

Д.Н. ИВАНЦОВ¹, А.В. ГУЛАКОВ²

ЗАВИСИМОСТЬ НАКОПЛЕНИЯ ¹³⁷Cs ОТ МАССЫ ТЕЛА РЫБ

¹*Государственное природоохранное научно-исследовательское учреждение
«Полесский государственный радиационно-экологический заповедник»,
г. Хойники, Республика Беларусь.*

ivantsou@mail.ru

²*УО «Гомельский государственный университет им. Ф. Скорины»,
г. Гомель, Республика Беларусь.*

Gulakov@gsu.by

Вследствие Чернобыльской катастрофы сформировалась обширная зона радиоактивного загрязнения, что привело к поступлению радионуклидов во многие водоёмы, находящиеся на пострадавших территориях [1, 2]. К настоящему времени на

загрязнённых территориях радиоактивные изотопы химических элементов регистрируются во всех компонентах экосистем, они вовлечены в геохимические и трофические циклы.

Одними из наиболее уязвимых звеньев природного комплекса являются замкнутые водные экосистемы – озера и водохранилища, а также каналы мелиоративной сети, в которых происходит аккумуляция поступающих радиоактивных веществ и которые характеризуются весьма медленными темпами очищения [3]. При этом длительному радиоактивному загрязнению подвергается водная биота, включая популяции рыб.

В организм гидробионтов ^{137}Cs поступает двумя путями: непосредственно из воды и с пищей. В настоящее время считается, что основная часть ^{137}Cs (до 97 – 99 %), аккумулированного в организме рыбы, поступает по пищевому пути [4].

Одной из особенностей накопления ^{137}Cs рыбами является наличие «размерного эффекта» – возрастание удельного содержания ^{137}Cs в тканях рыб с размером/массой (возрастом) особей. [5].

Целью работы являлся анализ зависимости накопления ^{137}Cs от массы тела (возраста) рыб обитающих на территории с высоким уровнем радиоактивного загрязнения.

Гидрографическая сеть заповедника представляет собой разветвлённую систему каналов, озёр старичного типа, мелких рек и водотоков, а также болот и затоплений и занимает 6,2 % площади Заповедника (13,4 тыс. га). Основным водоприёмником является река Припять, пересекающая территорию заповедника с северо-запада на юго-восток.

Представленная работа выполнялась в течение 2016 – 2018 годов на территории Полесского государственного радиационно-экологического заповедника [6, 7]. Исследовали реку Припять, озеро Вьюры (замкнутый водоём) и участок мелиоративной сети вблизи бывшего населённого пункта (б.н.п.) Оревичи. Водные объекты, на которых проводились исследования, характеризуются различным гидрологическим режимом и уровнями радионуклидного загрязнения прилегающих территорий.

Река Припять – правый приток Днепра, является основной водной артерией, пересекающей территорию заповедника с северо-запада на юго-восток и впадающая в Киевское водохранилище – водоток I порядка. Протяжённость в пределах заповедника 80 км, скорость течения 0,75 м/сек, ширина 200 м, глубина 6 м. Ширина поймы на территории заповедника достигает 10–15 км. Русло извилистое, образует меандры, старицы, много протоков, есть песчаные острова.

Озеро Вьюры (51°41'37" СШ и 29°42'45" ВД) – озеро старичного типа относится к бассейну реки Припять, расположено в её пойме. Находится в 2,1 км на юго-запад от бывшего населённого пункта Кожушки, возле урочища Песчаница. Местность грядисто-холмистая, поросшая кустарником, местами лесом, частично заболоченная. Площадь зеркала около 0,1 км², длина около 1 км, наименьшая ширина 0,03 км, длина береговой линии около 3,2 км.

Канал вблизи б.н.п. Оревичи, собственного географического названия не имеет, среди населения, до аварии проживавшего на прилегающей территории, носил название «канал Оревичский». Находится приблизительно в 40 км на юго-запад от г. Хойники, и в 1,2 км от б.н.п. Оревичи. В весенний период соединяется с озером Лядо. На востоке мелиоративный канал, связан с Погонянским каналом.

В качестве орудий лова были использованы сети трехстенные «Нептун» длина 30 м, высота 1,8 м, с размером ячеи 30 мм (2 шт.), 40 мм (2 шт.), 50 мм (2 шт.), 65 мм (2 шт.), 70 мм (2 шт.) [8].

За период проведения работ получены результаты удельной активности ^{137}Cs в организме 6 видов рыб, относящихся к различным экологическим группам. Среди хищных рыб были проанализированы: щука обыкновенная (*Esox lucius* L.), жерех (*Aspius aspius* L.) и окунь обыкновенный (*Perca fluviatilis* L.). Среди «мирных» видов рыб исследовали

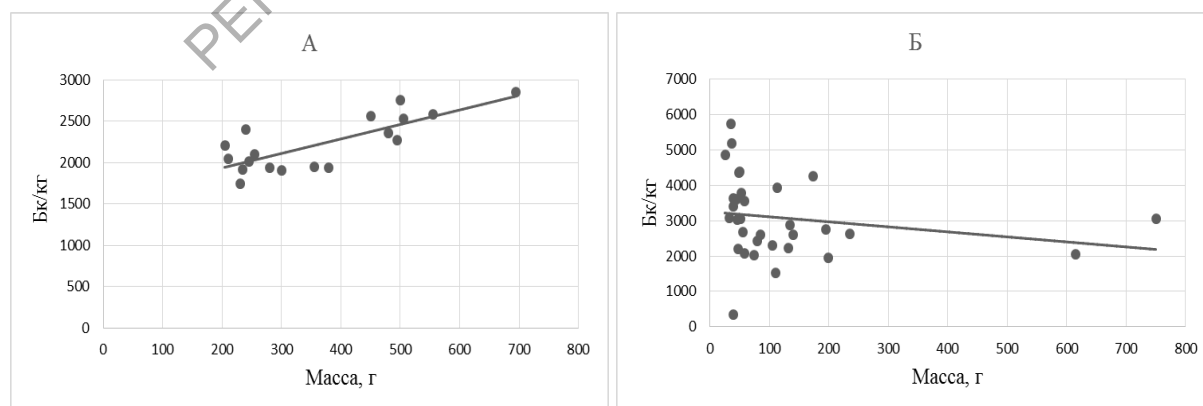
представителей следующих групп: зоопланктонофаг – синец (*Abramis ballerus* L.); бентофаги – карась серебряный (*Carassius auratus gibelio* Bloch) и плотва (*Rutilus rutilus* L.). Классификация рыб по преимущественному типу питания приведена по [9].

Для спектрометрического анализа отбиралась мышечная ткань. Определение удельной активности ^{137}Cs в рыбе проводили гамма-спектрометрическим методом. Радиоспектрометрический анализ рыб проведён в лаборатории спектрометрии и радиохимии Полесского радиационно-экологического заповедника с использованием гамма-бета спектрометра МКС-АТ1315 и гамма-спектрометра «Canberra». Удельная активность радионуклидов в рыбах приводится в беккерелях на килограмм (Бк/кг) сырой массы. Относительная погрешность измерения удельной активности ^{137}Cs в образцах не превышала 30 %. Статистическая и графическая обработка результатов измерений проводилась с использованием пакета прикладных программ *Excel*.

Исследования, проведённые в водоёмах, загрязнённых после катастрофы на Чернобыльской АЭС обнаружили, что у рыб одного вида в более крупных особях удельное содержание ^{137}Cs больше, чем в экземплярах меньших размеров. Этому явлению было дано наименование «размерный эффект» [5]. Обычно положительный размерный эффект регистрировался в рыбах высших трофических уровней – ихтиофагах и рыбах смешанного типа питания, с увеличением возраста переходящих на облигатное хищничество.

Предполагается что, проявление положительного размерного эффекта в накоплении ^{137}Cs связано с пищевым поведением рыб, с изменением возраста и увеличением биологического периода полувыведения ^{137}Cs с возрастом [10, 11]. По данным исследований [12, 13] у некоторых видов рыб положительный размерный эффект отсутствует, а в некоторых случаях регистрируется отрицательная зависимость содержания ^{137}Cs с увеличением возраста.

Как правило, в естественных условиях обитания, у рыб, размер и масса пропорционально увеличиваются с возрастом, что позволяет связать рост содержания ^{137}Cs в рыбах с увеличением массы (возрастом). Для минимизации возможности влияния действующих факторов и получения более достоверных результатов, нами проанализирована зависимость между массой особи и удельной активностью ^{137}Cs в мышцах щуки и карася, выловленных на участке мелиоративной сети вблизи б.н.п. Оревичи, в мышцах окуня и синца, выловленных в озере Вьюры, а также в мышечной ткани жереха и плотвы, выловленных на участке реки Припять, за максимально короткий отрезок времени (рисунок 1).



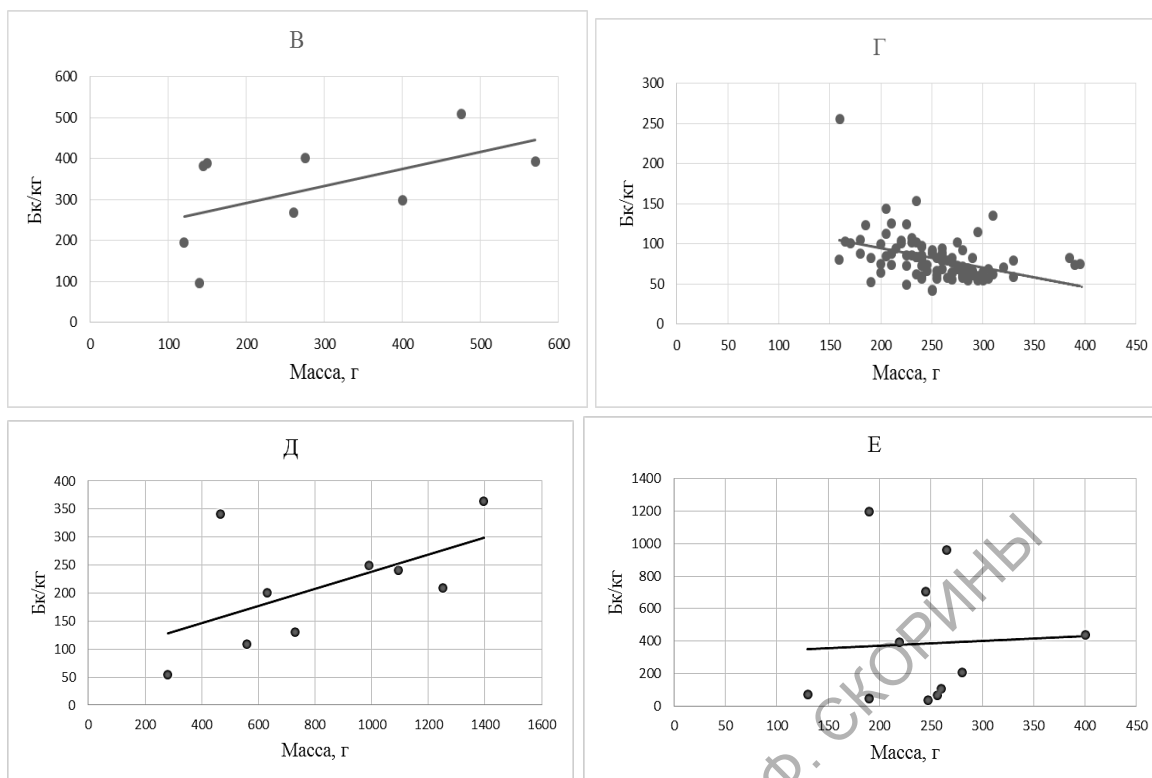


Рисунок 1 – Удельное содержание ^{137}Cs в зависимости от массы особи: А – щука выловленная 22-23.09.2016 г. (n=18); Б – карась выловленный 16.06.2016 г. (n=32); В – окунь выловленный 01.06.2016 г. (n=9); Г – синец выловленный 04.10.2016 г. (n=100); Д – жерех выловленный 20-22.06.2017г. (n=9); Е – плотва выловленная 20-22.06.2017 г. (n=11), (Бк/кг). Приведены линейные тренды

В щуке, выловленной в мелиоративной сети, окуне из озера Выюры и жерехе из реки Припять обнаружена положительная зависимость содержания ^{137}Cs в мышечной ткани от массы особи (положительный «размерный эффект»). У исследованных особей синца и серебряного карася регистрируется отрицательная зависимость содержания ^{137}Cs с увеличением массы. Удельная активность ^{137}Cs в мышцах плотвы, из реки Припять, не зависит от массы особи.

Таким образом, в результате исследований, проведённых на территории Полесского государственного радиационно-экологического заповедника, установлено, что положительный «размерный эффект» в содержании ^{137}Cs характерен для хищных видов рыб вне зависимости от типа водных объектов, где они обитали. Для исследованных мирных видов рыб, синца и карася серебряного, отмечена отрицательная зависимость содержания ^{137}Cs с увеличением массы. У плотвы, обитающей в реке Припять, зависимости в накоплении ^{137}Cs в мышечной ткани от массы особи не отмечено.

Список литературы

- 1 Кузьменко, М.І. Техногенні радіонукліди у прісноводних екосистемах / М.І. Кузьменко, Д.І. Гудков, С.І. Кіреєв – К.: Наукова думка, 2010. – 263 с.
- 2 Соботович, Э.В. Естественная защищённость природных вод от загрязнения техногенными радионуклидами Чернобыльского выброса / Э.В. Соботович // I Международная рабочая группа по тяжёлым авариям и их последствиям, 30 октября – 3 ноября 1989 г., Дагомыс, Сочи. – М.: Наука, 1990. – С. 144 – 152.

3 Левина, С.Г. Закономерности поведения ^{90}Sr и ^{137}Cs в озерных экосистемах Восточно-Уральского радиоактивного следа в отдаленные сроки после аварии: автореферат дис. ... д-ра биол. наук / С.Г. Левина. – М., 2008. – 49 с.

4 Зарубин, О.Л. Цезий-137 в компонентах трофических цепей Каневского водохранилища после аварии на ЧАЭС / О.Л. Зарубин, И.В. Паньков // Матеріали щоріч. наук. конф. Ін-ту ядерних досл. – К., 1997. – С. 349 – 353.

5 Рябов, И. Н. Радиоэкология рыб водоемов в зоне влияния аварии на Чернобыльской АЭС / И. Н. Рябов. – М.: Товарищество научных изданий КМК, 2004. – 215 с.

6 Атлас современных и прогнозных аспектов последствий аварии на Чернобыльской АЭС на пострадавших территориях России и Беларуси (АСПА Россия–Беларусь) / под ред. Ю. А. Израэля, И. М. Богдевича. – Москва: Фонд «Инфосфера» – НИА-Природа; Минск: Белкартография, 2009. – 140 с.

7 Иванцов, Д.Н. Радиоактивное загрязнение ихтиофауны водоемов, расположенных на территории Полесского государственного радиационно-экологического заповедника / Д.Н. Иванцов, А.В. Гулаков // Известия Гомельского гос. ун-та им. Ф. Скорины. Естественные науки. – 2016. – №6 (99). – С. 18 – 23.

8 Гашев, С.Н. Методика комплексной оценки состояния сообществ и популяций доминирующих млекопитающих, амфибий и рыб / С.Н. Гашев, Н.А. Сазонова, А.Г. Селюков, О.А. Хританько, С. И. Шаповалов – Тюмень: ТюмГУ, 2005. – 94 с.

9 Жуков, П.И. Справочник по экологии пресноводных рыб / П.И. Жуков – Мн.: Наука и техника, 1988. – 310 с.

10 Koulikov A.O. Specific Cesium Activity in Freshwater Fish and Sise Effect / A.O. Koulikov I.N. Rybov // Sci. Total Environ. – 1992. - Vol. 112. – P. 125 – 142.

11 Lindner G. Long-lived Chernobyl Radionuclides in Lake Constance: Speciation, Sedimentation and Biological Transfer, Proceedings of the XVth / G. Lindner, W. Preiffer, J.A. Robnins, E. Recknagel // Regional Congress of IRPA. – Visby, Gotland, Sweden, 1989. – P. 295 – 300.

12 Зарубин О.Л. Содержание цезия-137 в густере водоема-охладителя ЧАЭС / О.Л. Зарубин // Матеріали щорічної наукової конференції Ін-ту ядерних досл. – К., 1997. – С. 361 – 364.

13 Зарубин О.Л. Влияние доступности корма на накопление ^{137}Cs рыбами в водоеме-охладителе Чернобыльской АЭС / О.Л. Зарубин // Гидробиол. журн. – 2005. – Т. 41, № 2. – С. 58 – 72.