

=1,9 (PWD - 4). The efficacy of TGM removal has used for the manufacturing of PDW has been revealed. The average degree of removal of chloroform (%) from the running water were: 61,9 ±7,6 (PWD - 1); 55,1±3,0 (PWD - 2); 91,7±1,3 (PWD - 3); 92,1±0,9 (PWD - 4). Chloroform content in 50 % of the PWD samples overpassed the hygienic norm 6 mkg/dm³. The necessity of many-staged combined methods (reverse osmos, adsorption on the activated carbon, etc.) for the effective purification

of running water from TGM has been proved.

Keywords: running water, purified water, packed drinking water, water-purifying equipment, technologies for purification.

Впервые поступила в редакцию 02.06.2013 г. Рекомендована к печати на заседании редакционной коллегии после рецензирования.

УДК 504.06

TALORCHESTIA DESHAYESII (AUDOUIN, 1826) – ПЕРСПЕКТИВНЫЙ БИОИНДИКАТОР В ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА МОРСКОЙ СРЕДЫ ПРИБРЕЖНЫХ ЭКОСИСТЕМ ЧЕРНОГО МОРЯ

М. О. Сон, А. В. Кошелев

*Одесский филиал Института биологии южных морей
им. А. О. Ковалевского НАН Украины*

Введение

Бурное развитие рекреации и застройки побережий привело к массовым антропогенным вмешательствам в экосистемы береговой зоны Черного моря. Современные исследования показывают, что комплексная рекреационная нагрузка и ряд различных нарушений экосистем пляжей принципиально изменяют условия обитания организмов в биотопах зоны «море-берег» [1, 3 – 5]. Вместе с тем, подобные исследования проводились преимущественно на побережьях приливных морей и океанов, и аналогичные механизмы влияния в условиях супралиторали внутренних морей до последнего времени оставались неизучен-

ными. Виды – обитатели прибойной зоны в связи с их эволюцией в экстремальной контактной зоне, для которой характерны значительные концентрации загрязняющих веществ, радиации и других опасных агентов, крайне устойчивы к действию химического загрязнения, что позволяет их использование для независимой индикации других антропогенных нарушений. Напротив, чувствительность к не химическим воздействиям у многих таких видов очень высока, причем различные виды в различной степени реагируют на различные типы воздействия.

При исследованиях антропогенно нарушенных песчаных пляжей Атлантического океана и Западного Средизем-

номорья было показано, что сообщества макрофауны являются хорошими индикаторами для оценки антропогенных нагрузок; при этом особая роль в биоиндикации отводилась ракообразным – биотурбаторам, роющим норы в песке: *Tylos eurapeus*, Arcangeli, 1938 и *Talitrus saltator*, Montagu, 1808 [2, 6]. В Черном море широко распространены их экологические аналоги – родственные виды *Tylos ponticus* Grebnitsky, 1874 и *Talorchestia deshayesii*, последний из которых является ключевым биотурбатором черноморских пляжей.

Цель работы - оценить возможности использования *Talorchestia deshayesii* в биоиндикации антропогенных нагрузок в специфических условиях черноморских экосистем.

Материалы и методы

Экспедиционные исследования песчаных побережий проводились на протяжении 1999 - 2013 г.г. на участке побережья Черного моря от взморья Дуная до г. Севастополь включительно. Сбор материала производился вручную и с помощью ловушек. Прижизненные наблюдения проводились в дневное и ночное время в периоды с апреля по октябрь. Коллектируемые экземпляры фиксировались 96-% раствором этилового спирта и камерально обрабатывались в лаборатории. Собранный материал хранится в коллекционных фондах Одесского филиала Института биологии южных морей.

Результаты и их обсуждение

Осуществляемая различными видами беспозвоночных биотурбация в песке и толще выносов обеспечивает условия обитания других супралиторальных организмов путем как предос-

тавления убежищ для многих мелких организмов, так и поступления кислорода в толщу песка и штормовых выносов, что, во - первых, обеспечивает кислородный режим в интерстициали и толще выносов, а во - вторых, ускоряет быстрое высушивание выносов солнцем и их вынос ветром за пределы пляжа. Таким образом, они являются экосистемными инженерами, преобразующими физические характеристики песчаного пляжа и формирующими условия обитания, характерные для песчаных пляжей комплекса видов. В случае исчезновения ключевого биотурбатора (для Черного моря – *T. deshayesii*), характер местообитаний песчаных пляжей полностью меняется и постоянно присутствующее на нем естественное сообщество исчезает.

На ненарушенных пляжах основной биотурбатор супралиторали – *T. deshayesii* (в других морях его место могут занимать другие виды талитрид) формирует характерный биотоп талитридного песка (песка, покрытого плотными скоплениями нор), которому соответствует комплекс видов, включающий также других биотурбаторов, роющих вертикальные норы (*T. ponticus*) или передвигающихся горизонтально в поверхностном слое песка (личинки жуков) и различных мелких беспозвоночных, осваивающих сформированные экосистемными инженерами микробиотопы (норы биотурбаторов, захороненные растительные остатки, слои штормовых выносов и др.): многочисленные виды двукрылых, жужелиц, стафилинин, чернотелок, олигохет и др. Видовой состав этого комплекса сильно варьирует зоогеографически.

Нами наблюдался следующий градиент изменений видового комплекса песчаных пляжей в градиенте антропогенных нагрузок:

На начальных стадиях происходит выпадение отдельных чувствительных видов, но сценарий обеднения не одинаков, поскольку видовой состав ненарушенных песчаных пляжей имеет региональные отличия. Для ненарушенных пляжей, сформированных мелким, средним или крупным песком (пересыпь Будакского лимана, Кинбурнская коса, Тендровско- Джарылгачский участок побережья), характерны дополнительные биотурбаторы, более чувствительные к антропогенному нарушению, чем ключевой биотурбатор (например, личинки жулици и чернотелок или изоподы *T. ponticus*), но их состав может различаться. Дополнительные биотурбаторы (*T. ponticus*) характерны также для грубозернистых песков Западного Крыма. В случае характерных для Северо-Западного Причерноморья пляжей с грубозернистым песком, прислоненных к абразионному клифу, сообщество макрофауны песка беднее, а *T. deshayesii* часто является единственным биотурбатором.

При достижении более высокого уровня нагрузки непрерывные массовые популяции биотурбаторов разрываются и массовые скопления нор вдоль берега (формирующие биотоп талитридного песка) сменяется разбросанными вдоль берега отдельными норами или их небольшими группами, вырытыми одной особью. Это критический момент изменения сообщества – экосистемный инженер присутствует, но типоспецифический биотоп и большая часть типоспецифических видов исчезают, а ключевые экосистемные функции блокируются. На песчаном пляже при этом могут сохраняться естественные комплексы видов, связанных с эфемерными субстратами:

выбросами водорослей и морских трав, трупами рыб и дельфинов и т. д.

С исчезновением биотурбаторов, легко заметным по отсутствию характерных нор на границе сухого и влажного песка, на песчаном пляже исчезают все облигатные обитатели участка влажного песка выше уреза воды. Вместе с тем, до наступления экстремально высокого уровня нагрузок, супралитораль может не выглядеть абсолютно безжизненной: на нее проникают различные виды, адаптированные к постоянному обитанию на морском побережье, но не входящие в сообщество супралитораля (обитающие на сухом песке и в зоне дюн прибрежные уховертки, жуки-скакуны, некоторые жулици, галофильные изоподы, ящерицы и т. д.).

В случае максимального нарушения условий постоянное обитание специализированных прибрежных видов на песчаном пляже не наблюдается, но возможны миграции (особенно, в ночное время) отдельных видов со стороны суши. В случае сильного нарушения пляжа может происходить гниение скоплений штормовых выносов, при котором супралиторальные двукрылые-альгофаги могут сменяться привлекаемыми запахом гниения бактериофагами (например, мухами-береговушками *Ephydriidae*).

Таким образом, *T. deshayesii*, являясь экосистемным инженером, выступает индикатором антропогенных нагрузок на значительном протяжении их градиента. Если выразить градиент рекреационной нагрузки на пляж в виде пятибалльной шкалы экологического состояния (отличное, хорошее, удовлетворительное, неудовлетворительное, плохое), использующейся в паневропейских

системах оценки качества водной среды, то различные состояния расселения *T. deshayesii* на песчаных пляжах позволяют разграничение между хорошим, удовлетворительным и классами ниже удовлетворительного. Собственно, эти позиции и являются реально используемыми в экологическом мониторинге и менеджменте и минимально необходимыми для принятия управленческих решений. Следует заметить, что в океанах и морях с приливно-отливным режимом такие ярко выраженные и детерминированные сценарии, наблюдаемые на одном виде, не отмечались. Это связано с тем, что приливно-отливная зона пространственно гораздо больше и значительно более структурирована, чем прибойная зона закрытых морей. В результате, сообщества прибойной зоны представлены более широким спектром видов, осуществляющих сходные экосистемные функции, но занимающие различные микробиотопы. В Черном море, ключевые экосистемные функции и типичные сообщества прибойной зоны сосредоточены в узкой полосе увлажняемой зоны пляжа, представленной на каждом участке побережья небольшим разнообразием биотопов и населяющих их видов. В связи с этим индикаторные возможности ключевых супралиторальных видов выражены в черноморских экосистемах особенно четко.

Вывод

Вид *T. deshayesii* широко представлен в различных супралиторальных биотопах песчаных пляжей. Отклик супралиторальных сообществ песчаных пляжей на антропогенные нагрузки носит характер последовательного сцена-

рия (то есть, отображает их градиент). Характер распределения *T. deshayesii* на морском пляже позволяет дифференцировать границы изменений сообщества, что делает этот вид перспективным биоиндикатором.

Перспективы дальнейших исследований

Известно, что *T. deshayesii*, являясь организмом с высокой накопительной способностью к аккумуляции тяжелых металлов, может быть использована, как организм биомонитор химического загрязнения [7, 8], особенно на участках побережий, имеющих наибольшую рекреационную ценность. Перспективность определяется возможностью аналитического контроля загрязнения контактной зоны суша-море, на песчаных пляжах, где количественное измерение загрязняющих веществ затруднено.

Литература

1. Araujo M. C. B. Environmental quality indicators for recreational beaches classification / M. C. B. Araujo, M. F. Da Costa // Journal of Coastal Research. – 2008. – V. 24. – P. 1439–1449.
2. Bessa F. Sandy beach macrofaunal assemblages as indicators of anthropogenic impacts on coastal dunes / F. Bessa, D. Cunha, S. C. Goncalves [et al.] // Ecological Indicators. – 2013. – V. 30. – P. 196–204.
3. Chapman M. G. Engineering novel habitats on urban infrastructure to increase intertidal biodiversity / M. G. Chapman, D. J. Blockley // Oecologia. – 2009. – V. 161. – P. 625–635.

4. Defeo O. Patterns, processes and regulatory mechanisms in sandy beach macrofauna: a multi-scale analysis / O. Defeo, A. McLachlan // Marine Ecology Progress Series. – 2005. – V. 295. – P. 1–20.

5. Ferreira M. A. Intertidal communities as indicators of environmental change and their potential use in biomonitoring: The Troia Resort (Portugal), a large-scale tourist development, as a case study / M. A. Ferreira, F. Andrade // Inst. Esp. Oceanogr. – 2003. – V. 19. – № 1-4. – P. 253–264.

6. Goncalves S. C. Talitrid and Tylid crustaceans bioecology as a tool to monitor and assess sandy beaches' ecological quality condition / S. C. Goncalves, P. M. Anastacio, J. C. Marquesa // Ecological Indicators. – 2013. – V. 29. – P. 549–557.

7. Moore P. G. Copper and zinc in an ecological series of talitroidean Amphipoda (Crustacea) / P. G. Moore, P. S. Rainbow // Oecologia. – 1987. – V. 73. – P. 120–126.

8. Rainbow P. S., Talitrid Amphipods (Crustacea) as biomonitors for copper and zinc / P. S. Rainbow, P. G. Moore, D. Watson // Estuarine, Coastal and Shelf Science. – 1989. – V. 28. – P. 567–582.

Ключевые слова: *Talorchestia deshayesii*, биоиндикация, супралитораль, Черное море

УДК 504.06

TALORCHESTIA DESHAYESII
(AUDOUIN, 1826) – ПЕРСПЕКТИВНЫЙ
БИОИНДИКАТОР В ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА
МОРСКОЙ СРЕДЫ ПРИБРЕЖНЫХ
ЭКОСИСТЕМ ЧЕРНОГО МОРЯ

М. О. Сон, А. В. Кошелев

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

Распространенный в Черном море супралиторальный вид *T. deshayesii* предлагается для использования в методах биоиндикации антропогенных нагрузок на черноморских пляжах. В Черном море типичные сообщества супралиторали песчаных побережий сосредоточены в узкой полосе увлажняемой зоны пляжа, представленные небольшим разнообразием биотопов и населяющих их видов. В связи с этим индикаторные возможности супралиторальных видов в черноморских экосистемах и, прежде всего, *T. deshayesii*, особенно выражены. *T. deshayesii*, являясь экосистемным инженером, выступает индикатором антропогенных нагрузок на значительном протяжении их градиента. Если выразить градиент рекреационной нагрузки на пляж в виде пятибальной шкалы экологического состояния, использующейся в системах оценки качества водной среды, то различные состояния расселения *T. deshayesii* на песчаных пляжах, подверженных рекреационной деятельностью, позволяют разграничение между хорошим, удовлетворительным и классами ниже удовлетворительного. Способность *T. deshayesii* накапливать тяжелые металлы дает возможность использовать этот вид в аналитическом контроле загрязнения контактной зоны суша - море, на песчаных пляжах.

Ключевые слова: *Talorchestia deshayesii*, биоиндикация, супралитораль, Черное море

УДК 504.06

TALORCHESTIA DESHAYESII
(AUDOUIN, 1826) – ПЕРСПЕКТИВНИЙ
БІОІНДИКАТОР В ОЦІНЦІ ЯКОСТІ
МОРСЬКОГО СЕРЕДОВИЩА
ПРИБЕРЕЖНИХ ЕКОСИСТЕМ
ЧОРНОГО МОРЯ

M. O. Son, O. V. Koshelev

Одеська філія Інституту біології
південних морів ім. О.О. Ковалевського
НАН України

Поширений в Чорному морі супраліторальний вид пропонується для використання в методах біоіндикації антропогенних навантажень на чорноморських пляжах. В Чорному морі, типові угруповання супраліторалі піщаних узбереж згруповані у вузькій смузі зволоженої зони пляжу, представлені невеликим різноманіттям біотопів та видів, що їх населяють. У зв'язку з цим індикаторні можливості супраліторальних видів в чорноморських екосистемах і, насамперед, *T. Deshayesii*, особливо виражені. *T. deshayesii* є екосистемним інженером, виступає індикатором антропогенних навантажень на значному протязі їх градієнту. Якщо виразити градієнт рекреаційного навантаження на пляж у виді п'ятибальної шкали екологічного стану, що використовується в системах оцінки якості водного середовища, то різні стани розселення *T. deshayesii* на піщаних пляжах під впливом рекреаційної діяльності дозволяють розмежувати між добрим, задовільним та класами нижчими задовільного. Здатність *T. deshayesii* накопичувати важкі метали дає можливість використовувати цей вид в аналітичному контролі забруднення контактної зони суша-море, на піщаних пляжах.

Ключові слова: *Talorchestia deshayesii*, біоіндикація, супралітораль, Чорне море

TALORCHESTIA DESHAYESII
(AUDOUIN, 1826) – A PERSPECTIVE
BIOINDICATOR IN THE ESTIMATION
OF MARINE ENVIRONMENTAL QUALITY
OF THE BLACK SEA COASTAL
ECOSYSTEMS

M. O. Son, A. V. Koshelev

*Institute for Biology of South Seas
of Ukrainian Academy of Sciences,
Odessa Branch*

Extended in the Black Sea supralittoral species *T. deshayesii* is offered for the use in methods of bioindication of anthropogenous loadings on the Black Sea beaches. In the Black Sea, typical communities supralittoral of sandy coasts are concentrated in a narrow strip of a humidified zone of the beach, and they are presented by a small variety of biotops and species occupying them. That is why the indicative possibilities of supralittoral species in the Black Sea ecosystems and first of all, those *T. deshayesii*, are especially expressed. *T. deshayesii*, is a kind of ecosystem's engineer and acts as an indicator of anthropogenic loadings on a considerable extent of their gradient. If to express a gradient of recreational loading on a beach as a five - score scale of ecological condition, an estimation of the water environment quality used in systems, various conditions of *T. deshayesii* moving on sandy beaches proved by recreational activity, allow to differ between good, satisfactory and classes less than satisfactory. The ability of *T. deshayesii* accumulate heavy metals allows to use this species in the analytical control of pollution of the contact zone land - sea, on sandy beaches.

Keywords: *Talorchestia deshayesii*, bioindication, supralittoral, the Black Sea

Впервые поступила в редакцию 14.05.2013 г. Рекомендована к печати на заседании редакционной коллегии после рецензирования.