

ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ПРИБРЕЖНЫХ РАЙОНОВ БАРЕНЦЕВА МОРЯ МЕТОДОМ БИОТЕСТИРОВАНИЯ

Е. А. Горбачёва

Полярный научно-исследовательский институт морского рыбного хозяйства и океанографии
им. Н. М. Книповича, Мурманск, РФ, gorbach@pinro.ru

Проведено биотестирование водных вытяжек донных отложений прибрежных районов Баренцева моря с использованием в качестве тест-объектов одноклеточной водоросли *Phaeodactylum tricornutum* и личинок жаброногого рачка *Artemia salina*. В зависимости от степени токсичности водных вытяжек определяли качество донных отложений: хорошее, удовлетворительное, плохое или очень плохое.

Ключевые слова: биотестирование, донные отложения, Баренцево море, *Phaeodactylum tricornutum*, *Artemia salina*

При оценке уровня загрязнения морских экосистем особое внимание уделяется изучению качества донных отложений. Многочисленные исследования показывают, что коэффициенты накопления некоторых металлов и высокомолекулярных соединений в донных осадках во много раз больше, чем в водной толще [1].

Одним из способов оценки качества донных отложений является биотестирование. Оно позволяет определить интегральную токсичность, обусловленную присутствием в среде всего комплекса загрязняющих веществ с учетом их синергического и антагонистического влияния.

Отбор проб донных отложений проводился в рейсах научно-исследовательских судов в прибрежных районах Баренцева моря в 2011–2015 гг. (рис. 1). Район исследований включал участок побережья от губы Ура Мотовского залива до Кильдинского пролива (ст. 1–6) и губу Териберскую (ст. 7–14). Отбор проб производился дночерпателем Ван-Вина с площадью захвата 0,1 м².

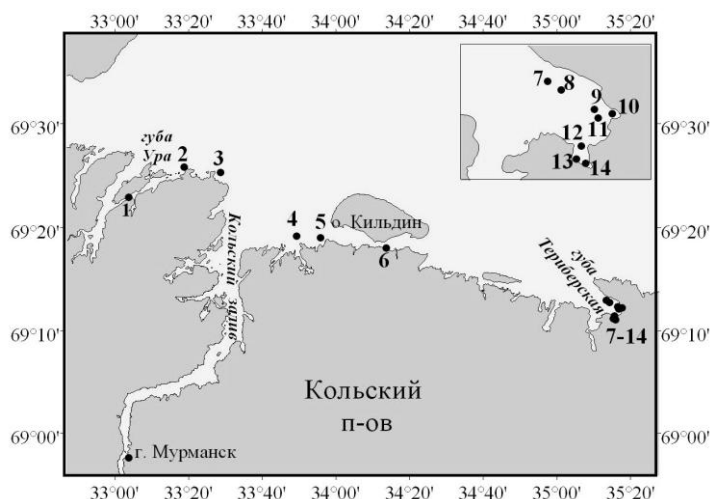


Рис. 1 Расположение станций отбора проб донных отложений

В качестве тест-объектов для оценки токсичности донных отложений использовали морскую одноклеточную водоросль *Phaeodactylum tricornutum* и личинок солноводного жаброногого рачка *Artemia salina*.

Биотестированию подвергались водные вытяжки донных отложений. Получение вытяжек и постановку экспериментов осуществляли в соответствии с методическими рекомендациями [2, 3]. В качестве тест-функций выбрали изменение численности водоросли *Ph. tricornutum* и выживаемость личинок *A. salina*. Продолжительность опытов составляла 96 ч. Результаты экспериментов обрабатывали методами вариационной статистики – рассчитывали среднее арифметическое и стандартное отклонение.

Вытяжку донных отложений считали нетоксичной для *Ph. tricornutum* если в конце эксперимента численность клеток водоросли в ней составляла ≥ 90 %, слаботоксичной – 89–65 %, среднетоксичной – 50–64 %, высокотоксичной – 0–49 % по сравнению с контролем. Для личинок *A. salina* вытяжка являлась нетоксичной при выживаемости рачков в конце опыта 90–100 %, слаботоксичной – 89–65 %, среднетоксичной – 50–64 %, высокотоксичной – 0–49 %. По тест-объекту, проявившему наибольшую чувствительность, устанавливали итоговую токсичность вытяжки и определяли качество донных отложений (табл. 1).

Табл. 1 Оценка качества донных отложений Баренцева моря

Качество	Итоговая токсичность вытяжки
Хорошее	Нетоксичная
Удовлетворительное	Слаботоксичная
Плохое	Среднетоксичная
Очень плохое	Высокотоксичная

Результаты экспериментов показали, что изученные вытяжки донных отложений не оказывали негативного воздействия на рост культуры одноклеточной водоросли *Ph. tricornutum* и токсичными для данного тест-объекта не являются. В вытяжках из проб донных отложений, отобранных на участке от губы Ура до Кильдинского пролива (ст. 1-6), количество клеток водоросли превосходило уровень контроля в течение всей экспозиции (рис. 2). Максимальная численность *Ph. tricornutum*, зарегистрированная в вытяжках донных отложений ст. 1-6, составляла 155–190 % по сравнению с контролем.

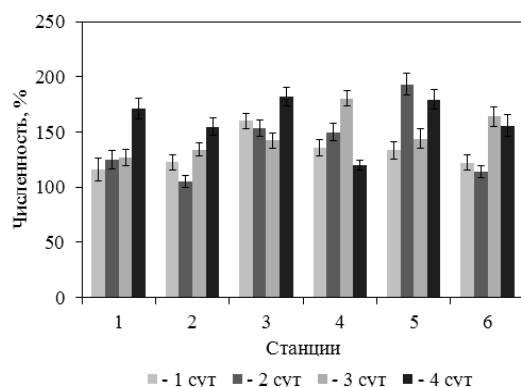


Рис. 2 Динамика численности водоросли *Ph. tricornutum* в вытяжках донных отложений прибрежных районов Баренцева моря, ст. 1–6

В губе Териберская стимуляцию роста водоросли *Ph. tricornutum* (максимальное количество клеток достигало 130–230 % по сравнению с контролем) в течение всего эксперимента наблюдали в вытяжках донных отложений ст. 7 и 11–13. В вытяжках донных отложений ст. 8 и 10 численность клеток *Ph. tricornutum* превышала уровень контроля, начиная с 2 или 3-х суток опыта. Смену фаз стимуляции и восстановления до

уровня контроля численности клеток водоросли отмечали в вытяжках донных отложений ст. 9 и 14.

Стимуляция роста культуры водоросли *Ph. tricornutum*, отмеченная в исследованных вытяжках донных отложений, может быть обусловлена обогащением их соединениями азота и фосфора. Известно, что в донных отложениях происходит регенерация и накопление биогенных элементов, и повышенное их содержание в водных вытяжках наблюдается, как правило, и в отсутствие загрязнения.

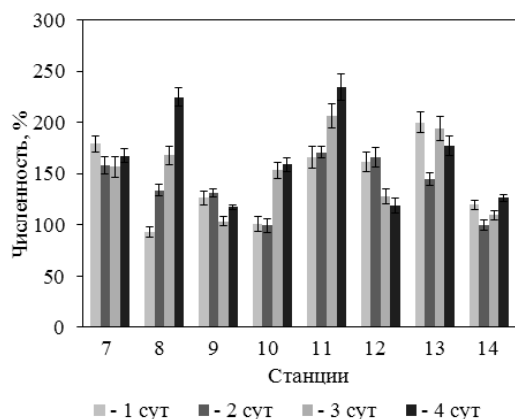


Рис. 3 Динамика численности водоросли *Ph. tricornutum* в вытяжках донных отложений прибрежных районов Баренцева моря, ст. 7–14

Биотестирование вытяжек донных отложений, отобранных на участке от губы Ура до Кильдинского пролива, с использованием личинок *A. salina* показало слабую токсичность трех проб (рис. 4). Снижение выживаемости рачков зарегистрировали в вытяжках донных отложений ст. 2 (в районе мыса Медвежий), ст. 3 (на траверзе мыса Поганьяволоок) и ст. 4 (напротив мыса Черный) до 72, 65 и 72 % соответственно. В вытяжках донных отложений остальных станций выживаемость личинок *A. salina* составляла 90–100 %, и их можно считать нетоксичными для рачков.

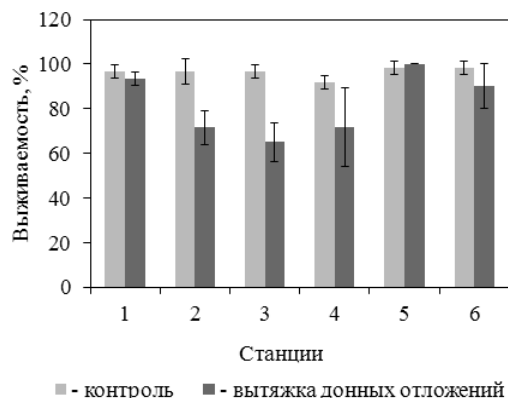


Рис. 4 Выживаемость личинок *A. salina* в вытяжках донных отложений прибрежных районов Баренцева моря, ст. 1-6

Исследования, проведенные в губе Териберская, показали снижение выживаемости личинок *A. salina* в вытяжках донных отложений ст. 10 (губа Орловка) и ст. 14 (кутовая часть губы Завалишная) до 28 и 81 % соответственно (рис. 5). Вытяжку донных ст. 10 для рачков можно считать высокотоксичной, ст. 14 – слаботоксичной. Выживаемость личинок *A. salina* в вытяжках донных отложений ст. 7–9 и 11–13 сохранялась на высоком уровне – 95–98 %.

В целом результаты экспериментов показали, что наиболее чувствительными к загрязняющим веществам, присутствующим в донных отложениях прибрежных рай-

онов Баренцева моря, оказались личинки *A. salina*. Следовательно, итоговая токсичность вытяжек и качество донных отложений определяются по результатам биотестирования на этом тест-объекте. Согласно полученным данным, на участке от губы Ура до Кильдинского пролива ухудшение качества донных отложений до уровня «удовлетворительное» наблюдалось у мыса Медвежий, на траверзе мыса Поганьяволоок и напротив мыса Черный. На большей части изученной акватории губы Териберская преобладали донные отложения хорошего качества. Снижение качества донных отложений до уровня «удовлетворительное» отмечали в кутовой части губы Завалишная, «очень плохое» – в губе Орловка.

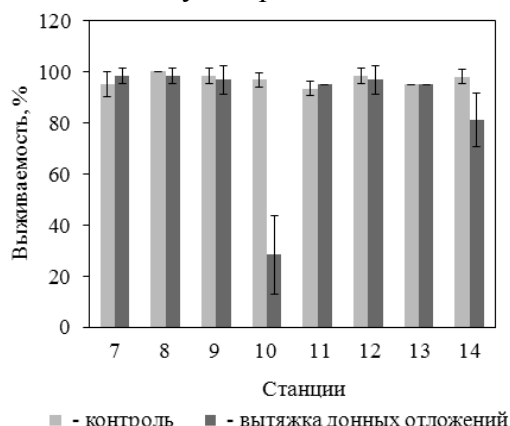


Рис. 5 Выживаемость личинок *A. salina* в вытяжках донных отложений прибрежных районов Баренцева моря, ст. 7–14

Загрязнению прибрежных районов Баренцева моря и, как следствие, снижению качества донных отложений способствуют адвекция загрязняющих веществ с водами Норвежского прибрежного течения, судоходство и сброс поллютантов через Кольский залив со стоками Мурманского промышленного узла. Локальными источниками загрязнения в губе Териберская являются населенные пункты, предприятия и объекты инфраструктуры, расположенные на ее побережье.

Таким образом, результаты биотестирования позволяют характеризовать качество донных отложений в исследованных районах Баренцева моря преимущественно как хорошее или удовлетворительное. Снижение качества донных отложений до уровня «очень плохое» отмечали только в губе Орловка (губа Териберская).

1. Израэль Ю. А., Цыбань А. Б. Антропогенная экология океана. – Л.: Гидрометеиздат, 1989. 327 с.
2. ГОСТ Р 53910-2010 Вода. Методы определения токсичности по замедлению роста морских одноклеточных водорослей *Phaeodactylum tricornutum* Bohlin и *Skeletonema costatum* (Greville) Cleve. М.: Изд-во Стандартинформ, 2010. 41 с.
3. ГОСТ Р 53886-2010 Вода. Методы определения токсичности по выживаемости морских ракообразных. М.: Изд-во Стандартинформ, 2010. 35 с.

QUALITY ASSESSMENT OF BOTTOM SEDIMENTS IN THE COASTAL AREAS OF THE BARENTS SEA BY METHOD OF BIOTESTING

E. A. Gorbacheva

Knipovich Polar Research Institute of Marine Fisheries and Oceanography, Murmansk, RF, gorbach@pinro.ru

There was a study of the toxicity of water extraction from bottom sediments in the coastal areas of the Barents Sea using cultures of microalgae *Phaeodactylum tricornutum* and larval shrimp *Artemia salina* as the test objects. The quality of bottom sediments as “good”, “satisfactory”, “bad” and “very bad” was determined depending on the extent of the toxicity of water extractions.

Key words: biotesting, marine sediments, Barents Sea, *Phaeodactylum tricornutum*, *Artemia salina*