

ДИНАМИКА СНИЖЕНИЯ СОДЕРЖАНИЯ ^{137}Cs В РЫБАХ КАНЕВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА И ВОДОЕМА-ОХЛАДИТЕЛЯ ЧАЭС (1987 - 2004 гг.)

О. Л. Зарубин¹, Е. Н. Волкова², В. В. Беляев², А. А. Залисский³

¹ *Институт ядерных исследований НАН Украины, Киев,*

² *Институт гидробиологии НАН Украины, Киев,*

³ *ГСНПП «Экоцентр», Чернобыль*

В 1987 - 2004 гг. изучалась динамика содержания ^{137}Cs в мышцах рыб водоема-охладителя ЧАЭС и Каневского водохранилища. Обнаружено, что снижение содержания ^{137}Cs в мышцах рыб водоема-охладителя ЧАЭС проходило значительно интенсивнее, чем в рыбах Каневского водохранилища. Вероятно, это связано с различиями гидрологических параметров и температурного режима данных водоемов.

Введение

Рекогносцировочные радиоэкологические исследования на Каневском (КВ) и Киевском водохранилищах начались с первых дней мая 1986 г. С августа этого же года началось изучение радиационной обстановки на водоеме-охладителе ЧАЭС (ВО). После предварительной оценки была сформирована концепция исследований, в которой основное внимание концентрировалось на изучении радиационного состояния двух крупных водоемов, различающихся уровнями радионуклидного загрязнения, гидрологическими параметрами и температурным режимом, – КВ и ВО.

Поступившие в воду радионуклиды цезия распределялись по компонентам водоемов, интенсивно накапливались донными отложениями и гидробионтами, в результате чего к 1987 г. сложилось относительно устойчивое равновесное состояние между содержанием цезия в воде и в других компонентах, в том числе рыбах. Достигнув своего максимума в конце 1986 г. - 1987 г., содержание ^{137}Cs в донных отложениях и биоте под воздействием многочисленных причин [1] с этого времени начинает снижаться.

Уже в первый год после аварии было отмечено, что параметры снижения содержания ^{137}Cs в рыбах зависят от их типа питания и местообитания. В КВ и ВО процессы аккумуляции и выведения ^{137}Cs рыбами проходили с неодинаковой интенсивностью, что определило цель данной работы – изучение особенностей динамики снижения содержания ^{137}Cs в рыбах различных водоемов на примере ВО и КВ.

Материал и методика исследований

В 1987 - 2004 гг. на акватории ВО и КВ проводился отбор проб рыб различных экологических групп: бентофагов (густера, лещ, плотва), ихтиофагов (судак, жерех), смешанного типа питания (окунь). Предпочтение отдавалось более крупным по размеру и массе особям, что позволяло провести отбор оптимальной массы навески проб для измерений.

Отлов рыб проводился ставными сетями с размером ячеи от 40 до 120 мм и любительскими снастями (спиннинг, удочка). Подготовка проб к измерениям проводилась по общепринятым методикам. Как правило, одна проба состояла не менее чем из трех экземпляров одного вида рыбы.

Измерения содержания гамма-излучающих радионуклидов проводилось методами гамма-спектрометрии с использованием германиевых дрейфовых коаксиальных детекторов типа ДГДК на базе Центра экологических проблем атомной энергетики Института ядерных исследований АН Украины и Комплексной лаборатории экологии зоны влияния ЧАЭС (Чернобыль). Часть проб в 2000 – 2004 гг. была измерена в ИГБ НАН Украины (Киев) и ГСНПП «Экоцентр» (г. Припять, Чернобыль). Время измерения образцов в зависимости от

их активности составляло от 600 до 21600 с. Относительная погрешность измерений удельной активности ^{137}Cs в образцах, как правило, не превышала 15 %, обыкновенно составляя 5 - 10 %. Удельная радиоактивность мышц рыб рассчитывалась на сырую, естественную массу (Бк/кг при естественной влажности). Проводилась статистическая обработка результатов измерений.

Результаты исследований и их обсуждение

На рис. 1 представлены усредненные данные содержания ^{137}Cs в мышцах рыб КВ и ВО в 1987 г. Рыбы ВО, изначально находящиеся в условиях более сильного радионуклидного загрязнения, накопили ^{137}Cs примерно на три порядка больше, чем рыбы КВ. В обоих водоемах наименьшие концентрации ^{137}Cs присущи рыбам низких трофических уровней – густере, лещу и плотве. В несколько раз выше содержание ^{137}Cs в мышцах ихтиофагов – жереха и судака, а также окуня, характеризующегося смешанным типом питания с преобладанием хищничества при увеличении возраста.

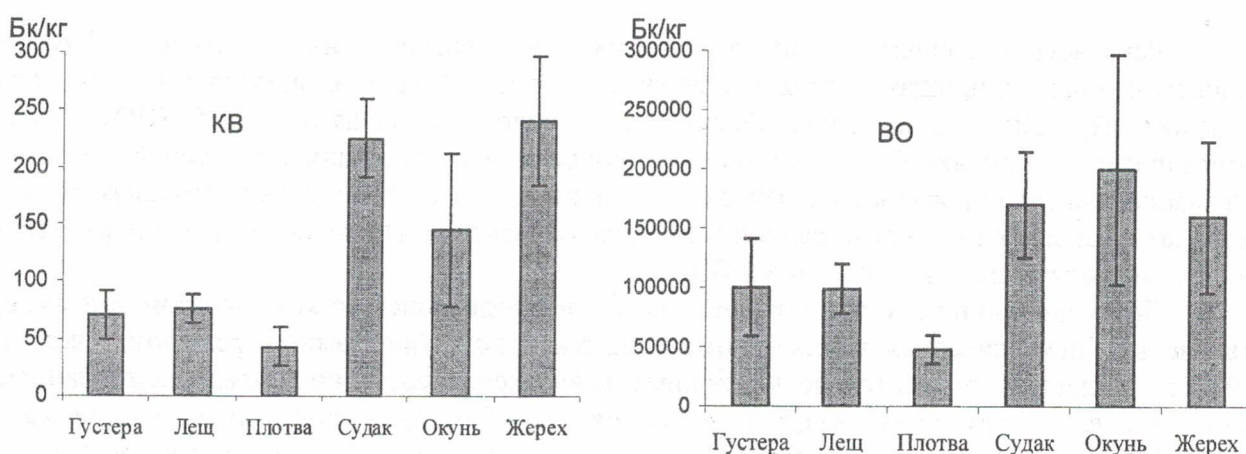


Рис. 1. Содержание ^{137}Cs в мышцах рыб КВ и ВО в 1987 г. (Бк/кг сырой массы).

На протяжении 1987 г. содержание ^{137}Cs в рыбах как разных видов, так одного и того же вида значительно варьировало, что, вероятно, было связано с его перераспределением в исследованных водоемах и поступлением этого радионуклида в воду с весенними паводками. В ВО ^{137}Cs мог дополнительно поступать вследствие работ по ликвидации аварии и дезактивации промплощадки ЧАЭС. В дальнейшем различия в содержании ^{137}Cs в рыбах одного вида, отобранных из одного водоема в одно время в одном месте, как правило, уменьшаются.

С 1987 г. во всех изученных видах рыб ВО содержание ^{137}Cs начинает быстро снижаться, причем ярче это выражено у бентофагов - леща, плотвы и густеры. Если принять содержание ^{137}Cs в 1987 г. за 100 %, то через пять лет, в 1991 г., в леще и плотве его остается 10 %, а в густере – только 6 %. Немного медленнее снижается содержание ^{137}Cs в ихтиофагах жерехе и судаке, а также в окуне – до 21, 35 и 26 % соответственно (рис. 2). В дальнейшем снижение содержания ^{137}Cs в рыбах ВО проходит менее быстро. Так, еще через пять лет, к 1996 г., содержание ^{137}Cs в рыбах снижается примерно в два раза. Далее, в период 1996 - 2004 гг., скорость снижения содержания ^{137}Cs еще более замедляется. К 2004 г. остается 2 - 4 % ^{137}Cs в бентофагах, 7 % в судаке и 9 % в окуне. В исследуемый период во всех шести изученных видах рыб ВО снижение содержание ^{137}Cs подчинялось экспоненциальной зависимости.

Снижение содержания ^{137}Cs в рыбах КВ было менее интенсивно (см. рис. 2).

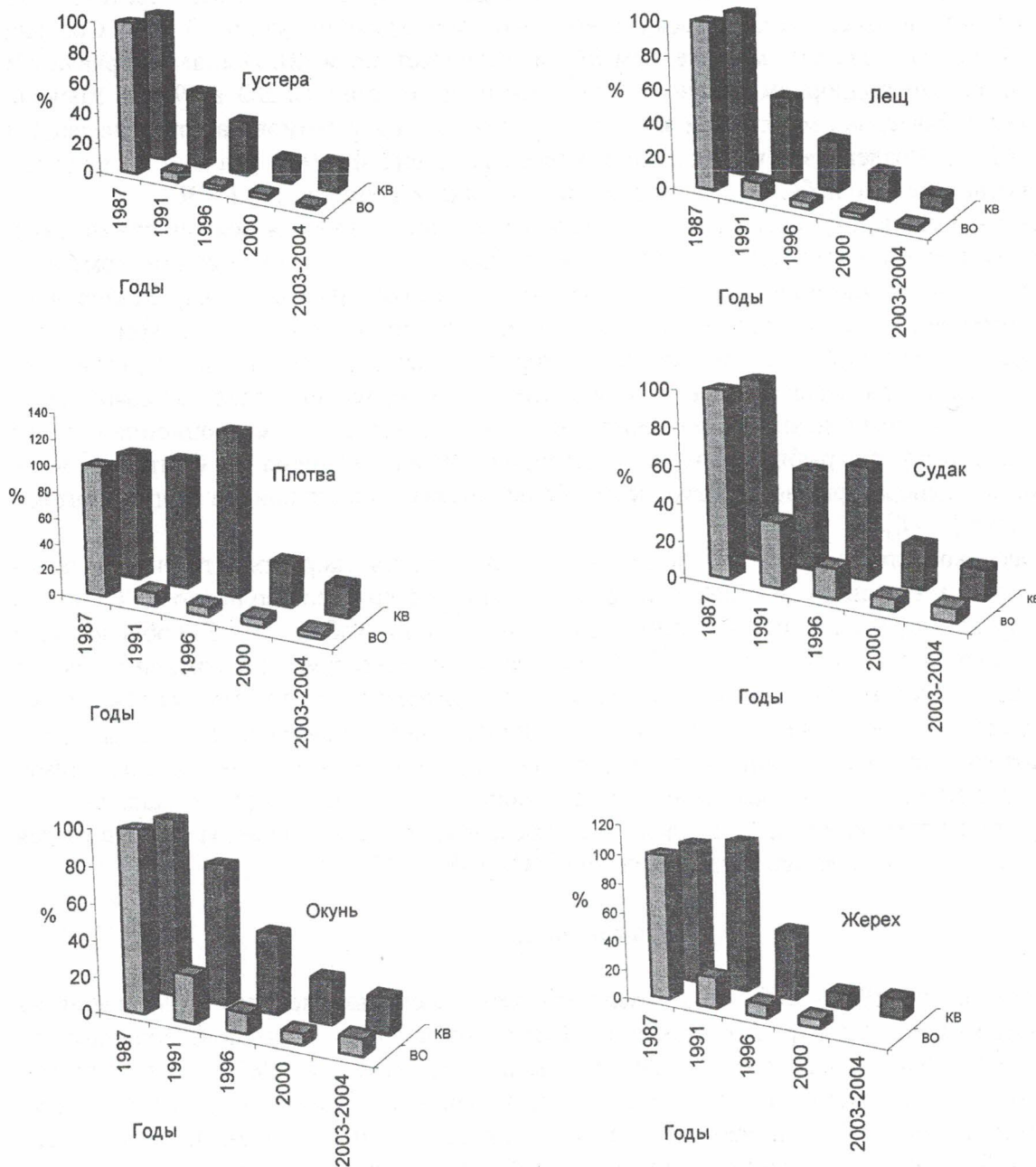


Рис. 2. Содержание ^{137}Cs в мышцах рыб ВО и КВ (% от его удельного содержания в 1987 г.).

Относительно равномерно, хотя значительно медленнее, чем в ВО, падало содержание ^{137}Cs в густере и леще. В плотве, наоборот, на протяжении 10 лет (1987 - 1996 гг.) содержание этого радионуклида не только не упало, а наоборот, имело тенденцию к повышению. Также не происходило изменений в содержании ^{137}Cs в жерехе в 1987 - 1991 гг. Во всех шести изученных видах рыб КВ содержание ^{137}Cs с 1987 по 2004 г. снизилось меньше, чем в рыбах ВО.

Гидрология исследованных водоемов значительно различается между собой. В ВО, в основном, существовало два типа течений – ветровое и циркуляционное, причем последнее зависело от режима работы ЧАЭС. Фильтрационные потери воды и испарение компенсируются подпиткой более «чистой» водой из р. Припять. Полный водообмен ВО происходит примерно за один год. Уровень воды практически неизменен. До конца 2000 г. экосистема ВО подвергалась мощному воздействию искусственного температурного фактора.

Течение в КВ в основном двух типов – стоковое и ветровое. КВ самое проточное из всех водохранилищ Днепровского каскада; его водообмен проходит за 36 - 37 сут. Средняя глубина КВ почти в два раза меньше, чем ВО, и составляет 3,6 м [2]. Площадь зеркала КВ при максимальном подпорном уровне 675 км², что больше площади ВО в 29 раз. Уровень воды может значительно меняться и зависит от сезона года и режимов работы Киевской и Каневской ГЭС. Воздействие искусственного температурного фактора реально проявляется только на относительно небольшом участке в районе канала Трипольской ГРЭС.

Влияние температурного фактора на ихтиофауну может проявляться как прямо, так и косвенно. В первом случае происходит перестройка типов и интенсивности обменных процессов, обуславливающих физиологическое состояние рыбы. Опосредствованное влияние изменений температуры воды водоема на рыб проявляется в широком спектре сопутствующих явлений, основными из которых являются изменение содержания свободного кислорода, качественное и количественное перераспределение кормовой базы, временные и пространственные изменения нерестовых и кормовых миграционных путей вплоть до полного ухода рыбных стад из неблагоприятной зоны водоема [3]. Считается, что с повышением температуры воды накопление большинства радионуклидов гидробионтами увеличивается [4 – 8].

Итак, экосистемы КВ и ВО, в основном, различаются скоростью течения и водообмена, размерами, величиной колебаний уровня воды и температурой воды (до 2000 г.).

По-видимому, различия в динамике содержания ¹³⁷Cs в рыбах КВ и ВО обусловлены наиболее влияющими на накопление ¹³⁷Cs процессами и факторами: колебаниями уровня воды в КВ, за счет которых в него поступает дополнительное количество «пойменных» радионуклидов с весенними паводками и повышенной температурой воды ВО, способствующей интенсификации накопления и выведения радионуклидов гидробионтами. Так, исследования, проведенные нами на водосбросном и водозаборном каналах ВО, показали, что с повышением (до определенных пределов) температуры воды увеличивается интенсивность как накопления, так и выведения ¹³⁷Cs рыбами [9, 10].

Заключение

Исследования 1986 – 2004 гг. показали, что через несколько месяцев после аварии на ЧАЭС содержание ¹³⁷Cs в рыбах (как и в других компонентах водоемов) большинства исследованных водных экосистем достигло своего максимума. К 1987 г. относительно стабилизировалась радиационная обстановка. С этого времени содержание ¹³⁷Cs в мышцах большинства видов рыб начинает неуклонно снижаться, однако интенсивность такого снижения в КВ и ВО существенно различалась. Наиболее резкое снижение содержания ¹³⁷Cs регистрировалось в рыбах ВО в первые послеварийные годы. Так, с 1987 по 1991 г. содержание ¹³⁷Cs в густере снизилось в 16,4 раза, в леще – в 10,4, в плотве – в 10 раз. В то же время в КВ содержание ¹³⁷Cs в густере и леще упало только в 1,9 раз, а в плотве достоверного снижения не обнаружено. Сходная картина наблюдается и у хищных видов рыб, однако содержание ¹³⁷Cs в них снижается медленнее. Обнаружены видовые особенности динамики содержания ¹³⁷Cs в рыбах.

Неодинаковые характеристики снижения содержания ¹³⁷Cs в рыбах ВО и КВ могут быть обусловлены различающимися гидрологическими параметрами этих водоемов. По-видимому, сравнительно низкая интенсивность снижения содержания ¹³⁷Cs в рыбах КВ объясняется дополнительным поступлением радионуклидов в него в результате смылов с поймы р. Припять с дождевыми и весенними паводками. Более быстрое снижение ¹³⁷Cs в рыбах ВО, вероятно, можно объяснить относительной замкнутостью этого водоема и воздействующим на экосистему ВО до конца 2000 г. температурным фактором.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Зарубін О.Л., Заліський О.О. Радіоактивне забруднення водних рослин і тварин р. Прип'ять // Бюлетень екологічного стану зони відчуження та зони безумовного (обов'язкового) відселення. - Квітень 2002. - № 1 (19). - С. 39 - 47.
2. Зарубін О.Л., Паньков И.В. Цезій-137 в компонентах трофічних цепей Каневского водохранилища после аварии на ЧАЭС // Матеріали щорічної наукової конференції Ін-ту ядерних досл. - К., 1997. - С. - 349 - 353.
3. Зарубін О.Л., Заліський О.О. Радіоактивне забруднення риб у водоймі-охолоджувачі ЧАЕС // Бюлетень екологічного стану зони відчуження та зони безумовного (обов'язкового) відселення. - Вересень 2000. - № 16. - С. 39 - 43.
4. Пегель В.А., Ксенц С.М. Влияние температуры на проникновение и распределение радиоактивного фосфора // Материалы II науч. конф. физиологов, биохимиков и фармакологов Зап.-Сиб. Объединения, посвященной XXII съезду КПСС. - Томск, 1961. - С. 111 - 112.
5. Грачев М.И. Влияние температуры среды на накопление, распределение и выведение ^{60}Co у рыб // Радиоэкология животных. - М.: Наука, 1977. - С. 37 - 38.
6. Glaser R. Die Stellung der Wasser Organismen im Rahmen Strahlenschutz problems der Umber icht // Kernenergie. - 1962. - № 7. - S. 513 - 534.
7. Ophel I. L. The fate of radiostrontium in a freshwater community // Radioecology. - N.Y., Reinhold; Wach (D.C.): Amer. Inst. Biol. Sci. - 1963. - P. 213 - 216.
8. Катков А.Е., Гусев Д.И., Дзекунов А.В. и др. Влияние температуры воды на накопление радионуклидов рыбой // Проблемы радиоэкологии водоемов-охладителей атомных электростанций: - Тр. Ин-та экологии растений и животных Уральского НЦ АН СССР. - Свердловск, 1978. - С. 70 - 75.
9. Зарубін О.Л., Шатрова Н.Е., Коваль Г.Н. Температурный фактор в накоплении Cs-137 гидробионтами водоема-охладителя ЧАЭС // Матеріали щорічної наукової конференції Ін-ту ядерних досл. - К., 1998. - С. 312 - 314.
10. Зарубін О.Л., Вишневицкий И.Н., Тришин В.В. и др. Натурные исследования влияния повышенной температуры воды на накопление радионуклидов гидробионтами // Тез. докл. XI междунар. симп. по биоиндикаторам «Современные проблемы биоиндикации и биомониторинга», Сыктывкар, 17 - 21 сент. 2001 г. - Сыктывкар, 2001. - С. 65 - 66.

ДИНАМІКА ЗНИЖЕННЯ ВМІСТУ ^{137}Cs У РИБАХ КАНІВСЬКОГО ВОДОСХОВИЩА ТА ВОДОЙМИ-ОХОЛОДЖУВАЧА ЧАЕС (1987 - 2004 рр.)

О. Л. Зарубін, О. М. Волкова, В. В. Беляєв, О. О. Заліський³

У 1987 - 2004 рр. вивчалася динаміка вмісту ^{137}Cs у м'язах риб водойми-охолоджувача ЧАЕС і Канівського водоймища. Установлено, що зниження вмісту ^{137}Cs у м'язах риб водойми-охолоджувача ЧАЕС проходило значно інтенсивніше, ніж у рибх Канівського водоймища. Імовірно, це пов'язано з розбіжностями гідрологічних параметрів і температурного режиму даних водойм.

DYNAMICS OF DECREASE OF THE ^{137}Cs CONTENTS IN FISHES OF KANEVSKOE RESERVOIR AND COOLING-POND OF ChNPP (1987 - 2004)

O. L. Zarubin, E. N. Volkova, V. V. Beljaev, A. A. Zalissky

The dynamics of ^{137}Cs contents in muscles of fishes of cooling-pond of ChNPP and Kanevskoe reservoir was studied in 1987 - 2004. It is revealed, that decrease in the contents of ^{137}Cs in muscles of fishes of cooling-pond of ChNPP occurred much more intensively than in fishes of Kanevskoe reservoir. Probably, it is connected with distinctions of hydrological parameters and the temperature condition of these reservoirs.

Поступила в редакцію 25.02.05,
после доработки - 29.04.05.