

ИНТЕГРАЛЬНАЯ ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ДОННЫХ ОСАДКОВ МЕЛКОВОДНЫХ БУХТ ЗАЛИВА ПЕТРА ВЕЛИКОГО

Рюмина А.А.¹, Мазур М.А.²

¹Тихоокеанский океанологический институт им. В.И. Ильичева ДВО РАН, г. Владивосток

²Национальный научный центр морской биологии имени А. В. Жирмунского ДВО РАН, г. Владивосток

ryumina.aa@poi.dvo.ru

Ключевые слова: тяжелые металлы, донные осадки, биотестирование.

В августе 2023 г были отобраны образцы поверхностного слоя донных осадков в трех бухтах зал. Петра Великого: в бухтах Мелководной (V1) и Круглой (V2), которые располагаются в бухте Воевода и в заливе Угловом (U1). Интерес к этим бухтам вызван исследованиями вертикальных профилей содержания тяжелых металлов и органического углерода в донных осадках [1]. Бухты V1 и V2, являясь соседними бухтами, имели большие отличия в гранулометрическом составе, распределении содержания тяжелых металлов и органического углерода. Помимо этого в V2 расположена ферма марикультуры. Гидрохимические исследования U1 показали деградацию экосистемы залива [2]. Видимым проявлением этой деградации являлось исчезновение лугов морских трав, возникновение гипоксических явлений, воды залива стали источником углекислого газа для атмосферы.

Донные осадки, используемые для биотестирования, хранились в темноте при температуре 4 °С не более 3 дней. С помощью стандартных методов были подготовлены водные вытяжки из донных отложений, а также произведен нерест морских ежей *Scaphechinus mirabilis* (Agassiz, 1864), с последующим оплодотворением [3]. Для оценки токсического воздействия исследуемых экстрактов на личинок (спустя 18 и 48 часов от начала эксперимента) использовали расчет интегрального индекса токсичности ITI. Тяжелые металлы в донных осадках определяли пламенным атомно-абсорбционным методом на аппарате AA-3600 (Shimadzu, Япония).

Полученные концентрации тяжелых металлов сравнивали с фоновыми [4], а также с пороговыми уровнями токсичности SQG (TEL, PEL) [5]. Кроме того, производили расчет индивидуальных (коэффициент обогащения (*EF*)), индекс потенциального экологического риска (*RI*), модифицированный коэффициент опасности (*mHQ*)) и комплексных (модифицированный индекс степени загрязнения (*mCd*) и индекс токсического риска (*TRI*)) индексов загрязнения и экологического риска.

В процессе анализа полученных концентраций тяжелых металлов в донных отложениях было отмечено превышение фоновых значений для зал. Петра Великого для Cu, Cd и Pb на всех станциях, Zn в бухте V2, Ni и Cr на станциях в бухтах V2 и U1. Превышение порогового уровня TEL отмечено в осадках бухты V2 для Cu, Cd, Pb, Zn, Ni и в осадках бухты U1 для Ni. На основе расчета коэффициента (*EF*) был выявлен серьезный для Cd и умеренно-тяжелый уровень обогащения для Cu и Pb на станции в бухте V2. Также, для донных отложений со станции в бухте V2, на основе индекса *RI*, был выявлен значительный экологический риск, свидетельствующий об интенсивном загрязнении исследуемой области. Коэффициент *mHQ* показал, что наибольший вклад в токсичность донных осадков со станции в бухте V2 для гидробионтов вносили Cu, Cd и Ni. Наибольшие значения комплексного индекса загрязнения (*mCd*) и токсичности (*TRI*)

были также рассчитаны для станции в бухте V2 (умеренная степень загрязнения и низкий токсический риск).

На основе результатов расчета интегрального индекса токсичности (ИТ) максимальное значение было получено для вытяжек из осадков со станции в бухте V2, где было выявлено наибольшее количество аномально развитых личинок на стадии гастрюлы (18 ч от начала эксперимента соответственно). В донных осадках в бухтах V1 и U1 значение ИТ на стадии гастрюлы составило 0.64 и 2.20, в то время как на станции в бухте V2 – 9.84. Усиление токсического эффекта для осадков в бухте V1 наблюдали спустя 48 ч от начала эксперимента, значение ИТ возросло до 7.73 баллов (среди личинок преобладали аномально развитые призмы и ранние плутеусы) и оказалось в два раза больше, чем для проб со станции U1 (ИТ= 3.50). Подавляющее большинство личинок, развивающихся в экстрактах из донных отложений со станции в бухте V2, остановились в развитии на стадии бластулы.

Токсический эффект от воздействия вытяжек из донных отложений исследуемых акваторий может быть обоснован как высоким содержанием отдельных загрязняющих компонентов, так и совокупным действием нескольких поллютантов. Наибольшее количество аномально развитых личинок в нашем исследовании было отмечено в экстрактах из станции в бухте V2 и именно в осадках из данной акватории были зафиксированы превышения фоновых концентраций Zn, Cu, Ni, Cr, Pb, Cd, а также превышение порогового уровня TEL для Zn, Cu, Ni, Pb, Cd. Помимо этого, коэффициенты *EF*, *RI*, *mHQ*, *mCd* и *TRI* показали наибольшие значения по своим параметрам для бухты V2. В донных осадках бухты V1 были зафиксированы превышения фоновых концентраций Cu, Pb, Cd, а в донных осадках бухты U1 - Cu, Ni, Cr, Pb, Cd. Усиление токсического эффекта для осадков в бухте V1 наблюдали спустя 48 ч от начала эксперимента, значение ИТ возросло с 0.64 до 7.73, в то время как для проб со станции U1 значение ИТ увеличилось с 2.20 до 3.50.

Работа выполнена в рамках госбюджета, тема № 124022100077-0.

Список литературы

- 1) Рюмина А.А., Тищенко П.Я., Шкирникова Е.М. Тяжелые металлы и органический углерод в донных осадках мелководных бухт залива Петра Великого // Геохимия 68 (7). 2023. С. 709-719.
- 2) Тищенко П.Я., Барабанщиков Ю.А., Павлова Г.Ю., Рюмина А.А., Сагалаев С.Г., Семкин П.Ю., Тищенко П.П., Уланова О.А., Швецова М.Г., Шкирникова Е.М., Тибенко Е.Ю. Гидрохимическое состояние залива Угловой (Амурский залив) в разные сезоны // Известия ТИНРО 201(1). 2021. С.138-157.
- 3) Beiras R., Fernandez N., Bellas J., Besada V., Gonzalez-Quijano A., Nunes T. Integrative assessment of marine pollution in Galician estuaries using sediment chemistry, mussel bioaccumulation, and embryo-larval toxicity bioassays // Chemosphere 52 (2). 2003. P. 1209–1224.
- 4) Ковековдова Л.Т., Симоконь М.В. Тенденции изменения химико-экологической ситуации в прибрежных акваториях Приморья. Токсичные элементы в донных отложениях и гидробионтах // Известия ТИНРО 137. 2004. С. 310-320.
- 5) MacDonald D.D., Carr R.S., Eckenrod D., Greening H., Grabe S., Ingersoll C., Janicki S., Janicki T., Lindskoog R.A., Long E.R., Pribble R., Sloane G., Smorong D.E. Development, evaluation, and application of sediment quality targets for assessing and managing contaminated sediments in Tampa Bay, Florida // Archives of Environmental Contamination and Toxicology 46. 2004. P. 147–161.