разрезах «А», «В», «D» присутствовали все типы грунтов, а на разрезе «С» грунт был представлен исключительно ракушей.

Согласно распределению донных биотопов на разрезе «А», грунт наибольшего количества станций (12 из 21 ) определялся как песок. Грунт пяти станций представлял собой ракушу, трех – камни и скалы, и на одной

– смесь грунтов. Мейофауна данного разреза была представлена 11 таксонами: Foraminifera, Nematoda, Harpacticoida, Ostracoda, Halacaridae, Turbellaria, Oligochaeta, Polychaeta, Bivalvia, Gastropoda, Balanus. Гарпактикоиды присутствовали почти повсеместно их плотность варьировала от 0-2000 экз/м<sup>2</sup> до 101000 экз/м<sup>2</sup>. Доля ракообразных в общей численности мейобентоса значительно колебалась в зависимости от субстрата и в среднем составляла 19,6 % от общего количества организмов. Наиболее высокий средний показатель численности имели нематоды (69048 экз/м<sup>2</sup>) и личинки двустворчатых моллюсков (33500 экз/м<sup>2</sup>), а наибольшая средняя биомасса определялась гарпактикоидами (520 мг/м<sup>2</sup>, 17,3 % от общей средней биомассы) и полихетами (1394,29 мг/м<sup>2</sup>, 40,9 % от общей биомассы). В общем, процентные показатели численности и биомассы эвмейобентоса составили 63,9 % и 20,6 %. Эти же показатели для псевдомейобентоса составили 36,1 % и 79,4 %. Таким образом, на разрезе «А» численность формировалась за счет представителей эвмейобентоса, а биомасса за счет псевдомейобентоса.

На разрезе «В» на 8 станциях грунт был представлен ракушей, на 5 станциях - камнями и скалами, на 4-х – песком и на 3-х – тип грунта был смешанным. На данном разрезе присутствовало также 11 таксонов мейобентоса, относящихся к постоянному (Foraminifera, Nematoda, Harpacticoida, Ostracoda, Halacaridae, Turbellaria) и временному (Oligochaeta, Polychaeta, Bivalvia, Gastropoda, Balanus) компонентам. Плотность гарпактикоид варьировала от 0-4000 экз/м<sup>2</sup> до 156500 экз/м<sup>2</sup>. В зависимости от субстрата доля этих ракообразных значительно колебалась и в среднем составляла 18,2 %. Наибольшая средняя численность была у нематод (71310 экз/м<sup>2</sup>) и у полихет (23238 экз/м<sup>2</sup>). Средние показатели биомассы были наибольшими у гарпактикоид (453,71 мг/м<sup>2</sup>, 16,7 % от общей средней биомассы) и у полихет (1394,29 мг/м<sup>2</sup>, 48,3 % от общей биомассы). На данном разрезе численность также формировалась за счет эвмейобентоса (65,7%), а биомасса за счет псевдомейобентоса (78,5%).

Станции на последнем наиболее удаленном от берега разрезе («С») находились практически на одной глубине (11,1-11,4 м) с однотипным субстратом. Мейобентос был представлен 6 таксонами относящимися к эвмейобентосу (Foraminifera, Nematoda, Harpacticoida, Ostracoda, Halacaridae, Kinorhyncha) и четырьмя таксонами относящимися к псевдомейобентосу (Oligochaeta, Polychaeta, Bivalvia, Gastropoda). Наиболее высокой (100 %) встречаемостью обладали фораминиферы, остракоды и молодь двустворчатых моллюсков. На 9-ти из десяти станций

присутствовали нематоды и гарпактикоиды. Формирование общей численности шло за счет эвмейобентоса (в среднем 79,3 %). Роль гарпактикоид на данном разрезе (ракуша) была относительно низкой. На различных станциях их доля в общей численности мейобентоса составляла от 2,5 до 8,1 % при средней численности 6900 экз/м<sup>2</sup>.

Средняя биомасса мейобентоса на данном разрезе составляла 864 мг/м<sup>2</sup>, 13,8 % которой определялись гарпактикоидами. Бульший вклад в формирование показателя общей биомассы мейобентоса принадлежал молодежи двустворчатых и брюхоногих моллюсков (42,6 % и 15,7 % соответственно).

Из 13 станций разреза D на 4 станциях грунт был представлен песком, на 3 станциях ракушей, на 4 станциях камнями и скалами и 2 станциях тип грунта был смешанным. Разница в нахождении станций (относительно глубины) составляла менее одного метра (6-6,8 м). Мейобентос был представлен постоянным (Foraminifera, Nematoda, Harpacticoida, Ostracoda, Halacaridae) и временным (Oligochaeta, Polychaeta, Bivalvia, Gastropoda, Balanus) компонентами. Показатели плотности и доли гарпактикоид варьировали в зависимости от субстрата и составляли 0-3000 экз/м<sup>2</sup> и 15,2 %. Нематоды и полихеты имели наибольшую среднюю численность (93923 экз/м<sup>2</sup> и 18269 экз/м<sup>2</sup> соответственно), а гарпактикоиды и полихеты наибольшую среднюю биомассу (421,5 мг/м<sup>2</sup> и 1096,15 мг/м<sup>2</sup>). Доля последних от общей средней биомассы составила 16,7 % и 48,3 % соответственно. На данном разрезе численность формировалось за счет эвмейобентоса (69,2 %), а биомасса за счет псевдомейобентоса (81,6 %).

Анализируя распределение средних количественных показателей гарпактикоид относительно различных субстратов, удалось выяснить, что наибольшее количество организмов выявлено на субстрате, представленном камнями и скалами – 50583 экз/м<sup>2</sup>. На песке и на ракуше средняя численность гарпактикоид составила 28325 экз/м<sup>2</sup> и 12815 экз/м<sup>2</sup>. Относительная доля численности и биомассы этих ракообразных составили на камнях и скалах 28,5 % и 21,6 %, на песке 16,1 % и 17,0 %, на ракуше 8,3 % и 12,1 % соответственно.

Проскурнин В. Ю., Терещенко Н. Н., Гулин С. Б.

Институт биологии южных морей им. А.О. Ковалевского НАН Украины,  
пр. Нахимова 2, г. Севастополь, 99011, Украина, [xdymdy@gmail.com](mailto:xdymdy@gmail.com)

## НАКОПЛЕНИЕ ИЗОТОПОВ ПЛУТОНИЯ ЧЕРНОМОРСКОЙ ФИЛЛОФОРЫ

Радиоактивное загрязнение вод Чёрного моря в результате ядерной деятельности человека привело к поступлению изотопов плутония в биотические компоненты черноморской экосистемы. Основными источниками поступления плутония в Черное море были глобальные радиоактивные выпадения в результате испытаний ядерного оружия в открытых средах (максимум которых пришелся на 1962-1963 гг.) и атмосферные выпадения после аварии на Чернобыльской АЭС в 1986 г. Кроме того, для северо-западного и западного районов Черного моря в большей степени, чем для остальной акватории, имело значение поступление плутония с речным стоком в первые годы после чернобыльской аварии (Проскурнин, 2013). Отношение активностей изотопов  $^{238}\text{Pu}/^{239,240}\text{Pu}$  для каждого из указанных источников является специфическим, и составляет: для глобальных выпадений – 0,036 (Hardy, 1973), а для чернобыльских выпадений – 0,40-0,54 (Aarkrog, 1988).

Морские и пресноводные гидробионты обладают значительной аккумулирующей способностью в отношении плутония, что проявляется в его накоплении до уровней, значительно превышающих таковые в морской воде (Терещенко, Поликарпов, 2008). Среди трансурановых радионуклидов основной вклад в формирование дозы облучения морских гидробионтов вносят альфа-излучающие изотопы плутония  $^{239,240}\text{Pu}$ , и, в значительно меньшей степени, –  $^{238}\text{Pu}$ .

Ранее сотрудниками отдела РХБ ИнБЮМ было исследовано накопление изотопов плутония представителями отделов зелёных (*Ulva sp.*) и бурых (*Cystoseira sp.*) водорослей. Аккумулирующая способность гидробионтов по отношению к отдельным радионуклидам характеризуется коэффициентом накопления, определяемым как отношение концентрации данного радионуклида в гидробионте ( $\text{Бк} \cdot \text{кг}^{-1}$  сыр. массы) к концентрации его в морской воде в растворённой форме ( $\text{Бк} \cdot \text{л}^{-1}$ ) (Поликарпов, 1964). Коэффициенты накопления составили: для ульвы –  $n \cdot 10^2$ ; для цистозире –  $n \cdot 10^3$  (Терещенко, 2005, 2006).

В данной работе были определены концентрации альфа-излучающих изотопов плутония в пробах филлофоры (*Phyllophora sp.*) (табл. 1), отобранных во время 70-го рейса НИС «Профессор Водяницкий» в районах большого филлофорного поля Зернова (ФПЗ) и малого филлофорного поля (МФП).

Таблица 1.  
Концентрации альфа-излучающих изотопов  $^{239,240}\text{Pu}$ ,  $^{238}\text{Pu}$ , мБк·кг<sup>-1</sup> сыр. массы, коэффициенты накопления ( $K_n$ ) плутония и отношение активностей  $^{238}\text{Pu}/^{239,240}\text{Pu}$  в пробах филлофоры ФПЗ и МФП

| Район            | $^{239,240}\text{Pu}$ | $^{238}\text{Pu}^*$ | $K_n$ | $^{238}\text{Pu}/^{239,240}\text{Pu}$ |
|------------------|-----------------------|---------------------|-------|---------------------------------------|
| ФПЗ              | 95 ± 10               | 21 ± 4              | 32000 | 0,221                                 |
| МФП              | 53 ± 6                | 5 ± 2               | 18000 | 0,094                                 |
| Средние значения | 74 ± 11               | -                   | 25000 | -                                     |

\* скорректировано на 1 мая 1986 г

Как следует из представленных данных, коэффициенты накопления плутония филлофорой составили величины на уровне  $n \cdot 10^4$ .

Таким образом, можно сделать следующие выводы:

1) черноморские красные водоросли *Phyllophora sp.* характеризуются наибольшей аккумулирующей способностью по отношению к изотопам плутония среди различных отрядов черноморских макрофитов;

2) среди представителей различных отделов макрофитов в Чёрном море можно отметить тенденцию к уменьшению накопления изотопов плутония в ряду: красные водоросли > бурые водоросли > зелёные водоросли.

Рауэн Т. В., Муханов В. С., Ханайченко А. Н.

Институт биологии южных морей им. А.О. Ковалевского НАН Украины,  
пр. Нахимова, 2, г. Севастополь, 99011, Украина, *taschi@mail.ru*

## **ВЛИЯНИЕ МИКРОВОДОРОСЛИ *CHLORELLA VULGARIS* НА ДИНАМИКУ ВЫКЛЕВА *ARTEMIA SALINA* И ЧИСЛЕННОСТИ БАКТЕРИЙ В СРЕДЕ ВЫРАЩИВАНИЯ АРТЕМИИ**

Артемия – наиболее широко используемый кормовой объект при выращивании личинок рыб, обладающий рядом преимуществ: технологичность культивирования, высокое содержание белка, малые размеры науплиев (0,3-0,5 мм), мягкий наружный скелет и т.д. Однако науплии артемий часто являются вектором передачи патогенных бактерий личинкам. На поверхности цист в альвеолярных и кортикальных слоях внешней оболочки локализуется значительное число бактерий, которые не всегда элиминируются дезинфицирующими средствами. Большое количество органических веществ, накапливаемое в среде, обусловленное выходом науплиев из цист, а также температурный диапазон, необходимый для выклева науплиев (25-30°C), создают благоприятные условия для развития внесенной в среду вместе с цистами микрофлоры. В дальнейшем это негативно отражается на эффективности выклева самой артемии и может стать причиной гибели личинок рыб, получающих ее в качестве корма.

Самый распространенный метод снижения численности бактерий, ассоциированных с данным видом корма, – применение антибактериальных средств. Однако в последнее время в аквакультурных производствах отмечают появление резистентных к антибиотикам штаммов бактерий, что определяет необходимость поиска альтернативного решения этой проблемы, одним из которых является применение микроводорослей, обладающих антибактериальным эффектом.

С целью оптимизации выращивания *Artemia salina* и снижения бактериальной нагрузки при её использовании в качестве живого корма, в данной работе исследовано влияние культуры микроводорослей *Chlorella vulgaris* на скорость выклева науплиев артемий, динамику численности бактерий в среде их выращивания и интенсивность колонизации покровов науплиев бактериями.



В экспериментах использовали неаксеничную культуру хлореллы *C. vulgaris* в экспоненциальной фазе роста ( $\approx 9 \times 10^7$  кл. мл<sup>-1</sup>) и сибирскую расу артемий компании Artemia Wholesale – *A. salina*.

Цисты артемий помещали в конические колбы (плотность посадки 5 мг. л<sup>-1</sup>), содержащие стерильную морскую воду при 28°C. Колбы с цистами разделяли на две серии, в первую добавляли 50 мл стерильной морской воды (контроль), во вторую – 50 мл культуры *C. vulgaris* (концентрация клеток  $0.4 \times 10^6$  кл. мл<sup>-1</sup>.)

Численность науплиев определяли прямым подсчетом в камере Богорова, микроводорослей и бактерий – с помощью проточной цитометрии. Колонизацию поверхности науплиев бактериями определяли в люминесцентном режиме с помощью микроскопа Nikon Eclipse TS100-F после их окраски флуоресцентным маркером SYBR Green I. Измерения цветовых/яркостных характеристик организмов проводили с помощью программного обеспечения ImageRegionColor.

Показано, что при добавлении *C. vulgaris* в среду инкубации артемий численность бактерий в ней была значительно ниже, чем в контроле (соответственно,  $33,6 \pm 0,12 \times 10^6$  и  $82,7 \pm 14 \times 10^6$  кл. мл<sup>-1</sup> спустя 25 ч, *t*-тест,  $p < 0,05$ ), что указывает на хорошо выраженный антибиотический эффект хлореллы. В дальнейшем этот эффект сохранялся даже в условиях поступления в среду выращивания артемий большого количества органических веществ – дополнительного субстрата для бактерий, обусловленного метаморфозом науплиев, т.е. присутствие микроводорослей сдерживало бактериальный рост. Присутствие *C. vulgaris* в среде инкубации артемий сокращало время выклева науплиев из цист и обеспечивало их более синхронный метаморфоз. В присутствии хлореллы степень колонизации покровов науплиев бактериями была достоверно ниже, чем в контроле. Полученные результаты позволяют сделать вывод о высокой эффективности и целесообразности применения хлореллы для снижения численности бактерий в среде выращивания артемий.

Редчиц Д. А.<sup>1</sup>, Моисеенко С. В.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Институт транспортных систем и технологий НАН Украины,  
ул. Писаржевского, 5, г. Днепропетровск, Украина, [redchits\\_da@ua.fm](mailto:redchits_da@ua.fm)

<sup>2</sup> Херсонский национальный технический университет,  
Береславское шоссе, 24, г. Херсон, Украина

## **ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ АЭРОДИНАМИКИ ВЕТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ УСТАНОВКИ С РОТОРАМИ ДАРЬЕ И САВОНИУСА**

На сегодняшний день конкурентоспособными по сравнению с горизонтально-осевыми (ГО) ветроэнергетическими установками (ВЭУ) являются вертикально-осевые (ВО) ВЭУ с ротором Дарье. Однако они обладают существенным недостатком – малым стартовым крутящим моментом, что приводит к проблеме самостартирования. Ротор Савониуса, наоборот, обладает высоким стартовым крутящим моментом. Поэтому зачастую на практике ВЭУ с ротором Дарье комплектуют ротором Савониуса для обеспечения самозапуска. Но как влияет ротор Савониуса на аэродинамику ротора Дарье на рабочем режиме, не исследовалось ни экспериментально, ни теоретически.

Целью настоящей работы является сравнительная оценка аэродинамики ВО ВЭУ с роторами Дарье и Савониуса и ВО ВЭУ только с одним ротором Дарье. В качестве примера рассматривается ВО ВЭУ-0020 мощностью 20 кВт, предназначенная для снабжения электроэнергией удаленных небольших производственных и жилых объектов.

Для численного решения поставленной задачи разработан специализированный пакет вычислительной гидродинамики (CFD) на основе уравнений Навье-Стокса, включая несколько дифференциальных моделей турбулентности (SA, SARC, SALSА).

Специализированный пакет состоит из трех основных элементов: препроцессора, вычислительного ядра (солвера) и постпроцессора.

*Препроцессор* отвечает за формирование исходной геометрии, создание дискретного пространства и движение отдельных блоков расчетной сетки.

В *вычислительном ядре* происходит интегрирование уравнений Навье-Стокса, расчет параметров турбулентности и выполнение граничных условий.

*Постпроцессор* отвечает за встроенную визуализацию результатов, расчет аэродинамических характеристик и подготовку данных для внешних визуализаторов.

Верификация разработанного пакета вычислительной гидродинамики проведена на многих задачах, одной из которых является обтекание трехлопастного ротора Дарье. Результаты настоящей работы удовлетворительно согласуются с экспериментальными данными, полученными в ЦАГИ.

Анализ результатов показал, что взаимодействие лопастей ротора Дарье с макровихрями от ротора Савониуса в подветренной части траектории приводит к резкому падению коэффициента крутящего момента. При отсутствии ротора Савониуса вихри, сошедшие с опорной башни гораздо меньше как по размерам, так и по интенсивности. Поэтому их взаимодействие с лопастями ротора Дарье не приводит к существенному изменению аэродинамических характеристик.

Основной вклад в крутящий момент ВО ВЭУ осуществляется за счет ротора Дарье. На долю ротора Савониуса приходится всего несколько процентов от общего объема создаваемого установкой момента. Установлено, что отсутствие ротора Савониуса в конструкции ВО ВЭУ приводит к улучшению аэродинамических характеристик ротора Дарье. Сравнение аэродинамических характеристик двух ВО ВЭУ показало, что коэффициент крутящего момента больше у ВЭУ с одним только ротором Дарье. Осредненные за один оборот коэффициенты крутящего момента имеют следующие значения – 0.161 и 0.141. Прирост составляет 14.2%.

Разработанное программно-методическое обеспечение позволяет воспроизводить реальные аэродинамические процессы обтекания роторов ВО ВЭУ Дарье и Савониуса, используется в ИТСТ НАН Украины и в МНПК «ВЕСТА» (г. Днепропетровск) для расчета и проектирования ВО ВЭУ среднего (до 500 кВт) и малого (до 50 кВт) классов.

Рибка Т. С., Заїченко Н. В.

Інститут Гідробіології НАН України, просп. Героїв Сталінграду, 12,  
м. Київ, 04210, Україна

## РІЗНОМАНІТТЯ КРУГОВІЙЧАСТИХ ІНФУЗОРІЙ ЗООПЛАНКТОНУ ВОДОЙМ УРБАНІЗОВАНИХ ТЕРИТОРІЙ

Зростаючі індустріалізація і урбанізація ведуть до збільшення дефіциту чистої води. Серед організмів, що грають роль природних фільтрів у водоймах значне положення займають круговійчасті інфузорії, седиментатори, що живляться бактеріями та дрібними джугитковими, зменшують таким чином кількість завислих часток у воді, зменшують її мутність. Завдяки відносно великим розмірам, прикріпленому способу життя перітрихи є добрими індикаторами якості води. Серед іншого, об'єктами для прикріплення є різноманітні представники зоопланктону. Метою нашої роботи було дослідити особливості розподілу війчастих симбіонтів зоопланктерів в водоймах з різними сапробіологічними і трофічними показниками, та ступенем антропогенного навантаження.

Дослідження проводилися посезонно протягом 2011-2012 рр. і охопили різнотипні водні об'єкти м. Києва: водойми озерного (оз. Редьчине, оз. Опічень та ін) і річкового типів (р. Дніпро: рукави і основне русло). Кількісні показники зоопланктону у цих водоймах варіювали від „дуже низького” до „високого” рівня розвитку, що відповідає категорії «чисті–помірно забруднені» води.

З 76 виявлених видів зоопланктону тільки 7 видів, виявилися носіями круговійчастих інфузорій. У їх складі коловертка - *Polyarthra vulgaris*; гіллястовусі ракоподібні - *Daphnia cucullata* і *Scapholeberis mucronata*; веслоногі ракоподібні - *Thermocyclops oithonoides*, *Acanthocyclops americanus*, *Eucyclops serrulatus* і *Mesocyclops leuckarti*.

У досліджуваних водоймах було виявлено 10 видів епібіонтних інфузорій, що відносяться до родів *Rhabdostyla*, *Epistylis*, *Zoothamnium*, *Harposcaulus*, *Vorticella* і *Cothurnia*. Відзначена специфічність цих епізоїв до носіїв і локалізація їх на поверхні тіла гідробіонтів. Серед перітрих, як за кількістю видів, так и за кількістю особин, переважали інфузорії роду *Epistylis* (4 види), рід *Harposcaulus* представлений 2 видами, решта родів представлені по 1 виду. Круговійчасті інфузорії з різною скоротливістю стебла утворювали поселення різної щільності від 1 (*Vorticella lutea*) до 90 екз/організм (*Epistylis digitalis*). Показники EI були найбільшими для

інфузорій *Rhabdostyla cyclopis* та *Epistylis lacustris* (до 35%) в осінній період.

Найбільша видова різноманітність перітрих відзначена для веслоногих рачків, що пов'язано зі складною сегментацією їх тіла, що забезпечує різноманітні місця для прикріплення епібіонтів. Для інфузорій що поселяються на прісноводному зоопланктоні, відзначена специфічність до носіїв, яка проявляється в прикріпленні окремих видів епібіонтів до рачків певного виду. На зовнішніх покровах гіллястовусих рачків *S. mucronata* та *D. cucullata* були виявлені представники роду *Haplocaulus* (*H. epizoicus* та *H. kahlii*). Колоніальні перітрихи роду *Zoothamnium* sp. виявлені на безпанцирній коловертці *P. vulgaris*. Особини більшості видів круговійчастих інфузорій в якості субстрату для прикріплення обирали поверхню тіла 4 видів рачків родини Cyclopidae.

Види круговійчастих інфузорій розподілені по водоймах нерівномірно. Найбільш багатий видовий склад перітрих відзначений для мезотрофних водойм з низьким рівнем розвитку зоопланктону. Зниження різноманітності перітрих відзначено для помірно брудних водойм з високим рівнем розвитку зоопланктону.

**Родина Е. А.**

Институт биологии южных морей им. А. О. Ковалевского НАН Украины,  
пр. Нахимова, 2, г. Севастополь, 99011, Украина, [rodina.e@mail.ru](mailto:rodina.e@mail.ru)

## **ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДОЗОВЫХ НАГРУЗОК ПРИРОДНЫХ И ТЕХНОГЕННЫХ РАДИОНУКЛИДОВ НА ЧЕРНОМОРСКУЮ ФИЛЛОФОРУ МАЛОГО И БОЛЬШОГО ПОЛЯ ( $^{40}\text{K}$ )**

Известно, что природный долгоживущий изотоп  $^{40}\text{K}$ , является одним из основных компонентов естественного радиоактивного фона и одним из главных дозообразующих факторов в морской среде. Вместе с тем, до настоящего времени роль  $^{40}\text{K}$  в качестве дозообразующего фактора для экосистемы Черного моря не была в достаточной мере определена.

В связи с этим, целью работы стала оценка дозовых нагрузок и, следовательно, возможных последствий радиационного воздействия излучений  $^{40}\text{K}$  на черноморскую филлофору (*Phyllophora crispa*) ФПЗ (филлофорного поля Зернова) и МФП (малого филлофорного поля).

Объектами исследования для определения концентрации  $^{40}\text{K}$  были выбраны красные водоросли вида филлофора (*Phyllophora crispa*),

отобранные в 70-м рейсе НИС «Профессор Водяницкий». Филлофора была выбрана в качестве объекта исследований в связи с тем, что она образует достаточно обширные биоценозы-колонии и сосредоточена в локальных ареалах большого и малого филлофорных полей, расположенных в северо-западной части Черного моря и в разной степени подверженных антропогенному воздействию.

Пробы были отобраны в районах расположения ФПЗ (станция № 21, северо-западный шельф Черного моря, 45°37.2' с.ш. – 30°50,0' в.д., глубина 35 м) и МФП (станция № 34, Каркинитский залив, 45°55.4' с.ш. – 33°16.2' в.д., глубина 11 м). Для отбора проб филлофоры на ФПЗ использовали трал Сигсби, на МФП пробы отбирались водолазом.

Активность  $^{40}\text{K}$  в озоленных пробах определялась в радиоаналитической лаборатории отдела радиационной и химической безопасности ИнБЮМ по его гамма-излучению с энергией 63 и 93 кэВ при помощи полупроводникового г-детектора ORTECGMX-10 (США), выполненного на основе кристалла сверхчистого германия.

Расчет радиационных доз для филлофоры, обитающей в исследуемых ФПЗ и МФП, основан на использовании коэффициента DCF (дозовый конверсионный фактор) для  $^{40}\text{K}$  и на определении суммарной дозы, получаемой филлофорой от внешнего (донные отложения и вода) и внутреннего облучения этим радионуклидом (*International Basic Safety Standards, 1996; Amiro, 1997; USDOE Standard, 2001*). Предельная доза, которая не вызывает регистрируемых изменений в природных популяциях гидробионтов, равна 10 мГр в день (*International Basic Safety Standards, 1996; USDOE Standard, 2001; Jonesetal., 2003*).

Использование DCF для расчета доз в гидробионте предполагает определение только поглощенных доз (US DOE Standard, 2001; Jonesetal., 2003). Следует отметить, что поглощенная и эквивалентная дозы, формируемые в биоте от воздействия бета- и гамма-излучателей численно равны, так как коэффициент качества для них равен единице (Бударков и др., 2000; Гродзінскій, 2000; НРБУ/ОСПУ, 2002). Нами же рассчитывались и анализировались только поглощенные дозы в гидробионтах.

Таким образом, рассчитанные нами дозы внутреннего и внешнего облучения филлофоры (*Phyllophora crispa*) из ФПЗ и МФП составили на ст. 21 -  $4,6 \cdot 10^{-4}$  и  $1,835 \cdot 10^{-1}$  Гр/год, на ст. 34 -  $4,59 \cdot 10^{-4}$  и  $1,830 \cdot 10^{-1}$  Гр/год соответственно.

**Севостьянова О. В., Гончарова Е. Н.**

Белгородский государственный технологический университет  
им. В.Г. Шухова, Костюкова 46, г Белгород, Россия, *eleng59@rambler.ru*

## **РАЦИОНАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ В СИСТЕМЕ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД В САХАРНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

Сточные воды пищевой промышленности занимают среди стоков различных производств одно из первых мест по объему и концентрации загрязнений. Белгородская область является одним из лидеров по производству сахара. За последние 10 лет мощность предприятий сахарной промышленности увеличилась в несколько раз, а площадь земель, занимаемых полями фильтрации, на которых происходит очистка сточных вод, выросла незначительно.

Проблема интенсификации очистки сточных вод на предприятиях пищевой промышленности становится все более актуальной, а в идеале в будущем – необходимо введение бессточных технологий, создание замкнутых систем водоочистки.

Основным методом очистки сточных вод подобного вида остаётся естественная биологическая очистка на полях фильтрации. Так как в настоящее время дополнительный отвод земель под очистные сооружения практически не возможен, то становится особенно актуальным найти методы интенсификации биологической очистки на имеющихся очистных сооружениях. Выход из создавшейся ситуации в настоящий момент остается единственный – это повышение производительности действующих сооружений очистки сточных вод за счет внедрения технологий интенсификации процессов очистки на старых сооружениях и поиск новых экономически выгодных технологических решений.

Работа посвящена рассмотрению процессов интенсификации очистки сточных вод одного из предприятий сахарной промышленности. С целью интенсификации очистки предполагается в качестве очистных сооружений вместо полей фильтрации использовать многоступенчатые биологические аэрируемые пруды, которые будут занимать небольшие площади, ускорят процесс очистки, повысят ее эффективность, вследствие этого не будет происходить вторичного загрязнения окружающей среды.

Проведено исследование и определена возможность непосредственного поступления сточных вод III категории без разбавления

в биологические пруды на очистку. Однако сточные воды без разбавления оказались токсичны для одноклеточных и многоклеточных зеленых водорослей. Установлено, что воду III категории необходимо разбавлять в 10 раз, для того, чтобы вода могла подвергаться биологической очистке с помощью водорослей без их предварительного адаптирования к загрязняющим веществам. В результате процесса адаптации водорослей удалось сократить количество разбавляющей воды в 5 раз. Воду для разбавления можно использовать из условно чистых вод, которые образуются на предприятии. Определено время пребывания сточных вод в биологических прудах для того, чтобы стандарты качества воды соответствовали основным параметрам для рыбохозяйственных водоёмов.

**Сербінова І. В., Копитіна Н. І.**

Одеський філіал Інституту біології південних морів ім. О.О. Ковалевського НАН України, вул. Пушкінська, 37, м. Одеса, 65011, Україна,  
*irina.serbinova1987@yandex.ua*

### **МІКОЛОГІЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ПЕЛАГІАЛІ ОДЕСЬКОГО МОРСЬКОГО РЕГІОНУ (ВЕРЕСЕНЬ 2012 Р.)**

У вересні 2012 р. з вод Одеського морського регіону виділено 39 видів мікроскопічних грибів (теригенні види) з 16 родів (*Acremonium* Link, *Alternaria* Nees, *Aspergillus* P. Micheliex Link, *Aureobasidium* Viala & G. Boyer, *Beauveria* Vuill., *Chaetomium* Kunze, *Cladosporium* Link, *Chrysosporium* Corda, *Nattrassia* B. Sutton & Dyko, *Emmonsia* Cif. & Montemart., *Fusarium* Link, *Microascus* Zukal, *Penicillium* Link, *Pseudallescheria* Negr. & I. Fisch., *Stachybotrys* Corda, *Stemphilium* Wall., *Trichocladium* Harz), 11 родин (Ajellomycetaceae, Davidiellaceae, Dothioraceae, Chaetomiaceae, Incertaesedis, Microascaceae, Nectriaceae, Cordycipitaceae, Onygenaceae, Pleosporaceae, Trichocomaceae), 9 порядків (Capnodiales, Chaetothyriales, Dothideales, Eurotiales, Hypocreales, Microascales, Onygenales, Pleosporales, Sordariales) 4 класів (Dothideomycetes, Eurotiomycetes, Leotiomycetes, Sordariomycetes) відділу Ascomycota (2 телеморфних роди, інші – анаморфні), на протязі ж 2008 – 2011 рр. – 51 вид. У 2012 р., як й у 2008 – 2011 рр., найбільшою кількістю видів представлені роди *Alternaria* – 7, *Aspergillus* – 9 та *Penicillium* – 5. У попередніх дослідженнях максимальну кількість видів грибів відзначено у серпні 2008 р. та липні 2009 р. – по 33 види.



Виявлено збільшення середньої чисельності пропагул: у поверхневому горизонті води – в 14 разів (вересень 2012 – 36368 КУО·дм<sup>-3</sup>; максимальне значення минулих років – липень 2009 р. – 2600 КУО·дм<sup>-3</sup>); в придонному – в 6 разів (вересень 2012 – 24052 КУО·дм<sup>-3</sup>, жовтень 2008 р. – 4000 КУО·дм<sup>-3</sup>).

Кількість видів грибів поступово зменшувалася по мірі віддалення від берега – від 32 до 15. У кожній групі станцій, виділених за їх місцезнаходженням відносно берега, чисельність пропагул у поверхневому горизонті води змінювалася в 3 – 20,5 разів, у придонному горизонті – в 2,8 – 14 разів. У поверхневому горизонті води на станціях, розташованих на відстані 6,0 – 8,7 км від берега, відзначено максимальну середню чисельність пропагул грибів – 46750 КУО·дм<sup>-3</sup>, для інших груп станцій середня чисельність коливалася від 32000 до 33600 КУО·дм<sup>-3</sup>. У придонному шарі води мінімальну чисельність пропагул відзначено в групі станцій, що знаходяться на відстані 3,5 – 5,5 км від берега – 19750 КУО·дм<sup>-3</sup>, а максимальна – в групі ближніх станцій (33250 КУО·дм<sup>-3</sup>). Певно, такий розподіл чисельності пропагул грибів у пелагіалі тісно пов'язаний із циркуляцією вод в Одеському морському регіоні, яка залежить від вітрових течій, стокової течії з Дністровсько-Бузького лиману, та від загального характеру циркуляції вод північно-західної частини Чорного моря.

Високі температури повітря і води, а також підвищений зливовий стік з суші влітку 2012 р. сприятливо позначилися на розвитку в морі терігенної мікобіоти. В цей період мікобіота Одеського морського регіону була представлена 38 опортуністичними видами, сапротрофом *Trichocladium achrasporum* (Meyers & R.T. Moore) M. Dixon, деякими видами дріжджів та не ідентифікованим видом *Fungi* sp. За частотою зустрічальності та щільністю пропагул (структур, здатних до розмноження: гіф та спор різного генезису) домінували види *Cladosporium cladosporioides* (Fresen.) G.A. de Vries (частота зустрічальності – 50,0 %, щільність пропагул – 5552 КУО·дм<sup>-3</sup>), *Aspergillus niger* Tiegh. (42,1 %, 2131 КУО·дм<sup>-3</sup>), *Alternaria alternata* (Fr.) Keissl (36,8 %, 2420 КУО·дм<sup>-3</sup>), *Acremonium kiliense* Grütz (31,6 %, 1736 КУО·дм<sup>-3</sup>), *Aspergillus flavus* Link (18,4 %, 842 КУО·дм<sup>-3</sup>) та *Aspergillus fumigatus* Fresen. (13,2 %, 210 КУО·дм<sup>-3</sup>). Деякі таксони вперше відзначено у воді Одеського морського регіону: *Beauveria bassiana* (Bals.-Criv.) Vuill. (2,6 %, 130 КУО·дм<sup>-3</sup>), *Chrysosporium inops* J.W. Carmich. (26,3 %, 1473 КУО·дм<sup>-3</sup>), *Emmonsia pasteuriana* Drouhet, E. Guého & Gori (2,6 %, 210 КУО·дм<sup>-3</sup>), *Pseudallescheria boydii* (Shear) McGinnis, A.A. Padhye & Ajello (5,3 %, 52 КУО·дм<sup>-3</sup>).

**Сибирцова Е. Н.**

Институт биологии южных морей им. А. О. Ковалевского НАН Украины,  
пр. Нахимова, 2, г. Севастополь, 99011, Украина

### **СУТОЧНАЯ И СЕЗОННАЯ ДИНАМИКИ ВЕРТИКАЛЬНОЙ СТРУКТУРЫ СИЛЫ ОБРАТНОГО ОБЪЁМНОГО РАССЕЯНИЯ ЗВУКА И ЕЁ СВЯЗЬ С ХАРАКТЕРИСТИКАМИ ВОДНЫХ МАСС ЧЁРНОГО МОРЯ**

Проведён сравнительный анализ акустических, гидрологических и биологических параметров звукорассеивающих слоёв (ЗРС), полученных в 68-, 70- и 72-м рейсах НИС «Профессор Водяницкий» в глубоководной и неритической зонах верхнего продуктивного слоя Чёрного моря в осенний, летний и весенний периоды. Для осуществления регистрации акустических параметров использовались два эхолота: Furuno FCV-1200L и Simrad EK-500 с рабочими частотами 38, 50, 88 и 120 кГц. Отбор биологических проб проводился комплексом приборов, включающим планктонные сети МНТ-1, Джеди, Богорова-Расса и GoFlo ROSETTE батометры. Для определения гидрологических параметров водных масс (температуры, солёности и т.п.) применяли гидробиофизический зондирующий комплекс «Сальпа-М».

Выявлены некоторые закономерности интенсивности вертикальных миграций ЗРС, особенности их суточной динамики, обусловленные характерным комплексом гидролого-экологических параметров для отдельных районов исследуемого региона. Показана взаимосвязь пространственно-временной структуры обнаруженных ЗРС с интенсивностью освещённости. Выявлены сезонные особенности биологических параметров ЗРС.

Показаны сезонные различия в интенсивности и сложности вертикальных миграций ЗРС и их обусловленность изменчивостью таксономического состава доминирующих групп зоопланктона, образующих ЗРС. Установлено время наиболее интенсивной суточной пространственно-временной динамики ЗРС в разные сезоны.

Сидоров И. Г., Гулин С. Б., Гулина Л. В.

Институт биологии южных морей им. А.О. Ковалевского НАН Украины,  
пр. Нахимова, 2, Севастополь, 99011, Украина

## ДАТИРОВКА МОРСКИХ ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ С ПОМОЩЬЮ $^{137}\text{Cs}$ И $^{40}\text{K}$

Важнейшим механизмом самоочищения морских экосистем от радиоактивных и химических загрязнений является их седиментационный вынос из водной толщи в составе взвешенного вещества и депонирование в донных отложениях. Послойная датировка донных осадков позволяет реконструировать динамику загрязнения морской среды за весь период антропогенного воздействия (Поликарпов, 1976; Anderson, 1987; Гулин, 2008).

Для датировки донных отложений используют различные природные и антропогенные радионуклиды. Один из них,  $^{137}\text{Cs}$  является техногенным осколочным радиоизотопом с периодом полураспада 30,17 года, который поступил в окружающую среду в результате радиоактивных выпадений после испытаний ядерного оружия в атмосфере, достигших максимума в 1962 г., а также в результате аварии на Чернобыльской АЭС в апреле 1986 г. Благодаря этому, в донных отложениях наблюдаются два максимума, которые соответствуют 1962 и 1986 гг. По глубине залегания этих максимумов определяют скорость осадконакопления и возраст отдельных слоев донных отложений, с последующей реконструкцией динамики поступления загрязняющих веществ (Gulin, 1997).

Однако  $^{137}\text{Cs}$  накапливается и поступает в донные отложения, главным образом, в составе литогенного вещества (Comans, 1991; Sawhney, 1972). Это приводит к тому, что в акваториях со значительной биогенной седиментацией, органическая и минеральная взвесь обладает своеобразным эффектом разбавления содержания  $^{137}\text{Cs}$  в донных осадках. В результате этого профили вертикального распределения  $^{137}\text{Cs}$  зачастую не имеют выраженных максимумов в таких осадках, что делает невозможным применение данного метода для датировки донных отложений. Для преодоления этого недостатка предлагается проводить расчет содержания  $^{137}\text{Cs}$  не на общий вес осадка, а на массу его литогенной составляющей. Процентное содержание этой фракции можно определить с помощью природного долгоживущего радионуклида  $^{40}\text{K}$ . Он также поступает в море, главным образом, в составе литогенной взвеси, в

которой среднее содержание калия равно  $25 \text{ гК} \cdot \text{кг}^{-1}$ , тогда как в биогенном веществе эта величина не превышает  $3 \text{ гК} \cdot \text{кг}^{-1}$  (Гавшин, 1988; Gulin, 2002). Это дает возможность определить относительный вклад биогенного и литогенного материала во взвешенном веществе и донных отложениях.

Датировка донных осадков с помощью данного метода была осуществлена на внешнем рейде Севастополя. Полученный профиль распределения  $^{137}\text{Cs}$  имел более четкие и выраженные максимумы активности, чем для  $^{137}\text{Cs}$ , активность которого рассчитана на общую массу осадка. Это дало возможность определить скорость осадконакопления, составившую для поверхностных слоев осадков  $0.23 \text{ см} \cdot \text{год}^{-1}$ , а для более глубоких слоев –  $0.33 \text{ см} \cdot \text{год}^{-1}$ . Данное различие можно объяснить строительством 1970-80-е гг. защитного мола на входе в Севастопольскую бухту, после чего поступление из неё взвешенного вещества в акваторию внешнего рейда Севастополя существенно уменьшилось.

**Слепчук К. А.**

Морской гидрофизический институт НАН Украины, ул. Капитанская 2,  
г. Севастополь, Украина, *b.kirra@inbox.ru*

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДА ОПТИМИЗАЦИИ ХУКА-ДЖИВСА В МОДЕЛИРОВАНИИ ГОДОВОЙ ДИНАМИКИ ФИТОПЛАНКТОНА И ФОСФОРА ФОСФАТОВ В АКВАТОРИИ СЕВАСТОПОЛЬСКОЙ БУХТЫ**

Влияние океанологических факторов на экологическое состояние прибрежных морских акваторий при решении проблем рационального природопользования остается актуальным на протяжении многих десятков лет.

Чтобы контролировать качество водной среды, необходимо использовать математические модели. Созданию математической модели, как правило, предшествует экологический мониторинг исследуемой экосистемы и целый ряд специализированных экспериментов для оценки интенсивности связей между компонентами экосистемы.

Для оценки состояния морской экосистемы требуются натурные наблюдения из различных областей знаний: гидрофизики, гидрогеологии, гидрохимии, гидробиологии, метеорологии, которые выполняются на основе различных методик с разной точностью и дискретностью. Не всегда

эти натурные наблюдения выполнены в достаточном количестве в разных точках пространства. Применение математического моделирования позволяет не только восполнить пробелы в точках отсутствия натуральных данных, но и осуществить модельную оценку состояния экосистемы в условиях изменчивости ее компонентов.

Кроме того, математическое моделирование позволяет получить прогноз эволюции экосистемы при взаимном влиянии природно-климатических и антропогенных факторов.

В данной работе было проведено моделирование годовой динамики фитопланктона и фосфора фосфатов в акватории Севастопольской бухты с помощью модели качества вод МЕССА (Model for Estuarine and Coastal Circulation Assessment).

В соответствии с принципами осреднения, модель может иметь различную пространственно-временную разрешающую способность. Калибровка и эксплуатация трехмерной прогностической модели водной экосистемы предъявляет высокие требования к вычислительным возможностям ЭВМ и требует значительных, зачастую нереальных затрат машинного времени и времени исследователя. Поэтому на начальном этапе используется одномерный (с разрешением по вертикальной координате) вариант, где все данные осреднены в одной точке при средней глубине водоема.

В связи с достаточно большими несоответствиями данных, рассчитанных по модели, и натуральных данных был применен оптимизационный метод Хука-Дживса. Это метод прямого поиска минимума функционала, состоящий из последовательности шагов исследующего поиска вокруг базисной точки, за которой в случае успеха следует поиск по образцу. В уравнения блока эвтофикации модели включены параметры (удельные скорости химико-биологических процессов) и коэффициенты в эмпирических уравнениях, описывающих изменчивость значений этих параметров в зависимости от характеристик среды и внешних факторов. Далее, варьируя эти параметры в рамках возможного диапазона их изменчивости, проводится попытка достижения максимального соответствия модельных результатов и данных наблюдений, используя минимизацию суммы квадратов отклонений данных, рассчитанных по модели, и натуральных данных.

Из представленных в работе результатов видно, что использование метода оптимизации позволяет более точно отобразить реальную картину годовой динамики биомассы фитопланктона и фосфора фосфатов. Тем

самым подтверждается целесообразность использования методов оптимизации в биогеохимическом моделировании.

**Смирнова М. М.<sup>1</sup>, Ежова Е. Е.<sup>2</sup>, Ланге Е. К.<sup>3</sup>**

Атлантическое отделение ИОРАН им. П.П.Ширшова, пр. Мира 1,  
г. Калининград, 236022, Россия,  
<sup>1</sup>*seroga-nm@mail.ru*; <sup>2</sup>*igelinez@gmail.com*; <sup>3</sup>*evlange@gmail.com*

### **ОБРАЗОВАНИЕ МАКРОКОЛОНИЙ ДИАТОМОВЫМИ ВОДОРΟΣЛЯМИ В ЛИТОРАЛИ ВИСЛИНСКОГО ЗАЛИВА БАЛТИЙСКОГО МОРЯ**

В галечной литорали опресненной северо-восточной части Вислинского залива, примыкающей к устью р. Преголи, в весенний период, сразу после схода льда, в перифитоне отмечено массовое развитие сложных по видовому составу макроскопических колоний диатомовых водорослей. Впервые это явление было обнаружено в 2011 г. по фотоматериалам мониторинга береговой линии (предоставлены Е. Е. Есюковой, АО ИОРАН), с марта 2012 г. по настоящее время проводятся натурные и лабораторные исследования данного феномена. Сведений о подобных колониальных образованиях диатомовых в литературных источниках практически нет. Указывается на формирование макроколоний диатомей смешанного типа (доминанты виды рода *Fragilaria*) под нижней поверхностью льда в арктических водах [Стунжас, Сапожников, 2000].

В 2012 г. колонии диатомей в литорали залива наблюдались в период с 14 апреля по 6 июня, в 2013 г. – с 3 апреля по 24 мая.

Колонии диатомовых водорослей, обнаруженные в 2011 и 2012 гг. представляли собой слизистые образования оливкового цвета, шаровидной или булавовидной формы, прочно прикрепленные к гальке суживающейся частью – ножкой. Колонии диаметром 0,5-3,0 см и высотой до 3,0 см имели плотную консистенцию, прозрачный слизистый центр, и несколько более темный, также прозрачный, наружный слой. Описанные колониальные образования сплошным слоем покрывали галечник, занимающий полосу шириной 3-10 м от уреза воды.

В 2013 г. первые, обнаруженные в начале апреля, колонии были представлены единичными свободно плавающими образованиями диаметром 0,5-2,5 см. Они имели относительно плотный центр, рыхлые неровные края и не сохраняли постоянную форму. Позднее, в мае,

плавающие колонии исчезли, обнаруживались только прикрепленные, такие же, как в 2011-2012 гг. По-видимому, плавающая фаза развития колоний диатомей предшествовала прикрепленной.

И плавающие и прикрепленные колонии состояли из нескольких видов диатомей и имели почти идентичный видовой состав. Основу булавовидных макроколоний составлял прозрачный полимерный матрикс, заполненный студенистыми дихотомически ветвящимися тяжами пресноводно-соленоводной *Gomphonema olivaceum* (Lyngb.) Kütz. Кроме наиболее многочисленной *G. olivaceum* в состав колоний входили другие пеннатные диатомей – *Surirella ovata* Kütz., *Cymbella affinis* Kütz., *Cymbella cf. lanceolata var. notata* Wist. et Poretzky, *Fragilaria ulna* (Nitzsch) Lange-Bertalot, *Fragilaria cf. pinnata* Ehr., *Fragilaria spp.*, *Diatoma tenuis* Ag., *Achnanthes spp.* В плавающих колониях присутствовали также клетки литоральной центральной диатомовой *Melosira varians* Ag. Большая часть указанных водорослей относится к пресноводно-соленоводным или индифферентным видам.

Описываемые колониальные образования являются эдификатором связанных с ними сообществ беспозвоночных и простейших, представляя своеобразный биотоп для целого ряда организмов: внутри них были обнаружены олигохеты, нематоды, коловратки, инфузории (в том числе сидячие) и другие простейшие, а также остракоды. Последние присутствовали только в плавающих колониях.

**Снигирева А. А.<sup>1</sup>, Александров Б. Г.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Одесский национальный университет им. И. И. Мечникова, Гидробиологическая станция, Шампанский пер., 2, Одесса 65058, Украина, [snigireva.a@gmail.com](mailto:snigireva.a@gmail.com)

<sup>2</sup>Одесский филиал Института биологии южных морей НАНУ, ул. Пушкинская, 37, Одесса 65011, Украина, [alexandrov@paco.net](mailto:alexandrov@paco.net)

## **К МЕТОДИКЕ ИЗУЧЕНИЯ МИКРОФИТОБЕНТОСА НА ПЕСКАХ РАЗНОГО ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКОГО СОСТАВА**

В связи с особыми физическими, химическими и гидрологическими особенностями песчаных побережий, здесь формируются специфические сообщества организмов, называемые мезофитопсаммоном (Гуляков, 2002). Преобладание тех или иных микрофитов определяется гранулометрическим составом грунта (Тарасенко и др., 2008; Сабурова и

др., 2002), в том числе степенью заиления песка. В связи с тем, что при проведении защитных мероприятий песок часто используется для укрепления абразионных берегов, необходима разработка рекомендаций по определению его оптимального гранулометрического состава. Таким образом, наряду с теоретическим значением, изучение количественного развития микроводорослей на песчаной литорали имеет и практическое значение.

В связи со специфическими условиями существования микрофлоры псаммона возникает необходимость разработки специальных методов их исследования. В предыдущих публикациях (Александров, Тарасенко, 2006) авторами сообщалось об особенностях изучения псаммофильных микроводорослей в природе. Цель данной работы – показать возможности использования экспериментальных пластин для изучения качественного состава и количественного развития микробиобентоса при разном гранулометрическом составе песка.

На начальном этапе разработки настоящей методики для изготовления экспериментальных пластин была использована эпоксидная смола (Снигирева, Александров, 2012). Однако смола оказывала ингибирующее влияние на развитие микроводорослей. Поэтому в последующих исследованиях при изготовлении пластин эпоксидную смолу заменили силиконовым клеем. На поверхность стеклянных стекол площадью 10 см<sup>2</sup> наносили тонкий слой клея, после чего отсыпали просеянный песок различных фракций: <0,25; 0,25-0,5; 0,5-1; 1-2; 2-3 мм. После застывания вещества лишний песок удаляли. В итоге были получены тонкие (2-3 мм) прозрачные пластины из склеенных силиконом однородных песчинок. В качестве контроля использовали стеклянные и силиконовые пластины без песка. Все экспериментальные пластины, изготовленные из песка разных фракций, помещались в одну кювету с морской водой, объемом 4,5 л. Вода в течение эксперимента не добавлялась. Температура изменялась в пределах 20,6-25,8 °С, соленость – 16,23-20,3 ‰. Эксперимент проводился в трех повторностях. По истечении экспозиции пластины аккуратно извлекали из кюветы и просматривали под микроскопом для определения качественного состава микроводорослей. Для видовой идентификации и количественной обработки водоросли отделяли от субстрата жесткой кисточкой, 3-5 раз промывая водой и доводя до объема 15-30 мл. Собранные пробы фиксировали 4%-ым формальдегидом и обрабатывали по общепринятой методике.



Установлено, что для выявления общих закономерностей формирования поселений микроводорослей на экспериментальных пластинах целесообразно ограничить общую продолжительность эксперимента 2 неделями. Для установления достоверных различий в структуре поселений микрофитобентоса на пластинах из песка различных фракций продолжительность эксперимента должна быть не менее 5 недель.

Для изучения формирования микрофитобентоса использовались следующие физические параметры пластин: площадь удельной поверхности пластин ( $S_{уд}$ ) и коэффициент упаковки физической поверхности ( $S_{\Sigma}/S_0$ ) (Снигирева, Александров, 2012). Из количественных показателей микроводорослей использовались численность, биомасса, средняя удельная скорость роста ( $C_N$ ) микроводорослей.

**Соколов Е.В.**

Одесский филиал Института биологии южных морей НАН Украины, ул. Пушкинская, 37, Одесса, 65125, Украина, *sokolovev@gmail.com*

### **ХОЛИСТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ЛИМАННЫХ ЭКОСИСТЕМ СЕВЕРО-ЗАПАДНОГО ПРИЧЕРНОМОРЬЯ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПРИОРИТЕТНОСТИ МЕНЕДЖМЕНТ РЕШЕНИЙ**

Интенсивное хозяйственное освоение лиманных экосистем (ЛЭ) Северо-западного Причерноморья привело к ресурсной экспансии и деградации их природных условий. Актуальным становится применение подходов, позволяющих провести региональную холистическую экспресс-оценку состояния ЛЭ и выявить процессы их дестабилизации. Прикладной аспект такой оценки заключается в: – определении экологического статуса и природного потенциала ЛЭ для возможности регламентации в них хозяйственной деятельности; – подготовке ранжированных (по степени приоритетности) первоочередных менеджмент решений, направленных на восстановление ЛЭ.

Для оценки функционирования ЛЭ предлагается использовать три структурно-функциональных блока показателей, которые характеризуют: - поступление и распределение вещественно-энергетического потока внутри экосистемы; - функционирование биотических элементов отражающих интенсивность экологического процесса; - трансформацию природных условий. К критериям отбора (первичной селекции) показателей отнесены: репрезентативность и высокая информативность; чувствительность и вариабельность к изменению гидроэкологических условий экосистемы; простота в определении и малые затраты на измерение; - комплексность,

т.е. сочетание в себе нескольких и более информационно однотипных показателей экосистемы. После выбора показателей по каждому блоку, необходимо агрегирование их в соответствующий интегральный индекс. Для этого, показатели приводят к единой безразмерной шкале, например, с помощью линейных нормировочных функций желательности (Шитиков В.К., Розенберг Г.С., 2003):  $x_{i...n} \rightarrow q_{i...n}$ ;  $q_i \in 0:1$ , где  $x_i$  - численное значение  $i$ -го показателя оцениваемого объекта,  $q_i$  - пронормированное значение  $i$ -го показателя оцениваемого объекта. При большом разбросе величин внутри каждого из показателей, нормировочные функции репрезентативнее использовать в логарифмическом виде. Пронормированные значения, расположенные ближе к нулю ( $q_i \ll 1$ ), наиболее неблагоприятны для функционирования экосистемы и образуют «узкое звено» (вторичная селекция) показателей которые необходимо учитывать в первую очередь при подготовке экологических менеджмент планов. Значимость показателей оценивается с помощью весовых коэффициентов  $w_{ij}$ , сумма которых по каждому индексу равна 1. В качестве математического выражения интегральных индексов, предлагается использовать средневзвешенную сумму нормированных показателей.

Для универсализации количественной оценки диапазон значений индексов региональной выборки объектов в ранжированном порядке распределяется на единичном интервале, с шагом  $1/N$ , где  $N$  количество лиманов региона. Полученная региональная шкала экологических индексов ЛЭ изменяется от 1 - референтные условия до 0 - плохие. Для универсализации к европейским стандартам при определении статус классов на диапазоне значений индексов предлагается использовать принципы, принятые в Рамочной Водной Директиве ЕС. Ранжированные значения индикаторов группируются по 5-ти статус-классам (Bad, Poor, Moderate, Good, High), со свойственной им световой индикацией (Water Framework Directive, 2008).

Таким образом, предложенный алгоритм холистической оценки позволяет определить экологический статус ЛЭ и осуществить приоритетные менеджмент мероприятия направленные на компенсацию наиболее негативных факторов действующих на экосистему. Данная методика была применена для экосистем Дофиновского, Григорьевского и Тилигульского лиманов. Для Дофиновского лимана на основании холистической оценки разработана структура приоритетности менеджмент-мероприятий для поддержания сбалансированного гидроэкологического режима.

**Соловьёва О. В.**

Институт биологии южных морей НАН Украины им. А. О. Ковалевского,  
пр. Нахимова 2, Севастополь, 99011, Украина, *kozl\_ya\_oly@mail.ru*

**ДИНАМИКА РАЗМЕРНОЙ СТРУКТУРЫ МИТИЛЯСТЕРОВ НА  
РЕКОНСТРУИРОВАННОМ ГИДРОТЕХНИЧЕСКОМ  
СООРУЖЕНИИ**

За период исследований (2006 – 2009 гг.) численность митилидных моллюсков на набережной претерпела существенные изменения. В результате шторма в ноябре 2007 г., а также во время её дальнейшей реконструкции (в районе станции 2), их поселения были уничтожены, после чего следовал период восстановления обрастания исследуемых поверхностей.

В период предыдущей съёмки (2005 – 2006 гг.) размерное распределение митилиастеров отличалось от существовавшего в 2009 г. В 2006 г. были обнаружены моллюски длиной от 1 до 30 мм (табл. 1).

Табл. 1

Размерный состав митилиастеров на набережной Севастопольской бухты

| ПЕРИОД<br>ИССЛЕДОВАНИЯ  |         | 2006 |       |       | 2009 |       |       |
|-------------------------|---------|------|-------|-------|------|-------|-------|
|                         |         | 1-10 | 11-20 | 21-30 | 1-10 | 11-20 | 21-30 |
| РАЗМЕРНАЯ<br>ГРУППА, ММ |         | 1-10 | 11-20 | 21-30 | 1-10 | 11-20 | 21-30 |
| СТАНЦИИ ОТБОРА<br>ПРОБ  | ДОЛЯ, % |      |       |       |      |       |       |
|                         | 1       | 77   | 22    | 0     | 41   | 59    | -     |
|                         | 2       | 84   | 16    | 0     | 98   | 2     | -     |
|                         | 3       | 64   | 36    | 0     | 43   | 57    | -     |
|                         | 4       | 76   | 20    | 4     | 48   | 52    | -     |
|                         | 5       | 94   | 6     | -     | 71   | 29    | -     |
|                         | 6       | 90   | 10    | 0     | 69   | 31    | -     |
|                         | 7       | 88   | 12    | 0     | 63   | 37    | -     |
| СРЕДНЕЕ                 |         | 82   | 18    | ≈0    | 62   | 38    | -     |

"-" - моллюски отсутствуют

Во время настоящего исследования (2009 г.) митилястеры на бетонной набережной были представлены особями длиной от 1 до 20 мм (табл. 1). Особи крупнее 21 мм не обнаружены ни на одной станции отбора проб. Основная часть (62 % общей численности) моллюсков приходилась на особи длиной до 10 мм. На ст. 1, 3, 4 митилястеры были несколько крупнее, чем на остальных. На указанных станциях на долю этой размерной группы приходилось от 41 до 48 % общей численности данного вида. Самые мелкие митилястеры были обнаружены на ст. 2 (реконструированной), где на моллюсков длиной до 10 мм приходилось 98 %.

Несмотря на то, что в 2006 г. митилястеры длиной от 21 до 30 мм были единичными, они присутствовали на всех станциях, кроме ст. 5. В 2009 г. же моллюски такого размера вовсе отсутствовали. Доля молоди длиной до 10 мм в 2006 г. была намного выше, чем в 2009 г и составляла в среднем по набережной 82 %. На ст. 1, 3 и 4 в указанный период доля особей длиной 11 – 20 мм была выше, чем на других станциях. Этот факт так же отмечен нами в 2009 г. На ст. 2, где в настоящее время обнаружены самые мелкие особи, в 2006 г. размерный состав соответствовал среднему по набережной.

Диапазон размеров моллюсков не изменился, однако размерная структура претерпела изменения: в 2006 г. численно доминировали мидии длиной 1 – 10 мм, то в 2009 г. численность размерных групп 1 – 10, 11 – 20, 21 – 30 мм стала почти одинаковой. У митилястеров отмечено обратное явление: в 2009 г., по сравнению с данными 2006 г. возросла доля размерной группы 11 – 20 мм. При этом более крупных особей (21 – 30 мм), обитавших ранее на набережной, в настоящее время (2009 г.) не обнаружено.

**Соломонова Е. С., Акимов А. С.**

Институт биологии южных морей им. А.О. Ковалевского НАН Украины,  
пр. Нахимова 2, Севастополь, 99011, Украина, [Solomonov83@mail.ru](mailto:Solomonov83@mail.ru)

### **ОЦЕНКА ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ КУЛЬТУРЫ *CHLORELLA VULGARIS SUBOBLONGA* МЕТОДАМИ ПРОТОЧНОЙ ЦИТОМЕТРИИ И ПЕРЕМЕННОЙ ФЛЮОРЕСЦЕНЦИИ**

В практике гидробиологических исследований существует ряд методов, определяющих функциональную активность фитопланктона.

Данные методы основаны на измерении продукционных характеристик, таких как скорость роста или фотосинтеза при определенных условиях. Однако такие измерения, как правило, трудоемки и длительны по времени. Существуют косвенные методы определения функциональной активности водорослей, основанные на определении скоростей отдельных биохимических или фотосинтетических реакций.

Часто используется биохимический подход, который основан на применении витальных красителей – это маркеры, позволяющие распознавать физиологически активные и неактивные клетки микроводорослей. В одном из таких методов при исследовании культур микроводорослей и природного фитопланктона широко применяется диацетат флуоресцеина (FDA). В состав FDA входит субстрат, специфичный к ферментам группы эстераз. Его ферментный гидролиз приводит к высвобождению молекулы флуоресцеина и, как следствие, свечению клетки (эмиссия в зелёной области спектра). Второй подход – биофизический, в частности исследование флуоресцентных параметров водорослей. Теоретически разработаны и используются методы переменной флуоресценции которые связаны с изменением выхода флуоресценции хлорофилла до и после полной загрузки реакционных центров второй фотосистемы (РЦ ФС2) с помощью мощных световых импульсов или же их ингибирования с помощью ДЦМУ.

Целью данной работы является: а) сравнение двух методов экспресс оценки функциональной активности в условиях роста накопительной культуры *Chlorella vulgaris Suboblonga* и в процессе восстановительного периода после помещения клеток в свежую питательную среду.

Полученные в работе результаты показывают, что применяемые нами методы позволяют характеризовать различные стороны состояния водорослей. Переменная флуоресценция отражает эффективность самых первых стадий трансформации света в химическую энергию макроэргических связей. FDA флуоресценция показывает активность ферментов группы эстераз, которые участвуют в более поздних стадиях преобразования запасенной химической энергии.

Результаты свидетельствует о высокой чувствительности переменной флуоресценции к факторам, ингибирующим рост водорослей в накопительной культуре. Переменная флуоресценция – величина тесно связанная со скоростью роста водорослей и является чувствительным индикатором функционального состояния микроводорослей. Снижение этого параметра происходит после выхода исследуемой популяции из экспоненциальной фазы роста и падает до значений 1.2 при нулевых

значениях скорости роста. Величина переменной флюоресценции быстро восстанавливается после периода неблагоприятных условий, если водоросли при этом не теряли своей жизнеспособности. FDA флюоресценция является более консервативным параметром, его заметные изменения наблюдаются в условиях необратимой потери функциональной активности клеток и их гибели.

**Стецюк А. П., Плотицына О. В., Гулин С. Б.**

Институт биологии южных морей им. А.О. Ковалевского НАН Украины,  
пр. Нахимова, 2, Севастополь, 99011, Украина

## **СОДЕРЖАНИЕ РТУТИ В ЧЕРНОМ МОРЕ И СОЛЕННЫХ ОЗЕРАХ КРЫМА**

Ртуть является одним из наиболее опасных загрязнителей морской среды. По своему токсическому воздействию, она превосходит другие тяжелые металлы, в том числе свинец, мышьяк и кадмий. В связи с этим, постоянный контроль за содержанием ртути представляет собой одну из важнейших задач хеомоэкологического и токсикологического мониторинга морских экосистем.

В 70-м научном рейсе НИС «Профессор Водяницкий» (август 2011 г.) были определены уровни загрязнения ртутью поверхностного слоя водной толщи, донных отложений и гидробионтов северо-западной части Чёрного моря и вдоль южного берега Крыма. Летом 2012 г. и зимой 2013 г. было изучено содержание ртути в воде ряда озер западного побережья Крыма: Киятское, Кирлеутское, Бакальское, Донузлав, а также в прибрежных акваториях у мыса Тарханкут, Евпатории и Сак.

Результаты проведенных исследований показали, что содержание ртути в воде озера Киятское и в прибрежной зоне Чёрного моря на траверзе озера Кизыл-Яр (район г. Саки) в летние месяцы более чем в 3 раза превышало ПДК и составило  $363 \text{ нг}\cdot\text{л}^{-1}$  и  $369 \text{ нг}\cdot\text{л}^{-1}$ , соответственно. Причём, основной вклад в суммарное содержание ртути внесла её растворенная форма, состоящая из комплексных органических и минеральных соединений. Возможно, что столь высокая концентрация ртути в озере Кизыл-Яр связана со сбросами коммунально-бытовых и промышленных стоков г. Саки и Крымского содового завода. Напротив, содержание ртути в воде озера Кирлеутское, в районе которого отсутствует химическая промышленность, в летний период составило

около  $21 \text{ нг}\cdot\text{л}^{-1}$ , что примерно в 5 раз меньше ПДК. Такая же ситуация, за исключением озера Киятское, наблюдалась и в других исследованных озерах Крыма, в которых концентрация ртути не превышала ПДК. Вместе с тем, деятельность химических предприятий оказывает существенное влияние на состояние поверхностных вод Каркинитского залива. Исследования показали, что максимальное содержание ртути в этом районе составило  $83 \text{ нг}\cdot\text{л}^{-1}$ . В поверхностном 0-5 см слое донных отложений Чёрного моря наиболее высоким оказалось значение  $25 \text{ нг}\cdot\text{г}^{-1}$ , за пределами Каркинитского залива, по-видимому, из-за поступления большого количества взвешенной формы ртути с речным стоком Днепра и Южного Буга. Таким образом, среди исследованных акваторий наиболее загрязненными оказались: озеро Киятское, прибрежная зона Чёрного моря вблизи озера Кизыл-Яр и Каркинитский залив.

**Телюра Н. О.**

Харківський національний університет міського господарства,  
вул. Революції, 12, м. Харків, 61002, Україна, *ecoosvita.kname@ukr.net*

## **РАЦІОНАЛЬНЕ ВИКОРИСТАННЯ І ОХОРОНА ВОДНИХ РЕСУРСІВ ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СТАЛОГО СОЦІАЛЬНО- ЕКОНОМІЧНОГО РОЗВИТКУ РЕГІОНУ**

Водні ресурси відносяться до категорії відновлювальних, їх інтенсивне використання в окремих регіонах та деяких виробництвах достатньо часто перевищено, що призводить до виникнення їх дефіциту, і як слідство, це призводить до економічного та соціального занепаду регіону. Практично у всіх видах водоспоживання є резерви економії водних ресурсів. Особливо їх багато у промисловому комплексі. Для більшості промислових підприємств регіону вимоги до якості води, що використовується, значно менш жорстокі, ніж до складу вод, яка скидається у водний об'єкт або у міську систему водовідведення. Тому виробничі стічні води вигідніше направляти на повторне використання в системах оборотного та послідовного водопостачання, ніж очищати до умов скиду. В системах оборотного водопостачання вода, що використовується в технологічному процесі, після відповідної обробки багатократно використовується для виробничих потреб.

Для подолання дефіциту водних ресурсів, а також з метою зменшення плати за збір води створюються замкнуті системи водного

господарства промислових вузлів регіону. Поповнення безповоротних втрат води в замкнених системах здійснюється із водних об'єктів за рахунок використання очищених стічних, дощових та талих вод.

Дослідження виконані на базі кафедри інженерної екології міст, дозволили зробити висновок, що при раціональному використанні і охороні водних ресурсів, для забезпечення сталого соціально-економічного розвитку регіону, необхідно враховувати три групи факторів: екологічні, соціальні та економічні. Дані наукові доробки підтверджуються ґрунтовними дослідженнями на базі інших провідних вузів України (Коваленко, 2012). Групування дає змогу більш досконало відокремити пріоритетні та другорядні фактори, тим самим враховуючи регіональну специфіку.

До групи екологічних факторів слід відносити:

- підвищення екологічної стабільності та збалансованого розвитку водного господарства;
- досягнення балансу між рівняннями шкідливого впливу забруднення на водні ресурси і їх можливістю до самовідновлення;
- попередження, запобігання, ліквідація, а також мінімізація збитків внаслідок шкідливої дії вод (паводків, повеней, підтоплення, водної ерозії).

До групи соціальних факторів:

- пріоритетність соціальної сфери водокористування, забезпечення прав людини на якісну воду у необхідній кількості та режимі;
- цілісність в управлінні водогосподарською і водоохоронною діяльністю;
- оснащення житлового фонду засобами обліку при споживанні води.

До групи економічних факторів:

- створення економічного механізму водокористування на основі ринкових умов стимулювання раціонального використання водних ресурсів і достатнього фінансування водогосподарської і природоохоронної діяльності;
- вдосконалення системи економічного нормування і стандартизації в галузі використання водних ресурсів.

Вище перелічені групи факторів необхідно враховувати при науково-технічному забезпеченні екологічної обстановки кожного регіону для забезпечення сталого соціально-економічного розвитку.



Темных А. В., Силаков М. И.

Институт биологии южных морей им. А. О. Ковалевского НАН Украины,  
пр. Нахимова, 2, Севастополь, 99011, Украина, *atemnykh@yandex.ru*,  
*ilmihvokalis@mail.ru*

## ПРОСТРАНСТВЕННОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ *NOCTILUCA SCINTILLANS* В ЧЁРНОМ МОРЕ В ЛЕТНЕЕ ВРЕМЯ

Динофлагеллята *Noctiluca scintillans* (Macartney) Kofoid & Swezy, 1921 является одним из массовых видов зоопланктона Чёрного моря. Её вклад составляет в разные годы от 30 до 87% биомассы зоопланктонного сообщества (Битюков, 1969; Грезе и др., 1971; Заика, 2005). В последнее время исследования этого вида проводятся на небольших участках, крайне мало данных о его масштабном распределении в разных районах Чёрного моря. Целью данной работы являлось изучение распределения *N. scintillans* в Чёрном море на большом масштабе и ее вклада в численность и биомассу планктонного сообщества.

Материалом исследования послужили пробы, собранные авторами в 70 рейсе НИС «Профессор Водяницкий» в августе 2011 г на 30 станциях, охватывающих северо-западную часть Чёрного моря, побережье Крыма до Керченского пролива включительно и глубоководные станции, в том числе центр западной халистазы. Сбор планктонных проб осуществлялся сетью Джеди с площадью входного отверстия  $0.1 \text{ м}^2$  и размером ячеек 115 мкм тотальными ловами от дна (2 – 3 метра над дном) до поверхности на станциях глубиной до 100 м, и от пикноклина до поверхности на станциях с большими глубинами.

Количественную и таксономическую обработку проб проводили по общепринятой методике под бинокляром МБС-10 в камере Богорова (Яшнов, 1939), расчет биомассы производился по (Петипа, 1957).

Средняя численность *N. scintillans* по всей исследуемой территории составляла  $700 \text{ экз. м}^{-3}$ , однако, распределение было неравномерным. Высокая концентрация (свыше 1 тыс. экз.  $\text{м}^{-3}$ ) отмечена в трех районах: вдоль побережья Крыма от Ялты до Керченского прибрежных участков) с глубинами более 20 – 30 м (ст. 19, 28, 29) и на глубоководной станции № 16. Минимальные величины численности (отсутствие в пробах или численность ниже  $100 \text{ экз. м}^{-3}$ ) зарегистрированы в прибрежных районах Крыма, у Днепро-Бугского лимана и у дельты Дуная (ст. 8, 20, 22, 25 и 45). Согласно отчету группы гидрохимии на данных станциях наблюдались:

максимальное значение рН – 8.70 (ст. 20, поверхность), повышенные концентрации биогенных веществ (ст. 8).

На пятнадцати станциях *N. scintillans* является доминантным видом по биомассе. Максимальный её вклад (66 – 85%) отмечен на станциях у южного и восточного берега Крыма (ст. 2, 5, 9, 11, 12), в центральной части СЗЧ он составил 40 – 60% (ст. 16 – 19, 28, 29), вдоль западного побережья Крыма и южнее Гендровской косы – 30 – 37% (ст. 26, 31, 41, 43). По численности вид доминирует только на 4-х станциях (ст. 2, 5, 9, 12), достигая максимального вклада на ст. 12 (49% по численности и 85% по биомассе). На этих станциях на поверхности зарегистрированы минимальные величины фосфатов (1.8 – 2.1 мкг/л), силикатов (3.3 – 7.9 мкг/л), а нитраты находились в диапазоне 0.2 – 0.4 мкг/л.

Таким образом, *N. scintillans* присутствовала практически на всех станциях в данный период, за исключением станций, расположенных напротив устьев рек, и вносила в летний период значительный вклад в биомассу зоопланктона.

**Тихонова Е. А.**

Институт биологии южных морей НАН Украины им. А. О. Ковалевского  
пр. Нахимова, 2, Севастополь, 99011, Украина, [tihonoval@mail.ru](mailto:tihonoval@mail.ru)

## **УГЛЕВОДОРОДНЫЙ СОСТАВ БЕНТОСНЫХ МОЛЛЮСКОВ СЕВАСТОПОЛЬСКОЙ БУХТЫ (ЧЁРНОЕ МОРЕ)**

Исследование содержания углеводов и липидов в организмах макрозообентоса Севастопольской бухты и на контрольных станциях показывает, что суммарное количество углеводов (УВ) колеблется от минимальных величин на контрольных станциях до максимальных в центральной части бухты. При этом в вершине бухты их количество в среднем составляет  $27,2 \text{ мг} \cdot 100 \text{ г}^{-1}$  возд.-сух. в-ва, что в 4 раза меньше, чем в центральной части. На выходе из бухты концентрация УВ также ниже по сравнению с центральной частью (средняя концентрация УВ равна  $115,4 \text{ мг} \cdot 100 \text{ г}^{-1}$  возд.-сух. в-ва). Распределение нефтяных углеводов (НУ) соответствует распределению УВ в бентосных организмах бухты: минимальные величины – в вершине (средняя концентрация составляет  $9,8 \text{ мг} \cdot 100 \text{ г}^{-1}$  возд.-сух. в-ва), максимальные – в центральной части (средняя концентрация –  $50,4 \text{ мг} \cdot 100 \text{ г}^{-1}$  возд.-сух. в-ва). При этом на выходе из

бухты их содержание близко к значениям центральной части (средняя концентрация –  $43,6 \text{ мг} \cdot 100 \text{ г}^{-1} \text{ возд.-сух. в-ва}$ ).

Во всех исследованных пробах макрозообентоса отмечена корреляционная зависимость между содержанием в них липидов и НУ ( $r=0,8$   $n = 10$ ,  $P < 0,05$ ), т.е. при увеличении количества липидов увеличивалось и количество НУ, что может объяснить неравномерное распределение нефтепродуктов в бентосных организмах по бухте.

Содержание НУ от общего количества углеводов в бентосных организмах на всех исследованных станциях в среднем составляет 43 %. При этом отмечена прямая зависимость между количеством углеводов и липидов ( $r=0,98$ ,  $n = 10$ ,  $P < 0,05$ ) в организмах макрозообентоса. В частности, наибольшее количество углеводов содержится в отобранных бентосных организмах на станциях 5, 6, 9а, 16 и 8а (соответственно от 89,9 до  $254,8 \text{ мг} \cdot 100 \text{ г}^{-1} \text{ возд.-сух. в-ва}$ ). Эти же организмы характеризуются более высоким содержанием липидов - от 567,2 до  $1433,0 \text{ мг} \cdot 100 \text{ г}^{-1} \text{ возд.-сух. в-ва}$ . Бентосные организмы с наименьшим липидным содержанием на станциях 9, 2 и 4 содержат меньше углеводов (соответственно от 5,6 до  $27,8 \text{ мг} \cdot 100 \text{ г}^{-1} \text{ возд.-сух. в-ва}$ ).

На всех исследованных станциях количество НУ от общего количества УВ в бентосных моллюсках в среднем не превышало 75 %, причем в пробах с высоким уровнем загрязнения нефтепродуктами (выше 50 %) не зафиксировано снижения видового разнообразия, что, скорее, связано с устойчивостью определенных видов моллюсков к данному загрязнителю. Наименьшие соотношения отмечены в вершине бухты (ст. 2) и на её выходе (ст. 16). В центральной части значений данного показателя ниже 29 % не отмечено, что составляет более  $\frac{1}{4}$  от всех определенных УВ в организме.

Таким образом, выявленная нами концентрация углеводов в бентосных организмах Севастопольской бухты и контрольных станций колебалась от 2,3 до  $254,8 \text{ мг} \cdot 100 \text{ г}^{-1} \text{ возд.-сух. в-ва}$ , НУ - от следовых количеств до  $81,5 \text{ мг} \cdot 100 \text{ г}^{-1} \text{ возд.-сух. в-ва}$ , липидов – от 90,9 до  $1433,0 \text{ мг} \cdot 100 \text{ г}^{-1} \text{ возд.-сух. в-ва}$ . Количество НУ в организмах соответствовало их распределению в донных осадках, при этом корреляционной зависимости между содержанием НУ в бентосных организмах и донных отложениях не выявлено ( $r = 0,1$ ).

**Ткаченко М. Ю.**

Таврійський державний агротехнологічний університет  
пр. Б. Хмельницького, 18, м. Мелітополь, 72312, Україна,  
*tkachenkomaria@mail.ru*

## **ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ ХАРЧУВАННЯ БИЧКА КРУГЛЯКА (*NEOGOBIOUS MELANOSTOMUS* (PALLAS, 1814) ПІВДЕННОЇ ЧАСТИНИ АЗОВСЬКОГО МОРЯ ТА КАХОВСЬКОГО ВОДОСХОВИЩА**

Бичок кругляк (*N. melanostomus*) є еврибіонтним видом, який мешкає у водоймах з широким градієнтом гідроекологічних умов (Смирнов 1986). Як свідчать дослідження авторів кругляк є типовим бентофагом, в раціоні якого превалюють моллюски, що займають від 45% до 99,5% (Богачик, 1967).

До аналізу залучалися риби з Каховського водосховища з рівнем солоності  $0,5^{0/00}$  та південної частини Азовського моря, де показники солоності становлять  $10-11^{0/00}$ . Матеріал був зібраний упродовж серпня 2012 року. Матеріали з південної частини Азовського моря були передані співробітниками НДІ Азовського моря, за що автор висловлює подяку. Шлунки риб були зафіксовані у 70% розчині етилового спирту для подальшої камеральної обробки. Для визначення таксономічної приналежності об'єктів використовувалися визначники (Грезе 1985, Анистратенко и др. 2011). Подальший аналіз харчових грудок проводився за стандартним методиками (Желтенкова 1961). Водночас вимірювалася промислова довжина (SL), визначались стать та вік, візуально визначався ступінь наповненості шлунків для кожної особини за стандартними методиками (Правдин 1969, Чугунова 1959).

Довжина особин, які були використані для дослідження структури живлення, з Азовського моря коливалася в межах 9,6 – 12,4 см, в середньому становила 10,8 см, з Каховського водосховища, 7,4 – 10,5 см в середньому 9,2 см. Вік особин з Азовського моря та з Каховського водосховища становив 1,5-2,5 роки.

До харчового спектру бичка кругляка з південної частини Азовського моря входять шість форм гідробіонтів. Серед них двостулковий моллюск *Anadara inaequalis* (Bruguière, 1789) займає домінуюче положення з ряснотою зустрічі 100 %. *Mytilaster lineatus* (Gmelin, 1791) та *Cerastoderma glaucum* (Poiret, 1789) трапляється у 9 %

проаналізованих шлунків, клас *Gastropoda* був представлений видом *Hydrobia acuta* (Draparnaud, 1805) у 45 % проб. Також у дослідних зразках зустрічаються представники класу черепашкових ракоподібних (*Ostracoda*) – 9 %. У всіх пробах зустрічаються личинкові стадії двостулкових молюсків *Bivalvia larvae* та представники ряду *Foraminifera*.

У Каховському водосховищі в харчових грудках зустрічалися дві форми гідробіонтів. Тут домінуюче положення займає *Dreissena polymorpha* (Pallas, 1771) з ряснотою зустрічі 100 %. Також значну частку в раціоні цього виду складають представники *Gammaridae* gen. sp – 55 % від загальної кількості проб.

Отже все вищезазначене дозволяє констатувати, що у спектрі живлення бичка кругляка домінуюче положення займають двостулкові молюски. Подальші дослідження доцільно проводити в рамках визначення калорійності харчування в заданих водоймах з метою визначення взаємозв'язку калорійності їжі та розмірно-масових показників.

**Тоичкин А. М., Рябушко В. И.**

Институт биологии южных морей им. А. О. Ковалевского НАН Украины, пр. Нахимова, 2, Севастополь, 99011, Украина, [toichkin80@mail.ru](mailto:toichkin80@mail.ru)

### **ТЯЖЁЛЫЕ МЕТАЛЛЫ В БУРОЙ ВОДРОСЛИ *CYSTOSEIRA BARBATA* (STACKHAUSE) С. AG. ИЗ ПРИБРЕЖНЫХ АКВАТОРИЙ Г. СЕВАСТОПОЛЯ (ЧЁРНОЕ МОРЕ)**

Загрязнение морских прибрежных вод тяжёлыми металлами является одной из актуальных проблем современности. Однако исследовать экологические последствия от загрязнения морских акваторий, используя только химические анализы воды, довольно сложно. Поэтому нами было изучено содержание кадмия, свинца, меди и цинка в бурой водоросли *Cystoseira barbata* (Stackhouse) C. Ag., обитающей в различных по степени загрязнения прибрежных акваториях г. Севастополя. Исследование кадмия, свинца, меди, цинка в слоевище и разновозрастных ветвях таллома цистозеры *C. barbata* проведено в зависимости от сезонов года.

Районы отбора проб отличаются различными условиями обитания гидробионтов по уровню загрязнения среды: Севастопольская бухта в акватории расположения ГРЭС, Казачья бухта и м. Херсонес. Севастопольская бухта являются местом интенсивной хозяйственной

деятельности, где основными источниками загрязнения являются промышленные, коммунальные и ливневые стоки, нефтебаза и корабли. В Казачьей бухте расположен Государственный океанариум МО Украины.

Пробы для определения концентрации химических элементов готовили, используя метод сухого сжигания в муфельной печи. Анализ концентрации тяжелых металлов в полученном растворе производился методом инверсионной вольтамперометрии с использованием анализатора АВА-3 согласно методикам МВВ081/12-0147-04, МВВ081-12/04-98, МВВ081/12-4631-00.

Концентрации тяжелых металлов кадмия, свинца, меди, цинка в ветвях цистозеры возрастом 3; 4,5 и 6,5 месяцев статистически не отличаются между собой. В стволах макрофитов возрастом 3 года содержатся кадмия и меди достоверно выше по сравнению с ветвями. Сезонные изменения концентрации металлов в ветвях цистозеры более выражены, чем в стволах. Максимальная концентрация кадмия и меди наблюдается в весенний сезон, свинца и цинка – летом.

По степени убывания концентрации металлов в стволах *C. barbata*, значения которых характеризуют длительное воздействие тяжелых металлов на биоту, исследуемые акватории можно ранжировать в следующем порядке:

кадмий: м. Херсонес > ГРЭС > б. Казачья;  
свинец: ГРЭС > б. Казачья > м. Херсонес;  
медь: ГРЭС > б. Казачья ≈ м. Херсонес;  
цинк: м. Херсонес > ГРЭС ≈ б. Казачья.

Для ветвей цистозеры возрастом 3; 4,5 и 6,5 месяцев средние значения концентрации тяжелых металлов по акваториям составляют следующие ряды:

кадмий: ГРЭС ≈ б. Казачья ≈ м. Херсонес;  
свинец: ГРЭС ≈ б. Казачья > Херсонес;  
медь: ГРЭС > б. Казачья ≈ м. Херсонес;  
цинк: б. Казачья > м. Херсонес > ГРЭС.

Таким образом, биоиндикация прибрежных акваторий г. Севастополя с помощью бурой водоросли *Cystoseira barbata* показала, что по степени техногенного воздействия на биоту наиболее загрязненной тяжелыми металлами является Севастопольская бухта, а наименее - открытое море с высоким водообменом в районе м. Херсонес.

**Трофим А. А.**

Молдавский Государственный Университет, Кафедра Экологии, Ботаники и Лесоводства, Лаборатория Альгологии, ул. М. Когылничану 65, г. Кишинэу, Республика Молдова, [alinatorfim@yahoo.com](mailto:alinatorfim@yahoo.com)

## **ВИДОВОЕ РАЗНООБРАЗИЕ И ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ СИНЕЗЕЛЁНЫХ ВОДОРΟΣЛЕЙ РЕКИ КОГЫЛНИК (РЕСПУБЛИКИ МОЛДОВА)**

На протяжении 2004-2005г был изучен состав альгофлоры реки Когылник (Кундук), которая протекает по южной части Республики Молдова и впадает в приморский лиман Сасык, на территории Украины.

Были проведены работы по определению видового состава альгофлоры реки и химического анализа вод. Сбор материалов осуществлялся ежемесячно в период 2004 г. и сезонно в 2005 г. Всего было проанализировано около 200 проб. Сбор и определение водорослей проводили по методам используемых в современной альгологии, гидрохимические анализы осуществлялись по методам Алекина О.1970 и Никанорова А., 2001.

Как показали результаты исследования, альгофлора реки состоит из 385 видов водорослей принадлежащих к следующим отделам: *Cyanophyta* -73, что составляет 19,0%, *Euglenophyta*-75 (19,5%), *Chlorophyta* -114 (29,6%), *Bacillariophyta*-118 (30,6%), *Xantophyta* - 3 (0,8%), *Chrysophyta*-2 или 0,5%. Было установлено что 73 вида синезелёных водорослей относятся к 21 родом, 13 семействам, 4 порядком. Ведущими родами оказались : *Oscillatoria*, *Anabaena*, *Merismopedia*, *Phormidium*, *Lyngbya* и др.

Синезелёные водоросли максимально развиваются в летний период когда было отмечено „цветение” воды, вызываемое интенсивным развитием некоторых видов *Oscillatoria* и *Dactylococcopsis* (*Oscillatoria tenuis*, *O. amphibia*, *O. agardhii*, *O. Redeki*, *O. planctonica*, *O. chalybea*, *Dactylococcopsis acicularis*).

В результате сапробиологического анализа были определены 20 видов синезелёных водорослей индикаторов сапробности из которых большинство являются в- мезосапробными, характеризующие реку как умеренно - загрязненную органическими веществами. В альгофлоре реки также выявлены 4 вида б –мезосапробных, 2 вида в- б и по одному виду б – в и р - полисапробных водорослей.

**Харкевич Х. О.**

Институт биологии южных морей им. А. О. Ковалевского НАН Украины  
пр. Нахимова, 2, г. Севастополь, 99011, Украина, *k.kristinna@gmail.com*

### **ТИХОХОДКИ (TARDIGRADA) - МАЛОИЗУЧЕННЫЙ КОМПОНЕНТ МЕЙОБЕНТОСА ЧЁРНОГО МОРЯ**

В связи с повышенным интересом к изучению морского биоразнообразия, в том числе Черного моря, в отделе экологии бентоса ИнБЮМ выполняются широкие исследования донной фауны, обитающей в различных биотопах и диапазонах глубин. В результате получены новые данные о малоизученном компоненте мейобентоса – тихоходках, или тардиградах, представляющих отдельный тип многоклеточных животных.

Тихоходки (Tardigrada) – микроскопические беспозвоночные животные размером в пределах 1 мм, имеют короткий жизненный цикл, широкий экологический диапазон обитания, что позволяет им быстро реагировать на изменения окружающей среды. Обладая способностью усваивать и аккумулировать малые пищевые частицы, в тоже время они сами являются важным трофическим звеном для других бентосных беспозвоночных и личинок рыб донного и придонного комплексов.

В настоящее время в морях и океанах известно около 180 видов тихоходок. Наиболее разнообразна фауна тихоходок в Средиземном море, где они являются постоянным компонентом бентосных сообществ, и играют определенную роль в функционировании морских экосистем.

В Чёрном море тихоходки впервые зарегистрированы в середине прошлого века и до сих пор являются слабоизученным объектом. В 1950-х годах, возле берегов Болгарии и Румынии были отмечены 5 видов морских тихоходок в зоне супралиторали. В течение полувека это была единственная информация о тихоходках Черного моря, а в 2006 году сотрудниками отдела экологии бентоса (Сергеевой с коллегами) впервые были обнаружены 4 вида тихоходок в зоне сублиторали Крыма. При последующих исследованиях мейобентоса Черного моря особое внимание было уделено данной группе животных, практически неизученной в плане видового разнообразия, количественного распределения по районам и глубинам Черного моря и их роли в донных экосистемах. Следует отметить, что ученые других стран, проводивших изучение донных сообществ Черного моря, до сих не отмечали и не отмечают в своих сборах представителей этого типа. Мы можем это объяснить только



неадекватными методами сбора проб и трудоемкостью изучения тихоходок.

Для того чтобы расширить знания о фауне тихоходок, мы проводили исследования в разных районах Черного моря: прибрежная зона Крыма, северо-западная часть украинского шельфа и район Босфора.

На сегодняшний день, количество зарегистрированных нами видов тихоходок в Черном море возросло почти в пять раз, и составляет 10% от мировой фауны тихоходок. По нашим данным, в настоящее время фауна тихоходок Черного моря насчитывает 19 видов, представляющих 12 родов 5-ти семейств 2-х классов. Впервые нами зарегистрирован один вид тихоходок, новый для науки, и 14 видов тихоходок отмечены как новые для Черного моря.

Впервые получены и проанализированы данные о разнообразии, распределении и плотности поселений тихоходок в разных районах и в широком диапазоне глубин Черного моря. Впервые оценена доля тихоходок в составе мейобентоса. Выявлено, что наиболее разнообразная фауна тихоходок наблюдается в прибрежной акватории северо-западного района Крыма. Установлено, что плотность поселений тихоходок определяется глубиной и характером субстрата. Впервые описан специфический видовой состав тихоходок, обитающих в глубоководных зонах (90-250 м) в условиях гипоксии.

Представленные результаты исследования видового богатства тихоходок и их количественных показателей, могут быть полезны при оценке экологических изменений в среде обитания. Необходимость дальнейших углубленных исследований данной группы животных несомненна для получения дополнительной информации о видовом разнообразии тихоходок, их роли в донных сообществах и экосистеме бентали Чёрного моря.

**Христенко Д. С., Котовская А. А.**

Институт рыбного хозяйства НААН Украины, ул. Обуховская 135, Киев, 03164, Украина, *khristenko@ukr.net*

### **ЛИНЕЙНЫЙ И ВЕСОВОЙ РОСТ ЩУКИ ОБЫКНОВЕННОЙ (*ESOX LUCIUS* L.) В МАЛЫХ ВОДОЕМАХ**

В последние годы на малых водоёмах Украины массового распространения приобрела такая форма хозяйствования, как специальные

товарные рыбные хозяйства (далее – СТРХ). По своей сути это рыбоводство по экстенсивной технологии. При этом необходимо учитывать, что в этих водоемах уже есть аборигенная ихтиофауна и определенные ее представители, особенно высших трофических звеньев, вследствие особенностей своего питания могут нанести значительный ущерб будущим хозяйствам. В связи с этим изучение особенностей биологии массовых хищников водоёмов, на которых планируется организация СТРХ, в последнее время приобрело особенно актуальное значение. Исследования ихтиофауны малых водоемов Украины показали, что основным крупным аборигенным хищником к началу работ по направленному формированию ихтиофауны является щука обыкновенная (*Esox lucius* L.). В связи с этим возникла необходимость прогнозирования степени ее будущего влияния на зарыбок. Важнейшими показателями для составления подобных прогнозов являются темпы линейного и весового роста.

Щука обыкновенная исследуемых водоемов имела различные темпы линейного и весового роста. Уравнения, описывающие линейный рост исследуемых популяций были построены с помощью аппроксимации данных по методу наименьших квадратов ( $R^2 \geq 0,89$ ) (табл. 1)

Таблица 1.

Уравнения, которые описывают линейный и весовой рост щуки обыкновенной в исследуемых водоемах.

| Водный объект             | Уравнение ( $R^2$ )              |
|---------------------------|----------------------------------|
| <i>Линейный рост</i>      |                                  |
| Пруд "Авраменский"        | $y = 7,22 x + 15,70$ (0,9887)    |
| Пруд в с. Белокузьминовка | $y = 6,51 x + 16,63$ (0,9732)    |
| Пруд "Водяныкивщина"      | $y = 8,40 x + 2,00$ (0,9983)     |
| <i>Весовой рост</i>       |                                  |
| Пруд "Авраменский"        | $y = 170,82 x^{0,9290}$ (0,8969) |
| Пруд в с. Белокузьминовка | $y = 158,48 x^{0,9426}$ (0,9112) |
| Пруд "Водяныкивщина"      | $y = 239,90 x^{1,2198}$ (0,9510) |

Примечание: ( $R^2$ ) – Величина достоверности аппроксимации

Указанные исследования показывают, что в подобных водоемах могут существовать не только тугорослые популяции, а и быстрорастущие, что необходимо учитывать при разработке соответствующих биологических обоснований. Щука из пруда "Водяныкивщина" по своим биологическим показателям ближе к щуке из Кременчугского водохранилища (Котовська Г.О., 2010). Это дает основание считать, что при условии эксплуатации последнего водоема в режиме СТРХ существует большая вероятность увеличения смертности зарыбка сеголеток с нормативными навесками (25–30 г). Пользователю рекомендовано проводить зарыбление двухлетками с индивидуальной навеской не менее 100 г.

Во время разработки Научно-биологических обоснований и Режимов рыбохозяйственной эксплуатации СТРХ необходимо обязательное проведение полевых исследований, так как даже в достаточно одинаковых водоемах могут обитать абсолютно разные по своим биологическим показателям популяции рыб. Применение метода "экспертных оценок" или "водоемов-аналогов" не является показательным.

**Черой А.И., Картелян В.Ф.**

Дунайская ГМО, ул. Героев Сталинграда 36, г. Измаил, 68609, Украина,  
*cheroy\_a@mail.ru*

Институт «Укрюжгипроводхоз», ул. Гайдара 13, г. Одесса, 65078, Украина,  
*kartvv@mail.ru*

## **ПРОНИКНОВЕНИЕ МОРСКИХ ВОД В КИЛИЙСКУЮ ДЕЛЬТУ ДУНАЯ**

Процесс проникновения морских солёных вод в рукава дельты зависит, прежде всего, от морфологии устьевого взморья, водности реки, действия ветра, разности плотностей речных и морских вод.

В Килийской дельте Дуная, в естественных условиях периодически возникают условия для проникновения морской воды в рукава дельты. Поступление морской воды, как правило, обусловлено сочетанием маловодных фаз с ветровыми нагонными явлениями. Углубления баров рукавов дельты в значительной степени повышают интенсивность интрузии, и существенно влияет на экологию реки.

Результаты исследований процесса проникновения соленых вод в рукава Килийской дельты Дуная представлены в современной монографии

(Гидрология дельты Дуная 2004). Прежние полевые исследования были проведены в 80-х годах XX в. в основном в Очаковской системе рукавов и судоходном рукаве Прорва. Было установлено, что в крупные рукава Быстрый и Старостамбульский солёная вода не проникала даже во время низкой межени и сильных нагонов.

После проведения дноуглубительных работ на баре рукава Быстрого в 2004 г. возникли благоприятные условия для проникновения солоноватых вод через морской подходной канал. Исследование процессов интрузии, в современных условиях, проводилось Дунайской ГМО в период 2007-2012 гг. в рамках выполнения программы комплексного экологического мониторинга при возобновлении и эксплуатации ГСХ Дунай – Чёрное море. Установлены некоторые закономерности проникновения морских вод в русло реки. При снижении водности рукава до 800-700 м<sup>3</sup>/с солёная вода в устье встречается часто, а длина клина солёности определяется продолжительностью и силой восточного ветра. Для экстремально-высокого подъёма (до г. Вилково) необходимо снижение стока рукава до 600-500 м<sup>3</sup>/с. В условиях маловодного 2007 г. зафиксировано поднятие клина солёных вод до 6 км рукава Быстрый, при этом сильных восточных ветров в межень этого года не наблюдалось. В 2011 г. солёная вода также неоднократно проникала в рукав Быстрый, а иногда поднималась и выше по Старостамбульскому рукаву до 17 км. Количество хлоридов при проникновении клина солёных вод в устье рукава изменялось от 0,27 в поверхностном горизонте до 11,33 г/дм<sup>3</sup> у дна. В районе г. Вилково концентрация хлоридов у дна превышала в некоторых случаях 1,00 г/дм<sup>3</sup>. По сообщениям, полученным от местных рыбаков в 2011 г. «медузу ловили» и на 20 км Килийского рукава, вблизи городского водозабора.

В условиях низкой межени сток Килийского рукава, по данным измерений 2011 - 2012 гг. сократился уже до 48-46%. от стока реки Дунай в вершине дельты. При увеличении проходных глубин на баре рукава Быстрый и сохранении современной динамики перераспределения стока, процессы интрузии в Килийской дельте будут усиливаться и могут привести к водохозяйственным проблемам, осолонению подземных вод, почв, деградации пресноводных биологических сообществ и пр.

Изучение проникновения солёных вод в рукава дельты Дуная требует отдельного комплексного изучения, с привлечением к этой работе специалистов гидробиологов.

**Чечина Е.В., Шокуров М.В., Дулов В.А.**

Морской гидрофизический институт НАН Украины,  
Филиал МГУ имени М.В. Ломоносова в г. Севастополе

## **ВЕРИФИКАЦИЯ ВОЛНОВОЙ МОДЕЛИ WAM ПО НАТУРНЫМ ДАННЫМ**

Для прибрежной зоны Южного берега Крыма, как окрестности морского берега с горным рельефом, характерно разнообразие специфических мезомасштабных атмосферных явлений. Бризовая циркуляция, кататический ветер, подветренные волны, крымская бора, барьерные струйные течения вдоль южного склона Крымских гор, и другие явления влияют на характеристики ветровых волн в прибрежной зоне. С точки зрения задач оперативного прогноза волнения в прибрежных акваториях необходима оценка этих эффектов и, возможно, их учет. В настоящее время для расчета характеристик ветровых волн широко используется ряд волновых моделей, входом для которых является векторное поле скорости ветра. Модели воспроизводят характеристики волн в открытой части Черного моря, но очевидный интерес представляет проверка качества работы волновой модели и для прибрежной зоны Южного берега Крыма.

В данной работе сопоставлены результаты непрерывных измерений скорости ветра и характеристик ветровых волн с результатами модельных расчетов. Измерения выполнены со Стационарной океанографической платформы ЭО МГИ в поселке Качивели в течение периода длительностью около месяца [1]. Расчет скорости ветра в регионе Черного моря выполнен с помощью моделей MM5 и WRF, а расчет спектров ветровых волн - с помощью волновой модели WAM [2]. При анализе основное внимание уделено выяснению условий соответствия и причин расхождения.

Результаты атмосферного моделирования показали, что использование атмосферной модели WRF достаточно высокого пространственного разрешения (до 1 км) с системой вложенных доменов позволяет достаточно точно и детально воспроизводить все мезо- и субмезомасштабные особенности атмосферной циркуляции в районе ЮБК, связанные с взаимодействием синоптических воздушных потоков с локальным горным рельефом. К таким особенностям относятся формирование восточной вдольбереговой струи при синоптических ветрах

северо-восточного, восточного и южного направлений, формирование западной струи при западном синоптическом ветре. Для синоптических ветров северного и северо-западного направлений в районе ЮБК возможно как формирование штилевой теневой зоны, так и локальное усиление склонового подветренного ветра.

Результаты моделирования ветровых волн показали, что модель WAM умеренного пространственного разрешения 10 км удовлетворительно воспроизводит характеристики ветровых волн, наблюдавшихся на платформе в Кацивели. В первую очередь это относится к ситуациям чисто морского ветра (восточного, южного и западного). При этом волны, которые приходят в точку наблюдения, формируются над акваторией Черного моря крупномасштабным синоптическим ветром. В случаях локального северного или северо-западного склонового ветра развитие ветровых волн, измеряемых на платформе Кацивели, происходит на очень коротких разгонах от берега порядка 800 м. При этом результаты моделирования ветровых волн с разрешением 10 км неприемлемы. WAM умеренного разрешения также не способна воспроизвести еще один класс ситуаций – формирование молодых ветровых волн под действием локальных вдольбереговых струйных воздушных потоков восточного или западного направления.

Работа выполнена при частичной поддержке 7-й рамочной программы ЕС по гранту No. 287844 (COCONET).

**Чудиновских Е.С.**

Институт биологии южных морей им. А.О. Ковалевского НАН Украины,  
пр. Нахимова, 2, Севастополь, 99011, Украина, *chudhel@yandex.ua*

## **СОСТОЯНИЕ ФИТОПЛАНКТОНА В ВОДАХ У О. ГАЛИНДЕЗ (АРГЕНТИНСКИЕ ОСТРОВА, АНТАРКТИКА) В СЕНТЯБРЕ 2007 Г.**

Прибрежные воды Антарктического полуострова относятся к наиболее продуктивным районам Антарктики, т. к. в период весенне-летнего, кратковременного, интенсивного развития фитопланктона, цветением некоторых видов создается основа для дальнейшего его использования зоопланктоном в том числе антарктическим крилем, а также многочисленной донной фауной. Вместе с тем в отношении фитопланктона большинство прибрежных районов Антарктики являются наименее изученными. В рамках проводящегося экологического

мониторинга планируется осуществить комплекс исследований различных структурных характеристик фитопланктонного сообщества и их изменчивости в связи с условиями среды в районе УАС Академик Вернадский и получить исходные данные для суждения о его функциональной роли в изучаемой прибрежной экосистеме.

Из проб, собранных в 12 УАС (2007 – 2008 гг.), к настоящему моменту обработаны пробы за сентябрь 2007 г. Установлена таксономическая принадлежность 50 видов и разновидностей микроводорослей, относящихся к 6 отделам.

Среди диатомовых наиболее разнообразны микроводоросли из родов *Thalassiosira*, *Odontella*, *Fragilariopsis*, *Cocconeis*, *Nitzschia*, *Navicula*.

Типично антарктическими видами, которые постоянно присутствовали в материалах, были диатомовые из рода *Dactyliosolen antarctica*, *Eucampia antarctica*, *Thalassiosira antarctica*, *Thalassiothrix antarctica*, *Pseudonitzschia seriata*. Большинство встреченных видов являются типично неритическими. Вот примеры некоторых из них: *Asteromphalus hyalinus*, *Fragilariopsis curta*, *F. Cylindrus*, *Cocconeis infirmata*, *Coscinodiscus bouvet*, *Cylindrotheca closterium*, *Thalassiosira Antarctica*, *Eucampia antarctica*, *Odontella weissflogii* и др. Из космополитов наиболее часто встречались *Corethron criophilum*, *Proboscia alata*.

Таблица.

Таксономическая структура сообщества фитопланктона в водах у Аргентинских островов в сентябре 2007 г.

| Отдел                    | Число видов     |     |
|--------------------------|-----------------|-----|
|                          | единицы         | %   |
|                          | Сентябрь 2007г. |     |
| <i>Bacillariophyta</i>   | 34              | 68  |
| <i>Dinophyta</i>         | 4               | 8   |
| <i>Chrysophyta</i>       | 1               | 2   |
| <i>Chlorophyta</i>       | 4               | 8   |
| <i>Cyanophyta</i>        | 2               | 4   |
| <i>Smoll flagellatae</i> | 5               | 10  |
| Всего                    | 50              | 100 |

Начали встречаться пресноводные и солоноватоводные водоросли (*Amphora ovalis*, *A. Veneta*, *Nitzschia holsatica*, *Hormidiopsis crenulata*, *Oscillatoria tenuis*, *Ulothrix variabilis*).

Благодаря повышению температуры воздуха до  $-0,9^{\circ}\text{C}$  и солнечной погоде в сентябре 2007г. наблюдалось массовое развитие микроводоросли *Thalassiosira spp.* и *Phaeocystis pouchetii*. Численность фитопланктона варьировалась от 24 до 1359 млн.кл/м<sup>3</sup>. Причем на долю нанопланктона (2-15 мкм) приходилось 83% от общей численности, а его биомасса составляла 1 - 2% от общей биомассы. Средняя же численность составляла 351 млн.кл/м<sup>3</sup>. Биомасса складывалась за счёт крупных и средних по размерам диатомовых водорослей – *Corethron criophilum*, *Odontella weissflogii*, *Thalassiothrix antarctica*, *Eucampia antarctica*, *Fragilariopsis spp.* и массового развития *Thalassiosira spp.* Варьировала она от 22 до 8782 мг/м<sup>3</sup>. Средняя биомасса была равна 1065 мг/м<sup>3</sup>. Число видов увеличилось до 50 по сравнению с обнаруженными в сентябре 2005 г. – 17 видов и в сентябре 2006 г. – 15 видов (Кузьменко Л.В., Игнатъев С.М., 2007г., 2012г). Изменился и средний объём клеток. Если осенью 2002 г. средний объём был 1612 мкм<sup>3</sup>, в 2005 г. – 2269 мкм<sup>3</sup>, в 2006г. – 3214 мкм<sup>3</sup> (Кузьменко Л.В., Игнатъев С.М., 2007 г., 2012 г.), то в 2007 г. он составлял 18823 мкм<sup>3</sup>.

В результате исследований было определено, что для данных вод характерна смешанная планктонная флора, состоящая из антарктических, аркто-бореальных, космополитов и тропических видов, которые в этот район заносятся течениями.

**Шоман Н. Ю., Акимов А. И.**

Институт биологии южных морей им. А.О. Ковалевского НАН Украины,  
пр. Нахимова 2, Севастополь, 99011, Украина, *n-zaichencko@yandex.ua*

### **СОВМЕСТНОЕ ДЕЙСТВИЕ СВЕТА И КОНЦЕНТРАЦИИ БИОГЕННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ В СРЕДЕ НА СКОРОСТЬ РОСТА И ОТНОШЕНИЕ С/ХЛ У ДИАТОМОВОЙ ВОДОРΟΣЛИ *PHAEODACTYLUM TRICORNUTUM***

Известно, что низкая концентрация биогенных элементов (ниже значений  $K_s$ ) приводит к ограничению скорости роста водорослей. Однако и в условиях высокой обеспеченности минеральным питанием возможно взаимодействие между уровнем биогенной обеспеченности клеток и световым фактором на ростовые характеристики и содержание пигментов в клетках водорослей. Цель нашей работы заключалась в исследовании влияния среды с разной исходной концентрацией биогенных элементов на скорость роста и отношение С/Хл у диатомовой водоросли *Phaeodactylum*



*tricornutum* (Bohlin, 1897) при различной интенсивности светового фактора.

В ходе экспериментов водоросли выращивали в накопительном режиме при девяти интенсивностях света – 14, 25, 42, 85, 225, 430, 600, 900 и 1200  $\text{мкЕ}\cdot\text{м}^{-2}\cdot\text{с}^{-1}$  и температуре 20<sup>0</sup>С. Различную концентрацию биогенных элементов создавали путем количественного разбавления модифицированной питательной среды F/2 с отношением N:P = 7, в разных вариантах эксперимента исходное содержание азота в питательной среде составляло 500, 165, 45 и 14  $\text{мкмоль/л}$  (среда F/2, F/6, F/22 и F/70 соответственно).

В экспериментах показано, что конечная биомасса водорослей в условиях накопительного роста зависит от исходной концентрации среды. По мере роста накопительной культуры наблюдается снижение скорости роста водорослей вплоть до полной остановки роста при исчерпании азота из питательной среды. При этом отмечена линейная связь между начальным содержанием азота в среде и конечной плотностью культуры.

Результаты показали, что используемые нами концентрации среды не влияют на скорость роста водорослей в диапазоне лимитирующих и оптимальных для роста интенсивностей света в экспоненциальной фазе роста. Величина отношения C/Xл в этом же диапазоне освещенностей также не зависит от начальной концентрации среды.

Увеличение степени разведения питательной среды приводит к более раннему световому ингибированию роста водорослей, что выражается в сужении диапазона оптимальных для их роста интенсивностей света. Так, при культивировании *P. tricornutum* на среде F/2 световое плато наблюдается до освещенности 850  $\text{мкЕ}\cdot\text{м}^{-2}\cdot\text{с}^{-1}$ , а при выращивании водорослей на среде F/70 – примерно до 300  $\text{мкЕ}\cdot\text{м}^{-2}\cdot\text{с}^{-1}$ . Кроме того, отмечается усиление степени светового ингибирования роста в области высоких освещенностей. При экстремально высокой интенсивности света 1200  $\text{мкЕ}\cdot\text{м}^{-2}\cdot\text{с}^{-1}$  скорость роста *P. tricornutum* на среде F/2 составляет 1  $\text{сут}^{-1}$ , а на среде F/70 понижается до 0,6  $\text{дел/сут}$ . Одновременно со снижением скорости роста в области высоких освещенностей наблюдается уменьшение внутриклеточного содержания хлорофилла в клетках водорослей. При этом чем ниже исходная концентрация биогенов в среде, тем больше повышается величина C/Xл – от 60 на среде F/2 до 100 на среде F/70.

Таким образом, в области лимитирующих и оптимальных для роста водорослей интенсивностей света многократное изменение концентрации биогенов в среде не влияет на скорость роста и отношение

С/Хл у *P. tricornutum* на участке экспоненциального роста. При снижении исходной концентрации питательных веществ в среде возрастает чувствительность водорослей к фотоингибированию, что выражается в сужении диапазона оптимальных для роста водорослей интенсивностей света, увеличении степени светового ингибирования скорости роста и снижении внутриклеточной концентрации хлорофилла.

**Sadovnic D., Valuta A., Rudi L., Cepoi L.**

Institute of Microbiology and Biotechnology of the ASM,  
1 Academiei str., MD-2028 Chisinau, Moldova, [daniela\\_sadovnic@mail.ru](mailto:daniela_sadovnic@mail.ru)

### **ANTIOXIDANT ACTIVITY OF *NOSTOC LINCKIA* BIOMASS DURING ITS CULTIVATION CYCLE**

In recent years, there has been an increasing demand for natural antioxidants due to safety concerns. The main characteristic of an antioxidant is its ability to trap free radicals. Highly reactive free radicals and oxygen species are present in biological systems which require the development of scavenging antioxidant mechanisms for the removal of ROS. In order to identify new sources of safe and inexpensive antioxidants, there have been initiated studies on the evaluation of the antioxidant activity of biological objects of interest (Cepoi, 2009). In this context, one source of phycobiliproteins and sulfated polysaccharides is *Nostoc linckia*, a multi-cellular filamentous blue-green algae in the phylum *Cyanophyta* and genus *Nostochopsis*.

In order to monitor the radical-scavenging capacity of *Nostoc linckia* biomass during its cultivation cycle, total antioxidant activity of various extracts was determined according to the method of reducing phosphomolybdic reagent (Prieto, 1999) and expressed as ascorbic acid equivalent (Eq Asc Acid). Cyanobacterium *Nostoc linckia* was cultured in laboratory conditions using the mineral Gromov-6 medium, which was optimized (Rudic, 2007). The antioxidant activity has been calculated based on the amount of 5 mg biomass.

During the cultivation cycle of *Nostoc linckia* the alcoholic extracts from biomass exhibited higher antioxidant potential than aqueous ones, although there has been obtained the same result of 4 mg/g Eq Asc Acid for the first day of culture growth. Thus, the highest inhibition of phosphomolybdic reagent was established for alcoholic extract of the day 10 of cultivation (24 mg/g Eq Asc Acid), in comparison with aqueous extract (9,2 mg/g Eq Asc Acid) for the same day. In both types of extracts, there has been observed a tendency to increase

antioxidant activity starting with day 7 of cultivation and the minimum activity was noted for the day 12 (6 mg/g Eq Asc Acid) of culture growth.

In conclusion, cyanobacterium *Nostoc linckia* can be a promising source of natural antioxidants as its both alcoholic and aqueous extracts show a potential antioxidant activity. Such a screen process may also be useful in the selection of strains suitable for large-scale production in algal biotechnology.

СОДЕРЖАНИЕ

- Абдиев Ф., Мирзаев У.Т.** Морфоэкологические особенности сазана (*Cyprinus carpio*) Пачкамарского водохранилища
- Авсиян А.Л.** Динамика плотности культуры и растворенного органического вещества при культивировании микроводоросли *Dunaliella salina* в условиях свето-темнового режима
- Аганесова Л.О.** Определение рациона копепод *Arctodiaptomus salinus* и *Calanipeda aquaedulcis* при питании микроводорослями разных таксономических групп
- Адамович Б.В., Жукова А.А., Куцко Л.А.** Удельное содержание хлорофилла в фитопланктоне прудов и системе водотоков рыбоводческого хозяйства
- Андреева А. Ю.** Влияние острой гипоксии на функциональное состояние эритроцитов *Scorpaena porcus* (эксперименты *in vitro*)
- Барабашин Т.О.** Большие белоголовые чайки (*Larus argentatus*, *L. cachinnans*, *L. michahellis*, *L. fuscus* и *L. heuglini*) в российском секторе Черного моря – статус и характер пребывания
- Барабашин Т.О., Петрова О.П., Бычкова М.В.** Распространение *Idotea ostroumovi* (Crustacea, Isopoda) в российском секторе Черного моря
- Барабашин Т.О., Петрушкина А.С., Хренкин Д.В.** Распространение шиповатой рыбы-иглы (*Syngnathus schmidti*) в открытых акваториях Черного моря
- Баяндина Ю.С.** Вариабельность характеристик спермы камбалы калкан в зависимости от фазы нерестового периода
- Безымянный В.А.** Термолюминесцентный анализ морского микропланктона при стрессовых воздействиях
- Боровков А.Б., Гудвиллович И.Н.** Сравнительная оценка накопления каратиноидов штаммами IBSS-1 и IBSS-2 *Dunaliella salina* Teod. В интенсивной культуре
- Василенко А.О., Сусяк М.В., Лянзберг О.В.** Оцінка якості екологічного стану малої річки методом фітоіндикації
- Витер Т. В.** Состояние бентосных сообществ в районе причалов бухт Артиллерийская, Южная (Севастополь, Черное море)
- Водясова Е.А.** Морфологические и молекулярно-генетические отличительные критерии популяции *Engraulis encrasicolus* в Азово-Черноморском бассейне

- Войкина А.В., Бугаев Л.А., Валиулин В.А., Карпушина Ю.Э.**  
Токсикологическая оценка пестицидного загрязнения воды Азовского моря
- Войкина А.В., Бугаев Л.А., Валиулин В.А., Карпушина Ю.Э.**  
Пестицидное загрязнение воды прибрежных акваторий Таганрогского и Ясенского заливов Азовского моря в 2009-2011 гг.
- Гетьман Т.П.** Условия обитания и особенности распространения рыб у отвесных берегов м. Айя (Черное море)
- Гидора О.Ю.** Разнообразие водорослей природного парка «Сибирские Увалы»
- Гончарова М.Т., Чигрин С.С., Мирошниченко М.В.** Опыт использования природных минеральных вод в качестве среды для культивирования *Daphnia magna* Straus с целью биотестирования
- Горбунова С.Ю., Лукьянов В.А.** Экспериментальная оценка влияния *Chlorella vulgaris* на рост и развитие ячменя
- Грудко Н.О.** Вирощування мальків веслоноса в басейнах за різних екологічних умов утримання
- Гуменюк Г.Б., Феркалюк Х.П.** Математичний прогноз залежності динаміки водневого показника від вмісту важких металів
- Джулай А.А., Чурилова Т.Я.** Вклад фитопланктона, неживого взвешенного вещества и растворенного окрашенного органического вещества в общее поглощение света морской водой в прибрежных поверхностных водах Чёрного моря в районе г. Севастополь
- Джур С.В., Рудик В.Ф.** Получение новых иммуномодуляторных и противоопухолевых препаратов и нутрацевтиков на основе биомассы спирулины
- Дикарев О.О., Стеценко Д.О.** Фракціонування тритію у водно-болотних екосистемах зони впливу АЕС України та приповерхневих сховищ РАВ
- Доброжан С., Доброжан Г., Стратулат И.** Новые методы мониторинга реализации экологической инспекции водных ресурсов
- Доброжан С., Стратулат И., Доброжан Г.** Соблюдение закона о сохранении массы при культивировании сине-зеленых водорослей *Anabaenopsis sp.* и *Nostoc flagelliforme*

- Дорошенко Ю.В., Тихонова Е.А.** Химико-микробиологический анализ донных осадков Стрелецкой бухты (Черное море)
- Дука М. С., Терещенко Н. Н.** Прогностическая оценка радиоэкологического влияния мощностей доз от  $^{241}\text{Am}$  на морские гидробионты при разных уровнях его концентрации в воде
- Егоров А. О.** Разработка биотехники выращивания осетровых рыб в установках замкнутого водоснабжения с применением методик интенсификации рыбоводного процесса
- Еленчук Д.И., Зосим Л.С., Кирияк Т.В., Батыр Л.М., Джур С.В.** Способы получения биомассы спирулины с повышенным содержанием некоторых микроэлементов
- Ефимова Т.В.** Скорость деления водорослей различных классов в зависимости от спектральных условий освещения
- Железнова С.Н.** Влияние питательной среды на рост диатомовой водоросли *Cylindrotheca closterium*
- Жукова А.А.** Содержание хлорофилла в поверхностном слое донных отложений в литоральных биотопах оз. Мястро (Беларусь)
- Заїченко Н.В., Глотова Н.О.** Особливості формування симбіотичних угруповань бичка – пісочника у екосистемах – реципієнтах басейну Дніпра
- Иванова (Казусь) Н.А.** Сравнительный анализ расположения покровных пор на абдомене рачков *Nannocalanus minor* (Claus, 1863) из Тунисского пролива, *N. major* Sewell 1929 и *N. sewelli* Kazus 2009 (Calanidae, Calanoidea) из северной части Индийского океана.
- Калашник Е.С.** Принципы расчета индексов поверхности эпифитного компонента альгосистемы «базит-эпифит»
- Канапацкий Т.А., Ульянова М.О., Пименов Н.В.** Микробные процессы в поверхностных осадках Вислинского и Куршского заливов Балтийского моря
- Кизилова В. Ю.** Интенсивность обмена белков в клетках *Dunaliella viridis* Теод. адаптированных к высоким концентрациям ионов меди
- Клепещ О.В.** Водна флора урбанізованої ділянки р. Ворскла
- Ковалёва М.А.** Новые данные по экологии моллюска – камнеточца *Petricola lithophaga* (Retzius, 1788)

- Кожемяка А.Б.** Массовая концентрация углерода в клетках водорослей при разных условиях роста
- Королесова Д.Д.** Пространственное распределение биомассы макрозообентоса в Тендровском заливе. Закономерности и причины изменений
- Кошелев А.В.** Особенности фенотипических адаптаций эвригалинных беспозвоночных временных водоемов к солености
- Крутікова О. О., Антоновський О. Г.** Динаміка кількісних характеристик макрозообентосу Східного Сивашу в градієнті екологічних умов
- Кузнецова Ю.О.** Вплив баластних вод на світовий океан
- Куликова А.Д.** Особенности генетического полиморфизма цветковых групп *Mytilus galloprovincialis* Lam. В Черном море
- Кульченко Э.А., Ерофеев В.А., Сулавко Д.Ю.** Использование сорбента «Фолиокс-КГО» как фильтрующего материала для очистки промышленных стоков и технологических сред от загрязняющих веществ
- Лагутік О.П.** Екологічні особливості зимівлі цьоголіток коропових риб в умовах джерельного водопостачання
- Лелеков А.С.** Продукционные характеристики культуры *Phaeodactylum tricornutum* Теод. на модифицированной питательной среде с использованием искусственной морской воды
- Литвинюк Д.А., Муханов В.С.** Соотношение живой и мертвой компонент сообщества зоопланктона в водах с разным уровнем антропогенного воздействия
- Ляврін Б.З., Хоменчук В.О., Курант В.З.** Вміст гідро пероксидів ліпідів в клітинах печінки деяких видів риб малих річок західного поділля
- Макаров М.В.** Многолетняя динамика видового состава и численности Mollusca в эпифитоне водорослей рода *Cystoseira* акватории Карадагского природного заповедника (юго-восточный Крым, Чёрное море)
- Малахова Т.В., Егоров В.Н., Малахова Л.В., Поповичев В.Н.** Оценка значимости метаногенеза в процессе деградации органического вещества в донных осадках Севастопольской морской акватории

- Маренков О.Н.** Разнообразие рыб прибрежных биотопов Запорожского водохранилища
- Мионов О.А.** Особенности накопления нефтяных углеводородов (НУ) гидробионтами зарослевых сообществ на малых глубинах
- Морозовская И.А., Силаева А.А.** Зооэпифитон водоемов-охладителей АЭС
- Нехорошков П.С.** Флуоресцентные и биолюминесцентные показатели состояния фитопланктона
- Новикова Т.М.** Влияние фотопериода на биохимический состав клеток микроводорослей
- Новицкая В.Н.** Функциональная морфология эритроидных элементов гемолимфы двустворчатого моллюска *Anadara inaequalis*
- Павлова Г.Г., Курдиш І.К.** Фосфатмобілізувальні бактерії в донних відкладеннях лиманів півдня України
- Подругина А.Б., Леконцева Т.И.** Использование активного ила очистных сооружений в качестве корма при культивировании *Daphnia magna* Straus в регулируемых системах
- Попова Е.В., Рябушко В.И., Нехорошев М.В.** Фукоксантин из бурых водорослей рода *Cystoseira* C. Agardh.
- Попова Л.А., Лях А.М.** Влияние нефтепродуктов на численность инфузорий твердых субстратов (анализ применения различных статистических методов)
- Портянко В.В.** Роль гарпактикоид (Crustacea, Copepoda) в формировании количественных показателей мейобентоса верхней сублиторали Одесского залива
- Проскурнин В.Ю., Терещенко Н.Н., Гулин С.Б.** Накопление изотопов плутония черноморской филлорой
- Рауэн Т.В., Муханов В.С., Ханайченко А.Н.** Влияние микроводоросли *Chlorella vulgaris* на динамику выклева *Artemia salina* и численности бактерий в среде выращивания артемии
- Редниц Д.А., Моисеенко С.В.** Численное моделирование аэродинамики ветроэнергетической установки с роторами Дарье и Савониуса
- Рибка Т.С., Заїченко Н.В.** Різноманіття круговійчастих інфузорій зоопланктону водойм урбанізованих територій



- Родина Е.А.** Определение дозовых нагрузок природных и техногенных радионуклидов на черноморскую филлофору малого и большого поля ( $^{40}\text{K}$ )
- Севостьянова О.В., Гончарова Е.Н.** Рациональное использование водных ресурсов в системе очистки сточных вод в сахарной промышленности
- Сербінова І.В., Копитіна Н.І.** Мікологічні дослідження пелагіалі одеського морського регіону (вересень 2012 р.)
- Сибирцова Е.Н.** Суточная и сезонная динамики вертикальной структуры силы обратного объёмного рассеяния звука и её связь с характеристиками водных масс Чёрного моря
- Сидоров И.Г., Гулин С.Б., Гулина Л.В.** Датировка морских донных отложений с помощью  $^{137}\text{Cs}$   $^{40}\text{K}$
- Слепчук К.А.** Использование метода оптимизации Хука-Дживса в моделировании годовой динамики фитопланктона и фосфора фосфатов в акватории Севастопольской бухты
- Смирнова М.М., Ежова Е.Е., Ланге Е.К.** Образование макроколоний диатомовыми водорослями в литорали Вислинского залива Балтийского моря
- Снигирева А.А., Александров Б.Г.** К методике изучения микрофитобентоса на песках разного гранулометрического состава
- Соколов Е.В.** Холистическая оценка лиманных экосистем северо-западного Причерноморья для определения приоритетности менеджмент решений
- Соловьёва О.В.** Динамика размерной структуры митилястеров на реконструированном гидротехническом сооружении
- Соломонова Е.С., Акимов А.С.** Оценка функционального состояния культуры *Chlorella vulgaris* Suboblonga методами проточной цитометрии и переменной флюоресценции
- Стецюк А.П., Плотицына О.В., Гулин С.Б.** Содержание ртути в Черном море и соленых озерах Крыма
- Телюра Н.О.** Рациональне використання і охорона водних ресурсів для забезпечення сталого соціально-економічного розвитку регіону
- Темных А.В., Силаков М.И.** Пространственное распределение *Noctiluca scintillans* в Чёрном море в летнее время
- Тихонова Е.А.** Углеводородный состав бентосных моллюсков Севастопольской бухты (Черное море)

- Ткаченко М.Ю.** Порівняльний аналіз харчування бичка кругляка (*Neogobius melanostomus* (Pallas, 1814) південної частини Азовського моря та Каховського водосховища
- Тоичкин А.М., Рябушко В.И.** Тяжёлые металлы в бурой водоросли *Cystoseira barbata* (Stackhouse) C. Ag. из прибрежных акваторий г. Севастополя (Чёрное море)
- Трофим А. А.** Видовое разнообразие и экологическое значение синезелёных водорослей реки Когылник (Республики Молдова)
- Харкевич Х.О.** Тихоходки (Tardigrada) – малоизученный компонент мейобентоса Чёрного моря
- Христенко Д.С., Котовская А.А.** Линейный и весовой рост щуки обыкновенной (*Esox lucius* L.) в малых водоемах
- Черой А.И., Картелян В.Ф.** Проникновение морских вод в Килийскую дельту Дуная
- Чечина Е.В., Шокуров М.В., Дулов В.А.** Верификация волновой модели WAM по натурным данным
- Чудиновских Е. С.** Состояние фитопланктона в водах у о. Галиндез (Аргентинские острова, Антарктика) в сентябре 2007 г.
- Шоман Н. Ю., Акимов А. И.** Совместное действие света и концентрации биогенных элементов в среде на скорость роста и отношение с/хл у диатомовой водоросли *Phaeodactylum tricorutum*
- Sadovnic D., Valuta A., Rudi L., Cepoi L.** Antioxidant activity of *Nostoc linckia* biomass during its cultivation cycle





**Тезисы VIII Международной научно-практической конференции молодых ученых по проблемам водных экосистем «Pontus Euxinus - 2013», посвященной 50-летию образованию Института биологии южных морей Национальной академии наук Украины (1-4 октября 2013 г.)**

*(на русском языке)*

**Тези VIII Міжнародної науково-практичної конференції молодих вчених з проблем водних екосистем «Pontus Euxinus - 2013», присвяченій 50-річчю утворення Інституту біології південних морів Національної академії наук України (1-4 жовтня 2013 р.)**

*(російською мовою)*

Підписано до друку 01.09.2013  
Друк офсетний. Формат 60x84/16  
Тираж 150 прим. На замовлення ЧП Лісін А. А.

---

Надруковано в друкарні "DigitPrint",  
ЧП Владикін В. В.  
г. Севастополь, ул. Сенявина, 1, оф. 304, тел. (095) 850-50-28  
e-mail: digitprint@gmail.com "



THE SOCIETY OF YOUNG RESEARCHERS  
institute of biology of the southern seas

СОВЕТ МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ  
институт биологии южных морей

---

Nakhimova av. 2, Sevastopol 99011, Ukraine  
пр. Нахимова, 2, Севастополь 99011, Украина  
e-mail: [ibss@inbox.ru](mailto:ibss@inbox.ru)