

УДК 628.394(26.04) : 547.681

Ингеборг ВЕЛДРЕ, Айно ИТРА, Марина ТРАПИДО

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ БЕНЗ(А)ПИРЕНА В ЭКОСИСТЕМЕ МАТСАЛУСКОГО ЗАЛИВА

В наших предыдущих работах освещены вопросы накопления бенз(а)пирена (БаП) в рыбе, выловленной из отдельных районов Балтийского моря (Велдре и др., 1985а), дана сравнительная оценка уровню БаП в макрофитах, растущих в разных заливах этого моря (Велдре и др., 1985б), а также изучены проблемы мониторинга БаП в водной среде (Трапидо и др., 1987).

Целью настоящей работы было исследование накопления БаП в отдельных элементах экосистемы Матсалуского залива. В работе обобщены все данные, полученные институтами химии и экспериментальной и клинической медицины в течение многих лет.

Авторы выражают благодарность В. Паакспуу за всестороннюю помощь при выполнении настоящей работы, а также Т. Ксенофоновой и другим научным сотрудникам Института зоологии и ботаники АН Эстонии за предоставленные для анализа пробы макрофитов и донных отложений.

Пробы воды на содержание БаП отбирались во все сезоны года в постоянных створах (см. рис. 1). Одновременно с пробами воды отбирались, как правило, пробы донных отложений и других объектов водной экосистемы. Установлено, что сезонные колебания уровня БаП в воде незначительны. Среднегодовые содержания БаП в воде больших различий в отдельных створах в разные годы не обнаруживали (табл. 1). Кроме пробы, взятой в р. Казари у моста, где в 1979 г. среднегодовой уровень БаП составил 14,7 нг/л, что, по-видимому, связано с временным поступлением загрязнения. В последующие годы уровень БаП во всех изученных пробах воды был в 6—25 раз ниже ПДК.

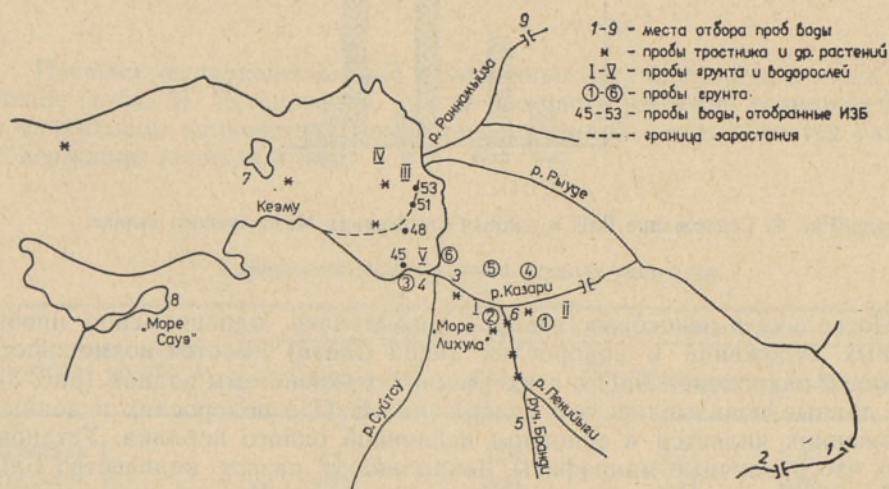


Рис. 1. Места отбора проб в пределах Матсалуского государственного заповедника.

Среднегодовые концентрация БаП в воде Матсалуского заповедника

Номер и название створа отбора	Содержание БаП, нг/л				
	1979*	1980*	1981*	1984	1987
1. Река Казари у моста	14,7	0,41	0,65	0,68	0,31
2. У моста Лайкюла	1,86	0,18	0,38	0,77	0,09
3. Устьевой участок р. Казари	5,18	0,74	0,17	—	0,12
4. Устье р. Суйтеу	0,86	0,28	0,16	—	—
5. Ручей Бранди	0,1	0,35	0,75	0,57	—
6. Устье р. Пенйыги	1,99	0,20	0,40	0,42	0,17
7. В заливе на линии Хаэска—Кеэму	0,64	0,30	0,89	—	—
8. «Море Сауэ»	0,02	0,22	0,84	0,25	—
9. У моста Раннамыйза	—	0,35	0,32	0,30	0,04

* Igra и др., 1982.

Содержание БаП в донных отложениях изменялось в различных створах от 0,97 до 10,67 мкг/кг (рис. 2, 3) и составляло в среднем 3—5 мкг/кг. Во всех случаях количество БаП в донных отложениях ниже ПДК для почвы (20 мкг/кг). Несмотря на колебания содержания БаП в донных отложениях изученных створов, наблюдается тенденция к снижению концентрации БаП в донных отложениях залива.

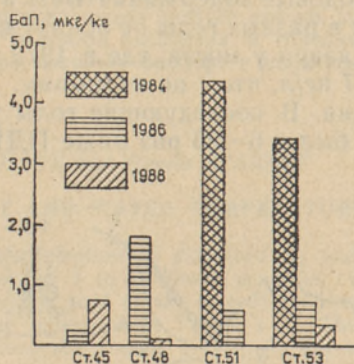


Рис. 2. Содержание БаП в донных отложениях Матсалуского залива.

Поскольку в некоторых створах отбирались одновременно пробы донных отложений и водорослей (вида *Chara*) имеется возможность сравнить накопление БаП в этих элементах экосистемы залива (рис. 3). Эти данные показывают, что содержание БаП в водорослях и донных отложениях является в основном величиной одного порядка. Установлено, что различные макрофиты накапливают разное количество БаП (табл. 2). При сравнении полученных величин по Матсалускому заливу с содержанием БаП в водорослях Финского залива (Veldre и др., 1984) выявлено, что содержание БаП в зеленой водоросли кладофора было

почти сходным, однако фукус в Матсалуском заливе содержит значительно меньше БАП, чем в других районах. К сожалению, не все виды, растущие в Матсалуском заливе, были представлены в других районах Балтийского моря.

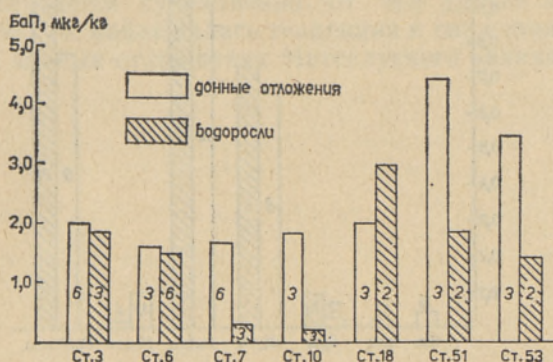


Рис. 3. Содержание БАП в донных отложениях и водорослях *Chara* (цифрой отмечено количество проб).

Таблица 2

Уровень БАП в макрофитах

Макрофиты	Количество проб	Содержание БАП, мкг/кг
Хара	21	1,2±0,2
Кладофора	8	2,3±0,3
Мириофиллум	4	12,3±8,1
Фукус	3	0,6±0,2
Фуцеллария	1	2,88
Потамогетон	6	2,0±0,6
Роголистник	2	0,34
Рдест	2	0,13

Изучено распределение БАП в различных частях высших водных растений (табл. 3). Установлено, что не все части растений содержат БАП в одинаковом количестве. Возможно, причиной этого является разное содержание липидов в них.

Таблица 3

Содержание БАП в высших водных растениях

Растение, место отбора по рис. 1	Концентрация БАП, мкг/кг сухого веса			
	Стебли	Листья	Влагалище	Метелка
Тростник I	—	1,08	0,71	5,86
Тростник II	0,48	2,11	3,41	4,84
Тростник V	0,56	—	—	2,38
Тростник I	0,9	—	—	3,7
Рогоз II	36,6	1,77	—	8,33 (початок)

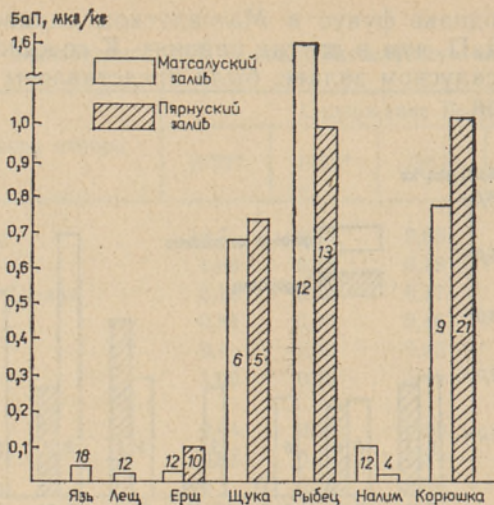


Рис. 4. Содержание БаП в некоторых видах рыб Матсалуского и Пярнуского залива (цифрой отмечено количество проб).

Содержание БаП в мышечной ткани разных видов рыб, выловленных в Матсалуском заливе (рис. 4), разное. Для сравнения на рис. 4 представлены также данные о содержании БаП в тех же видах рыб, выловленных в Пярнуском заливе. При этом интересно отметить, что несмотря на разные места обитания в одних видах рыб — рыбеце, щуке, корюшке — концентрации БаП высокие, а в других — ерше и налиме — как в Матсалуском, так и Пярнуском заливе относительно низкие. Этот факт свидетельствует о том, что накопление БаП в рыбе зависит не только от загрязненности места обитания, но и в значительной степени от вида рыбы. Изучение содержания БаП в мышечной ткани налима разного возраста показало, что с увеличением массы тела не происходит увеличения количества БаП в организме (табл. 4). Эти данные совпадают с полученными нами ранее результатами по радужной форели.

Таблица 4

Содержание БаП в мышечной ткани налима в зависимости от массы тела

Масса, г	Количество проб	Содержание БаП, мкг/кг сырого веса
30— 50	2	0,117
51—100	8	0,138±0,039
101—150	4	0,115±0,010
151—200	4	0,166±0,067
более 200	4	0,114±0,029

Заклучение

Распределение БаП в элементах экосистемы Матсалуского государственного заповедника является близким к его распределению в других прибрежных районах Балтийского моря. Уровень БаП в воде акватории заповедника не отличается существенно от его уровня в Пярнуском заливе. В 1984—1987 гг. наблюдалась тенденция к снижению концентрации БаП в воде и донных отложениях Матсалуского залива.

ЛИТЕРАТУРА

- Itra, A., Karlova, S., Veldre, I.* Kantserogeenid Matsalu Riikliku Looduskaitseala vetes ja organismides // *Keskkonnakaitse*, 1982, nr. 5, 9—11.
- Veldre, I., Itra, A., Kukk, H., Paalme, L.* Algae as indicators of sea-water pollution by polycyclic arenes // *ENSV TA Toim. Biol.*, 1984, 33, nr. 1, 67—71.
- Велдре И., Итра А., Трапидо М., Паальме Л.* К вопросу накопления бенз(а)пирена в рыбе // *Изв. АН ЭССР. Биол.*, 1985а, 34, № 4, 262—266.
- Велдре И. А., Итра А. Р., Паальме Л. П., Кукк Х. А.* Накопление полициклических аренов в водорослях Балтийского моря // *Вопр. онкологии*, 1985б, 31, № 10, 76—81.
- Трапидо М. А., Велдре И. А., Итра А. Р.* Проблема мониторинга ПАУ в водной среде // *Эксперимент. онкология*, 1987, 9, № 5, 30—32.

*Институт экспериментальной
и клинической медицины
Минздрава Эстонской ССР*

Поступила в редакцию
31/V 1989

*Институт химии
Академии наук Эстонской ССР*

Ingeborg VELDRE, Aino ITRA, Marina TRAPIDO

BENSO(A)PÜREENI JAOTUMINE MATSALU LAHE ÖKOSÜSTEEMIS

Pikaajaliste vaatluste põhjal on antud ülevaade benzo(a)püreeni (BaP) sisaldusest Matsalu Riiklikul Looduskaitsealal.

BaP sisaldus Matsalu lahe ja sinna suubuvate jõgede vees oli üldjuhul 6—25 korda madalam BaP lubatud piirkontsentratsioonist (LPK = 0,005 µg/l = 5 ng/l). Põhjasetetes kõikus BaP sisaldus 0,97—10,67 µg/kg, keskmiselt 3—5 µg/kg, olles tunduvalt madalam BaP LPK-st pinnases (20 µg/kg).

Aastail 1984—1987 täheldati nii vees kui ka setetes BaP kontsentratsiooni languse tendentsi. Makrofütides oli BaP sisaldus setetega samas suurusjärgus. BaP jaotumine Matsalu Looduskaitseala ökosüsteemi elementides oli lähedane teistele Läänemere lahtedele.

Matsalu ja Pärnu lahe kalade lihaskoe BaP sisalduse kõrvutus näitas, et mõlemas lahes sisaldavad haug, vimb ja meritint suhteliselt palju BaP-d (~1 µg/kg ja isegi rohkem), seevastu on kiisa ja lutsu lihaskoes väga vähe BaP-d. See fakt kinnitab autorite varasemaid järeldusi, et BaP sisaldus kalalihas ei sõltu ainult keskkonna saastatusest, vaid ka kalaliigist ja selle eluviiside spetsiifikast.

DISTRIBUTION OF BENZO(A)PYRENE IN THE ECOSYSTEM OF MATSALU BAY

The paper presents some data of a long-time study on the benzo(a)pyrene (BaP) content in the Matsalu Nature Protection Reserve.

All water samples of Matsalu Bay and the rivers in the region under study show, as a rule, BaP concentrations about 6—25 times below the USSR sanitary limit 0.005 $\mu\text{g/l}$ (= 5 ng/l).

In bottom sediments the BaP concentrations fluctuate from 0.97 to 10.67 $\mu\text{g/kg}$, the mean content is about 3—5 $\mu\text{g/kg}$.

From 1984 up to 1987 there has been a decreasing tendency of BaP concentration in water as well as in sediments. In phanerogams the content of BaP was on the same level as in sediments.

The distribution of BaP in the ecosystem of the Matsalu Nature Protection Reserve was similar to other bays of the Baltic Sea.

The comparison of the BaP content in fish fillet of Matsalu and Pärnu bays has revealed that pike, vimba and European smelt have a relatively high level of BaP, whereas pope and burbot show low tissue residues. These data confirm our conclusion once more that BaP accumulation in fish depends on the pollution of the water environment as well as on the character of the fish species.