

*Ингеборг ВЕЛДРЕ, Айно ИТРА,
 Марина ТРАПИДО, Лиа ПААЛЬМЕ*

К ВОПРОСУ НАКОПЛЕНИЯ БЕНЗ(а)ПИРЕНА В РЫБЕ

Проводившиеся в Институте экспериментальной и клинической медицины МЗ ЭССР и в Институте химии АН ЭССР в течение более чем десяти лет исследования содержания бенз(а)пирена (БП) в рыбе, выловленной в водоемах Эстонии, дали возможность судить об уровне этого вещества в них (Боговский и др., 1978).

Установлено, что количества БП в морской, солоновато-водной, проходной, полупроходной и пресноводной рыбе существенно не различаются (Велдре и др., 1982). Тем не менее, из 60 рыб, выловленных в Балтийском море и оз. Выртсъярв, у восьми обнаружены опухоли (семь больных рыб из Финского залива и одна из устья р. Казари). Это, возможно, свидетельствует о том, что морская вода, более загрязненная БП, чем вода оз. Выртсъярв, оказывает канцерогенное действие.

Однако ранее у нас остались невыясненными вопросы о различиях в уровне БП для рыбы, выловленной в разных частях Балтийского моря (Пярнуском, Матсалуском и Финском заливах), и вопрос о возможности связать концентрацию БП в рыбе с образом ее жизни. Целью настоящей работы было, во-первых, выяснить эти вопросы и, во-вторых, изучить распределение БП в разных органах рыбы.

Подготовка проб ткани рыбы к анализу и количественное определение БП проводились по методике, указанной ранее (Велдре и др., 1982).

Наиболее глубоко изучено содержание БП в салаке — в одной из наиболее распространенных балтийских промысловых рыб, которой не свойственны далекие миграции в течение жизни. По салаке можно

Таблица 1

Содержание БП в мышечной ткани салаки, выловленной в разных частях Балтийского моря, мкг/кг сырого веса

Вес салаки, г	Финский залив				Пярнуский залив			
	1976—1977		1983		1977		1978	
	n	M±m	n	M±m	n	M±m	n	M±m
10—20	4	0,325±0,13			13	0,205±0,060	3	0,024±0,003
21—30	6	0,35±0,09	3	0,064±0,014	7	0,075±0,025	3	0,061±0,018
31—40	4	0,34±0,099	4	0,038±0,014	1	0,016	7	0,373±0,139
41—50	6	0,20±0,1	3	0,057±0,009				
51—60			3	0,108±0,038				
61—70	9	0,28±0,09	3	0,063±0,018				
71—80			3	0,091±0,057				
81—100	2	0,225						
Больше 100	4	0,81±0,1						

Распределение БП в органах салаки Финского залива, мкг/кг сырого веса

Орган или ткань	1976		1977		1983	
	<i>n</i>	$M \pm m$	<i>n</i>	$M \pm m$	<i>n</i>	$M \pm m$
Мышечная	22	0,85±0,171	16	0,20±0,043	19	0,07±0,010
Икра	7	1,14±0,398	7	0,18±0,078	6	0,08±0,035
Молоки	11	0,46±0,074	8	0,42±0,124	8	0,04±0,017
Печень	6	1,69±0,857	2	0,19		
Жабры	6	0,44±0,151	5	0,03±0,018		

судить о степени загрязненности места ее вылова. Эта работа проводилась в сотрудничестве с учеными Таллинского отделения БалтНИИРХа. Полученные результаты приводятся в табл. 1, по которой видно, что содержание БП в рыбе существенно не зависит от массы тела. Это еще раз подтверждает наш вывод, сделанный на основании анализа радужной форели, что часть БП, поступившего с кормом, выводится из организма, а часть метаболизируется, т. е. не происходит кумуляции БП с возрастом. По данным 1977 г., концентрации БП в салаке Финского залива несколько выше, чем в салаке Пярнуского. Однако данные 1983 г. говорят о некотором снижении уровня БП в салаке Финского залива.

Содержание БП в мышечной ткани салаки в разные годы (табл. 2) существенно различается (P колеблется от $<0,001$ до $<0,01$). Из всех прочих органов такое достоверное различие в концентрациях БП наблюдалось лишь для молок (1976—1983 $P < 0,001$; 1977—1983 $P < 0,01$). Отмечена тенденция к снижению содержания БП в органах и тканях за исследованный период.

Таблица 3

Сравнительный уровень БП в мышечной ткани рыбы различных видов

Виды рыбы	Среднее содержание БП, мкг/кг					
	Пярнуский залив		Матсалуский залив		Финский залив	
	<i>n</i>	$M \pm m$	<i>n</i>	$M \pm m$	<i>n</i>	$M \pm m$
Килька	2	0,590			25	1,140±0,18
Салака	33	0,157±0,033			85	0,484±0,068
Налим	2	0,015	38	0,247±0,052		
Корюшка	8	0,138±0,070	9	0,791±0,211		
Лещ	2	<0,001	6	0,010±0,0045		
Ерш	4	0,094±0,0195	6	0,039±0,011		
Окунь	8	0,135±0,074	1	0,310		
Судак	8	0,280±0,117				
Бельдюга	6	0,167±0,038				
Вимба	7	0,179±0,059				
Камбала	2	0,003				
Сиг	2	0,082				
Колюшка	4	0,256±0,125				
Густера	7	0,024±0,009				
Треска	6	0,141±0,102				
Язь			4	0,098±0,043		
Плотва			11	0,121±0,035		
Жерех			1	0,035		
Щука			5	0,644±0,214		
Среднее за весь период исследования	101	0,155±0,017	81	0,273±0,041	110	0,633±0,085

Количество анализов по отдельным видам рыбы (табл. 3) было различным — в среднем от 4 до 6 проб. Большая часть образцов изученных видов была из Пярнуского залива. Сравнивая содержание БП в разной рыбе, можно отметить, что рыба того же вида, выловленная в разных заливах, существенно отличается по уровню БП (налим, салака, корюшка, лещ).

Лещ и ерш характеризуются местным образом жизни, а питаются они в придонных слоях. Щука и судак, как и взрослая салака, — хищники, причем щука отличается местным образом жизни. При сравнении отдельных видов рыбы, сходной по образу жизни, но различной по способу питания, можно сказать, что в пределах одного залива содержание БП в рыбе этих видов существенно различается (для щуки, леща и ерша Матсалуского залива $P < 0,02$). Этого нельзя сказать о судаке, которому не характерен местный образ жизни. Поэтому сравнительно трудно выявить корреляции образа жизни и питания отдельных видов рыб с уровнем БП в мышечной ткани.

Уровень БП в мышечной ткани изученных видов рыбы трех заливов побережья Эстонии колеблется в сравнительно широких пределах: от 0 (0,001) до 1,14 мкг/кг. Но и в разных заливах эти пределы различны (в Пярнуском 0—0,59, в Матсалуском 0,010—0,79, в Финском 0,48—1,14 мкг/кг). Разница в содержании БП для салаки и кильки Пярнуского и Финского заливов, а также для рыбы пяти сравниваемых видов из Пярнуского и Матсалуского заливов, оказалась достоверной ($P < 0,001$ и $< 0,01$ соответственно). При сравнении среднего содержания БП в рыбе всех изученных видов за весь исследованный период для отдельных заливов выяснилось, что эти различия достоверны (от $P < 0,01$ до

Таблица 4

Сравнительное содержание БП в мышечной ткани рыбы отдельных заливов

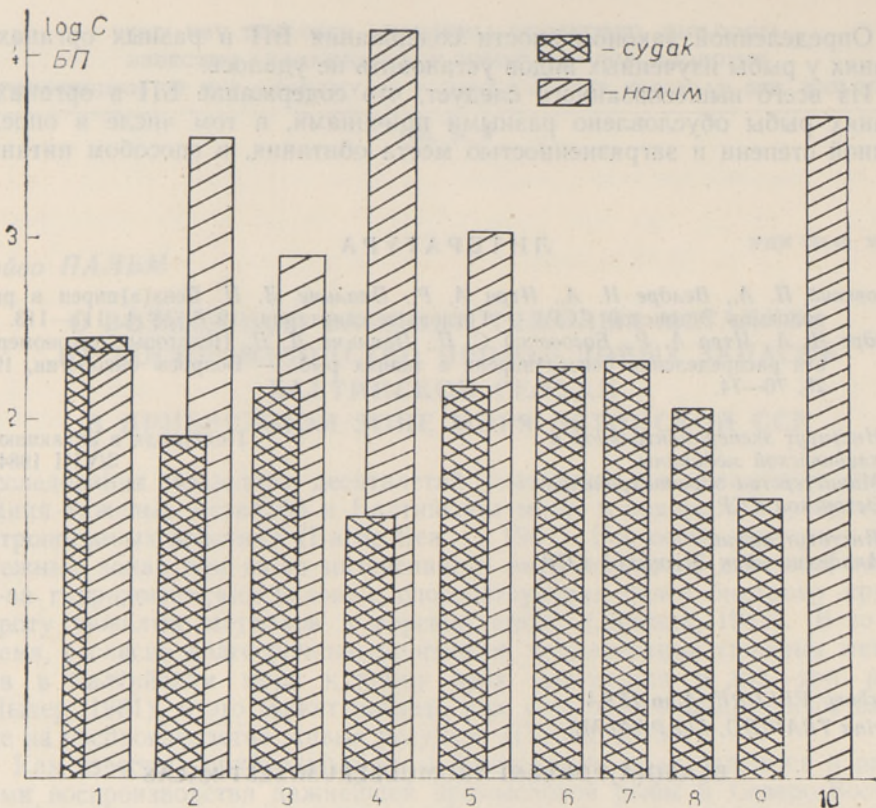
Заливы	<i>n</i>	<i>t</i>	<i>P</i>
Пярнуский— Матсалуский	182	2,65	$< 0,01$
Финский Пярнуский	211	5,51	$< 0,001$
Финский Матсалуский	189	3,81	$< 0,001$

$< 0,001$) (табл. 4). Наибольшее количество БП обнаружено в рыбе Финского залива, несколько меньшее — в рыбе Матсалуского и Пярнуского заливов. Наши данные показали, что в Финском заливе выловлены семь рыб с опухолями (в первую очередь, щуки с лимфосаркомами),

Таблица 5

Распределение БП в органах рыбы, мкг/кг сырого веса

Орган или ткань	Салака	Судак	Сиг	Язь	Плотва	Окунь	Большой окунь
Мышечная	0,303	0,115	0,081	0,098	0,23	0,059	0,31
Молоки	0,02	0,128	—	0,002	—	0,148	—
Икра	0,076	0,012	0,017	0,036	0,59	0,006	0,254
Печень	—	0,039	0,023	0,016	0,90	—	0,221



Распределение БП в органах и тканях судака и налима, нг/кг сырого веса: 1 — мышечная ткань, 2 — печень, 3 — икра, 4 — кишечник и желудок, 5 — жабры, 6 — плавники, 7 — кожа, 8 — чешуя, 9 — жир внутренностей, 10 — молоки.

в Матсалуском (устье р. Казари) — одна, в Пярнуском и ближайших его окрестностях — четыре.

По табл. 5 и рисунку видно, что определенной закономерности распределения БП в различных органах и тканях рыб разных видов установить невозможно.

Выводы

Выявлено, что у салаки, выловленной в разные годы в Финском и Пярнуском заливах, разница в содержании БП в мышечной ткани существенно не зависит от массы тела (возраста).

Не обнаружено существенной разницы в уровне БП для отдельных органов и тканей салаки Финского залива в пределах одного года, но наблюдалась тенденция к снижению его содержания во всех органах и тканях за исследованный период.

Уровень БП в мышечной ткани рыбы одного и того же вида, выловленной в разных заливах, существенно различается, что, по-видимому, объясняется различным уровнем общей загрязненности этих заливов.

В пределах одного залива содержание БП в рыбе местного образа жизни и разной по характеру питания достоверно различается. Это позволяет заключить, что уровень БП в рыбе в некоторой степени зависит как от содержания БП в месте обитания, так и от характера питания.

Определенной закономерности содержания БП в разных органах и тканях у рыбы изученных видов установить не удалось.

Из всего вышесказанного следует, что содержание БП в органах и тканях рыбы обусловлено разными причинами, в том числе в определенной степени и загрязненностью места обитания, и способом питания.

ЛИТЕРАТУРА

- Боговский П. А., Велдре И. А., Итра А. Р., Паальме Л. П. Бенз(а)пирен в рыбе водоемов Эстонской ССР. — Гигиена и санитария, 1978, № 4, 111—113.
Велдре И. А., Итра А. Р., Боговский С. П., Паальме Л. П. Некоторые закономерности распределения бенз(а)пирена в тканях рыб. — Вопросы онкологии, 1982, 28, 70—74.

*Институт экспериментальной и
клинической медицины
Министерства здравоохранения
Эстонской ССР*

Поступила в редакцию
3/VIII 1984

*Институт химии
Академии наук Эстонской ССР*

*Ingeborg VELDRE, Aino ITRA,
Marina TRAPIDO, Lia PAALME*

BENSO(A)PÜREENI AKUMULEERUMISEST KALAS

Artiklis on esitatud andmed benzo(a)püreeni (=BP) sisalduse kohta Läänemere mitmetest lahtedest püütud kalade erinevates kudedes ja organeis. Selgub, et BP sisaldus uuritud 19 kalaliigis on väga erinev ning kõigub 0—1,14 µg/kg märgkaalus.

Kalade lihaskude sisaldas erineval hulgal BP-d, kusjuures kõrgeim oli BP kontsentratsioon Soome lahest püütud kaladel. Järgnesid Matsalu lahe kalad ja madalaima BP sisaldusega olid Pärnu lahe kalad. Erinevused on statistiliselt usaldusväärsed. Soome lahest püütud räime lihaskoes määratud BP sisaldus näitas uuritud perioodi vältel vähenemistendentsi. BP sisalduse erinevust kalades ei õnnestunud siduda nende erineva toitumis- ja eluviisiga.

*Ingeborg VELDRE, Aino ITRA,
Marina TRAPIDO, Lia PAALME*

ON THE ACCUMULATION OF BENZO(A)PYRENE IN FISH

The paper presents data on a study of the benzo(a)pyrene (BP) amount in various tissues and organs of fish from different bays of the Baltic Sea.

As a result of the study it has been found that the BP concentration in 19 species of fish studied fluctuates from 0 to 1.14 µg/kg (in wet weight). The content of BP in fish fillet from different bays differs significantly. It was highest in the fish caught in the Gulf of Finland, lower in the fish from Matsalu Bay, and lowest in the fish caught in Pärnu Bay.

A long-time study of the BP concentration in fish fillet of Baltic herring caught in the Gulf of Finland, revealed a decreasing tendency of BP.

We could not find any correlation between the BP content in various fish and their habit of life and feeding.