

УДК 911.52

УНИКАЛЬНЫЙ ТРАВЕРТИНОВЫЙ РЕЛЬЕФ И БИОРАЗНООБРАЗИЕ ЗАПОВЕДНИКА ХУАНЛУН (HUANGLONG), СЕВЕРО-ЗАПАД ПРОВИНЦИИ СЫЧУАНЬ, КИТАЙ

Лепешкина Л. А.¹, Ту Вейгуо², Воронин А. А.¹, Хиолин Гоу², Клевцова М. А.¹

¹ *Воронежский государственный университет, Воронеж, Россия, lilez1980@mail.ru*

² *Сычуанский провинциальный институт природных ресурсов, Чэнду, Китай*

В статье рассмотрены некоторые особенности травертинового рельефа и биоразнообразия заповедника Хуанлун (60 тыс. га) в Китае. Развитие травертина связано с особым микроклиматом заповедника, деятельностью талых вод ледников горы Сюебаодин (5588 м) и известковых водорослей. Основными элементами травертинового комплекса являются водоемы, пороги, травертиновые террасы, водопады, многочисленные ручьи и потоки. Высокое биоразнообразие заповедника обусловлено его высотной поясностью, обширными массивами лесов и положением его на стыке 4 флористических областей.

Ключевые слова: травертин, рельеф, биоразнообразие, заповедник Хуанлун, Сычуань.

ВВЕДЕНИЕ

Разнообразие карстовых ландшафтов во всем мире связано с молодыми горными системами. В России карстовые явления встречаются в Крыму, на Кавказе, в некоторых районах Сибири и широко распространены в европейской части. Согласно существующим представлениям, под термином «карст» понимаются процессы растворения легкорастворимых пород, а также формы рельефа, которые при этом образуются, и совокупность отложений, приуроченных к этим формам (Михно, 1990; Трегуб и др., 1994).

Развитие карстовых форм часто сопровождается эрозией, образованием пустот, воронок и провалов. Тем не менее не последнюю роль в формировании карстовых явлений играют хомогенные процессы, которые участвуют в рельефообразовании (Вахрушев, 2009). Травертиновый рельеф имеет тысячелетнюю историю развития при участии талых вод горных ледников. Сам термин «травертин» (травертино) обозначает скопления углекислого кальция (CaCO_3), образовавшиеся путем отложения его из углекислых источников. Более рыхлые натечные скопления называют известковым туфом (Каздым, 2006). Другими словами, травертин – это хомогенно-аккумулятивная геоморфа, один из генетических вариантов карстового рельефа (Вахрушев, 2009). С карстовыми формами рельефа обычно связаны уникальные флористические и фаунистические комплексы, поэтому наше исследование включает не только травертиновый комплекс заповедника, но и его биоразнообразие.

Целью настоящего исследования явилось изучение особенностей травертинового геоморфологического комплекса и биоразнообразия заповедника Хуанлун. Для достижения поставленной цели были решены следующие задачи: проведены полевые исследования, изучены особенности травертинового рельефа, флоры и фауны заповедника, определены основные геоботанические характеристики его территории, рассмотрены доступные источники литературы по травертину и биоразнообразию заповедника.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Изучение травертинового рельефа и биоразнообразия заповедника Хуанлун проводили в ходе совместных экспедиционных исследований с китайскими коллегами из Сычуанского провинциального института природных ресурсов в 2015 году. В качестве основных источников информации о заповеднике послужили материалы фонда ЮНЕСКО (Huanglong scenic ..., 2013). В результате получены данные по рельефу, климатическим особенностям, гидрологическим объектам, растительному и животному миру, режиму охраны и т. д.

Непосредственно на маршруте собран обширный фотографический материал. Описание травертинового рельефа проводили согласно общепринятым подходам в ландшафтоведении (Михно, 1990).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Заповедник Хуанлун (Huanglong), или «Желтый дракон», находится в пределах уезда Сунпань Нгава-Тибетско-Цянского автономного округа провинции Сычуань (200 км от города Чэнду) и граничит с заповедником Цзючжайгоу (рис. 1). Располагается у подножия пика Сюебаодин (Хуебаодин) высотой 5588 м, который круглый год покрыт снегом. Именно он сыграл главную роль в образовании своеобразного микроклимата и особого генетического типа рельефа – травертина.

Средняя высота территории заповедника над уровнем моря составляет 3550 м. Общая площадь территории заповедной зоны составляет порядка 60 тыс. га, а высота над уровнем моря колеблется от 1700 до более 5000 м.

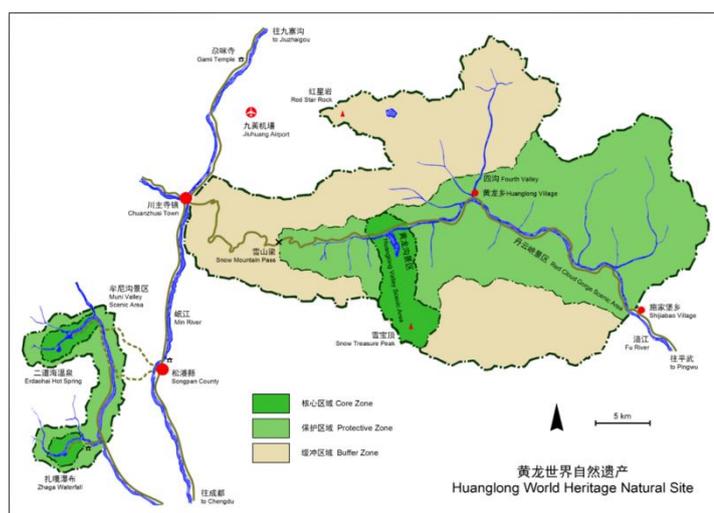


Рис. 1. Карта заповедника Хуанлун (Huanglong scenic ..., 2013)

Заповедник Хуанлун находится у восточной границы Цинхай-Тибетского плато, недалеко от Сычуаньской впадины, у водораздела рек Фуцзян, Миньцзян и Цзялинцзян. Климат влажный и прохладный. Среднегодовое количество осадков – 737 мм. Основное количество осадков выпадает в июле – августе. Средняя температура самого теплого месяца июля – не более 16,0 °С. Средняя температура января – –3,1 °С (Climate: Huanglong, 2015).

Уникальный травертиновый рельеф высокогорья сформировался за несколько тысячелетий. Талые поверхностные воды просачивались под землю и образовывали целые потоки, которые растворяли содержащийся в породе карбонат кальция. Когда вода снова пробивалась на поверхность, начинался процесс кристаллизации и осаждения кальцита на любой поверхности. В зависимости от рельефа сформировались водоемы, пороги и водопады.

Основными элементами травертинового комплекса заповедника являются около тысячи бассейнов, потоков и ручьев, а также природные пороги из травертиновых террас, сложенные известковым туфом. Эти пороги как будто извиваются, напоминая чешуйчатую четырехметровую спину гигантского золотого дракона. Общая площадь травертина составляет 3,6 км². Он относится к континентальным поверхностным травертинам, которые образуются гидротермальным путем и связаны с деятельностью известковых водорослей (Каздым, 2006). В 1992 году травертиновый ландшафт Хуанлун был включен в список Всемирного наследия ЮНЕСКО (Huanglong scenic ..., 2013).

Крупнейшая и наиболее популярная группа травертиновых водоемов «Multi-Colored Pond» сосредоточена в ущелье Хуанлунгоу (Huanglonggou) на высоте 3500 метров над уровнем моря. Среди множества небольших бассейнов выделяются более крупные водные объекты. Например, Mingjing Daoying (Mirror) Pond – зеркальный водоем; Suoluo Vingcal (Azalen) Pond – азалиевый водоем; Penjing (Bonsai) Pond – водоем Бонсай. Водные поверхности водоемов напоминают зеркала неправильной формы, особенно в ясную солнечную погоду (рис. 2 а).

В пределах травертина растения представлены редко. В основном это отдельно стоящие рододендроны, ивы или ели. Карбонат кальция также оседает на стволах, ветвях, стеблях и листьях растений. После отмирания листьев их отпечатки придают известковому осадку неповторимый узор.

В западной части заповедной зоны Хуанлун на высоте от 2800 м до 4000 м над уровнем моря расположена долина Моунигоу (Mounigou). Здесь среди коренных хвойных лесов располагается самый крупный по высоте падения водопад Китая – Чжага (Zhaga). Он падает с высоты 93 м и является самым высоким водопадом травертинового происхождения в Китае.

Туристический маршрут заповедника (около 7,5 км) на всем протяжении обустроен широкими и высокими деревянными настилами на металлических опорах, что позволяет не только передвигаться большим потокам туристов, но и сохранить хрупкий травертиновый рельеф от разрушения (рис. 2 б).



Рис. 2. Травертиновые бассейны и туристическая тропа заповедника Хуанлун (ноябрь 2015 года)

Высокое биоразнообразие заповедника Хуанлун обусловлено высотной поясностью, обширными массивами ненарушенных лесов и его расположением на стыке четырех флористических областей: восточноазиатской, гималайской, субтропической и тропической северного полушария. Согласно геоботаническому районированию, в пределах заповедника выделяются следующие зоны: восточных влажных лесов (смешанные и бамбуковые, 1700–2300 м н. у. м.), высокогорных хвойных лесов (2300–3600 м н. у. м.), кустарников и луговых пастбищ (альпийские и субальпийские луга, 3600–4200 м н. у. м.).

На территории заповедника зарегистрировано более 2500 видов растений, среди которых 101 вид относится к редким эндемичным видам.

В смешанных лесах обычны *Acer shenkanense* W. P. Fang ex C. C. Fu, *A. caesium* Wallich ex Brandis. Массивы хвойных лесов слагает *Picea likiangensis* (Franchet) E. Pritzell, реже отмечается *Larix mastersiana* Rehder & E. H. Wilson in Sargent.

В пределах Хуанлун отмечено высокое видовое разнообразие рода *Rhododendron*, среди которых есть эндемичные разновидности. Например, *Rh. anthopogonoides* Maximowicz, *Rh. capitatum* Maximowicz, *Rh. grande* Wight, *Rh. hunnewellianum* subsp. *rockii* (E. H. Wilson) D. F. Chamberlain, *Rh. pachytrichum* Franchet, *Rh. qinghaiense* Ching ex W. Y. Wang, *Rh. sikangense* var. *exquisitum* T. L. Ming, всего 17 видов и разновидностей. Период их

массового цветения приходится на конец весны – начало лета. На территории заповедника растет редкая орхидея – башмачок тибетский (*Cypripedium tibeticum* King ex Rolfe). Его многочисленные ценопопуляции отмечены в хвойных массивах, среди кустарников и скал на влажных лугах в интервале высот 1800–3450 м н. у. м.

Фауна заповедника представлена: птицами – 155 видов из 12 родов и 29 семейств, млекопитающими – 59 видов из 6 родов и 18 семейств, рептилиями – 5 видов из 2 родов и 3 семейств, амфибиями – 5 видов из 2 родов и 4 семейств.

На национальном и международном уровне под охраной находятся: большая панда, или бамбуковый медведь (*Ailuropoda melanoleuca*), золотистая курносая обезьяна (*Rhinopithecus roxellana*), бурый медведь (*Ursus arctos*), гималайский медведь (*Ursus thibetanus*), манул (*Felis manul*), сычуаньский такин (*Budorcas taxicolor tibetana*) – парнокопытное из семейства полорогих; китайский монал (*Lophophorus lhuysii*) – птица семейства фазановых и ряд видов водоплавающих птиц.

Основными факторами, которые угрожают травертиновому геоморфологическому комплексу, являются вырубка лесов, землетрясения и климатические изменения. Сведение лесов ведет к развитию оползней и почвенной эрозии. В результате увеличивается мутность потоков, резко падает биологическая продуктивность известковых водорослей и, соответственно, снижается рост травертина. В конце XX века на территории заповедника была полностью остановлена нелегальная вырубка леса.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Травертиновый рельеф заповедника является древней карстовой геоморфой, которая сформировалась в условиях горного умеренно-гумидного климата. Травертиновый комплекс заповедника продолжает развиваться и в настоящее время. Для его сохранения ведется ежегодный мониторинг климатических (температура, влажность, количество осадков, ветер) и гидрологических показателей (объем воды и ее качество), которые влияют на растворимость CO₂, скорость осаждения кальцита и жизнедеятельность известковых водорослей. В пределах заповедной территории Хуанлун охраняется не только уникальный травертин, но и коренные экосистемы с редкими представителями флоры и фауны. Заповедник Хуанлун играет большую роль в развитии экологического туризма провинции Сычуань и восточного туристического направления в целом. Ежегодно его посещают около миллиона человек.

Список литературы

Вахрушев Б.А. О генетическом содержании карстового рельефообразующего процесса // Спелеология и карстология. – 2009. – № 2. – С. 30–34.

Каздым А. А. Травертиновые туфы и отложения гидротермальных источников Памуккале (Турция) // Седьмые Всероссийские чтения памяти ильменского минералога В. О. Полякова. Миасс: ИМИН УРО РАН, 2006. – С. 105–112.

Михно В. Б. Карстово-меловые геосистемы Русской равнины. – Воронеж, 1990. – 200 с.

Трегуб А. И., Старухин А. А., Баловина Г. И. Неотектоническая структура и карбонатный карст Воронежской, Липецкой и Тамбовской областей. Деп. ВИНТИ 985-В-94. – Воронеж, 1994. – 12 с.

Climate: Huanglong // [Электронный ресурс]. – 2015 – Режим доступа: <https://en.climate-data.org/location/757554/> (просмотрено 25.11.2016)

Huanglong scenic and historic interest area // [Электронный ресурс]. – 2013 – Режим доступа: <http://whc.unesco.org/en/list/638> (просмотрено 25.11.2016)

Lepeshkina L. A., Tu Weiguo, Voronin A. A., Hyalin Gou, M. A. Klevtsova Unique travertine landscapes and biodiversity of the reserve and Huanglong (Huanglong) (North-West of Sichuan province, China) // Ekosystemy. 2016. Iss. 7 (37). P. 15–18.

This research looks at the some features of the travertine relief and biodiversity Huanglong reserve (60,000 hectares) in China. Development of the travertine is connected to the special microclimate of the reserve, the activities of meltwater of glaciers Syuebaodin mountain (5588 m) and calcareous algae. The main elements of the travertine complex are the travertine pools, rapids, travertine terraces, waterfalls, numerous creeks and streams. High biodiversity reserve is caused by its high-altitude zone, vast tracts of forests and its position at the junction of four floristic regions.

Key words: travertine, relief, biodiversity, Huanglong nature reserve, Sichuan.

Поступила в редакцию 21.11.2016 г.

УДК 574.587:631.434:502.742(262.5)

МАКРОЗООБЕНТОС БИОТОПА РЫХЛЫХ ГРУНТОВ ОПУКСКОГО ПРИРОДНОГО ЗАПОВЕДНИКА

Бондаренко Л. В., Болтачева Н. А., Копий В. Г., Тимофеев В. А.

*Институт морских биологических исследований им. А. О. Ковалевского РАН, Севастополь,
bondarenko.luda@gmail.com*

В биотопе рыхлых грунтов узкой мелководной зоны побережья Опуцкого природного заповедника в 2013 г. обнаружено 49 видов макрозообентоса. Выделено два сообщества: *Donacilla cornea* (16 видов, средняя численность макрозообентоса – 9931 экз./м², биомасса – 40,98 г/м²) и *Chamelea gallina* (31 вид, средняя численность макрозообентоса – 497 экз./м², биомасса – 16,75 г/м²). Анализ литературных и собственных данных указывает на относительное богатство фауны макрозообентоса акватории Опуцкого природного заповедника, представленной 108 видами.

Ключевые слова: Опуцкий природный заповедник, макрозообентос, рыхлые грунты, сообщество.

ВВЕДЕНИЕ

Опуцкий природный заповедник, являющийся горно-приморским ландшафтным заповедником, расположен на южном побережье Керченского полуострова и занимает площадь 1592,3 га, включая участок акватории Черного моря с островами Скалы-Корабли. Морская часть заповедника составляет 4 % (62 га из 1592,3 га) его общей площади и простирается до глубин 10–12 м. Длина береговой линии Опуцкого природного заповедника составляет 12 км. Прибрежная полоса характеризуется широкими песчаными пляжами у западного берега и песчано-ракушечными вдоль восточного берега.

В течение прошлого столетия акватория ОПЗ была недоступна для гидробиологических исследований. Появление первых научных материалов, посвященных изучению макрозообентоса данного района, стало возможно начиная с 1999 года, после создания в 1998 году на территории Керченского полуострова Опуцкого природного заповедника (Герентьев, 2001; 2002; 2011; Урюпова и др., 2008; Урюпова, Шадрин, 2009; Семик, Могильная, 2010; Шадрин и др., 2011). Благодаря тому, что территория и акватория заповедника длительное время входили в состав закрытой для посещения зоны, многие элементы биоты и ландшафтные комплексы сохранились в относительно нетронутом состоянии. Пляжная полоса, расположенная в западной части ОПЗ, составляет более 60 % береговой линии и в настоящее время не подвержена рекреационной нагрузке, а прилегающая к ней акватория считается относительно чистой и требует детального изучения и сохранения.

В связи с недостаточной изученностью донной фауны морской части заповедника наша цель заключалась в исследовании состава и количественного распределения макрозообентоса в биотопе рыхлых грунтов узкой мелководной зоны побережья. Были также обобщены все имеющиеся в литературе материалы по таксономическому составу гидробионтов песчаного биотопа в акватории заповедника.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

В основу работы положены материалы бентосной съемки рыхлых грунтов прибрежной акватории ОПЗ, выполненной в августе 2013 года на двух разрезах на глубинах 0, 1, 2, 3 и 4 м (рис. 1). Сбор материала проводился ручным дночерпателем ($S=0,04 \text{ м}^2$) в двух повторностях. При промывке проб использована система сит с минимальным диаметром ячеек 0,5 мм. Дополнительная информация об относительно крупных и подвижных ракообразных, плохо поддающихся учету при дночерпательном методе обследования акватории, была получена при использовании метода трансект (Дедю, 1990).

При описании количественного развития фауны применены показатели развития макрозообентоса: плотность (N , экз./м²), биомасса (B , г/м²), индекс функционального обилия (ИФО) в выражении: $ИФО = N^{0,25} \times B^{0,25}$, где N – плотность вида, B – биомасса вида.



Рис. 1. Карта-схема района исследований

Рассчитывали коэффициент общности видов Серенсена – Чекановского (K_s): $K_s = 2c / (a + b)$, где a – число видов в пробе А; b – число видов в пробе В; c – число общих видов в обеих пробах.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В ходе бентосной съемки обнаружено 49 представителей макрозообентоса. Из них Polychaeta представлены 19 видами, Crustacea – 10, Mollusca – 6, Ascidiacea – 1 видом. Platyhelminthes, Nemertea и Oligochaeta до вида не идентифицированы. При анализе состава донной макрофауны заповедника дополнительно учтены еще 10 видов десятиногих раков, обнаруженных при сборе материала с использованием метода трансект (Экологический ..., 1989). Кроме того, в районе заплеска нами обнаружены полихета *Pisione remota* (Southern, 1914) и ракообразные *Tylos ponticus* Grebnitsky, 1874, *Pontogammarus maeoticus* (Sovinskij, 1894).

Таким образом, общее видовое богатство макрозообентоса исследованного биотопа составляет 49 видов (табл. 1).

Таблица 1

Таксономический состав макрозообентоса биотопа рыхлых грунтов акватории Опуцкого природного заповедника в разные периоды исследований

Таксон	А	Б	В
1	2	3	4
Cnidaria (Hydrozoa)			
<i>Obelia longissima</i> (Pallas, 1766)		+	
Platyhelminthes	+		+
Nemertea	+	+	+
Annelida			
<i>Alitta succinea</i> (Leuckart, 1847)		+	
<i>Capitella capitata</i> (Fabricius, 1780)	+		
<i>Eumida sanguinea</i> (Ørsted, 1843)	+		
<i>Eunice vittata</i> (Delle Chiaje, 1828)	+		

Продолжение табл. 1

1	2	3	4
<i>Glycera alba</i> (O.F. Müller, 1776)	+	+	
<i>Glycera tridactyla</i> Schmarda, 1861		+	
<i>Harmothoe imbricata</i> (Linnaeus, 1767)	+		
<i>Harmothoe</i> sp.(juv)	+		
<i>Hediste diversicolor</i> (O.F. Müller, 1776)		+	
<i>Magelona papillicornis</i> F. Müller, 1858	+		
<i>Micronephthys stammeri</i> (Augener, 1932)	+		
<i>Melinna palmata</i> Grube, 1870		+	
<i>Microphthalmus fragilis</i> Bobretzky, 1870			+
<i>Mysta picta</i> Quatrefages, 1866	+	+	
<i>Namanereis pontica</i> (Bobretzky, 1872)	+		
<i>Nereis zonata</i> Malmgren, 1867	+	+	
<i>Nereis rava</i> Ehlers, 1864		+	
<i>Nerilla antennata</i> Schmidt, 1848			+
<i>Nephtys hombergii</i> Savigny in Lamarck, 1818		+	
<i>Nephtys cirrosa</i> Ehlers, 1868		+	
<i>Paranaitis kosteriensis</i> (Malmgren, 1867)		+	
<i>Pisione remota</i> (Southern, 1914)	+		
<i>Platynereis dumerilii</i> (Audouin & Milne Edwards, 1834)	+	+	
<i>Polydora cornuta</i> Bosc, 1802			+
<i>Prionospio cirrifera</i> Wirén, 1883	+		
<i>Protodorvillea kefersteini</i> (McIntosh, 1869)	+	+	
<i>Protodrilus flavocapitatus</i> (Uljanin, 1877)	+		+
<i>Saccocirrus papillocercus</i> Bobretzky, 1872	+		+
<i>Salvatoria clavata</i> (Claparède, 1863)	+		
<i>Scolecopsis (Scolecopsis) squamata</i> (O.F. Müller, 1806)	+		
<i>Spio filicornis</i> (Müller, 1776)	+	+	
<i>Oligochaeta</i> g.sp.	+	+	+
Arthropoda (Crustacea)			
<i>Ampelisca diadema</i> Costa, 1853		+	+
<i>Amphibalanus improvisus</i> (Darwin, 1854)		+	
<i>Ampithoe ramondi</i> Audouin, 1826			+
<i>Apherusa bispinosa</i> (Bate, 1857)			+
<i>Apseudopsis ostroumovi</i> Bacescu & Carausu, 1947		+	
<i>Athanas nitescens</i> (Leach, 1813 [in Leach, 1813-1814])	+		
<i>Bathyporeia guilliamsoniana</i> (Bate, 1857)	+		
<i>Caprella acanthifera</i> Leach, 1814			+
<i>Carcinus aestuarii</i> Nardo, 1847	+		
<i>Cardiophilus baeri</i> G.O. Sars, 1896		+	
<i>Chaetogammarus warpachowskyi</i> Sars, 1897		+	
<i>Clibanarius erythropus</i> (Latreille, 1818)	+		
<i>Cumella (Cumella) limicola</i> Sars, 1879	+		
Decapoda juv.	+		
<i>Deshayesorchestia deshayesii</i> (Audouin, 1826)		+	
<i>Diogenes pugilator</i> (Roux, 1829)	+	+	
<i>Echinogammarus ischnus</i> (Stebbing, 1899)			+
<i>Echinogammarus foxi</i> (Schellenberg, 1928)	+		+
<i>Erichthonius difformis</i> Milne Edwards, 1830			+
<i>Eriphia verrucosa</i> (Forskål, 1775)	+		
<i>Eurydice pontica</i> (Czerniavsky, 1868)	+		
<i>Eurydice spinigera</i> Hansen, 1890		+	
<i>Eurydice dollfusi</i> Monod, 1930		+	
<i>Eurydice</i> sp.			+

Продолжение табл. 1

1	2	3	4
<i>Gastrosaccus sanctus</i> (Van Beneden, 1861)	+		+
<i>Hemimysis anomala</i> G.O. Sars, 1907			+
<i>Hippolyte leptocerus</i> (Heller, 1863)	+		
<i>Idotea baltica</i> (Pallas, 1772)			+
<i>Lanceogammarus andrussowi</i> (G.O. Sars, 1896)		+	
<i>Lekanesphaera hookeri</i> (Leach, 1814)		+	+
<i>Liocarcinus vernalis</i> (Risso, 1816)	+		
<i>Macropodia longirostris</i> (Fabricius, 1775)	+		
<i>Megaluropus agilis</i> Hoeck, 1889	+		
<i>Melita palmata</i> (Montagu, 1804)		+	
<i>Microdeutopus gryllotalpa</i> Costa, 1853		+	
<i>Monocorophium insidiosum</i> (Crawford, 1937)	+		
<i>Nototropis guttatus</i> Costa, 1853	+		+
<i>Orchestia mediterranea</i> Costa, 1853			+
<i>Orchestia montagui</i> Audouin, 1826			+
<i>Pachygrapsus marmoratus</i> (Fabricius, 1787)	+		+
<i>Perioculodes longimanus</i> (Bate & Westwood, 1868)		+	
<i>Pilumnus hirtellus</i> (Linnaeus, 1761)	+		
<i>Pontogammarus maeoticus</i> (Sovinskij, 1894)	+		
<i>Stenothoe monoculoides</i> (Montagu, 1815)			+
<i>Stenosoma capito</i> (Rathke, 1837)			+
<i>Tylos ponticus</i> Grebnitsky, 1874	+	+	+
<i>Xantho poressa</i> (Olivi, 1792)	+		
Mollusca			
<i>Bela nebula</i> (Montagu, 1803)		+	
<i>Bittium reticulatum</i> (da Costa, 1778)		+	
<i>Bittium submamillatum</i> (de Rayneval & Ponzi, 1854)		+	
<i>Calyptraea chinensis</i> (Linnaeus, 1758)		+	
<i>Cerastoderma glaucum</i> (Bruguière, 1789)		+	
<i>Chamelea gallina</i> (Linnaeus, 1758)	+	+	
<i>Donacilla cornea</i> (Poli, 1791)	+	+	+
<i>Donax trunculus</i> Linnaeus, 1758		+	
<i>Galactella lactea</i> (Linne, 1758)		+	
<i>Gastrana fragilis</i> (Linnaeus, 1758)		+	
<i>Hydrobia acuta</i> (Draparnaud, 1805)	+	+	
<i>Hydrobia</i> sp.			+
<i>Lentidium mediterraneum</i> (O. G. Costa, 1830)	+	+	
<i>Limapontia capitata</i> (O. F. Müller, 1774)		+	
<i>Loripes lucinalis</i> (Lamarck, 1818)	+	+	
<i>Lucinella divaricata</i> (Linnaeus, 1758)		+	
<i>Moerella tenuis</i> (Costa, 1778)		+	
<i>Mya arenaria</i> Linnaeus, 1758		+	
<i>Mytilus galloprovincialis</i> Lamarck, 1819		+	
<i>Mytilaster lineatus</i> (Gmelin, 1791)	+	+	
<i>Nassarius reticulatus</i> (Linnaeus, 1758)		+	
<i>Parvicardium exiguum</i> (Gmelin, 1791)		+	
<i>Parvicardium simile</i> (Milaschewitsch, 1909)		+	
<i>Pitar rudis</i> (Poli, 1795)		+	
<i>Retusa truncatula</i> (Bruguière, 1792)		+	
<i>Spisula subtruncata</i> (da Costa, 1778)		+	
Phoronida			
<i>Phoronis psammophila</i> Cori, 1889		+	
Chordata (Ascidacea)			
<i>Molgula appendiculata</i> Heller, 1877		+	
<i>Eugyra adriatica</i> Drasche, 1884	+		

Примечание к таблице. А – собственные данные; Б – по (Терентьев, 2001; 2002; 2011); В – по (Урюпова и др., 2008; Урюпова, Шадрин, 2009; Шадрин и др., 2011).

Выявлено широкое варьирование значений численности и биомассы макрозообентоса. Численность колебалась в пределах 350–18769 экз./м² при средних значениях 4266 экз./м², биомасса изменялась от 7,8 до 74,1 г/м², составляя в среднем 26,44 г/м². Ранжированный ряд по численности возглавляют Platyhelminthes (61 % общей численности макрозообентоса) (табл. 2). Высокие показатели биомассы отмечены у моллюсков (89 % общей биомассы). Существенный вклад в формирование этого показателя вносят двустворчатые моллюски *D. cornea* (59 % общей биомассы) и *Ch. gallina* (30 %).

Таблица 2

Количественные показатели макрозообентоса биотопа рыхлых грунтов Опускского природного заповедника (по материалам бентосной съемки 2013 года)

Таксон	N, экз./м ²	B, г/м ²
Polychaeta	841	0,546
Mollusca	150	23,656
Crustacea	269	1,915
Platyhelminthes	2621	0,275
Nemertea	79	0,032
Oligochaeta	306	0,015
Всего	4266	26,435

Количественные показатели изменялись по глубине, при этом биомасса и индекс функционального обилия менялись сходным образом (рис. 2). Максимальные значения численности зарегистрированы на урете воды, где доминировали турбеллярии, на глубине 1 м высока плотность ракообразных, в частности *E. foxi* (569 экз./м²). Наибольшее значение биомассы отмечено на глубине 1 м, где основной вклад в формирование этого показателя внес двустворчатый моллюск *D. cornea* (73,1 г/м², ИФО – 73,6). На глубине 3 м повышение биомассы обеспечил моллюск *Ch. gallina* (22,5 г/м², ИФО – 19,4).

В пределах исследованного полигона на основании доминирования по биомассе (Воробьев, 1949) и индексу функционального обилия (Мальцев, 1990) выделили два сообщества.

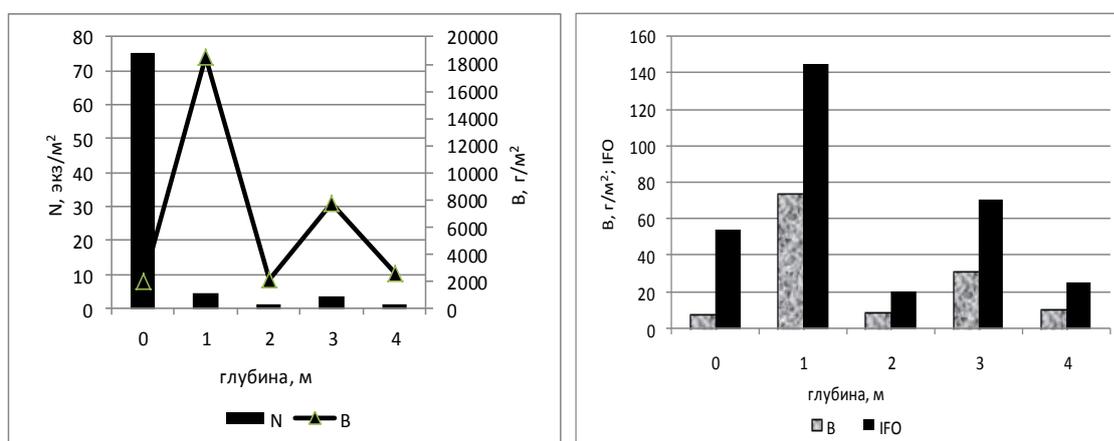


Рис. 2. Изменение численности, биомассы и индекса функционального обилия макрозообентоса по глубине в биотопе рыхлых грунтов Опускского природного заповедника

Сообщество *Donacilla cornea* обнаружено на глубинах 0–1 м. Зарегистрировано 16 видов, среди которых преобладают полихеты (56 %). На долю ракообразных приходится 25 %, моллюсков – 5 %. Обнаружены также Platyhelminthes, Nemertea и Oligochaeta.

Отмечены два руководящих вида – моллюск *D. cornea*, полихета *S. papillocercus* (встречаемость более 50 %), к характерным видам (встречаемость от 25 до 50 %) отнесены полихеты *S. squamata*, ракообразные *E. pontica*, *E. foxi* и двустворчатый моллюск *M. lineatus*. Редкие виды (встречаемость менее 25 %) – полихеты *E. picta*, *M. papillicornis*, *M. stammeri*, *N. zonata*, *N. pontica*, *P. kefersteini*, *P. flavocapitatus*, ракообразные *C. limicola*, *G. sanctus* и двустворчатый моллюск *L. lucinalis*. Средняя численность макрозообентоса в сообществе составила 9931 экз./м², биомасса – 40,98 г/м². Наибольшая биомасса отмечена у моллюсков (39,03 г/м²). Основной вклад в формирование этого показателя вносит *D. cornea* (99,7 % общей биомассы макрозообентоса сообщества). По численности доминируют Platyhelminthes (6519 экз./м²).

По сравнению с 2009–2010 годами (Терентьев, 2011) видовой состав сообщества донациллы изменился, индекс фаунистического сходства составил 0,3. В числе руководящих видов в 2013 году отмечен *S. papillocercus*, не зарегистрированный в 2009 г. Если ранее в сообществе по количеству видов преобладали ракообразные, то в 2013 г. – полихеты. Обнаружена популяция относительно редкого в Черном море вида полихет *S. squamata* (максимальная численность – 75 экз./м², средняя – 14 экз./м²). На двух станциях встречены полихеты *M. papillicornis* F. Müller, 1858 (сем. Magelonidae). Этот вид ранее был зарегистрирован в Черном море лишь дважды – у берегов Болгарии и у берегов Кавказа (Маринов, 1977; Микашавидзе, 1981). Биомасса макрозообентоса сократилась почти в 2 раза. Особенно снизились количественные показатели *D. cornea* (с 75 до 38,9 г/м²).

Сообщество *Chamelea gallina* обнаружено на глубинах 2–4 м. В его составе 31 вид: 15 видов полихет, 10 – ракообразных, 5 видов моллюсков, 1 вид асцидий и Platyhelminthes, Oligochaeta, Nemertea. В числе руководящих, кроме *Ch. gallina*, отмечены ракообразные *D. pugilator*, *C. limicola*, к характерным видам отнесены полихета *S. squamata*, ракообразные *E. pontica*, *E. foxi*, *N. guttatus* и моллюски *D. cornea*, *L. mediterraneum*. В числе редких видов встречены полихеты *C. capitata*, *E. picta*, *E. sanguinea*, *E. vittata*, *G. alba*, *H. imbricata*, *M. stammeri*, *P. dumerilii*, *P. cirrifera*, *S. filicornis*, *P. kefersteini*, *P. flavocapitatus*, *B. clavata*, *Harmothoe* sp. (juv), ракообразные *B. quilliamsoniana*, *M. insidiosum*, *G. sanctus*, *M. agilis* и моллюски *M. lineatus*, *H. acuta*. Средняя численность макрозообентоса в сообществе составила 497 экз./м², биомасса – 16,75 г/м². Наибольшая биомасса отмечена у моллюсков (13,406 г/м²). Основной вклад в формирование этого показателя вносит *C. gallina* (78 % общей биомассы). На втором месте стоят ракообразные, при биомассе 3,014 г/м² их численность наибольшая в сообществе и составляет 175 экз./м². Главную роль в формировании численности играет *C. limicola*.

Сравнительный анализ показал, что с 1999–2000 годов (Терентьев, 2001) по настоящее время изменился видовой состав сообщества хамелеи, индекс фаунистического сходства составил 0,2. Если ранее в сообществе по количеству видов преобладали моллюски, то в 2013 г. – полихеты. В числе руководящих видов в 2013 году отмечены *D. pugilator* и *C. limicola*, не зарегистрированные в 1999 году. Как и в сообществе донациллы, обнаружена популяция относительно редкого в Черном море вида полихет *S. squamata* (максимальная численность – 100 экз./м², средняя – 23 экз./м²). Однако характерный для данного сообщества моллюск *D. cornea* в 1999–2000 гг. не найден. Важно отметить, что биомасса макрозообентоса сократилась в 14 раз в связи с резким снижением данного показателя у *Ch. gallina* (с 229 до 13 г/м²).

Суммарный анализ литературных (Терентьев, 2001; 2002; 2011; Урюпова и др., 2008; Урюпова, Шадрин, 2009; Шадрин и др., 2011) и собственных данных указывает на богатство фауны макрозообентоса биотопа рыхлых грунтов акватории Опуцкого природного заповедника, представленной 108 видами, относящимся к Polychaeta (31 вид), Crustacea (47 видов), Mollusca (26 видов), Ascidiacea (2 вида), Hydrozoa (1 вид), Phoronida (1 вид), а также представители Platyhelminthes, Nemertea, и Oligochaeta (табл. 1). Несмотря на большое количество таксонов, зарегистрированных в исследованной акватории, инвентаризацию макрофауны заповедника нельзя считать завершённой. Так, общий состав фауны ракообразных биотопа рыхлых грунтов ОПЗ, приведенный в данной работе, составляет лишь 31 % от известной для акватории Крыма, моллюсков – 17 %, полихет –

21 % (Ревков, 2011). К основным охраняемым объектам из обнаруженных в пределах заповедника относятся 5 видов: ракообразные *E. verrucosa*, *P. marmoratus*, *H. anomala* Sars, 1907, моллюски *D. cornea*, *G. fragilis* (Красная книга ..., 2015).

ВЫВОДЫ

1. В ходе бентосной съемки 2013 г. в биотопе рыхлых грунтов узкой мелководной зоны побережья Опуцкого природного заповедника обнаружено 49 видов макрозообентоса. Выделено два сообщества: *D. cornea* (16 видов, средняя численность макрозообентоса – 9931 экз./м², биомасса – 40,98 г/м²) и *Ch. gallina* (31 вид, средняя численность макрозообентоса – 497 экз./м², биомасса – 16,75 г/м²).

2. Анализ литературных и собственных данных указывает на относительное богатство фауны макрозообентоса акватории Опуцкого природного заповедника, представленной 108 видами. Имеющийся список видов не охватывает в полной мере всех представителей макрозообентоса, обитающих в акватории заповедника. Поэтому дальнейшие исследования, включая все биотопы ОПЗ, помогут дополнить этот список.

Список литературы

1. Воробьев В. П. Бентос Азовского моря // Тр. АзЧерНИРО. – 1949, вып 13. – 193 с.
2. Красная книга Республики Крым. Животные / [Отв. ред. д. б. н., проф. С. П. Иванов и к. б. н. А. В. Фатерыга]. – Симферополь: ООО «ИТ «АРИАЛ», 2015. – 440 с.
3. Мальцев В. И. О возможности применения показателя функционального обилия для структурных исследований зооценозов // Гидробиол. журн. – 1990. – 26, № 1. – С. 87–89.
4. Маринов Т. Многощетинистые черви (Polychaeta) / Фауна на България. София: изд-во Бълг. АН, 1977. – 258 с.
5. Микашавидзе Э. О. О новых находениях некоторых видов полихет, моллюсков и ракообразных на шельфе юго-восточной части Черного моря // Зоол. журн. – 1981. – Т. 60, вып. 9. – С. 1415–1417.
6. Ревков Н. К. Современное состояние зоресурсов бентали Азово-Черноморского бассейна. Промысловые биоресурсы Черного и Азовского морей / [Ред. В. Н. Еремеев, А. В. Гаевская, Г. Е. Шульман, Ю. А. Загородняя; НАН Украины, Институт биологии южных морей НАН Украины]. – Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2011. – С. 140–163.
7. Терентьев А. С. Биоценоз *Chamelea* на шельфе Опуцкого природного заповедника / Заповедники Крыма на рубеже тысячелетий – 2001: матер. – Симферополь, 2001. – С. 115–117.
8. Терентьев А. С. Состояние донного сообщества песчаного грунта акватории Опуцкого природного заповедника / Заповедники Крыма. – 2002: II науч. конф. Биоразнообразие на приоритетных территориях: 5 лет после Гурзуфа, 25–26 апреля 2002 г.: матер. – Симферополь, 2002. – С. 250–254.
9. Терентьев А. С. Биоценоз *Donacilla* в прибрежной зоне Опуцкого природного заповедника / Заповедники Крыма. – 2011: VII Междунар. науч.-практич. конф. Биоразнообразие и охрана природы в азовско-черноморском регионе. 24 – 26 октября 2011 г.: матер. – Симферополь, 2011. – С. 398–402.
10. Семик А. М., Могильная Н. А. Современное состояние фауны Опуцкого природного заповедника / Современные проблемы экологии Азово-Черноморского региона. – 2010: V Междунар. конф. (Керчь, 8–9 октября 2009 г.). – Керчь, 2010. – С. 94–99.
11. Шадрин Н. В., Копий В. Г., Колесникова Е. А., Афанасова Т. А. Опуцкий природный заповедник: к изучению биоразнообразия песчаной супралиторали (Крым, Керченский полуостров) / Заповедники Крыма. – 2011: VI Междунар. науч.-практич. конф. Биоразнообразие и охрана природы в азовско-черноморском регионе. 24 – 26 октября 2011 г.: матер. – Симферополь, 2011. – С. 381–384.
12. Урюпова Е. Ф., Миронов С. С., Шадрин Н. В. Уникальность водной фауны Опуцкого природного заповедника (Крым, Черное море) // Вісн. Запорізь. нац. ун-ту. Біологічні науки. – 2008. – № 1. – С. 228–233.
13. Урюпова Е. Ф., Шадрин Н. В. Ракообразные зоны заплеска и верхней сублиторали Опуцкого заповедника (Крым, Черное море) // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 16. Биология. – 2009. – № 1. – С. 48–52.
14. Экологический энциклопедический словарь / Дедю И. И. – К.: Гл. ред. МСЭ, 1989. – 408 с.

Bondarenko L. V., Boltachova N. A., Kopyi V. G., Timofeev V. A. Macrozoobenthic organisms of soft bottom sediments biotope of Opuk Nature Reserve // Ekosystemy. 2016. Iss. 7 (37). P. 19–25.

Forty nine species of macrozoobenthic organisms were found in the soft bottom sediments biotope of narrow shallow zone in Opuk Nature Reserve in 2013. Two communities are identified: *Donacilla cornea* (16 species, the average number amounts to 9931 sp./m², the biomass – 40.98 g/m²) and *Chamelea gallina* (31 species, the average number equals 497 sp./m², the biomass – 16.75 g/m²). The literature analysis and individually collected data indicate relative wealth of macrozoobenthic fauna of Opuk Nature Reserve water area (108 species).

Key words: Opuk Nature Reserve, macrozoobenthos, soft bottom sediments, community.

Поступила в редакцию 17.12.2016 г.