

Sastry K.V., Gupta P.K. 1978. In vitro inhibition of digestive enzymes by heavy metals and their reversal by chelating agent: Part I. Mercuric chloride intoxication // Bull. Environ. Contam. Toxicol. V. 20, №. 6. P. 729–735.

Sastry K. V., Gupta P. K. 1980. Changes in the activities of some digestive enzymes of *Channa punctatus*, exposed chronically to mercuric chloride // J. Environ. Sci. Health. V. 15, № 1. P. 109–120.

## **EFFECT OF ACCUMULATED MERCURY ON CARBOHYDRATES HYDROLYSIS IN THE PERCH INTESTINE FROM THE EUROPEAN RUSSIA WATER RESERVOIRS WITH DIFFERENT WATER pH LEVELS**

**G.A. Pen'kova**

Papanin Institute for Biology of Inland Waters, Russian Academy of Sciences,  
Borok, Yaroslavl reg., Russia, e-mail: gusev.sun@mail.ru

Anthropogenic acidification of water environment is one of the most urgent problems of the modern ecology. Mercury is believed to be one of the most dangerous elements, which has poisonous effect on hydrobionts. Analysis of carbohydrase activities and kinetic characteristics of disaccharides and polysaccharides hydrolysis in perch *Perca fluviatilis* L. from European Russia water reservoirs with neutral and acidic water pH showed multidirectional changes of these factors. Km of sucrose hydrolysis in fishes from acidic lakes (with higher level of accumulated mercury in organism) may be 4–9 times lower (affinity of enzymes to substrata is higher) than in perches from water reservoirs with neutral pH value. Adaptive increase of the affinity of enzymes to substrata with increase of mercury content may partially compensate adverse effects of environmental factors on the velocity of digestion and assimilation of carbohydrates. Furthermore it was established that mercury content in intestinal tract of fishes in greater degree than in muscular tissue determine the direction of changes of kinetic characteristics of carbohydrates hydrolysis.

## **МНОГОЛЕТНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ ПРИБРЕЖНОГО МЕЙОБЕНТОСА ОЗЕР КРИВОЕ И СТАРУШЕЧЬЕ (КАРЕЛИЯ)**

**В.А. Петухов**

Учреждение Российской академии наук Зоологический институт РАН,  
г. Санкт-Петербург, Россия, e-mail: vpetukhov@list.ru

На территории Карелии расположено более 60 тыс. озер, в основном представляющих собой небольшие лесные озера, входящие в группу димиктических олигоацидно-нейтральных низкоминерализованных водоемов. Озера Кривое и Старушечье, расположенные на побережье Кандалакшского залива Белого моря, имеют близкие значения по первичной продукции, но различаются гидрохимическими (рН, цветностью воды) и морфометрическими (глубина, площадь) характеристиками. Прибрежная зона (0–3 м) занимает в обоих озерах около 30% площади. Предполагается, что ввиду низкой продуктивности зообентоса центральной части озер, связанной прежде всего с их низкой трофностью, основная часть энергии экосистем передается через другие звенья, и в частности через сообщества мелководной зоны. В этой связи представлялось необходимым изучить структуру, оценить продуктивность мейобентоса мелководной зоны, в которой он, благодаря своей многочисленности, играет заметную роль. Некоторые данные по мейобентосу озер публиковались ранее (Berezina, Petukhov, 2005; Петухов, Березина, 2007).

Пробы мейобентоса отбирались в 2002–2008 годах на глубинах 0.3–0.5 м в прибрежных зонах озер. Грунты на станциях были представлены песками разной степени заиленности. Пробы отбирались почвенным стаканчиком. Часть проб фиксировали 4%-ным формалином, часть разбирали в живом виде. Пробу процеживали через сито с ячейей 90 мкм и просматривали под биноклем в камере Богорова. Видовое определение олигохет не проводили. Индивидуальная масса животных вычислялась по уравнению  $W=gL^b$ , где  $W$  – индивидуальная масса, мг (для Nematoda – мкг);  $L$  – длина тела, мм. Схема отбора проб на озерах – на рисунках 1, 2.

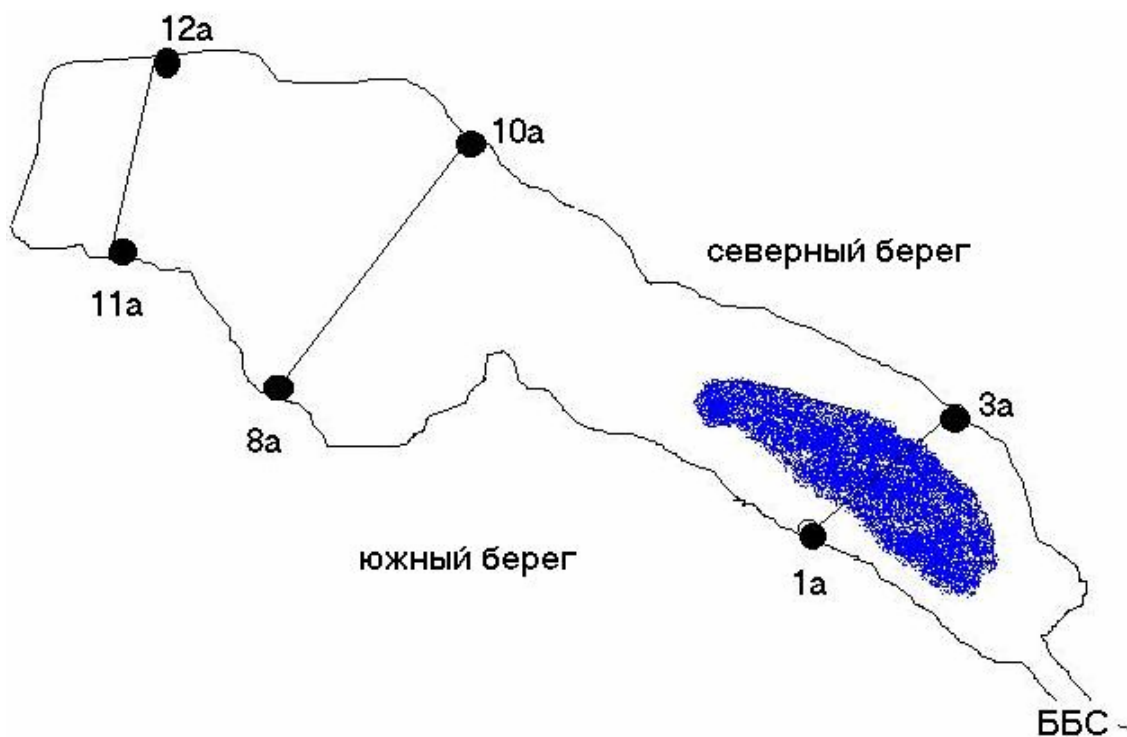


Рис. 1. Схема отбора проб в прибрежьи оз. Кривое

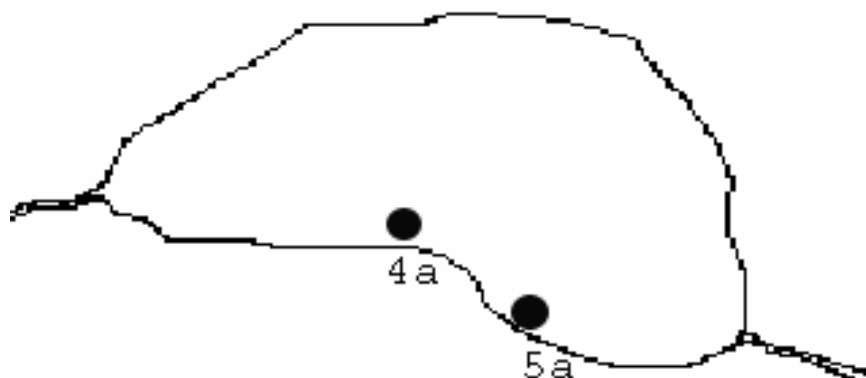


Рис. 2. Схема отбора проб в прибрежьи оз. Старушечье

Таблица 1

**Гидрологические и гидрохимические характеристики озёр Кривое и Старушечье**

Характеристики		Кривое		Старушечье
		1968–1969 гг.	2002–2004 гг.	2002–2004 гг.
Площадь зеркала, км <sup>2</sup>		0.5	0.5	0.07
Глубина максимальная, м		32.0	32.0	9.0
Глубина средняя, м		11.8	11.8	3.5
Прозрачность воды по белому диску, м		4.0–6.0	4.5–6.8	2.9–3.6
Цветность, град. Pt-Co шкалы		24 (20–0)	30	40–48
Общая минерализация, мг/л		72–105	45–50	45
Содержание кислорода, мг О <sub>2</sub> /л	Поверхность	10.1–10.9	8.6–12.1	8.7–9.8
	Дно	6.1–8.1	4.9–11.4	1.44–7.9
Насыщение воды кислородом, %	Поверхность	92–103	85.4–105.7	82.5–99.4
	Дно	45–63	37.4–86.6	6.6–48.5
Величина рН	Поверхность	7.0–7.4	7.42–7.68	6.84–7.24
	Дно	6.6–6.8	6.85–7.28	5.16–6.88
Общий фосфор, мкг Р/л		14–74	16–56	5–77
Взвешенный фосфор, мкг Р/л		–	1.7–6.7	3–14

Как видно из таблицы 1 гидролого-гидрохимические показатели изучаемых озер близки по своим значениям. Озеро Старушечье проточное.

### Результаты и обсуждение

Список видов мейобентоса озер (Табл. 2) содержит разное их количество: оз. Кривое богаче видами, чем оз. Старушечье. Наибольшее видовое разнообразие характерно для нематод – в оз. Кривое – 11 в., в оз. Старушечье 6 в. Хируномид соответственно 4 в. и 3 в. Мейобентос изученных озер имеет видовой состав, типичный для этого региона.

Таблица 2

Список видов животных мейобентоса озер Кривое и Старушечье

Группы и виды животных	Оз. Кривое	Оз. Старушечье
Nematoda		
1. <i>Brevitobrilus stefanski</i> Tsal.	+	–
2. <i>Neotobrilus longus rossicus</i> Tsal	+	
3. <i>Tripyla glomerans</i> Bast.	+	–
4. <i>Eudorylaimus carteri</i> (Bast.)	+	–
5. <i>Ironus ignavus</i> Bast.	+	+
6. <i>Paramononchus alimovi</i> Tsal.	–	+
7. <i>Chromadorita leuckarti</i> (de Man)	–	+
8. <i>Dorylaimus stagnalis</i> Dujard.	–	+
9. <i>Paractinolaimus macrolaimus</i> (de Man)	–	+
10. <i>Plectus tenuis</i> Bast.	+	+
11. <i>Aphanojaimus aquaticus</i> Dad.	+	–
12. <i>Euteratocephalus palustris</i> (de Man)	+	–
13. <i>Achromadora terricola</i> (de Man)	+	–
14. <i>Prismatolaimus intermedius</i> (Bütsch.)	+	–
15. <i>Prodesmodora circulata</i> (Micol.)	+	–
Cladocera		
16. <i>Chydorus sphaericus</i> (O.F. Müller)	+	–
17. <i>Alona quadrangularis</i> (O.F. Müller)	+	–
Cyclopoida		
18. <i>Cyclops</i> sp.	+	–
Chironomidae		
19. <i>Cladotanytarsus mancus</i> Walk.	+	–
20. <i>Tanytarsus lobatifrons</i> Kieff	–	+
21. <i>Psectrocladius</i> sp. K	+	–
22. <i>Pseudochironomus</i> sp. Mall.	+	–
23. <i>Cryptochironomus defectus</i> Kieff	–	+
24. <i>Polypedilum nubeculosum</i> Mg.	–	+
25. <i>Stictochironomus histrio</i> F.	+	–
Harpacticoida		
26. <i>Canthocamptus staphylinus</i> Jur.	+	–
Ostracoda		
27. <i>Candona candida</i> O.F. Müller	+	–
Oligochaeta		
28. Tubificidae	+	+
Всего	21	9

В таблицах 3 и 4 сравниваются сезонные изменения численности и биомассы мейобентоса изучаемых озер. Год для сравнения выбран типичный – по совокупности признаков. Видно, что основу численности в обоих озерах создавали нематоды и олигохеты, а основная биомасса мейобентоса приходилась на водяных клещей, олигохет, хируномид. Общие численность и биомасса мейобентоса в озерах различались слабо.

Таблица 3

**Численность (числитель в тыс. экз./м<sup>2</sup>) и биомасса (знаменатель в г/м<sup>2</sup>) мейобентоса прибрежья оз. Кривое в 2003 г.**

Группы животных	июнь	июль	август	Ср за сезон
Nematoda	15.0/0.07	11.8/0.045	3.0/0.019	9.9/0.04
Ostracoda				-
Cyclopoida			1.0/0.03	0.4/0.01
Harpacticoida		0.5/0.01	0.5/0.005	0.4/0.005
Cladocera	1.0/0.05		6.0/0.29	2.5/0.02
Hydracarina	1.0/0.05	1.5/0.14	6.0/3.28	2.8/1.20
Эвмейобентос	17.0/0.17	13.8/0.195	16.5/3.624	16.0/1.275
Oligochaeta	3.2/0.39	2.0/0.24	1.0/0.12	2.0/0.23
Chironomidae	5.2/0.64	4.0/0.28	8.0/0.62	5.8/0.49
Псевдомейобентос	8,4/1.03	6.0/0.52	9,0/0.74	7.8/0.72
Мейобентос	25.4/1.20	19,8/0.715	25,5/4.364	23.7/1.995

Таблица 4

**Численность (числитель в тыс. экз./м<sup>2</sup>) и биомасса (знаменатель в г/м<sup>2</sup>) мейобентоса прибрежья оз. Старушечье в 2003 г.**

Группы и виды животных	июнь	июль	сентябрь	Ср. за сезон
Nematoda	14.5/0.065	7.0/0.021	17.0/0.049	12.8/0.045
Ostracoda	-	3.0/0.45	-	1.0/0.15
Cyclopoida	-	2.0/0.065	-	0.7/0.022
Haracticoida	-	1.0/0.02	1.0/0.02	0.7/0.01
Cladocera	-	2.0/0.07	-	0.7/0.02
Hydracarina	2.5/0.50	8.0/0.603	-	3.5/0.37
Эвмейобентос	17.0/0.565	23.0/1.23	18.0/0.07	19.4/0.617
Oligochaeta	24.0/2.88	13.0/1.44	3.0/0.36	13.3/1.58
Chironomidae	-	1.0/0.07	4.0/0.28	1.7/0.12
Псевдомейобентос	24.0/2.88	14.0/1.51	7.0/0.64	15.0/1.70
Мейобентос	41.0/3.445	37.0/2.74	25.0/0.71	34.4/2.317

Таблица 5

**Численность (тыс. экз./м<sup>2</sup>) и биомасса (г/м<sup>2</sup>) мейобентоса прибрежья оз. Кривое в разные годы**

Группы животных	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Nematoda	3.9/0.021	12.0/0.06	10.3/0.064	16.2/0.08	11.6/0.028	12.2/0.10	5.6/0.02
Ostracoda		0.2/0.04	0.1/0.01	0.1/0.01			
Cyclopoida	0.2/0.005	0.2/0.01	0.6/0.02	0.3/0.01	0.4/0.01	0.5/0.02	0.7/0.04
Haracticoida	0.2/0.002	1.4/0.02	1.8/0.03	4.0/0.05	6.1/0.06	0.8/0.01	0.7/0.01
Cladocera	1.8/0.04	3.2/0.08	2.8/0.14	3.5/0.08	6.6/0.42	4.2/0.31	5.4/0.37
Hydracarina		4.5/1.06	9.2/1.47	8.5/1.40	6.5/0.94	3.8/0.56	1.2/0.20
Эвмейобентос	6.1/0.068	21.5/1.27	24.8/1.734	32.6/1.63	31.2/1.458	21.5/1.00	13.6/0.64
Oligochaeta	3.8/0.47	4.2/0.48	4.6/0.55	3.2/0.36	13.3/1.12	7.2/0.76	2.0/0.24
Chironomidae	5.8/0.43	8.1/0.61	7.2/0.51	8.8/0.61	10.2/0.62	12.2/1.39	7.7/0.49
Псевдомейобентос	9.6/0.90	12.3/1.09	11.8/1.06	12.0/0.97	23.5/1.74	19.4/2.15	9.7/0.73
Мейобентос	15.7/0.968	33.8/2.36	36.6/2.794	44.6/2.60	54.7/3.198	40.9/3.15	23.3/1.37

Таблица 6

Численность (тыс. экз./м<sup>2</sup>) и биомасса (г/м<sup>2</sup>) мейобентоса прибрежья оз. Старушечьего в разные годы

Группы животных	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Nematoda	1.6/0.006	12.8/0.045	9.0/0.057	11.0/0.063	4.0/0.011	6.7/0.05	3.3/0.02
Ostracoda	–	1.0/0.15		1.0/0.15	2.0/0.30	1.0/0.01	0.2/0.03
Cyclopoida	0.1/0.004				1.0/0.062	1.0/0.04	
Haracticoida	0.5/0.005	0.7/0.022		5.0/0.05	1.0/0.01	1.7/0.02	2.0/0.09
Cladocera	0.1/0.002	0.7/0.02	1.0/0.252		13.0/0.806	2.7/0.20	2.5/0.189
Hydracarina	–	3.5/0.37	3.0/0.54	9.0/1.17	4.0/0.64	2.7/0.39	2.0/0.26
Эвмейобентос	2.4/0.017	19.4/0.617	13.0/0.849	26.0/1.439	25.0/1.829	15.8/0.71	10.0/0.589
Oligochaeta	2.8/0.33	13.3/1.58	3.0/0.36	8.0/0.96	3.0/0.30	66.3/8.00	9.5/1.38
Chironomidae	2.5/0.18	1.7/0.12		6.0/0.42	2.0/0.14	4.7/0.35	7.6/0.40
Псевдомейобентос	5.3/0.51	15.0/1.70	3.0/0.36	14.0/1.38	5.0/0.44	71.0/8.35	17.1/1.78
Мейобентос	7.7/0.527	34.4/2.317	16.0/1.209	40.0/2.812	30.0/2.269	86.8/9.06	27.1/2.369

Межгодовые колебания численности и биомассы в озерах оказались незначительны. За исключением первого и последнего лет наблюдения в оз. Старушечье, когда эти показатели сильно различались. Эти различия в оз. Кривое тоже наблюдались, но были выражены в меньшей степени.

Таблица 7

Структурно-функциональные характеристики мейобентоса оз. Кривое (прибрежье) в 2002–2008 гг.

Характеристики	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
N тыс. экз./м <sup>2</sup>	3.9	36.1	35.4	42.2	54.7	40.9	23.3
B, г/м <sup>2</sup>	0.968	2.08	2.44	2.88	3.198	3.15	1.37
B, Кдж/м <sup>2</sup>	5.30	11.4	11.85	13.99	15.53	18.27	7.95
P, Кдж/м <sup>2</sup>	17.22	27.5	33.75	45.46	50.48	58.64	25.74
R, Кдж/м <sup>2</sup>	34.96	58.1	67.4	92.29	102.48	118.52	52.27
A, Кдж/м <sup>2</sup>	52.18	85.6	101.1	137.75	152.96	177.16	78.02
P/R	0.49	0.48	0.49	0.49	0.49	0.50	0.49
P/B	3.25	2.98	3.24	3.25	3.25	3.20	3.24
K <sub>2</sub>	0.33	0.32	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33

Таблица 8

Структурно-функциональные характеристики мейобентоса оз. Старушечье (прибрежье) в 2002–2008 гг.

Характеристики	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
N тыс. экз./м <sup>2</sup>	7.7	34.4	8.0	20.0	10.0	86.8	27.1
B, г/м <sup>2</sup>	0.527	2.317	0.61	1.40	0.76	9.06	2.369
B, Кдж/м <sup>2</sup>	2.89	12.70	3.34	7.67	4.39	52.55	12.98
P, Кдж/м <sup>2</sup>	8.38	41.27	9.69	24.93	14.26	170.78	41.53
R, Кдж/м <sup>2</sup>	17.01	87.76	2059	52.98	30.29	346.74	88.26
A, Кдж/м <sup>2</sup>	25.39	129.03	30.28	77.91	44.55	517.52	129.79
P/R	0.49	0.47	0.47	0.47	0.47	0.49	0.47
P/B	2.90	3.25	2.90	3.25	3.25	3.25	3.20
K <sub>2</sub>	0.33	0.32	0.32	0.32	0.32	0.33	0.32

Структурно-функциональные характеристики мейобентоса изученных озер в разные годы колебались незначительно. Более существенно эти показатели изменялись в оз. Старушечье, в котором гидролого-гидрохимические показатели изменялись в большей степени, чем в оз. Кривое. Это обусловлено большей проточностью оз. Старушечьего и вследствие этого большим изменениям уровня воды, в зависимости от различных межгодовых климатических колебаний.

### Выводы

- В составе мейобентоса прибрежной зоны обнаружен 21 вид в оз. Кривое и 9 видов в оз. Старушечье, наибольшее число видов отмечено среди нематод, олигохет и насекомых.

- В мейобентосе доминировали по численности нематоды (35%) и хирономиды (24%), по биомассе – водные клещи (44%) и хирономиды (25%). Выявлены межгодовые и сезонные различия в распределении биомассы и численности мейобентоса в изученной зоне.
- Средняя за сезон продукция мейобентоса – 30 кДж/м<sup>2</sup> в оз. Кривом и 24 кДж/м<sup>2</sup> в оз. Старушечьем. Значения Р/В коэффициентов в озерах варьировали от 3.2 до 3.3.
- Беспозвоночные мейобентоса прибрежья играют важную роль в трофической сети озера. Отдельные группы мейобентоса (нематоды, ракообразные, хирономиды и олигохеты) используются в пищу животными макробентоса (амфиподами, водными насекомыми и рыбами).

#### Литература

Петухов В. А., Березина Н. А., 2007. Многолетние изменения структурно-функциональных характеристик мейобентоса и макробентоса двух озер Карельского севера. Актуальные вопросы изучения микро-, мейозобентоса и фауны зарослей пресноводных водоемов // Международная школа-конференция Борок 2007. Тематические лекции и материалы. Борок. С. 226–230.

Berezina Nadezhda A., Petukhov Vasilij A., 2006. Productivity and trophic relations in shallow littoral zone of Lake Krivoe (Northern Karelia): meiobenthos and macrozoobenthos. Zoological sessions annual reports 2005. St.Petersburg. Vol. 310. P. 15–24.

### MEIOBENTHOS OF THE COASTAL ZONE OF TWO LAKES (NORTHERN KARELIA)

V. A. Petukhov

Zoological Institute of the Russian Academy of Sciences, St. Petersburg, Russia  
e-mail: vpetukhov@list.ru

The species composition of meiobenthos in the two Karelian lakes is presented. Long-term changes of structural and functional characteristics of the meiobenthos in the coastal zone are discussed. In the Lake Krivoe abundance fluctuated from 1 to 111 thousands ind./m<sup>2</sup>, biomass – from 0.01 to 111 g WW/m<sup>2</sup>, in the Lake Starushech'e – respectively from 25 to 41 ind./m<sup>2</sup> and from 0.71 to 3.445 g WW/m<sup>2</sup>. Up to 60% of the meiofauna abundance fell to the share of nematodes and biomass – to the share of oligochaetes, arachnids and chironomids. The most frequently occurred nematode species were *Dorylaimus stagnalis*, *Tripyla glomerans*, *Ironus ignavus* and *Plectus tenuis*.

### ХЛОРОРГАНИЧЕСКИЕ ПЕСТИЦИДЫ И ПОЛИХЛОРБИФЕНИЛЫ В РЫБАХ БАРЕНЦЕВА МОРЯ

Н.Ф. Плотичина, Т.А. Зимовейскова

Полярный научно-исследовательский институт морского рыбного хозяйства и океанографии  
им. Н.М. Книповича (ПИНРО), г. Мурманск, Россия  
e-mail: nplotits@pinro.ru

#### Введение

Среди токсикантов глобального распространения выделяется группа хлорированных углеводородов, не имеющих природных аналогов. В эту группу входят хлорорганические пестициды (ХОП) и полихлорбифенилы (ПХБ) – химические вещества, широко применяющиеся в сельском хозяйстве и промышленности. Все они очень устойчивы и в то же время летучи и переходят в атмосферу в виде паров и аэрозолей, а впоследствии выпадают с осадками на поверхность суши, морей и океанов. Многолетнее бесконтрольное использование этих соединений привело к их повсеместному распространению, накоплению в биотических и абиотических компонентах наземных и морских экосистем (Мониторинг фонового загрязнения ..., 1986; Мониторинг фонового загрязнения ..., 1987).

#### Материал и методика

В данной работе использованы пробы рыб, собранные в различных промысловых районах Баренцева моря в рейсе № 64 НИС «Смоленск» в октябре-декабре 2007 г.

Отбор, подготовка и анализ биологических проб выполнены в соответствии с методическими руководствами ФАО и ИКЕС (ICES Guidelines ..., 1984; Manual of Methods in Aquatic Environment Research. Part 2 ..., 1976; Manual of Methods in Aquatic Environment Research. Part 3..., 1976).