

УДК [577.34:574.63:597.08:581.526.3] (28) (477)

О. Л. Зарубин, И. А. Малюк, В. А. Костюк

**ОСОБЕННОСТИ СОДЕРЖАНИЯ ^{137}Cs У РАЗЛИЧНЫХ
ВИДОВ РЫБ КАНЕВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА НА
СОВРЕМЕННОМ ЭТАПЕ**

На протяжении 2007 г. изучали содержание ^{137}Cs у 20 видов рыб Каневского водохранилища, относящихся к разным экологическим группам. У рыб всех видов содержание ^{137}Cs было намного ниже действующих в Украине норм (ДУ-2006) [3] и не превышало 35 Бк/кг. Наибольшее количество ^{137}Cs характерно для икhtiофагов и рыб смешанного типа питания. Меньше всего ^{137}Cs регистрировалось у бентофагов, планктофагов и фитофагов.

Ключевые слова: рыбы, Каневское водохранилище, содержание ^{137}Cs .

Основными водоисточниками Каневского водохранилища являются р. Десна и Киевское водохранилище, в свою очередь питающиеся реками Днепр, Припять и Тетерев, бассейны которых были значительно загрязнены радионуклидами в результате аварии на ЧАЭС.

Радионуклидное загрязнение Каневского водохранилища проходило в три этапа. Первым из них был краткосрочный острый период, вызванный выпадением радиоактивных аэрозолей на зеркало водохранилища и начавшийся 30 апреля 1986 г. Второе повышенное поступление радионуклидов произошло 16—22 мая 1986 г. и было вызвано «добеганием» загрязненных радионуклидами водных масс с вышерасположенных северных территорий водосбора. Третий этап хронического поступления относительно небольшого количества радионуклидов продолжается по настоящее время. После распада короткоживущих радионуклидов к июню — августу 1986 г. основной вклад в радионуклидное загрязнение рыб Каневского водохранилища начали вносить изотопы цезия, особенно ^{137}Cs .

На берегах Каневского водохранилища расположены Киев и другие города. Практически по всему водохранилищу ведется промышленный и любительский лов, причем вклад несанкционированного лова — как промышленного, так и любительского — в общую добычу рыбы весьма значителен. Так, только по данным Института рыбного хозяйства (г. Киев), в последнее десятилетие ежегодные санкционированные промышленные уловы составляют 250—800 т. В связи с этим актуален анализ содержания ^{137}Cs у промыс-

© Зарубин О. Л., Малюк И. А., Костюк В. А., 2009

ловых видов рыб, которые являются последним звеном пищевой цепи, ведущей к человеку.

Материал и методика исследований. Первые образцы объектов водной среды в средней части акватории Каневского водохранилища были отобраны в начале мая 1986 г. Основная пробоотборная станция находится на южном мысе безымянного острова, расположенного напротив буя № 52. Выбор станции обусловлен несколькими причинами, основной из которых является широкое разнообразие биотопов, обусловленное расположением станции (с западной стороны мыса проходит русловая часть водохранилища, с восточной стороны — зарастающие плесы). Отлов рыб в разных биотопах существенно увеличивает количество отобранных видов.

Проведенные ранее исследования [4] показали, что содержание ^{137}Cs у рыб одинаковых видов, отловленных в верхней, средней и нижней частях Каневского водохранилища, практически не различается между собой, что, вероятно, во многом объясняется миграцией рыб. Но в воде содержание этого радионуклида несколько выше в верхней части водохранилища по сравнению с нижней [5]. Таким образом, расположение основной станции отбора проб в средней части водохранилища позволяет объективно оценить загрязнение ^{137}Cs рыб данного водоема.

С мая 1986 г. по настоящее время в этом районе сотрудниками Института ядерных исследований НАН Украины продолжают регулярные отборы проб рыб и других компонентов водных и прибрежных наземных экосистем.

В течение 2007 г. отобрано около 200 проб рыб 20 различных видов, представляющих разные экологические группы. Большинство проб отбирали ставными сетями с размером ячеи от 20 до 40 мм. Для расширения анализируемого видового состава в отдельных случаях использовали сети с ячейей 14 и 50—120 мм. Часть проб отобрана любительскими снастями, спиннингом и удочкой. Как правило, отбирались половозрелые особи.

В данной работе представлены результаты анализа содержания ^{137}Cs в мышцах рыб. Подготовка проб заключалась в отделении мышц от других органов и тканей с последующей гомогенизацией.

Измерения проводились в Центре экологических проблем атомной энергетики Украины Института ядерных исследований НАН Украины с использованием гамма-спектрометра CANBERRA на базе германиевого коаксиального детектора GC-6020 с разрешением по ^{60}Co (линия 1332 кэВ) 1,8 кэВ (эффективность 60 %). Применялся цифровой процессор DSP-9660 фирмы CANBERRA. Толщина свинцовой защиты 100 мм. Время измерений, в зависимости от активности пробы, составляло от 7200 до 86400 с. Проводилась статистическая обработка результатов измерений пакетом Excel 2003. «Размерный эффект» [7] в накоплении ^{137}Cs не учитывался, все же приводим весовые характеристики отобранных особей (таблица). Удельная радиоактивность ^{137}Cs представлена на сырую, естественную массу.

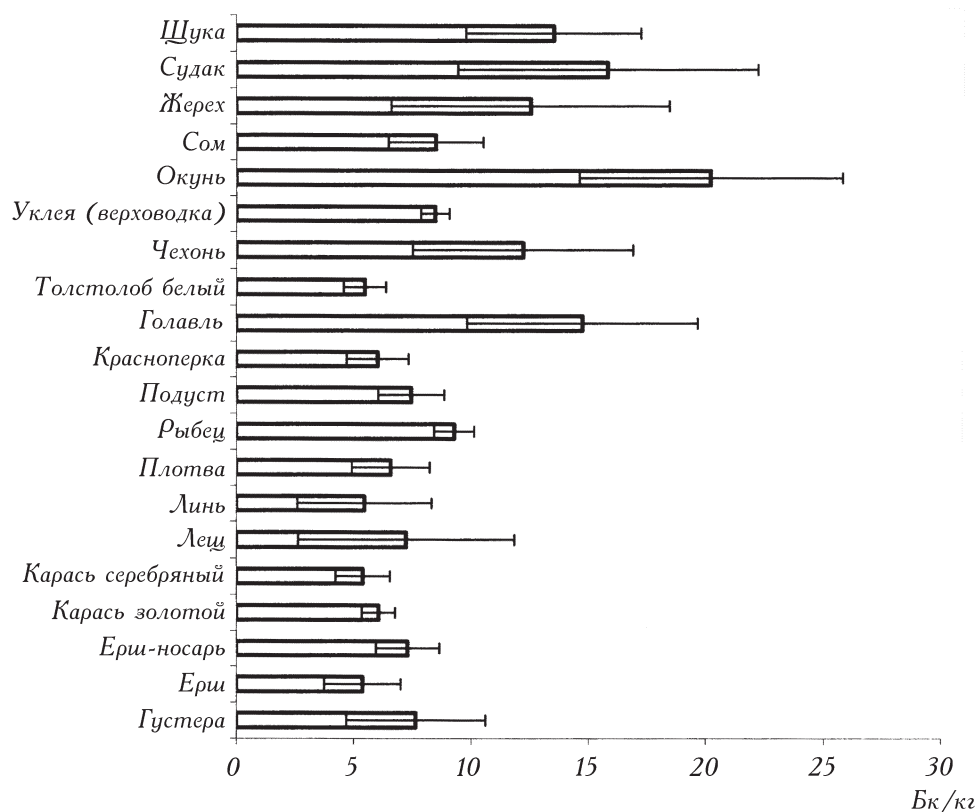
Весовые характеристики отобранных особей рыб

Виды	Масса особи, г			
	минимум	максимум	среднее значение	стандартное отклонение
Голавль <i>Leuciscus cephalus</i> (L.)	195	845	497	328
Густера <i>Blicca bjoerkna</i> (L.)	22	97	59	24
Ерш <i>Acerina cernua</i> (L.)	16	51	24	12
Ерш-носарь <i>Acerina acerina</i> (Guldenstadt)	29	105	67	54
Жерех <i>Aspius aspius</i> (L.)	50	146	85	44
Карась золотой <i>Carassius carassius</i> (L.)	149	400	280	126
Карась серебряный <i>Carassius auratus gibelio</i> (Bloch)	75	443	306	115
Красноперка <i>Scardinius erythrophthalmus</i> (L.)	65	600	199	153
Лещ <i>Abramis brama</i> (L.)	220	1660	940	518
Линь <i>Tinea tinea</i> (L.)	70	550	376	184
Окунь <i>Perca fluviatilis</i> (L.)	20	440	104	78
Плотва <i>Rutilus rutilus</i> (L.)	16	510	109	94
Подуст <i>Chondrostoma nasus</i> (L.)	210	1100	370	280
Рыбец <i>Vimba vimba</i> (L.)	40	114	77	52
Сом <i>Silurus glanis</i> L.	465	2655	1270	955
Судак <i>Lucioperca lucioperca</i> (L.)	32	1600	278	139
Толстолоб белый <i>Hypophthalmichthys molitrix</i> (Val.)	×	×	8200*	×
Уклея <i>Alburnus alburnus</i> (L.)	16	27	22	8
Чехонь <i>Pelecus cultratus</i> (L.)	107	135	124	11
Щука <i>Esox lucius</i> (L.)	499	8500	2356	1440

Примечание. × — нет данных; * — одна особь.

Результаты исследований и их обсуждение

На рисунке представлены данные по содержанию ^{137}Cs у наиболее распространенных видов рыб Каневского водохранилища. В сложившихся условиях относительно равномерного и устойчивого распределения ^{137}Cs по компонентам водоема традиционно низкое содержание этого радионуклида регистрируется у рыб низких трофических уровней, независимо от их принадлежности к определенным систематическим группам. У бентофагов (густера, ерш, ерш-носарь, карась золотой, карась серебряный, лещ, линь, плотва) содержание ^{137}Cs примерно одинаково и в среднем составляет 6—8



1. Усредненные данные по содержанию ^{137}Cs у рыб Каневского водохранилища в 2007 г. (Бк/кг).

Бк/кг. Единственным исключением из рыб-бентофагов является рыбец (*Vimba vimba* L.), у которого содержание ^{137}Cs обычно выше, чем у других бентофагов, в 1,5–2, иногда в 3 раза, причем это регистрировалось на протяжении 1987–2007 гг. как нами, так и другими исследователями [1]. Следует отметить, что причины повышенного, по сравнению с другими бентофагами, содержания ^{137}Cs у рыбаца в настоящее время еще не нашли своего объяснения.

Низкое содержание ^{137}Cs регистрируется и у остальных «мирных» видов рыб. У красноперки, по типу питания относящейся к факультативным фитофагам, содержание ^{137}Cs составляет 3–8 Бк/кг. Примерно на таком же уровне ^{137}Cs содержится у облигатного планктофага (микрофитофага) белого толстолоба. Немного выше содержание ^{137}Cs у факультативного детритофага подуста — до 10 Бк/кг.

Более высокое содержание ^{137}Cs характерно для планктофагов (уклея, чехонь) и рыб смешанного типа питания. У чехони содержание ^{137}Cs иногда превышало 20 Бк/кг. В условиях Каневского водохранилища этот вид по типу питания можно отнести к факультативным планктофагам, иногда переходящим на питание (в незначительных количествах) представителями

«мягкого» бентоса. По нашим наблюдениям, на акватории Каневского водохранилища с увеличением возраста особей чехони в рацион этого вида начинает входить молодь рыб и тюлька (*Clupeonella delicatula* Nord.), чехонь постепенно переходит к хищничеству.

У рыб смешанного типа питания содержание ^{137}Cs , как правило, выше. Голавль — факультативный зоофаг. Питается насекомыми и их личинками, беспозвоночными, «мягким» бентосом, рыбами. Так же, как и у чехони, с увеличением возраста в рационе голавля увеличивается доля рыб. Содержание ^{137}Cs у голавля было выше, чем у «мирных» видов рыб, и варьировало в пределах 9—20 Бк/кг.

По типу питания к голавлю наиболее близок окунь, который является облигатным зоофагом. Начиная с возраста 3 лет и более в рационе окуня значительно увеличивается доля молоди рыб, верховодки, тюльки, бычков разных видов. Среди рыб Каневского водохранилища в 2007 г. максимальное содержание ^{137}Cs — до 34 Бк/кг, регистрировалось у окуня. Высокое содержание ^{137}Cs у окуня по сравнению с другими видами рыб характерно и для других пресноводных водоемов Украины [2, 6, 8].

Обыкновенный сом, реже называемый европейским сомом, определяется как хищник выслеживающего типа [10]. В Каневском водохранилище обыкновенный сом — зоофаг. Питается в основном беспозвоночными и рыбами. Как и у многих других видов рыб, характеризующихся смешанным типом питания, в рационе сома с увеличением возраста повышается доля рыб. Содержание ^{137}Cs у сома в 2007 г. было значительно ниже, чем обычно, и находилось в пределах 7—12 Бк/кг. Причиной этого, вероятно, было проявление «размерного эффекта» [7], который выражается в повышении содержания ^{137}Cs у некоторых видов рыб с увеличением их возраста. По сравнению с массой особей сома, отбираемых для радиоэкологических исследований ранее, масса особей сома, отобранных на акватории Каневского водохранилища в 2007 г., была значительно ниже и находилась в пределах 465—2655 г.

У облигатных ихтиофагов (жерех, щука, судак), последнего звена рыбной трофической цепи, содержание ^{137}Cs традиционно выше, чем у рыб низких трофических уровней. У щуки, которая обыкновенно является хищником-засадчиком, оно составляло 9—19 Бк/кг. У жереха, который в зависимости от сезона года ведет себя либо как стайный хищник, либо как хищник выслеживающего типа, содержание ^{137}Cs варьирует в широких пределах — 4—20 Бк/кг. Среди ихтиофагов Каневского водохранилища наибольшее содержание ^{137}Cs (30 Бк/кг) было зарегистрировано в 2007 г. у судака, который по классификации [11] является эвриихтиофагом, а в зависимости от изменений спектра кормовой базы может позиционировать свое пищевое поведение и как одиночный придонный хищник, и как пелагический стайный хищник [9].

Заключение

На акватории Каневского водохранилища в период 02.04.—12.12.2007 г. на основной пробоотборной станции Института ядерных исследований НАН Украи-

ны, расположенной в средней части водохранилища в районе буя № 52, было отобрано около 200 проб рыб. Отобранные особи принадлежали к разным систематическим и экологическим группам и характеризовались различными типом питания и способами добывания пищи.

По критерию предпочтительных условий обитания повышенное содержание ^{137}Cs чаще отмечается у реофильных видов (уклея, подуст, рыбец, ерш-носарь, чехонь, жерех, судак, окунь).

Среди рыб, обладающих различным типом питания, менее всего ^{137}Cs (до 12 Бк/кг) регистрировалось у бентофагов, планктофагов и фитофагов. Среди бентофагов самое высокое содержание ^{137}Cs отмечено у рыбца.

Среди облигатных ихтиофагов (щука, жерех, судак), характеризующихся большими значениями коэффициентов накопления ^{137}Cs , в 2007 г. выделялся судак, у которого содержание этого радионуклида достигало 30 Бк/кг.

Традиционно высокое для рыб смешанного типа питания содержание ^{137}Cs отмечали у окуня, чехони, сома, голавля. Среди всех изученных видов рыб наибольшее количество ^{137}Cs — до 34 Бк/кг регистрировали у окуня.

Содержание ^{137}Cs у всех видов рыб Каневского водохранилища значительно ниже действующих в настоящее время в Украине норм (ДУ-2006), которые определяют допустимое содержание ^{137}Cs в рыбе до 150 Бк/кг сырой массы [3].

**

Протягом 2007 р. вивчали вміст ^{137}Cs у 20 видів риб Канівського водосховища, що належать до різних екологічних груп. У риб всіх видів вміст ^{137}Cs був набагато нижчим за норми (ДР-2006), які нині діють в Україні, і не перевищував 35 Бк/кг. Найбільша кількість ^{137}Cs характерна для іхтіофагів і риб змішаного типу харчування. Менше всього ^{137}Cs реєструвалося в бентофагах, планктофагах і фітофагах.

**

The content of ^{137}Cs in 20 species of fishes of the Kanev Reservoir belonging to different ecological groups was studied during 2007. In all the species of fishes, the content of ^{137}Cs was significantly lower than its limiting permissible content according to the norms accepted in Ukraine. It did not exceed 35 Bq/kg. The highest content of ^{137}Cs was observed in predatory fishes and in fishes with the mixed type of nutrition, whereas its lowest content was registered in benthos-, plankton-, and phytophagous species of fishes.

**

1. Волкова Е. Н. Накопление радионуклидов промысловыми видами рыб Днепровских водохранилищ; Автореф. дис. ... канд. биол. наук. — Киев, 1990. — 18 с.
2. Гужков Д. І., Кірсєв С. І., Каглян О. Є. та ін. Особливості накопичення основних дозоутворюючих радіонуклідів рибою зони відчуження // Бюл. екол. стану зони відчуження та зони безумовного (обов'язкового) відселення. — 2007. — № 2 (30). — С. 34—43.

3. *ГН 6.6.1.1-130-2006*. Допустимі рівні вмісту радіонуклідів ^{137}Cs і ^{90}Sr у продуктах харчування та питній воді. Державні гігієнічні нормативи: Затв. наказом МОЗ України від 19.08.97 № 255.
4. *Зарубин О. Л.* Радиоактивное загрязнение промысловых видов рыб Каневского водохранилища // Матеріали щорічної наук. конф. Ін-ту ядерних досліджень. — К., 1997. — С. 357—360.
5. *Зарубин О. Л., Канивец В. В.* Содержание радионуклидов в воде Каневского водохранилища после аварии на ЧАЭС 1986 г. // Зб. наук. праць Ін-ту ядерних досліджень. — К., 2005. — № 3 (16). — С. 110—130.
6. *Зарубин О. Л., Волкова Е. Н., Беляев В. В., и др.* Содержание ^{137}Cs и ^{90}Sr в пресноводной ихтиофауне Украины в 1996—2005 гг. // Радиоэкологические исследования в зоне отчуждения Чернобыльской АЭС (к 20-летию аварии на Чернобыльской АЭС). — Тр. Коми науч. центра УрО РАН. — Сыктывкар, 2006. — № 180. — С. 190—200.
7. *Зарубин О. Л.* Соби 30-кілометрової зони // Бюл. екол. стану зони відчуження та зони безумовного (обов'язкового) відселення. — 2006. — № 2 (28). — С. 41—51.
8. *Зарубин О. Л., Заліський О. О.* Динаміка вмісту ^{137}Cs у рибах водойми-охолоджувача після зупинки ЧАЕС в 2000 році // Там же. — 2007. — № 1 (29). — С. 34—41.
9. *Иванова М. Н.* О влиянии поведения жертвы на способ охоты и состав пищи хищника // Информ. бюл. Ин-та биологии внутр. вод. — 1970. — № 5.
10. *Кузьмина В. В.* Физиолого-биохимические основы экзотрофии рыб. — М.: Наука, 2005. — 300 с.
11. *Никольский Г. В.* Экология рыб. — М.: Высш. шк., 1974. — 357 с.

Институт ядерных исследований
НАН Украины, Киев

Поступила 13.02.09