

Н. В. ЖЕРКО, В. Н. ЕГОРОВ, Л. В. МАЛАХОВА, Ю. Г. АРТЕМОВ

ХЛОРОРГАНИЧЕСКИЕ СОЕДИНЕНИЯ В СЕВЕРО-ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ ЧЕРНОГО МОРЯ

Представлены данные экспедиционных исследований по распределению и содержанию полихлорбифенилов (ПХБ) и хлорорганических соединений (ХОП) в северо-западной части Черного моря. Дана оценка техногенного загрязнения региона и показано влияние сезонного и гидрологического факторов на содержание и распределение этих соединений в Черном море.

Полихлорированные бифенилы (ПХБ), входящие в группу диоксинов, хлорорганические пестициды (ХОП): ДДТ, его метаболиты ДДД, ДДЕ, гексахлорциклогексан и другие, вызывают большие проблемы с их определением. Если пестициды попадают в реки и моря в основном со стоками сельскохозяйственных угодий, то полихлорбифенилы представляют собой отходы техногенного происхождения. Локальным источником загрязнения водной среды ПХБ являются утечки и выбросы с водного транспорта, которые сорбируются на поверхности взвешенных частиц и оседают на дно. Постоянное присутствие в морях и океанах ХОП и ПХБ представляет серьезную экологическую проблему, что связано с относительной химической устойчивостью этих соединений и их способностью к миграции.

В связи с этим нами в 1981 г. начато изучение этих соединений в Черном море. Особое внимание уделяется северо-западной части моря как наиболее подверженной влиянию антропогенных факторов.

Материал и методика. Материал для настоящего сообщения собран в 48, 49, 52 рейсах НИС «Профессор Водяницкий» (июль 1995 г., апрель 1997 г., сентябрь 1998 г.). Использован метод газо-хроматографического определения ПХБ и остаточных количеств пестицидов, разработанный в Институте гигиены и токсикологии [3]. Хроматографирование экстрактов выполняли на хроматографе «Модель – 3700» с детектором электронного захвата.

Результаты и обсуждение. Полученные в 48 рейсе данные по содержанию ПХБ в северо-западной части моря свидетельствуют о незначительном загрязнении исследуемого района. Исключение составляет ряд станций, не только наиболее подверженных антропогенным нагрузкам, но и в силу гидрологических условий в тех районах. Концентрация ПХБ в воде на большей части этой акватории в среднем составляла $20 \text{ нг} \cdot \text{л}^{-1}$, и только в устье Дуная обнаружены концентрации равные 40 и $60 \text{ нг} \cdot \text{л}^{-1}$. В 49-м рейсе отмечено незначительное увеличение содержания ПХБ в пробах, в основном в устьевых и предустьевых районах, что можно объяснить различием в сезонах наблюдений в сравниваемых рейсах. 48-й рейс выполнялся в период между меженьями, а 49-й – непосредственно после весеннего паводка, способствовавшего более интенсивному выносу загрязняющих соединений.

Наиболее полное представление о распределении хлорорганических соединений дает анализ данных, полученных в 52-м рейсе, когда было исследовано содержание ПХБ как в водной массе, так и в донных отложениях.

Как и в предыдущих экспедициях, среднее содержание ПХБ в поверхностном слое воды составляло $20 \text{ нг} \cdot \text{л}^{-1}$. В центральной части исследованного района концентрации снижались до следовых и равнялись $5\text{--}6 \text{ нг} \cdot \text{л}^{-1}$. По мере приближения к устьям рек и прибрежной части содержание ПХБ увеличивалось до $40\text{--}50 \text{ нг} \cdot \text{л}^{-1}$ (рис. 1). По данным ВОЗ, незагрязненные водоемы должны содержать ПХБ не более $5 \text{ нг} \cdot \text{л}^{-1}$, средние загрязненные — $50 \text{ нг} \cdot \text{л}^{-1}$, сильно загрязненные — $500 \text{ нг} \cdot \text{л}^{-1}$ [5].

Донные загрязнения, как наиболее консервативные объекты исследования, более широко показали степень загрязнения данного региона. Известно, что донные осадки

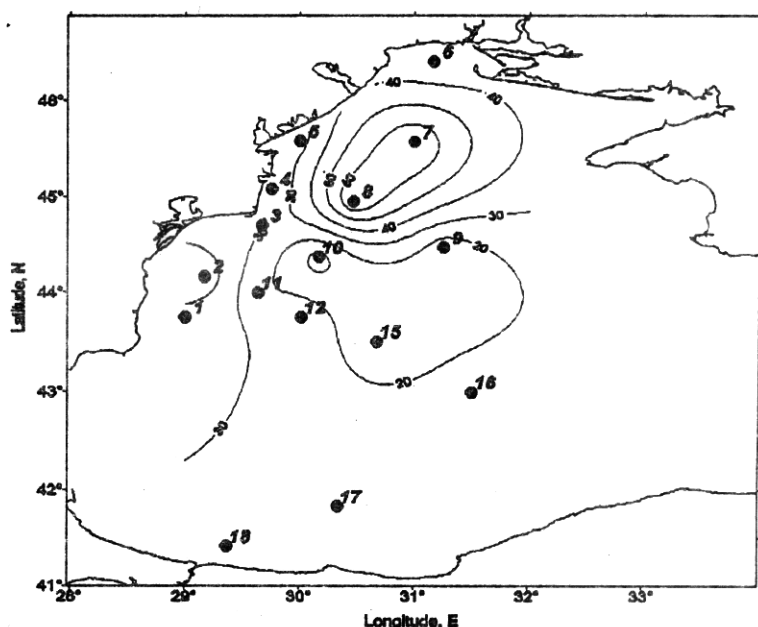


Рис. 1 Распределение ПХБ в поверхностном слое воды в северо-западной части Черного моря, нг/л (по данным 52-го рейса НИС "Профессор Водяницкий")

Fig. 1 PCB distribution in the water surface layer of the North-Western Black Sea, ng/l (52nd cruise of R/V "Professor Vodyanitskiy")

являются основным звеном в депонировании полихлорбифенилов. Так, в осадках Балтийского моря в районах с различным уровнем загрязнения было обнаружено от 6 до $1400 \text{ нг} \cdot \text{г}^{-1}$ [7]. В районе дампинга в Керченском проливе концентрация ПХБ в грунтах достигает $77 \text{ мкг} \cdot \text{г}^{-1}$ сухой массы [6]. По [1,4], наиболее высокие концентрации ПХБ были отмечены в устьях рек Днепр, Днестр, Буг - от 94 до $4800 \text{ нг} \cdot \text{г}^{-1}$

Представленное на рис. 2 распределение ПХБ в северо-западной части моря показывает наличие четкого ядра с повышенным содержанием ПХБ. Концентрация ПХБ в центре этого района составляла $400 \text{ нг} \cdot \text{г}^{-1}$, и снижалась по мере удаления от него. Подобное распределение ПХБ, но в более размытом виде, было характерно и для водной массы. Можно предположить, что это связано с влиянием как антициклонического течения и вихрей, образующихся этими круговоротом, так и района дампинга, расположенного к юго-западу от Одессы [2]. Наши более ранние наблюдения [1,4] выявили постоянное влияние дампинга на подобное распределение загрязняющих веществ как в воде, так и в донных осадках

Необходимо отметить, что почти во всех исследованных пробах донных осадков были обнаружены остаточные количества хлорорганических пестицидов, в частности α - и γ -гексахлорциклогексана, а в устье Дуная в 48-м рейсе — ДДТ, ДДД и ДДЕ, суммарная концентрация которых колебалась в пределах $0,01\text{--}0,03 \text{ мг} \cdot \text{кг}^{-1}$. Суммарные концентрации α - и γ -ГХЦГ, которые были обнаружены во всех экспедициях, мало отличались и колебались в пределах $0,02\text{--}0,1 \text{ мг} \cdot \text{кг}^{-1}$, в зависимости от района исследований. Как правило, наиболее высокое содержание ГХЦГ отмечено в устьевых районах - $0,08\text{--}0,1 \text{ мг} \cdot \text{л}^{-1}$.

Таким образом, экспедиционные исследования 1995-1998 гг. в северо-западной части Черного моря указывают на постоянное присутствие как в воде, так и в грунтах хлорорганических пестицидов и полихлорбифенилов. Поступление ХОП и ПХБ в море обусловлено в первую очередь речным стоком и сбросом токсических веществ в районе дампинга. Распределение и вынос их в более глубоководные части моря обусловлены влиянием антициклонического круговорота, обеспечивающего перенос этих соединений по всей акватории северо-западной части Черного моря.

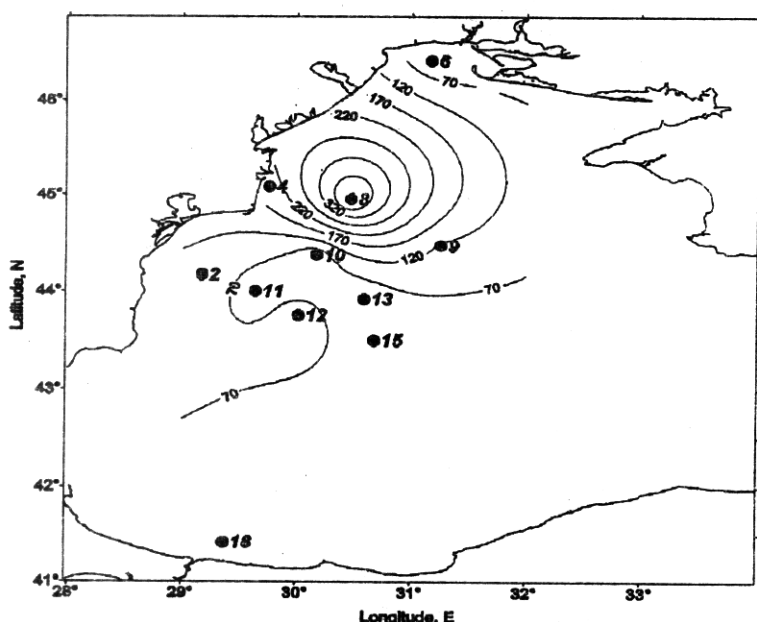


Рис. 2 Распределение ПХБ в поверхностном слое донных отложений в северо-западной части Черного моря, мг/кг сырой массы (52-й рейс НИС "Профессор Водяницкий")

Fig. 2 PCB distribution in the surface layer of bottom sediments in the North-Western Black Sea, µg/kg W.W (52nd cruise of R/V "Professor Vodyanitskiy")

1. Жерко Н.В. Полихлорбифенилы в грунтах прибрежной зоны Черного моря // Пути уменьшения антропогенного воздействия на природные курортные ресурсы: Тез. докл. респ. научно-практич. конф., 9-11 октября 1990 г., Одесса. - Киев : Наук. думка, 1990. - С. 57 - 58.
2. Ильин Ю.П. Антициклонические вихри у свала глубин северо-западной части Черного моря: формирование поверхностных образцов и спутниковые ИК - наблюдения в весенне - летний период // Исследования шельфовой зоны Азово - Черноморского бассейна. - 1995. - С. 22 - 30.
3. Клисенко М.А., Александрова Л.Г. Определение остаточных количеств пестицидов. - К., 1983. - 247 с.
4. Поликарпов Г.Г., Жерко Н.В. Экологические аспекты изучения загрязнения Черного моря хлорорганическими ксенобиотиками // Экология моря - 1996. - № 45. - С. 92 - 100.
5. Полихлорированные бифенилы и терфенилы. - Женева, 1980. - ВОЗ №2. - 98 с.
6. Семенов А.Д., Долженко Л.С., Добровицкий А.Д. Загрязненность воды и донных отложений некоторых районов дноуглубления и дамплинга Азово-Черноморского бассейна. Гидромеханизированные работы и дамплинг // Мат. Всесоюз. конф. Ростов-на-Дону. - М., 1991. - С. 141 - 142.
7. Nimmo D.R., Wilson P.D., Blackman R.R. et. al. Polychlorinated biphenyls absorbed from sediments by fiddler crabs and pink shrimp // Nature Science, Agricultural College, Uppsala. - 1973. - p. 1-10.

Институт биологии южных морей НАНУ,
г. Севастополь

Получено 05.04.2000

N. V. ZHERKO, V.N. YEGOROV, L.V. MALAKHOVA, Y.G. ARTYOMOV

ORGANOCHLORINE COMPOUNDS IN THE NORTH-WESTERN PART OF THE BLACK SEA

Summary

The northwestern part of the Black Sea was inspected for the contamination by polychlorinated biphenyls (PCBs) and organochlorine pesticides during a series of research cruises. The surface water is moderately polluted, while the bottom sediments - the basic PCB deposit - are badly contaminated. This is especially evident in the southwestern part of this region, and may be explained by dumping effect and special hydrological conditions. Almost all samples of bottom sediments contained the trace amounts of DDT, DDD, DDE and α - and γ -hexachlorocyclohexane; these pesticides enter into the sea with river run-off and drainage run-off from arable lands.