

УДЕЛЬНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ^{137}Cs В МЫШЦАХ ПЛОТВЫ (*Rutilus rutilus* (L.)) В ЗАВИСИМОСТИ ОТ МАССЫ ОСОБИ© 2010 О. Л. Зарубин¹, А. А. Залиский², В. А. Костюк¹, Е. Н. Волкова³, В. В. Беляев³, И. А. Малюк¹¹Институт ядерных исследований НАН Украины, Киев²Государственное специализированное научно-производственное предприятие «Экоцентр», Чернобыль³Институт гидробиологии НАН Украины, Киев

В 1998 - 2009 гг. исследовали удельное содержание ^{137}Cs в мышцах плотвы (*Rutilus rutilus* (L.)) Каневского водохранилища, р. Припять и водоема-охладителя ЧАЭС. Во всех сериях образцов мышц плотвы из разных водоемов удельное содержание ^{137}Cs не зависело от массы особи.

Ключевые слова: рыбы, плотва, содержание ^{137}Cs , мышцы, масса особи.

Введение

После аварии на ЧАЭС обнаружили, что у рыб некоторых видов в более крупных особях удельное содержание ^{137}Cs больше, чем в экземплярах меньших размеров. Этому явлению было дано наименование «размерный эффект» [1, 2]. Обычно положительный размерный эффект регистрировался в рыбах высших трофических уровней – ихтиофагах и рыбах смешанного типа питания, с увеличением возраста переходящих на облигатное хищничество [3 - 6].

Вероятно, проявление положительного размерного эффекта в накоплении ^{137}Cs связано с пищевым поведением рыбы с изменением возраста и увеличением биологического периода полувыведения радиоцезия с возрастом [2, 7]. Но по данным наших исследований у некоторых видов рыб какой-либо размерный эффект отсутствовал [8, 9], а в некоторых случаях регистрировалась отрицательная зависимость в удельном содержании ^{137}Cs с увеличением возраста.

Плотва широко распространена в Европе. В России восточная граница ее ареала достигает р. Лена. Встречается плотва и на опресненных участках южных морей на территории бывшего СССР. Обитает плотва в мелких и крупных реках и озерах, водохранилищах. На территории Украины плотва распространена повсеместно.

Питание плотвы, в основном, состоит из зообентоса, причем более крупные экземпляры могут переходить почти на 100 %-ное питание моллюсками, основную часть которых составляет моллюски рода дрейссена [10].

Плотва в народно-хозяйственном плане – ценный промысловый вид, а также объект любительского лова.

Существует несколько разновидностей плотвы, например каспийская вобла, тарань, аральская плотва. Даже на территории одного водохранилища могут встречаться разные формы

плотвы, различающиеся размерно-весовыми характеристиками и спектром питания.

Широкий ареал, важное народно-хозяйственное значение и недостаточно изученные особенности накопления ^{137}Cs плотвой из разных водоемов вызывают научный и практический интерес, который обусловил появление данной статьи.

Материал и методика исследований

В 1998 - 2009 гг. отлов плотвы проводился сотрудниками институтов ядерных исследований и гидробиологии НАН Украины на акватории водоема-охладителя ЧАЭС (ВО), Каневском водохранилище р. Днепр любительскими снастями (спиннинг, удочка) и ставными сетями с размером ячеи от 20 до 60 мм. В 1998 - 2005 гг. аналогичными средствами плотва эпизодически отлавливалась на акватории р. Припять в пределах 30-километровой зоны ЧАЭС.

Подготовка проб к измерениям заключалась в отделении мышц с последующей гомогенизацией отобранного материала.

Измерения содержания ^{137}Cs в мышцах проводились стандартными методами гамма-спектрометрии. Удельная радиоактивность рассчитывалась на сырую массу. Статистическая и графическая обработка результатов измерений проводилась с использованием пакета прикладных программ Excel.

Часть работ на ВО была проведена совместно с «Экоцентром» при поддержке проекта INTAS 01 Poll-0556 RESPOND.

Зависимость удельного содержания ^{137}Cs в мышцах плотвы от массы исследовалось методом регрессивного анализа. Определялись **a** – коэффициент, характеризующий наклон линии регрессии, **b** – точка пересечения линии регрессии с ординатой, $\langle A \rangle$ – среднее значение удельной активности, STD – среднеквадратичное отклонение.

Результаты исследований и их обсуждение

Для получения наиболее точных результатов мы анализировали содержание ^{137}Cs в особях плотвы, отобранных в одной точке исследуемого водоема в максимально короткий отрезок времени. Таким способом мы стремились к минимизации возможного влияния на содержание ^{137}Cs в рыбах потенциально действующих факторов (сезонные и кратковременные изменения гидрометеорологических, гидрологических и гидрохимических параметров водоема, температуры воды и др.). Так как в большинстве случаев собственно возраст отобранных особей рыб нами не определялся, здесь рассматривается зависимость содержания ^{137}Cs от массы особи.

По сравнению с другими исследованными водоемами рыбные запасы Каневского водохранилища значительно скуднее в результате браконьерства, интенсивного промышленного и любительского лова и антропогенной нагрузки на данный водоем. Поэтому количество отобранных особей плотвы здесь меньше, чем в р. Припять и ВО.

Как правило, удельное содержание ^{137}Cs в плотве Каневского водохранилища не зависит от массы особи. Иногда в сериях, протяженных во времени от нескольких дней до нескольких недель (серии 2006 – 2008 гг.), наблюдается тенденция к проявлению положительного размерного эффекта (таблица).

Зависимость удельного содержания ^{137}Cs в плотве от массы особи

Водоем, район отбора	Период отбора	n, шт.	Диапазон масс, г	Параметры регрессии			<A> ± STD, Бк/кг
				a ± 2STD, (Бк/кг)/г	b, Бк/кг	r ²	
Каневское вдхр.	03.04.1998	9	54 - 360	0 ± 0,04	44,4	-	44,8 ± 4
Каневское вдхр.	21.11.2000	12	91 - 956	0	13,6	-	15,7 ± 29
Каневское вдхр.	10.01.2001	7	150 - 800	0	14,8	-	15,5 ± 1,9
Каневское вдхр.	11.04.2001	29	20 - 584	0 ± 0,02	11,2	-	11,2 ± 4,1
Каневское вдхр.	01.02.2002	53	15 - 391	-0,03 ± 0,02	21,3	0,48	14,9 ± 6,9
Каневское вдхр.	01 - 05.05.2005	25	28 - 713	0	6,8	-	7,6 ± 2,4
Каневское вдхр.	16.08 - 07.09.2006	23	33 - 521	0,01	5,7	0,58	7,6 ± 1,4
Каневское вдхр.	03.04 - 14.07.2008	22	21 - 737	0,01	6,1	0,83	7,5 ± 1,84
Припять, Кривая Гора	25.03 - 04.04.1998	28	200 - 1240	0	116	-	119 ± 43
Припять, Оташев	20.05 - 29.05.1999	54	8 - 347	-0,56 ± 0,36	277	0,14	236 ± 110
ВО ЧАЭС	25.03 - 06.04.1998	35	365 - 985	0,62 ± 1,24	3359	0,03	3800 ± 605
ВО ЧАЭС	21.06.1998	8	105 - 515	0,64 ± 3,06	3387	0,03	3529 ± 510
ВО ЧАЭС	19.10 - 19.11.2002	14	516 - 1266	0,25 ± 0,91	2532	0,02	2750 ± 350
ВО ЧАЭС	06.03 - 16.03.2003	67	6 - 1397	-0,57 ± 1,50	3227	0,06	2718 ± 491
ВО ЧАЭС	29.04.2003	13	421 - 1060	0 ± 1,2	2372	-	2352 ± 359
ВО ЧАЭС	08.07.2003	7	407 - 676	-1,4 ± 3,6	3313	0,1	2497 ± 425
ВО ЧАЭС	31.07 - 03.08.2003	18	449 - 1177	0,53 ± 1,26	2552	0,04	2922 ± 415
ВО ЧАЭС	10.09 - 16.06.2003	29	167 - 1027	0,10 ± 0,45	2579	0,01	2633 ± 397
ВО ЧАЭС	17.10.2003	20	90 - 970	0,14 ± 0,37	2556	0,03	2623 ± 247
ВО ЧАЭС	24.08.2004	7	174 - 880	-1,7 ± 3,6	3970	0,15	3239 ± 1150

Следует отметить, что в Каневском водохранилище обитает несколько форм плотвы, различающихся спектром питания и размерно-весовыми характеристиками. Существует исходная речная форма и более крупная озерная форма, формировавшаяся при заполнении водохранилища. В результате искусственного заселения присутствует быстрорастущая озерная форма, внесенная из Кременчугского водохранилища. Встречается, хотя и значительно реже, чем другие формы, карликовая форма плотвы. Следовательно, в серии проб, отбираемых на протяжении нескольких дней - недель могли войти особи плотвы, представленные формами и популяция-

ми с несколько различающимся удельным содержанием ^{137}Cs .

Кроме того, у всех видов рыб существуют индивидуальные различия в удельном содержании ^{137}Cs , не зависящие от массы особи. Так, у плотвы сходного размера и массы содержание ^{137}Cs может достоверно различаться до двух-трех раз.

Таким образом, можно предположить, что на акватории Каневского водохранилища на содержание ^{137}Cs в отдельных особях плотвы в основном влияют индивидуальные особенности организма и принадлежность рыбы к определенной форме и/или популяции.

На акватории р. Припять в пределах 30-километровой зоны и ВО количество особей в отобранных сериях плотвы было значительно больше, чем в Каневском водохранилище (см. таблицу).

По сравнению с Каневским водохранилищем, где содержание ^{137}Cs в отдельных особях плотвы сходной массы, отобранных в одно время в одной точке водоема одним способом, может различаться в два-три раза (как и у большинства всех изученных видов рыб-бентофагов), такие различия в плотве р. Припять могут увеличиваться до 10 и более раз, что, очевидно, связано с миграциями стайных речных рыб-бентофагов по неравномерно загрязненной радионуклидами акватории реки на территории 30-километровой зоны ЧАЭС [11, 12].

Положительный размерный эффект в содержании ^{137}Cs в плотве р. Припять не был зарегистрирован (см. таблицу). Более того, в особях, отобранных в мае 1999 г. в районе с. Оташев, наблюдалась тенденция отрицательного размерного эффекта, более выраженная у рыб массой до 100 г ($(a \pm 2\text{STD}) = (2,15 \pm 1,74)$, $r^2 = 0,14$, $n = 39$)).

По нашим наблюдениям, на ВО обитают две формы плотвы: первая – исходная речная, поступившая из р. Припять при заполнении водоема в

конце 70-х годов прошлого века; вторая, более крупная, – озерная, она начала формироваться после заполнения водоема.

Как и в Каневском водохранилище, одноразмерные особи плотвы ВО отличаются между собой по удельному содержанию ^{137}Cs незначительно – в 1,5-2, максимум – в 3 раза.

В ВО не была обнаружена зависимость удельного содержания ^{137}Cs в плотве от массы особи (см. таблицу).

Выводы

В результате исследований, проведенных в 1998 - 2009 гг. на акватории Каневского водохранилища, р. Припять и ВО, установлено, что удельное содержание ^{137}Cs в мышцах плотвы достоверно не зависит от массы особи.

Широкий ареал, отсутствие проявлений размерного эффекта в удельном содержании ^{137}Cs в плотве может позволить использовать плотву (*Rutilus rutilus* (L.)) как удобный и относительно стабильный объект для радиационного контроля и мониторинга, изучения миграции ^{137}Cs по пищевым цепям, моделирования и прогнозирования радиоэкологических ситуаций в водных экосистемах.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Рябов И. Н. Радиоэкология рыб водоемов в зоне влияния аварии на Чернобыльской АЭС: по материалам экспедиционных исследований. - М.: Изд-во Товарищества научных знаний КМК, 2004. - 215 с.
2. Koulikov A. O., Rybov I. N. Specific Cesium Activity in Freshwater Fish and Size Effect // Sci. Total Environ. - 1992. - Vol. 112. - P. 125 - 142.
3. Рябов И. Н., Белова Н. В. Полевые исследования сезонных и возрастных изменений в рационе рыб // Моделирование и изучение механизмов переноса радиоактивных веществ из наземных экосистем в водные объекты зоны влияния Чернобыльской аварии: Заключительный отчет КЕС-СНГ совместной программы по изучению последствий Чернобыльской катастрофы (ЕСР-3). - Чернобыль, 1996. - С. 101 - 124.
4. Хаддеринг Р., Насвит О., Рябов И. и др. Полевые исследования размерного эффекта в накоплении Cs-137 у рыб // Там же. - С. 85 - 100.
5. Kryshev I. I., Sazykina T. G., Rybov I. N. et al. Model testing using Chernobyl data: II. Assessment of the consequences of the radioactive contamination of the Chernobyl nuclear power plant cooling pond // Health Physics Society. - № 0017-9078/96. - P. 13 - 17.
6. Насвит О. И., Фомовский М. А., Кленус В. Г. Содержание радионуклидов в гидробионтах водоемов зоны ЧАЭС // Радиоэкология водных объектов зоны влияния аварии на Чернобыльской АЭС. - К.: Чернобыльтехинформ, 1997. - С. 215 - 222.
7. Lindner G., Preiffer W., Robnins J. A., Recknagel E. Long-lived Chernobyl Radionuclides in Lake Constance: Speciation, Sedimentation and Biological Transfer, Proceedings of the XVth // Regional Congress of IRPA. - Visby, Gotland, Sweden, 1989. - P. 295 - 300.
8. Зарубин О. Л. Содержание цезия-137 в густере водоема-охладителя ЧАЭС // Матеріали щорічної наукової конференції Ін-ту ядерних досл. - К., 1997. - С. 361 - 364.
9. Зарубин О. Л. Влияние доступности корма на накопление ^{137}Cs рыбами в водоеме-охладителе Чернобыльской АЭС // Гидробиол. журн. - 2005. - Т. 41, № 2. - С. 58 - 72.
10. Беспозвоночные и рыбы Днепра и его водохранилищ / Л. Н. Зимбалевская, П. Г. Суховайн, М. И. Черногоренко и др.; Отв. ред. Г. И. Щербак. - К.: Наук. думка, 1989. - 248 с.
11. Зарубин О. Л., Залиський О. О. Радіоактивне забруднення водних рослин і тварин р. Прип'ять // Бюлетень екологічного стану зони відчуження та зони безумовного (обов'язкового) відселення. - 2002. - № 1 (19). - С. 39 - 47.
12. Зарубин О. Л., Залиський А. А., Лукашев В. Д., Головач Л. А. Влияние пространственного расположения и гидрологических факторов на радиационное загрязнение биоты различных участков реки Припять на территории 30-км зоны ЧАЭС // Наукові і технічні аспекти Чорнобиля: Зб. наук. ст. - К.: Політехніка, 2002. - Вип. 4. - С. 456 - 462.

**ПИТОМИЙ ВМІСТ ^{137}Cs У М'ЯЗАХ ПЛІТКИ (*RUTILUS RUTILUS* (L.))
В ЗАЛЕЖНОСТІ ВІД МАСИ ОСОБИНИ**

О. Л. Зарубін, О. О. Заліський, В. А. Костюк, О. М. Волкова, В. В. Бєляєв, І. А. Малюк

У 1998 - 2009 рр. досліджували питомий вміст ^{137}Cs в м'язах плітки (*Rutilus rutilus* (L.)) Канівського водосховища, р. Прип'ять і водойми-охолоджувача ЧАЕС. У всіх серіях зразків м'язів плітки з різних водоймищ питомий вміст ^{137}Cs не залежав від маси особини.

Ключові слова: риби, плітка, вміст ^{137}Cs , м'язи, маса особини.

**SPECIFIC CONTENT OF ^{137}Cs IN *RUTILUS RUTILUS* (L.) MUSCLES
DEPENDING ON WEIGHT OF THE INDIVIDUAL**

O. L. Zarubin, O. O. Zalissky, V. A. Kostyuk, O. M. Volkova, V. V. Belyev, I. A. Maljuk

Specific content of ^{137}Cs in muscles of *Rutilus rutilus* (L.) of Kanevskoe reservoir, the river Pripyat and cooling-pond of ChNPP investigated depending on weight of the individual during the period from 1998 till 2009. In all series of samples of muscles of *R. rutilus* from different reservoirs the specific content of ^{137}Cs did not depend on the weight of the individual.

Keywords: fishes, *Rutilus rutilus* L., content of ^{137}Cs , muscles, weight of individual.

Поступила в редакцію 08.02.10,
после доработки - 15.07.10.