

О. В. Кашпарова^{1,2,*}, Г.-Х. Теіен², С. Е. Левчук¹, В. С. Павленко¹, Б. Салбу², В. О. Кашпаров^{1,2}

¹ Український НДІ сільськогосподарської радіології

Національного університету біоресурсів і природокористування України, Київ, Україна

² Центр радіоактивності навколишнього середовища, Норвезький університет природничих наук, Ос, Норвегія

*Відповідальний автор: elena.kashparova@gmail.com

ДИНАМІКА ВИВЕДЕННЯ ¹³⁷Cs З ОРГАНІЗМУ СРІБНОГО КАРАСЯ (*CARASSIUS GIBELIO*) ПРИ РІЗНІЙ ТЕМПЕРАТУРІ ВОДИ

Прісноводна риба, така як срібний карась (*Carassius gibelio*), перестає харчуватися при температурі води нижче 8 - 10 °С. Для вивчення швидкості виведення ¹³⁷Cs з організму срібних карасів масою 8 - 10 г при різній температурі води (5 і 22 °С) і режимах годування було проведено серію акваріумних експериментів. Період напіввиведення активності ¹³⁷Cs з риби при температурі води 5 °С без годування ($T_{1/2} = 433 \pm 162$ доби) був у 5,6 раза вище, ніж при температурі 22 °С ($T_{1/2} = 78 \pm 4$ доби) при використанні різних типів корму. Динаміка зниження активності ¹³⁷Cs (Бк) у рибі при температурі 22 °С була однаковою для різного типу корму, але при цьому швидкість зменшення питомої активності ¹³⁷Cs (Бк·кг⁻¹) у м'язовій тканині риб відрізнялася у 1,8 раза ($0,0089 \pm 0,0005$ добу⁻¹ і $0,016 \pm 0,002$ добу⁻¹) через різну динаміку набору маси рибою протягом експерименту.

Ключові слова: ¹³⁷Cs, радіоекологія, *Carassius gibelio*, Чорнобильська аварія, водні екосистеми, радіоактивне забруднення, допустимі рівні, коефіцієнти накопичення, швидкість надходження радіонукліда, швидкість виведення радіонукліда.

Е. В. Кашпарова^{1,2,*}, Г.-Х. Теіен², С. Е. Левчук¹, В. С. Павленко¹, Б. Салбу², В. А. Кашпаров^{1,2}

¹ Украинский НИИ сельскохозяйственной радиологии

Национального университета биоресурсов и природопользования Украины, Киев, Украина

² Центр радиоактивности окружающей среды, Норвежский университет естественных наук, Ос, Норвегия

*Ответственный автор: elena.kashparova@gmail.com

ДИНАМІКА ВИВЕДЕННЯ ¹³⁷Cs ИЗ ОРГАНИЗМА СЕРЕБРЯНОГО КАРАСЯ (*CARASSIUS GIBELIO*) ПРИ РАЗНОЙ ТЕМПЕРАТУРЕ ВОДЫ

Пресноводная рыба, такая как серебряный карась (*Carassius gibelio*), перестает питаться при температуре воды ниже 8 - 10 °С. Для изучения скорости выведения ¹³⁷Cs из организмов серебряных карасей массой 8 - 10 г при разной температуре воды (5 и 22 °С) и режиме кормления была проведена серия аквариумных экспериментов. Период полувыведения активности ¹³⁷Cs из рыбы при температуре воды 5 °С без кормления ($T_{1/2} = 433 \pm 162$ сут) был в 5,6 раз выше, чем при температуре 22 °С ($T_{1/2} = 78 \pm 4$ сут) при использовании разных типов корма. Динамика снижения активности ¹³⁷Cs (Бк) в рыбе при температуре 22 °С была одинаковой для разного типа корма, но при этом скорость уменьшения удельной активности ¹³⁷Cs (Бк·кг⁻¹) в мышечной ткани рыб различалась в 1,8 раза ($0,0089 \pm 0,0005$ сут⁻¹ и $0,016 \pm 0,002$ сут⁻¹) из-за разной динамики набора массы рыбой в течение эксперимента.

Ключевые слова: ¹³⁷Cs, радиоэкология, *Carassius gibelio*, Чернобыльская авария, водные экосистемы, радиоактивное загрязнение, допустимые уровни, коэффициент накопления, скорость поступления радионуклида, скорость выведения радионуклида.

O. V. Kashparova^{1,2,*}, H.-C. Teien², S. E. Levchuk¹, V. S. Pavlenko¹, B. Salbu², V. O. Kashparov^{1,2}

¹ Ukrainian Institute of Agricultural Radiology, National University of Life and Environment Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine

² Center for Environmental Radioactivity, Norwegian University of Life Sciences, Ås, Norway

*Corresponding author: elena.kashparova@gmail.com

DYNAMICS OF THE ¹³⁷Cs EXCRETION FROM PRUSSIAN CARP (*CARASSIUS GIBELIO*) AT DIFFERENT WATER TEMPERATURES

Freshwater fish such as Prussian carp (*Carassius gibelio*) don't need a feed at a water temperature below 10 °C. To study the rate constants of ¹³⁷Cs excretion from the body of Prussian carp at different water temperatures (5 and 22 °C) and different feeding, the series of aquarium experiments were conducted. The half-life time of ¹³⁷Cs activity excretion from fish in the water (T = 5 °C) without feeding ($T_{1/2} = 433 \pm 162$ days) was 5.6 times higher compared to the rate constants for water temperature 22 °C ($T_{1/2} = 78 \pm 4$ days) with different types of feeding. The temporal decline of ¹³⁷Cs activity (Bq) in fish was the same for different feeds, but the activity concentration of ¹³⁷Cs (Bq·kg⁻¹) in fish differed up to 1.8 times (0.0089 ± 0.0005 day⁻¹ and 0.016 ± 0.002 day⁻¹) due to different weight gains.

Keywords: ¹³⁷Cs, radioecology, *Carassius gibelio*, the Chernobyl accident, water ecosystems, radioactive contamination, permissible levels, concentration factor, the rate constant of uptake, rate constant of excretion.

REFERENCES

1. [Environmental Consequences of the Chernobyl Accident and their Remediation: Twenty Years of Experience. Report of the Chernobyl Forum Expert Group “Environment” \(Vienna, IAEA, 2006\) 166 p.](#)
2. [Environmental Protection: the Concept and Use of Reference Animals and Plants. ICRP Publication 108. Ann. ICRP 38 4-6 \(2008\) 242 p.](#)
3. [D.I. Gudkov et al. Dynamics of the Content and Distribution of the Main Dose Forming Radionuclides in Fishes of the Exclusion Zone of the Chernobyl NPS. *Hydrobiological Journal* 44\(5\) \(2008\) 87.](#)
4. [A.I. Kryshev, T.G. Sazykina, Comparative analysis of doses to aquatic biota in water bodies impacted by radioactive contamination. *Journal of Environmental Radioactivity* 108 \(2012\) 9.](#)
5. [A.E. Kaglyan et al. Radionuclides in the indigenous fish species of the Chernobyl Exclusion Zone. *Yaderna Fizyka ta Energetyka \(Nucl. Phys. At. Energy\)* 13\(3\) \(2012\) 306. \(Rus\)](#)
6. [E. Kashparova et al. A dose rate causes no fluctuating asymmetry indexes changes in silver birch \(*Betula pendula* \(L.\) Roth.\) leaves and Scots pine \(*Pinus sylvestris* L.\) needles in the Chernobyl Exclusion Zone. *Journal of Environmental Radioactivity* 211 \(2018\) 10573.](#)
7. [V. Kashparov et al. Spatial datasets of radionuclide contamination in the Ukrainian Chernobyl Exclusion Zone. *Earth System Science Data \(ESSD\)* 10 \(2018\) 339.](#)
8. [V. Kashparov et al. Environmental behaviour of radioactive particles from Chernobyl. *Journal of Environmental Radioactivity* 208-209 \(2019\) 1.](#)
9. [B. Salbu. Challenges associated with the behaviour of radioactive particles in the environment. *Journal of Environmental Radioactivity* 186 \(2018\) 101.](#)
10. [J.T. Smith, M.J. Bowes, F.H. Denison. Modelling the dispersion of radionuclides following short duration releases to rivers. Part 1. Water and sediment. *Science of the Total Environment* 368 \(2006\) 485.](#)
11. [I.I. Kryshev, T.G. Sazykina. Assessment of radiation doses to aquatic organisms in the Chernobyl contaminated area. *Journal of Environmental Radioactivity* 28 \(1995\) 91.](#)
12. [T. Wada et al. Radiological impact of the nuclear power plant accident on freshwater fish in Fukushima: An overview of monitoring results. *Journal of Environmental Radioactivity* 151 \(2016\) 144.](#)
13. [T. Wada. Strong contrast of cesium radioactivity between marine and freshwater fish in Fukushima. *Journal of Environmental Radioactivity* 204 \(2019\) 132.](#)
14. [J.E. Pinder. Cesium accumulation by fish following acute input to lakes: a comparison of experimental and Chernobyl-impacted systems. *Journal of Environmental Radioactivity* 100 \(2009\) 456.](#)
15. [A.I. Kryshev. Model reconstruction of ⁹⁰Sr concentrations in fish from 16 Ural lakes contaminated by the Kyshtym accident of 1957. *Journal of Environmental Radioactivity* 64 \(2003\) 67.](#)
16. [Yu.V. Khomutinin, V.A. Kashparov, A.V. Kuzmenko. Dependence of ¹³⁷Cs and ⁹⁰Sr accumulation rates by fish on the potassium and calcium content in freshwater water. *Radiation Biology. Radioecology* 51 \(3\) \(2011\) 374. \(Rus\)](#)
17. [M. Balonov et al. Harmonization of standards for permissible radionuclide activity concentrations in foodstuffs in the long term after the Chernobyl accident. *Journal of Radiological Protection* 38 \(2018\) 854.](#)
18. [J.T. Smith et al. Uptake and elimination of radiocaesium in fish and the “size effect”. *Journal of Environmental Radioactivity* 62 \(2002\) 145.](#)
19. [M.J. Chowdhury, R. Blust. A mechanistic model for the uptake of waterborne strontium in the common carp \(*Cyprinus carpio* L.\). *Environ. Sci. Technol.* 35 \(2001\) 669.](#)
20. [J.T. Smith. Modelling the dispersion of radionuclides following short duration releases to rivers. Part 2. Uptake by fish. *Science of the Total Environment* 368 \(2006\) 502.](#)
21. [A.I. Kryshev, I.N. Ryabov Calculation model of fish contamination by ¹³⁷Cs and its application for Lake Kozhanovsky \(Bryansk region\). *Radiation Biology. Radioecology* 45\(3\) \(2005\) 338. \(Rus\)](#)
22. [N.A. Nenashev et al. Accumulation of ¹³⁷Cs by the ichthyofauna of various reservoirs of PGREZ. Ecosystems and radiation: Aspects of existence and development. *Sbornik Nauchnykh Trudov dedicated to the 25th anniversary of the Polesky State Radiation and Ecological Reserve*. Ed. by Yu. I. Bondar \(Minsk: Belarusian Branch of the Russian-Belarusian Information Center, Republican Scientific Research Unitary Enterprise “Institute of Radiology”, 2013\) 353 p. \(Rus\)](#)
23. [D.I. Gudkov et al. Current levels and dynamics of radionuclide contamination of the components of aquatic ecosystems in the Chernobyl exclusion zone. *Naukovi Zapysky of Ternopil National Pedagogical University. Ser. Biol., Hydroecology* 3-4 \(64\) \(2015\) 149. \(Rus\)](#)
24. [T. Yankovich et al. Establishing a database of radionuclide transfer parameters for freshwater wildlife. *Journal of Environmental Radioactivity* 126 \(2013\) 299.](#)
25. [L. Konovalenko et al. Evaluation of factors influencing accumulation of stable Sr and Cs in lake and coastal fish. *Journal of Environmental Radioactivity* 160 \(2016\) 64.](#)
26. [Quantification of Radionuclide Transfer in Terrestrial and Freshwater Environments for Radiological Assessments. IAEA-TECDOC-1616 \(Vienna, IAEA, 2009\) 622 p.](#)
27. [S. Fesenko et al. Radionuclide transfer to freshwater biota species: review of Russian language studies. *Journal of Environmental Radioactivity* 102 \(2011\) 8.](#)
28. [Handbook of Parameter Values for the Prediction of Radionuclide Transfer in Terrestrial and Freshwater Environments. IAEA-TRS-472 \(Vienna, IAEA, 2010\) 194 p.](#)
29. [N.A. Beresford et al. A new approach to predicting environmental transfer of radionuclides to wildlife: A demonstration for freshwater fish and cesium. *Science of the Total Environment* 463-464 \(2013\) 284.](#)

30. G.D. Lebedeva. The effect of various salt composition of water on the accumulation and elimination of cesium-137 by freshwater fish. *Radiobiology* 6(4) (1966) 556. (Rus)
31. A.I. Kryshev. ^{90}Sr in fish: A review of data and possible model approach. *Science of the Total Environment* 370 (2006) 182.
32. Patent No. 128443. The method for purification of crucian carp (*Carassius gibelio* Bloch) from ^{137}Cs radionuclide to hygienic radiation-safe levels / O.E. Kaglyan et al. Publ. 09/25/2018, bull. No. 18. (UKr)
33. Yu.V. Movchan, A.I. Smirnov. *Fauna of Ukraine. Fishes*. Vol. 2. Issue 2 (Kyiv: Naukova Dumka, 1983) 360 p. (Ukr)
34. Yu.V. Khomutinin et al. The forecast of the dynamics and risk of exceeding the permissible content of ^{137}Cs and ^{90}Sr in the fish of the Kyiv reservoir at the late phase of the Chernobyl accident. *Radiation Biology. Radioecology* 53 (4) (2013) 411. (Rus)
35. O.L. Zarubin et al. Accumulation of ^{137}Cs in a pike perch (*Lucioperca Lucioperca* L.). *Yaderna Fizyka ta Energetyka (Nucl. Phys. At. Energy)* 13(2) (2012) 175. (Rus)

Надійшла 30.08.2019

Received 30.08.2019