

СОДЕРЖАНИЕ ^{137}Cs В МЫШЦАХ ГОЛАВЛЯ (*Leuciscus cephalus* L.) В ЗАВИСИМОСТИ ОТ МАССЫ ОСОБИ

О. Л. Зарубин

Институт ядерных исследований НАН Украины, Киев

После аварии на ЧАЭС исследовали содержание ^{137}Cs в мышцах голавля (*Leuciscus cephalus* L.) в зависимости от массы особи. Как правило, с увеличением массы содержание ^{137}Cs повышается. В различных диапазонах массы зависимость содержания ^{137}Cs от массы особи неодинакова. В одном единственном случае зарегистрировано достоверное снижение содержания ^{137}Cs в мышцах с увеличением массы особи.

Ключевые слова: голавль, ^{137}Cs , мышцы, масса особи.

Введение

Через некоторое время после аварии на ЧАЭС обнаружили, что у рыб одного вида более крупные особи содержат больше ^{137}Cs , чем экземпляры меньших размеров. Этому явлению было дано наименование «размерный эффект» [1, 2].

В накоплении ^{137}Cs некоторыми видами рыб иногда регистрируется положительный размерный эффект [3 - 5]. Как правило, приводится анализ данных содержания ^{137}Cs в рыбах высших трофических уровней – ихтиофагах и рыбах смешанного типа питания, с увеличением возраста переходящим на облигатное хищничество [6]. По-видимому, 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]. В то же время, по данным наших исследований, у некоторых видов рыб данный положительный размерный эффект отсутствовал [8, 9], а при определенных условиях, например недостаток пищи, в некоторых случаях наблюдалось снижение содержания ^{137}Cs с увеличением массы особи [9], т. е. эффект был отрицательным. Кроме того, возможно полярное изменение направленности размерного эффекта в содержании ^{137}Cs с достижением особями рыб определенного возраста. Так, в 1993 г. в чехони водоема-охладителя ЧАЭС положительный размерный эффект содержания ^{137}Cs регистрировался у особей в возрасте от 1 до 7 лет, а в особях 8 и 9 лет содержание ^{137}Cs последовательно снижалось, что свидетельствует о проявлении отрицательного размерного эффекта содержания ^{137}Cs в чехони старших возрастных групп. Схожая ситуация наблюдалась и в 1994 г. [10].

Ранее считалось, что голавль не имеет хозяйственного значения, являясь только объектом спортивного рыболовства [11, 12]. Однако в последние годы этот вид все чаще начинает встречаться как и в любительских, так и в промышленных уловах.

В 1986 - 1988 гг. в водоеме-охладителе ЧАЭС голавль нами был отмечен лишь дважды. В дальнейшем количество особей данного вида в уловах увеличивалось. Так, по данным «Экоцентра» (г. Чернобыль), вклад голавля в научно-исследовательские отловы с 1991 - 1995 гг. по 1997 г. повысился в три с лишним раза (с 3,4 до 11,0 %).

Официальные данные (Государственный комитет рыбного хозяйства Украины, Институт рыбного хозяйства (Киев)) по вкладу голавля в отловы, производившиеся на Каневском водохранилище, отсутствуют, однако, по нашим наблюдениям, с 1988 по 2007 г. количество этого вида здесь увеличилось примерно вдвое. Хотя и в небольших количествах, голавль стал регулярно встречаться в промышленных уловах.

Причина увеличения численности голавля в исследуемых водоемах не рассматривается в представляемой статье, но сам факт данного явления обуславливает повышение научных интересов в изучении радиоэкологии этого вида.

Материал и методика исследований

В 1986 - 2008 гг. отлов голавля проводился на акватории водоема-охладителя ЧАЭС, в 1986 - 2008 гг. – на акватории Каневского водохранилища р. Днепр, в 1994 г. любительскими снастями (спиннинг, удочка) и ставными сетями с размером ячеи от 20 до 60 мм. В 1998–2005 гг. аналогичными средствами голавль эпизодически отлавливался на акватории р. Припять в пределах 30-километровой зоны ЧАЭС.

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

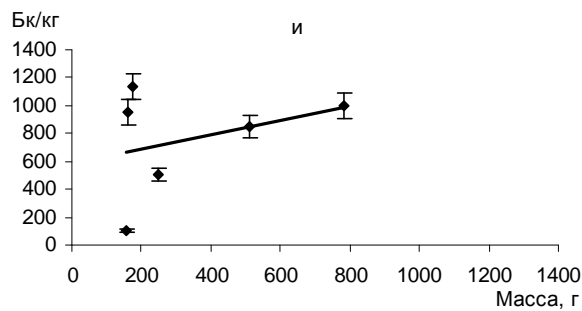
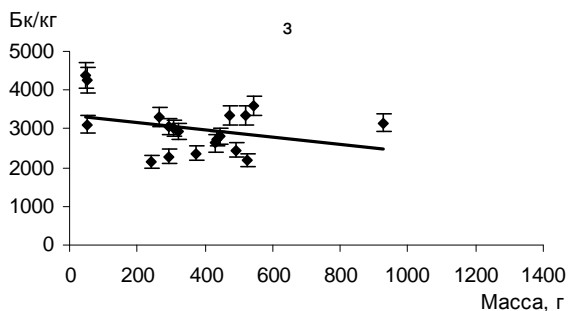
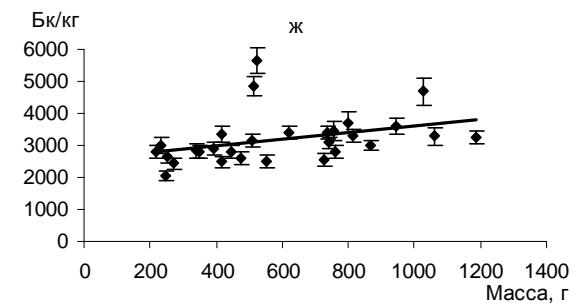
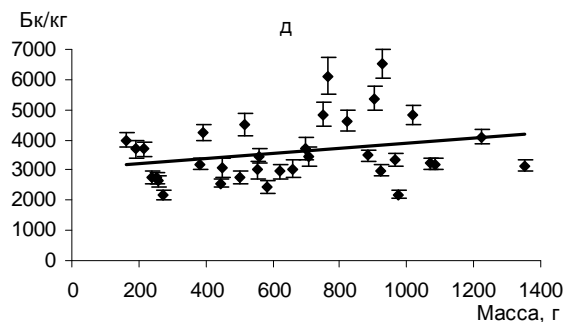
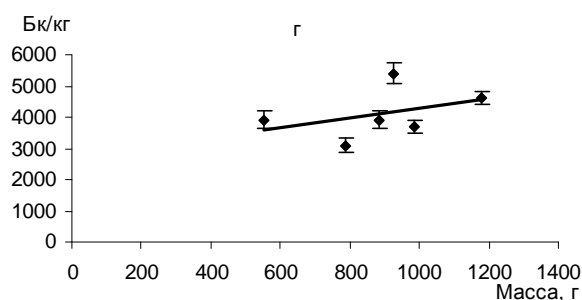
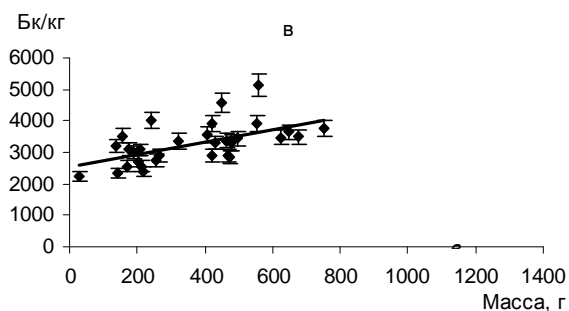
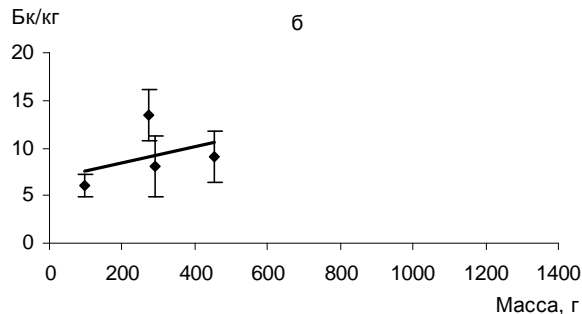
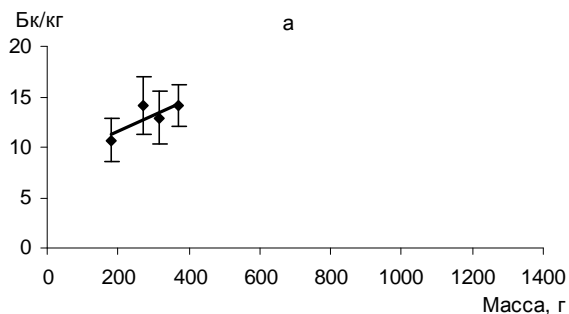
Измерения проводились стандартными методами гамма-спектрометрии. Удельная радиоактивность рассчитывалась на сырую, естественную массу. Статистическая и графическая обработка результатов измерений проводилась с использованием пакета прикладных программ Excel 2003 (лицензия № 42326439).

Результаты исследований и их обсуждение

По данным «Экоцентра» (часть работ произведена в ходе исполнения проекта INTAS 01 Poll-0556 RESPOND) в 1995 и 1996 г. в головле водоема-охладителя ЧАЭС (среднегодовые данные) регистрировалась скачкообразная положительная возрастная динамика содержания ^{137}Cs [10].

Для получения более точных результатов мы анализировали содержание ^{137}Cs в особях голавля, 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, залповые сбросы радионуклидов и др.). Так как в большинстве случаев собственно возраст отобранных особей рыб нами не определялся, то здесь рассматривается зависимость содержания ^{137}Cs от массы особи (рисунок).



Удельное содержание ^{137}Cs в головле в зависимости от массы особи: Каневское водохранилище – а – 21 - 22 августа 2002 г.; б – 20 апреля - 8 мая 2003 г.; водоем-охладитель ЧАЭС – в - 2 июня 2003 г.; г - 1 - 13 августа 2003 г.; д - 10 - 16 сентября 2003 г.; ж - 17 октября 2003 г.; з - 7 июня 2004 г.; р. Припять – и - 30 мая - 4 июня 1998 г. (Бк/кг). Приведены линейные тренды.

В коротких сериях проб голавля, отобранных на акватории Каневского водохранилища в 2002 и 2003 г. в исследуемые отрезки времени, было отобрано по четыре экземпляра, все же в исследуемом диапазоне массы наблюдается четкая тенденция к увеличению содержания ^{137}Cs с увеличением массы особи.

В водоеме-охладителе ЧАЭС также регистрируется увеличение содержания ^{137}Cs в голавле с увеличением массы, причем, как правило, в исследованных диапазонах массы особи эта зависимость достоверна (см. рисунок и его позиции далее).

Здесь периодически наблюдается определенная специфика проявления размерного эффекта. Наиболее выраженный положительный размерный эффект характерен для молодых особей, с массой от 20 до 500 - 800 г (*в*, *д*, *ж*). Затем на некотором отрезке диапазона массы содержание ^{137}Cs увеличивается не так резко, а в отдельных случаях снижается (*в* - 500 - 700 г, *д* - 700 - 1000 г). Далее, с дальнейшим повышением массы, положительный размерный эффект проявляется вновь, но менее выражено по сравнению молодыми особями, обладающими меньшей массой (*в*, *з*); он может отсутствовать (*ж*, *з*) и может быть отрицательным (*д*, *з*), т. е. на этом отрезке диапазона с увеличением массы содержание ^{137}Cs в голавле может снижаться.

Сходные результаты были получены нами при изучении канального сома (*Ictalurus punctatus* (Raf.)) водоема-охладителя ЧАЭС в мае 1999 г. В особях массой от 250 до 650 г содержание ^{137}Cs существенно увеличивалось, затем, до 1100 г, происходило снижение содержания этого радионуклида. В особях массой от 1100 до 2200 г вновь наблюдается положительный размерный эффект в накоплении ^{137}Cs , однако менее выраженный, чем у более молодых особей массой от 250 до 650 г [9]. Вероятно, основными причинами, обуславливающими данное явление, могут быть изменения уровня метаболизма и качественные и количественные изменения в питании рыб различных возрастных групп.

Несмотря на большой разброс значений содержания ^{137}Cs в голавле р. Припять (данные «Экоцентра»), хотя и менее выражено, чем в большинстве серий проб голавля водоема-охладителя ЧАЭС, также заметен положительный размерный эффект в накоплении ^{137}Cs (*и*).

В констатации положительного размерного эффекта в накоплении ^{137}Cs голавлем, единственным исключением является серия, отобранная 7 июня 2004 г. на акватории водоема-охладителя ЧАЭС, в которой отмечено снижение содержания ^{137}Cs при увеличении размера особи (*з*), т.е. регистрировался отрицательный размерный эффект. В настоящее время причины данного исключения нами не установлены. Ожидается, что планируемый в дальнейшем анализ серий образцов мышц других видов рыб водоема-охладителя ЧАЭС, отобранных в этот же период, поможет объяснить данное явление.

Заключение

В 1998 - 2004 гг. на акватории водоема-охладителя ЧАЭС, Каневского водохранилища рек Днепр и Припять в пределах 30-километровой зоны ЧАЭС изучали содержание ^{137}Cs в мышцах голавля в зависимости от массы особи.

В голавле из всех исследованных водоемов обнаружена положительная зависимость содержания ^{137}Cs от массы особи («размерный эффект»). Единственным исключением является серия проб голавля водоема-охладителя ЧАЭС, отобранная 7 июня 2004 г., в которой наблюдается незначительное снижение содержания ^{137}Cs с увеличением массы особи.

В различных исследованных отрезках диапазона массы отдельных особей зависимость содержания ^{137}Cs в мышцах голавля от возраста особи может характеризоваться по-разному.

Как правило, в естественных условиях существования размер и масса особи пропорционально увеличиваются с возрастом, что позволяет связать рост содержания ^{137}Cs в голавле с увеличением возраста. Таким образом, вместо термина «размерный эффект» в большинстве случаев корректнее использовать термин «возрастной эффект».

Положительный возрастной эффект в накоплении ^{137}Cs рыбами, по-видимому, вызван изменением спектра питания рыб с увеличением возраста (полный или частичный переход на хищничество) и снижением уровня метаболизма с увеличением возраста, что снижает скорость выведения из организма ранее накопленного им ^{137}Cs .

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., Ryabov 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 Phys. Society. - № 0017-9078/96. - P. 13 - 17.
 6. Насвит О. И., Фомовский М. А., Кленус В. Г. Содержание радионуклидов в гидробионтах водоемов зоны ЧАЭС // Радиозология 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 Інституту ядерних досліджень. - К., 1997. - С. 361 - 364.
 9. Зарубин О. Л. Влияние доступности корма на накопление ¹³⁷Cs рыбами в водоеме-охладителе Чернобыльской АЭС // Гидробиол. журн. - 2005. - Т. 41, № 2. - С. 58 - 72.
 10. Отчет о научно-исследовательской работе «Изучение влияния ионизирующего облучения на состояние гидробионтов водоемов Зоны отчуждения». - Чернобыль: Государственный Чернобыльский научно-технический центр международных исследований (ЧЕНТЦМИ). - 1996, № ГР 0196V017. - 79 с.
 11. Беспозвоночные и рыбы Днепра и его водохранилищ / Л. Н. Зимбалевская, П. Г. Суховайн, М. И. Черногоренко и др.; Отв. ред. Г. И. Щербак; АН УССР. Ин-т гидробиологии. - К.: Наук. думка, 1989. - 248 с.
 12. Рыбы СССР / Под ред. Г. В. Никольского и В. А. Григораш. - М.: Мысль, 1969. - 446 с.

ВМІСТ ¹³⁷Cs У М'ЯЗАХ ГОЛОВНЯ (*Leuciscus cephalus* L.) ЗАЛЕЖНО ВІД МАСИ ОСОБИНИ

О. Л. Зарубін

Після аварії на ЧАЕС досліджували вміст ¹³⁷Cs в м'язах головня (*Leuciscus cephalus* L.) залежно від маси особини. Як правило, із збільшенням маси вміст ¹³⁷Cs збільшується. У різних діапазонах маси залежність вмісту ¹³⁷Cs від маси особини неоднакова. В одному єдиному випадку зареєстровано достовірне зниження вмісту ¹³⁷Cs у м'язах із збільшенням маси особини.

Ключові слова: головень, ¹³⁷Cs, м'язи, маса особини.

THE ¹³⁷Cs CONTENT IN MUSCLES OF *Leuciscus cephalus* L. DEPENDING ON INDIVIDUAL WEIGHT

O. L. Zarubin

The content of ¹³⁷Cs in muscles of *Leuciscus cephalus* L. was investigated depending on weight of the individual after accident on ChNPP. As a rule, with increase in weight the content of ¹³⁷Cs is increasing. In various ranges of weight dependence of the content of ¹³⁷Cs from weight of the individual is different. In the unique case authentic decrease in the content of ¹³⁷Cs in muscles with increase in weight of the individual is registered.

Keywords: *Leuciscus cephalus* L., ¹³⁷Cs, muscles, weight of individual.

Поступила в редакцію 15.05.09,
после доработки – 16.07.09.