

<https://doi.org/10.3176/chem.1978.3.12>

УДК 574.64

*O. ROOTS, Edda PEIKRE*

## О СОДЕРЖАНИИ ПОЛИХЛОРИРОВАННЫХ БИФЕНИЛОВ И ХЛОРООРГАНИЧЕСКИХ ПЕСТИЦИДОВ В РЫБАХ БАЛТИЙСКОГО МОРЯ

*O. ROOTS, Edda PEIKRE. POLÜKLOREERITUD BIFENUULIDE JA KLOORORGAANIDE PESTIT-  
SIIDIDE SISALDUSED LÄNEMERE KALADES*

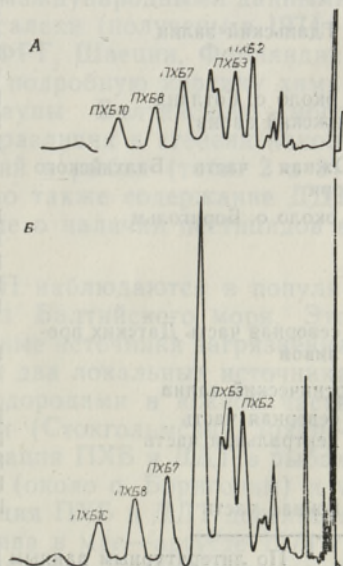
*O. ROOTS, Edda PEIKRE. POLYCHLORINATED AND CHLORINATED PESTICIDES IN THE  
BALTIC FISH*

Постоянное накопление в морях и океанах хлорорганических соединений представляет в настоящее время серьезную экологическую проблему. Относительная химическая устойчивость этих соединений, а также способность к миграции обуславливают их распространение в морской среде. Накапливающиеся в гидробионтах полихлорированные бифенилы (ПХБ) и хлорорганические пестициды (ХОП) по трофической цепи попадают в организм человека. Определение их при анализе гидробионтов, несомненно, необходимо.

В 1975 г. мы приступили к изучению распространенности указанных соединений в морских организмах (рыбах, моллюсках и т. п.). Впервые были получены данные о содержании ПХБ и ХОП в морских организмах Балтийского моря (акватория Советского Союза).

Многими авторами указывается, что пелагические рыбы, питающиеся морским планктоном, служат хорошим «индикатором» при определении загрязнения морей ПХБ и ХОП [3, 10]. Для Балтийского моря такой рыбой является салака, распространенная по всей его акватории отдельными локальными популяциями (принимаются во внимание также отдельные биологические расы и географические группы) [4, 5].

Нами анализировалась весенне-нерестующая салака (более 230 особей), отловленная пелагическим тралом в водах Финского залива и открытой части Бал-



А — хроматограмма стандартного раствора ПХБ (хлофен А50), Б — хроматограмма экстракта пробы салаки после обработки 10%-ным раствором щелочи в метаноле.

тийского моря (конец апреля — май 1975 и 1976 гг.). При анализе мы пользовались комплексной методикой экстракции и очистки хлор-органических соединений с последующей газохроматографией для раздельного определения ПХБ и ХОП, разработанной сектором морской химии Института термofизики и электрофизики АН ЭССР [6]. Хроматограммы стандартного раствора ПХБ (хлофен А50) и экстракта пробы салаки, предварительно обработанной 10%-ным раствором

Таблица 1

Содержание ПХБ и ХОП в мышечной ткани весенне-нерестующей салаки (сельди) по всей акватории Балтийского моря

Местообитание популяции	Время исследований	Возраст рыб, г.	Количество особей	Содержание, мг/кг сырого веса			
				ПХБ	п, п' ДДЕ	п, п' ДДД	п, п' ДДТ
<b>Финский залив</b>							
восточная часть	1975	2—4	8	0,14	0,10	0,08	0,10
	1975	>4	22	0,20	0,10	0,12	0,04
западная часть	1975	2—4	11	0,02	0,07	0,09	0,04
	1975	>4	75	0,24	0,15	0,07	0,06
	1974*	2	8	0,19	0,03	0,03	0,03
	1974*	2—8	10	0,14	0,06	0,05	0,04
центральная часть	1974*	1—4	16	0,20	0,05	0,03	0,03
<b>Открытая часть Балтийского моря</b>							
от Вентспилса до о. Сааре-маа	1975	2—4	14	0,07	0,06	0,06	0,01
	1975	>4	8	0,30	0,10	0,09	0,06
	1976	2—3	5	0,29	0,05	0,03	0,02
	1976	4	5	0,33	0,10	0,09	0,08
	1976	6	5	0,38	0,27	0,23	0,22
западное побережье о. Сааре-маа	1976	2—3	15	0,17	0,05	0,05	0,03
	1976	4	10	0,24	0,10	0,08	0,06
	1976	5—6	6	0,42	0,16	0,11	0,09
	1976	7	5	0,33	0,17	0,11	0,08
побережье Лиепая — Клайпеда	1976	1—2	7	0,42	0,11	0,09	0,06
	1976	6	2	0,99	0,06	0,04	0,02
Гданьский залив	1974*	миним.	—	0,35	0,06	0,49	0,20
	1974*	макс.	—	2,10	0,70	1,50	1,70
	1974*	средн.	—	0,41	0,51	0,14	0,35
около о. Готланд	1974*	3—8	10	0,45	0,21	0,12	0,15
Рижский залив	1975	2	5	0,01	0,03	0,04	0,01
	1975	2—4	10	0,16	0,05	0,07	0,03
<b>Южная часть Балтийского моря</b>							
около о. Борнгольм	1974*	до 1	19	0,31	0,07	0,06	0,25
	1974*	2	5	0,37	0,10	0,06	0,10
	1975*	2—3	10	0,43	0,31	0,10	0,20
	1974*	3—4	11	0,56	0,21	0,10	0,19
	1974*	5—6	8	0,79	0,52	0,18	0,44
северная часть Датских проливов	1975*	2—3	20	0,42	0,10	0,06	0,12
<b>Ботнический залив</b>							
северная часть	1974*	1—3	10	0,10	0,02	—	0,003
	1975*	2—4	5	0,18	0,04	0,007	0,04
центральная часть	1974*	3—5	10	0,27	0,09	0,03	0,06
	1975*	7	5	0,85	0,46	0,02	0,14
	1974*	до 3	10	0,14	0,02	0,02	0,02

\* По литературным данным [1, 2].

Таблица 2

Содержание ПХБ в мышечной ткани весенне-нерестующей салаки по отдельным возрастным группам (открытая часть Балтийского моря)

Местообитание популяции	Содержание ПХБ по отдельным возрастным группам, мг/кг сырого веса				
	1—2 года	3 года	4 года	5—6 лет	7 лет и выше
Северо-западное побережье о. Сааремаа	0,16	0,19	0,24	0,42	0,33
От Вентспилса до о. Сааремаа	0,25	0,35	0,33	0,38	—
Побережье Лиепая — Клайпеда	0,42	0,99	—	—	—

Таблица 3

Средние содержания хлорорганических соединений в мышечной ткани весенне-нерестующей салаки (открытая часть Балтийского моря, весна—осень 1976 г.)

Возраст рыб, г.	Количество особей	Сезон	Среднее содержание, мг/кг сырого веса			
			ПХБ	п, п' ДДЕ	п, п' ДДД	п, п' ДДТ
1—2	7	весна	0,16	0,04	0,04	0,03
	14	осень	0,28	0,05	0,04	0,03
3—4	17	весна	0,22	0,08	0,07	0,05
	9	осень	0,32	0,10	0,08	0,06
5 и старше	9	весна	0,39	0,16	0,17	0,09
	5	осень	0,57	0,07	0,05	0,03

щелочи в метаноле для разложения пестицидов, представлены на рисунке. Содержание ПХБ определялось суммированием пиков 2, 3, 7, 8, 10 (см. рисунок, А и Б) [11].

Сравнение результатов наших анализов с международными данными [1, 2] о содержании токсикантов в организмах салаки (получены в 1974—1975 гг. в пяти прибалтийских странах — ФРГ, Швеции, Финляндии, Дании и Польше) позволило получить более подробную картину химического загрязнения промышленной ихтиофауны Балтийского моря (табл. 1). Выявлены возрастные и сезонные различия в степени накопления некоторых хлорорганических соединений в рыбах (табл. 2 и 3). Поскольку при определении ПХБ установлено также содержание ДДТ и его метаболитов, нами приводятся и данные о наличии пестицидов в мышечной ткани рыб (табл. 3).

Самые высокие концентрации ПХБ и ХОП наблюдаются в популяциях салаки центрального и южного районов Балтийского моря. Это обусловлено тем, что здесь расположены главные источники загрязнения моря указанными токсикантами. Обнаружены два локальных источника загрязнения моря хлорорганическими углеводородами в южной части моря (Гданьский залив) и в открытой части (Стокгольмский архипелаг) [7, 9]. Этим объясняется высокая концентрация ПХБ и ДДТ в рыбах самого залива, а также в южной части моря (около о. Борнгольм) и у побережья Лиепая—Клайпеда, где концентрация ПХБ и ДДТ достигает 2,1 и 1,7 мг/кг. Анализ воды Гданьского залива в мае—августе 1974 г. показал, что в настоящее время здесь наблюдается наиболее высокий

уровень загрязнения хлорорганическими углеводородами, по сравнению с другими районами Балтийского моря. Самые большие концентрации суммарного ДДТ (вместе с метаболитами) — около 3 нг/л — обнаружены в прибрежных районах Гданьского залива [7]. На открытую часть Балтийского моря, по мнению шведских химиков, влияют сточные воды Стокгольмского архипелага. Например, концентрация ПХБ в воздухе самая высокая в Швеции — до 5,7 нг/м<sup>3</sup> [8, 9]. В Финском и Ботническом заливах таких больших источников локального загрязнения хлорорганическими углеводородами не обнаружено. Концентрации токсикантов в этих районах моря более низкие (табл. 1 и 2).

Полученные данные (табл. 1, 2 и 3) свидетельствуют о циркуляции хлорорганических соединений по всей акватории Балтийского моря. Разная степень накопления этих веществ в рыбах различных популяций указывает на локальное распространение загрязняющих веществ в Балтийском море и его заливах.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. International council for the exploration of the sea. — In: Cooperative research report. Denmark, 1977, N 63.
2. Draft report from the Baltic baseline study 1974/75 (рукоп.).
3. Jensen, S., Johnels, A. G., Olsson, M., Otterlind, G. DDT and PCB in herring and cod from the Baltic, the Kattegat and the Skagerrak. — *Ambio* (special report), 1972, N 1, p. 71—87.
4. Оявеер Э. О различии сезонных рас салаки северо-восточной части Балтийского моря по отолитам. — *Изв. АН ЭССР, биол.*, 1962, т. XI, № 3, с. 193—207.
5. Ojaveer, E. Raim — Läänemere heeringas. — *Eesti Loodus*, 1969, nr. 4, lk. 230—235.
6. Роотс О. О., Талвари А. Ф., Янковский Х. И. Газохроматографическое определение загрязнения прибрежных районов Балтийского моря хлорорганическими углеводородами. — В сб.: II Республиканская конференция молодых ученых-химиков. Тезисы докладов, ч. 2. Таллин, 1977, с. 46—47.
7. Trzosinska, A., Slaczka, W., Brzezinska, A. Hydrochemical investigations on the Gdansk basin. — In: 3rd Soviet-Swedish sympos. on the Baltic Sea pollution. Stockholm, 1975.
8. Berggren, B. PCB and DDT in Baltic sediments. — In: 2nd Soviet-Swedish sympos. on protection of Baltic from pollution. Riga, 1973.
9. Olsson, M., Jensen, S., Renberg, L. PCB in coastal areas of the Baltic. — In: PCB conference II. Stockholm, 1972, p. 59—69.
10. Jensen, S., Johnels, A., Olsson, M., Otterlind, G. DDT and PCB in marine animals from Swedish waters. — *Nature*, 1969, v. 224, p. 247—250.
11. Карпанен, Е. О.Е.С.Д. Study of pesticide residues 1967—68. Helsinki, Finland report, 1970.

Институт термодинамики и электрофизики  
Академии наук Эстонской ССР

Поступила в редакцию  
4/X 1977