

<https://doi.org/10.3176/chem.1982.3.06>

УДК 574.64

О. РООТС

ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЕ РАСЧЕТЫ КОЛИЧЕСТВА ПОЛИХЛОРИРОВАННЫХ БИФЕНИЛОВ И ХЛОРООРГАНИЧЕСКИХ ПЕСТИЦИДОВ В БИОМАССЕ БАЛТИЙСКОГО МОРЯ

Ускоренное загрязнение Балтийского моря хлорорганическими углеводородами обусловлено двумя основными причинами. Во-первых, размеры моря сравнительно невелики и оно окружено экономически высокоразвитыми странами. Во-вторых, море принадлежит к типу средиземных морей и характеризуется замедленным водообменом (вода в нем обновляется полностью через 17—20 лет). Относительно низкая температура воды Балтийского моря в течение всего года снижает биологическую активность воды и создает неблагоприятные условия для разложения хлорорганических пестицидов (ХОП) и полихлорированных бифенилов (ПХБ).

Результаты исследований. Для выяснения общего количества ХОП и ПХБ в гидробионтах и донной растительности пришлось определить их среднегодовые биомассы в Балтийском море. Существенные различия в температурном режиме наблюдаются как между южной и северной, так и между западной и восточной частями Балтики. Они обусловлены климатическими различиями, связанными с большой протяженностью моря в широтном направлении. Кроме этого изменение насыщенности солью — один из ведущих факторов, определяющих состав и распределение фауны и флоры. По вышеуказанным причинам

Таблица 1

Общие данные по морфометрии
Балтийского моря и его отдельных
частей [2, 3]

Части моря	Площадь, км ²	Объем, км ³
Открытая Балтика	202 000	13 600
Рижский залив *	16 700	460
Финский залив	29 500	1125
Ботническое море **	80 100	5195
Ботнический залив	37 000	1540

* Вместе с Ирбенским проливом, Вяйнамери и некоторыми участками устья Финского залива.

** Вместе с Аландским (площадь 5200 км², объем 405 км³) и Шхеровым (площадь 8300 км², объем 195 км³) «морями».

Таблица 2

Биомасса зообентоса в различных
частях Балтики [2]

Части моря	Биомасса, г/м ²
Ботнический залив	4,9
Ботническое море	25,7
Финский залив (в целом)	57,0
Рижский залив (в целом)	45,8
Центральная Балтика (в целом)	25,0
Южная Балтика (в целом)	60,0

Среднегодовая биомасса * (10⁶ т) гидробионтов и донной растительности Балтийского моря

Биологический объект	Открытая Балтика		Рижский залив	Финский залив	Ботническое море	Ботнический залив	Ист. лит.
	ПХБ	ДДТ					
Фитопланктон	4,04		0,18	0,56	2,00	0,40	[7, 8, 9]
Зоопланктон	1,68		0,62	0,45—2,00	0,64	0,13	[2, 4, 10]
Зообентос	7,88		0,76	1,68	2,10	0,18	[2]
Рыбы	1,0—1,8		0,08—0,15	0,15—0,27	0,39—0,72	0,18—0,33	[3]
Донная растительность	18,8		1,56	2,75	7,47	3,43	[5]

* Вычислена по цифровым данным, содержащимся в указанных публикациях.

Общие количества ПХБ и ДДТ в гидробионтах и донной растительности Балтийского моря, т

Биологический объект	Открытая Балтика		Рижский залив		Финский залив		Ботническое море		Ботнический залив		Ист. лит.
	ПХБ	ДДТ	ПХБ	ДДТ	ПХБ	ДДТ	ПХБ	ДДТ	ПХБ	ДДТ	
Фитопланктон	1,30	0,23	0,02	0,01	0,02—0,08	0,01—0,03	0,38	—	—	—	[13, 14]
Зоопланктон	0,03—0,45	0,01—0,29	0,07	0,03	0,01—0,27	0,01—0,10	0,12	—	—	—	[11, 14, 15]
Зообентос	0,92—1,37	0,19—0,41	0,03—0,12	0,01—0,02	0,05—0,22	0,09—0,20	0,08	0,08	0,01	0,01	[16—18]
Рыбы	0,11—1,0	0,16—1,1	0,01—0,02	0,01—0,02	0,02—0,07	0,02—0,08	0,05—0,61	0,02—0,48	0,02—0,06	0,01—0,03	[2, 16, 18]
Донная растительность	0,38	—	0,03	—	0,06	—	0,15	—	0,07	—	[5, 20]

Примечание. — не имеется данных об этих районах моря. Общие количества ПХБ и ДДТ вычислены нами по цифровым данным, содержащимся в указанных публикациях.

и из-за сложной конфигурации береговой линии, пестрого рельефа дна Балтика подразделяется на несколько естественных районов (табл. 1).

Фитопланктон играет большую роль в жизни водоема, помимо того, что он служит пищей для многих более сложно организованных существ, он еще и важнейший источник кислорода. При вычислении среднегодовой биомассы фитопланктона мы исходили из данных [1], где показано, что фитопланктон Балтийского моря развивается до глубины 50 м.

Среднегодовая биомасса зоопланктона зависит от количества фитопланктона, температурного режима, речного стока, и т. д. и составляет в открытой части Балтийского моря в среднем $123,5 \text{ мг/м}^3$, против $135,5 \text{ мг/м}^3$ в Рижском заливе [2, 4]. Наблюдаются заметные годовые колебания биомассы как зоопланктона, так и фитопланктона. Средняя биомасса зообентоса Балтийского моря сравнительно низка, в среднем в открытой части моря 40 г/м^2 (табл. 2).

Чтобы получить биомассу донной растительности отдельных районов моря, мы разделили общую биомассу $34 \times 10^6 \text{ т}$ на площади отдельных районов (табл. 1) [5]. Так как климатические условия Ботнического залива суровые, в этом районе моря — повышенная биомасса донной растительности (табл. 3). Общая биомасса рыб Балтийского моря представлена в основном тремя видами: салака, треска и килька. В [5] имеются данные о биомассах рыб только для открытой части моря и Ботнического залива. Содержание ПХБ в гидробионтах и донной растительности различных районов Балтийского моря 4—7 т (табл. 4). Из суммарного ДДТ его метаболиты ДДД и ДДЕ в планктоне и ихтиофауне составляли в зависимости от района моря 74—87% [6].

ЛИТЕРАТУРА

1. Николаев И. И. Фитопланктон Рижского залива. — Тр. Латв. отд. ВНИРО, 1953, вып. 1, с. 115—172.
2. Ярвекюльг А. Донная фауна восточной части Балтийского моря. Таллин, 1980.
3. Report of the ICES working group on pollution of the Baltic Sea. — Cooper. Res. Report, 1970, Ser. A., N 15, p. 1—66.
4. Николаев И. И. Планктон как фактор распределения и продуктивности планктонных рыб Балтийского моря. — Тр. совещ. ихтиологич. комиссии АН СССР, 1961, вып. 13, с. 364—373.
5. Kihlström, J. E., Berglund, E. An estimation of the amounts of PCB in the biomass of the Baltic. — *Ambio*, 1978, v. 7, N 4, p. 175—178.
6. Роотс О. О. Изучение трансформации хлорорганических пестицидов в морской среде. — Гигиена и санитария, 1981, № 3, с. 73—74.
7. Николаев И. И. О «цветении» воды Балтийского моря. — Тр. Латв. отд. ВНИРО, 1953, т. 26, с. 210—220.
8. Järvekülg, A., Veldre, I. *Elu Läänemeres*. Tallinn, 1963.
9. Fosskahl, M. Phytoplankton biomass and species compositions in Finnish coastal waters in 1974 and 1975. — *Finn. Marine Res.*, 1980, N 247, p. 94—109.
10. Лумберг Л. Ю. О зоопланктоне Финского залива. Рыбохозяйственные исследования в бассейне Балтийского моря. Рига, 1976, вып. 12, с. 10—29.
11. Роотс О. О., Пейкре Э. А. О содержании устойчивых бифенилов и пестицидов в зоопланктоне Балтийского моря. *Водные ресурсы*, 1981, № 6, с. 182—187.
12. Jensen, S., Johnels, A., 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.
13. Brüggmann, L., Luckas, B. Zum Vorkommen von polychlorierten Biphenylen und DDT-Metaboliten im Plankton und Wasser der Ostsee. — *Fischerei-Forschung. Wissenschaftliche Schriftenreihe*, 1978, Bd. 16, N 2, S. 31—37.
14. Roosts, O. O., Peikre, E. A. The study of the Baltic Sea zooplankton pollution with chlorinated pesticides and polychlorinated biphenyls during the 10th cruise of the R/V «Ayu-Dag». — In: *The Investigation and Modelling of Processes in the Baltic Sea*. Tallinn, 1981, part II, p. 131—137.

15. Linko, R. R., Rantamäki, P. Residues in plankton and sediments in the southwestern coast of Finland. — Bull. Environm. Contam. and Toxicol., 1974, 12, N 6, p. 733—738.
16. ICES Cooperative Research Report, 1977, N 63, Denmark, p. 1—54.
17. Roots, O. O. Polychlorinated biphenyls and chlorinated pesticides in mollusc of the Tallinn Bay. — In: The Investigation and Modelling of Processes in the Baltic Sea. Tallinn, 1981, part II, p. 137—141.
18. Trzosińska, A., Słaczka, W. Hydrochemical investigations on the Gdansk Basin. III Soviet-Swedish Symposium on the Baltic Sea Pollution, 1975, p. 44—53.
19. Роотс О., Пейкре Э. О содержании полихлорированных бифенилов и хлорорганических пестицидов в рыбах Балтийского моря. — Изв. АН ЭССР. Хим., 1978, т. 27, № 3, с. 193—196.
20. Olsson, M., Jensen, S., Reinberg, L. PCB in coastal areas of the Baltic. — In: PCB II Conference, Stockholm, 1972, p. 59—69.
- Институт термодинамики и электрофизики Академии наук Эстонской ССР. Поступила в редакцию 28/XII 1981

LÄÄNEMERE BIOMASSIS SISALDUVATE POLÜKLOREERITUD BIFENÜÜLIDE JA KLOORORGAANILISTE PESTITSIIDIDE KOGUSTE ARVUTAMINE

Artiklis on arvatud Läänemere eri osade (Soome, Riia ja Botnia lahe ning Läänemere ävaosa) fütoplanktoni, zooplanktoni, zoobentose, kalade ja põhjataimestiku biomassid ning nendes sisalduvate kloororgaaniliste ühendite kogused. Fütoplanktoni ja zooplanktoni biomass (aasta keskmise biomassi põhjal) on vastavalt $7,2 \times 10^6$ t ja $3,5-5,1 \times 10^6$ t, zoobentose $12,6 \times 10^6$ t, kalade $1,8-3,3 \times 10^6$ t ja põhjataimestiku biomass 34×10^6 t. Polükloreeritud bifenüülide ja kloororgaaniliste pestitsiidide (Σ DDT) kogused Läänemere fütoplanktonis on vastavalt 1,72—1,78 t ja 0,25—0,27 t, zooplanktonis 0,23—0,91 t ja 0,05—0,42 t, zoobentoses 1,09—1,81 t ja 0,38—0,72 t, kalades 0,21—1,76 t ja 0,22—1,61 t, põhjataimestikus 0,69 t.

1. Николаев Н. Н. Фитопланктон Рижского залива. — Тр. Латв. Ун-та. Вильнюс, 1953, т. 1, с. 115—172.
2. Репке О. А. Донная фауна восточной части Балтийского моря. Tallinn, 1980.
3. Report of the ICES working group on pollution of the Baltic Sea. — Cooper. Res. Report, 1970, Ser. A, N 16, p. 1—66.
4. Николаев Н. Н. Планктон как фактор распространения и продуктивности планктона в Балтийском море. — Тр. Латв. Ун-та. Вильнюс, 1953, т. 1, с. 115—172.
5. Kinnunen, J. E. Distribution of the amounts of PCB in the biomass of the Baltic. — Ambio, 1978, N 1, p. 175—178.

The author worked out the phytoplankton ($7,2 \times 10^6$ t), zooplankton ($3,5-5,1 \times 10^6$ t), zoobenthic organisms ($12,6 \times 10^6$ t), fish ($1,8-3,3 \times 10^6$ t) and benthic algae (34×10^6 t) total biomass and amounts of chlorinated hydrocarbons in the biomass of different parts of the Baltic (Gulfs of Finland, Riga and Bothnia and the Baltic proper). Polychlorinated biphenyl and chlororganic pesticide (Σ DDT) amounts in the phytoplankton are 1,72—1,78 t and 0,25—0,27 t, respectively, in the zooplankton — 0,23—0,91 t and 0,05—0,42 t, in zoobenthic organisms 1,09—1,80 t and 0,38—0,72 t, in the fish 0,21—1,76 t and 0,22—1,61 t, and in the benthic algae 0,69.

11. Роотс О. О., Пейкре Э. А. О содержании устойчивых углеводородов и хлорорганических пестицидов в зоопланктоне Балтийского моря. Водные ресурсы, 1981, № 6, с. 182—187.
12. Jensen, S., Johnsen, A., 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.
13. Bürgmann, L., Lucks, B. Zum Vorkommen von polychlorierten Biphenylen und DDT-Metaboliten im Plankton und Wasser der Ostsee. — Fischerei-Forschung. Wissenschaftliche Schriftenreihe, 1978, Bd. 16, N 2, S. 31—37.
14. Roots, O. O., Peikre, E. A. The study of the Baltic Sea zooplankton pollution with chlorinated pesticides and polychlorinated biphenyls during the 10th cruise of the RV «Aurora». — In: The Investigation and Modelling of Processes in the Baltic Sea. Tallinn, 1981, part II, p. 131—137.