

МОНІТОРИНГ ОРГАНІЧНИХ ЕКОТОКСИКАНТІВ У ВОДНИХ СИСТЕМАХ УКРАЇНИ

Мілюкін М.¹, Скринник М.²

¹ Інститут колоїдної хімії та хімії води ім. А.В. Думанського НАН України,
бул. акад. Вернадського, 42, м. Київ, Україна, 03142
m_milyukin@ukr.net

² «Фармак», вул. Кирилівська, 63, м. Київ, Україна, 04080

У світовій практиці для оцінки екологічних ризиків від надходження у поверхневі води токсичних стійких органічних забруднюючих речовин (СОЗ) сформувалися погляди та глобальний науковий напрямок, у якому використовуються результати вивчення їхнього розповсюдження, шляхів переміщення, ступеня акумулювання та біодоступності в об'єктах водних систем (вода, донні відкладення, гідробіоти). В Україні систематичні роботи в цьому напрямку інтенсивно проводяться впродовж останніх двадцяти п'яти років. Для оцінки стану водних систем розроблено єдину аналітичну методологію дослідження, при використанні якої отримано результати рівнів вмісту органічних екотоксикантів: хлорорганічних пестицидів (ХОП), поліхлорованих біфенілів (ПХБ), включно з копланарними, поліциклічних ароматичних вуглеводнів (ПАВ), в об'єктах водних систем під час проведення моніторингових досліджень.

У світовій літературі щодо визначення СОЗ та оцінки їхнього впливу на якість природних об'єктів щороку публікується дуже багато праць. Науковий інтерес до аналітичної та екологічної хімії СОЗ постійно зростає. Донні відкладення та гідробіоти, що містять ХОП, ПХБ та ПАВ, є складними об'єктами дослідження через низькі концентрації цільових сполук у природних матрицях.

СОЗ, що надходять у водну систему, включаються до різних типів донних відкладень, які, як правило, стають основним джерелом забруднення води та гідробіотів на тривалий час. Одним з основних критеріїв є біодоступність цих сполук. Важливо, як довго токсичні речовини, зв'язані з донними відкладеннями, продовжують залишатися біодоступними, оскільки це пов'язано з акумулюванням їх живими організмами на різних трофічних рівнях. Біодоступність будь-якої з токсичних речовин визначається, як її частка, доступна для біоакумулювання, від загальної кількості токсиканта у воді та частинках донних відкладень. Для багатьох бентосних безхребетних організмів донні відкладення є основним джерелом живлення, і тому вони можуть бути токсичними для них. Донні відкладення відіграють основну роль у забрудненні харчових ланцюгів. Встановленим фактом є те, що під час транспортування СОЗ через кілька трофічних рівнів у ланцюзі живлення, на вищому рівні їхня концентрація збільшується. Взаємодія токсикантів з донними відкладеннями пов'язана з кінцевою концентрацією в гідробіонтах. Важливими слід вважати дослідження, які виконані для виявлення закономірностей їхньої міграції та передбачення перебігу цих процесів.

Існує кілька способів визначення ступеня забруднення донних відкладень для бентосних організмів. Досить простим методом є визначення загальної кількості екотоксикантів витяжною екстракцією донних відкладень і використання отриманої

величини як критерію їхньої якості. Такий спосіб є недостатньо надійним для оцінки забруднення, оскільки до уваги не приймається біодоступність. Тому розроблено інші методи оцінки, що базуються на прямому визначенні токсичності (тести з додаванням донних відкладень) та теоретичних моделях рівноважного розподілу.

Донні відкладення є середовищем існування для багатьох бентосних організмів, які можуть піддаватися впливу хімічних речовин під час безпосередньої взаємодії з донними відкладеннями. Тому для підтримки стратегій захисту та управління прісноводними, естуарними та морськими екосистемами необхідні контрольні показники якості навколишнього середовища. Для оцінювання якості зразків донних відкладень використовували протоколи Канадської Ради Міністрів Довкілля (Canadian Council of Ministers of the Environment (CCME)) та розроблену Постанову щодо якості донних відкладень (Sediment Quality Guidelines (SQG)). SQG передбачає оцінку та узагальнення даних із широкого кола джерел для встановлення взаємозв'язків між концентраціями хімічних речовин у донних відкладеннях і несприятливими біологічними ефектами. Відповідні хімічні та біологічні дані оцінюють і збирають у базу даних на основі моделей теорії рівноважного розподілу, тестів токсичності донних відкладень (Spiked-sediment Toxicity Tests (SSTTs)) і польових досліджень [1].

На основі бази даних біологічних ефектів для донних відкладень (Biological Effects Database for Sediments (BEDS)) розраховано два значення оцінки. Нижнє значення, що називається пороговим рівнем впливу (Threshold Effect Level (TEL)), являє собою концентрацію, нижче якої несприятливі біологічні ефекти виникатимуть рідко. Верхнє значення, що називається рівнем ймовірного впливу (Probable Effect Level (PEL)), визначає рівень, вище якого несприятливий вплив очікується часто. Під час розрахунку TEL і PEL за стандартною формулою послідовно визначають три діапазони концентрацій хімічних речовин: (1) мінімальний діапазон впливу, у якому несприятливі ефекти виникають рідко (тобто менш як 25 % несприятливих ефектів нижче TEL); (2) можливий діапазон впливу, у якому несприятливі ефекти виникають іноді (тобто діапазон між TEL і PEL); (3) імовірний діапазон впливу, у якому несприятливі біологічні ефекти виникають часто (тобто більш як 50 % несприятливих ефектів вище PEL). Визначення цих діапазонів ґрунтується на припущенні, що можливість спостереження токсичності внаслідок впливу хімічної речовини зростає із збільшенням концентрації хімічної речовини в донних відкладеннях [1, 2].

Значення PEL використовували як основний інструмент оцінки якості донних відкладень, у яких імовірність виникнення несприятливих біологічних ефектів вища. Цю інформацію було використано в наших дослідженнях для порівняльної характеристики ділянок русла річки та естуарію з мінімальною або значною токсикологічною небезпекою з метою оцінювання основних джерел забруднюючих речовин, що спричиняють екологічні порушення в розглянутих зонах.

Проведено хімічні аналізи на вміст органічних забруднювачів у ключових пробах донних відкладень і гідробіонтів.

Зразки донних відкладень поділяються на дві групи: прісноводні та морські. До прісноводної групи увійшли донні відкладення з русла двох кримських річок Бельбек (5 станцій відбору проб) і Чорна (4 станції), дельти Дунаю (4 станції), а також із Дніпро-Бузького лиману (3 станції). До другої морської групи увійшли донні відкладення зі

станцій моніторингу Бельбекського лиману (4 станції), Інкерманської затоки (6 станцій), Південної бухти (3 станції) і Севастопольської бухти (2 реперні станції).

Проведено порівняння результатів хімічного аналізу ХОП, ПХБ та ПАВ (об'ємні концентрації та нормовані до 1 % значень загального органічного вуглецю) у донних відкладеннях на найбільш забруднених станціях відносно порогового рівня дії концентрації (Threshold Effect Concentration (ТЕС)) та ймовірного рівня дії концентрації (Probable Effect Concentration (РЕС)), отриманих упродовж 2006–2009 рр.

Проведено порівняння результатів хімічного аналізу ХОП (група ДДТ), ПХБ та ПАВ (об'ємні концентрації) у тканинах гідробіонтів на найбільш забруднених станціях відносно критичних рівнів (Critical Tissue Level (CTL)) та фактору біоаккумуляції (Bioconcentration Factor (BCF)), отриманих впродовж 2003–2021 рр.

Отримано та оцінено загальні результати хімічного аналізу донних відкладень і гідробіонтів на найбільш забруднених станціях моніторингу.

Література:

1. MacDonald D.D., Ingersol C.G., Berger T.A. Development and evaluation of consensus-based sediment quality guidelines for freshwater ecosystem. Arch. Environ. Contam. Toxicol. 39, 20–31 (2000).
2. Consensus-based Sediment Quality Guidelines. Recommendation for Use and Application. Interim Guidance. WT-732 (2003). (CBSQG).