Н. Є. Зарубіна[1,*], О. С. Бурдо[1], Л. П. Пономаренко[2], О. В. Шатрова[3]

[1] Інститут ядерних досліджень НАН України, Київ, Україна
[2] Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Київ, Україна
[3] ДП «УКРМЕТРТЕСТСТАНДАРТ», Київ, Україна

*Відповідальний автор: nataliia.zarubina@gmail.com

ДВА ЕТАПИ НАКОПИЧЕННЯ ^{137}Cs ГРИБАМИ *SUILLUS LUTEUS* ПІСЛЯ ЧОРНОБИЛЬСЬКОЇ АВАРІЇ

Дослідження вмісту ^{137}Cs у плодових тілах *Suillus luteus* на території Чорнобильської зони відчуження та Київської області за межами зони проводились у період 1986 - 2020 рр. Установлено, що динаміку активності ^{137}Cs у цьому виді грибів можна описати як двоступеневий процес. Перший етап з 1986 р. характеризувався щорічним збільшенням рівня питомої активності ^{137}Cs протягом перших 10 - 12 років. На другому етапі спостерігалося поступове зниження концентрацій ^{137}Cs. Екологічний період напіввиведення ^{137}Cs у цьому виді грибів на другому етапі відрізняється для різних місць відбору проб. Мінімальні його значення відзначено на місцях відбору проб сіл Янів та Ново-Шепеличі. Максимум екологічного періоду напіввиведення ^{137}Cs у *Suillus luteus* спостерігається на полігоні Ржищів, який є найбільш віддаленим від Чорнобильської АЕС.

Ключові слова: гриби, *Suillus luteus*, ^{137}Cs, аварія на Чорнобильській АЕС, Чорнобильська зона відчуження, два етапи.

N. E. Zarubina[1,*], O. S. Burdo[1], L. P. Ponomarenko[2], O. V. Shatrova[3]

[1] Institute for Nuclear Research, National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine
[2] National Technical University of Ukraine "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute", Kyiv, Ukraine
[3] SE "UKRMETRTESTSTANDARD", Kyiv, Ukraine

*Corresponding author: nataliia.zarubina@gmail.com

TWO STAGES IN THE ACCUMULATION OF ^{137}Cs BY MUSHROOM *SUILLUS LUTEUS* AFTER THE CHORNOBYL ACCIDENT

Studies of the ^{137}Cs content in fruit bodies of *Suillus luteus* in the territory of the Chornobyl exclusion zone and Kyiv region outside the zone were carried out during the period 1986 - 2020. It was found that the dynamics of ^{137}Cs activity in the mushroom can be described as a two-stage process. The first stage since 1986 was characterized by the annual increase in levels of specific activity of ^{137}Cs for the following 10 - 12 yrs. During the second stage, there has been a gradual decrease in concentrations of ^{137}Cs. The ecological half-life of ^{137}Cs in the mushroom at the second stage differs for different sampling sites. Its minimum values were noted at Yaniv and Novo-Shepelychy sampling sites inside the exclusion zone. The maximum of ^{137}Cs ecological half-life in *Suillus luteus* was observed on the Rzhyshchiv sampling site, which is the most remote from the Chornobyl Nuclear Power Plant outside the exclusion zone.

Keywords: mushroom, *Suillus luteus*, ^{137}Cs, Chornobyl (Chernobyl) NPP accident, Chornobyl (Chernobyl) exclusion zone, two stages.

REFERENCES

1. A.R. Byrne. Radioactivity in fungi in Slovenia, Yugoslavia, following the Chernobyl accident. J. Environ. Radioact. 6 (1988) 177.
2. G. Heinrich. Distribution of radiocesium in the different parts of mushrooms. J. Environ. Radioact. 18 (1993) 229.
3. H. Bem et al. Accumulation of ^{137}Cs by mushrooms from Rogozno area of Poland over the period 1984 - 1988. J. Radioanal. Nucl. Chem. 145(1) (1990) 39.
4. K.J. Johanson et al. Radiocaesium in Wildlife of a Forest Ecosystem in Central Sweden. In: *Transfer of Radionuclides in Natural and Semi-Natural Environment* (London – New-York: Elsevier Applied Science, 1990) p. 183.
5. L.R. Bakken, R.A. Olsen. Accumulation of radiocaesium in fungi. Can. J. Microbiol. 36(10) (1990) 704.
6. J. Lambinon et al. La radiocontamination des champignons sauvages en Wallonie (Belgique) cuite a l'accident de Tchernobyl. Nucl. Envir. 2 (1988) E37.
7. M. Strandberg. Radiocesium in a Danish pine forest ecosystem. Sci. Total Envir. 157 (1994) 125.
8. J. Lehto, K. Vaaramaa, A. Leskinen. ^{137}Cs, ^{239,240}Pu and ^{241}Am in boreal forest soil and their transfer into wild mushrooms and berries. J. Environ. Radioact. 116 (2013) 124.

9. N. Zarubina. The influence of biotic and abiotic factors on ^{137}Cs accumulation in higher fungi after the accident at Chernobyl NPP. J. Environ. Radioact. 161 (2016) 66.
10. R.M. Alexakhin et al. Model of ^{90}Sr cycling in a forest biogeocenosis. Sci. Total Envir. 157 (1994) 83.
11. Z. Pietrzak-Flis, I. Radwan, L. Rosiak. Migration of ^{137}Cs in soil and its transfer to mushrooms and vascular plants in mixed forest. Sci. Total Environ. 186 (1996) 243.
12. K.J. Johanson et al. Activity concentrations of ^{137}Cs in moose and their forage plants in Mid-Sweden. J. Environ. Radioact. 22 (1994) 251.
13. Y. Muramatsu, S. Yoshida, M. Sumjya. Concentration of radiocesium and pottasium in basidiomycetes collected in Japan. Sci. Total Environ. 105 (1991) 29.
14. M. Vinichuk et al. Correlations between potassium, rubidium and cesium (^{133}Cs and ^{137}Cs) in sporocarps of Suillus variegatus in a Swedish boreal forest. J. Environ. Radioact. 102(4) (2011) 386.
15. A. Gentili, G. Gremingi, V. Sabbatini. Ag-110m in fungi in central Italy after the Chernobyl accident. J. Environ. Radioact. 13(1) (1991) 75.
16. D. Mascanzoni. Uptake of Sr-90 and Cs-137 by mushrooms following the Chernobyl accident. In: *Transfer of Radionuclides in Natural and Semi-Natural Environment* (London – New-York: Elsevier Applied Science, 1990) p. 459.
17. G.M. Koval, N.E. Shatrova. The content of radionuclides of emergency origin in the fungi (macromycetes) of the Chernobyl exclusion zone. In: Chornobyl. The Exclusion Zone (Kyiv, 2001) p. 378. (Ukr)
18. J. Falandysz et al. Artificial ^{137}Cs and natural ^{40}K in mushrooms from the subalpine region of the Minya Konka summit and Yunnan Province in China. Environ. Sci. Pollut. Res. 25 (2018) 615.
19. Y. Huang et al. Radiocesium immobilization to leaf litter by fungi during first-year decomposition in a deciduous forest in Fukushima. J. Environ. Radioact. 152 (2016) 28.
20. N. Niimura et al. Physical properties, structure, and shape of radioactive Cs from the Fukushima Daiichi Nuclear Power Plant accident derived from soil, bamboo and shiitake mushroom measurements. J. Environ. Radioact. 139 (2015) 234.
21. I.A. Dudka, S.P. Vasser. *Fungi*. A guide for mycologist and mushroom hunter (Kyiv, 1987) 536 p. (Rus)
22. O. Guillitte, A. Fraiture, J. Lambinon. Soil-fungi radiocesium transfer in forest ecosystems. In: *Transfer of Radionuclides in Natural and Semi-Natural Environment* (London – New-York: Elsevier Applied Science, 1990). p. 468.
23. W. Rühm et al. The Cs-137/Cs-134 ratio in fungi as an indicator of the major mycelium location in forest soil. J. Environ. Radioact. 35 (1997) 129.
24. O.O. Orlov, O.B. Kalish. Radioactive contamination of fungi. In: *Basics of Forest Radioecology* (Kyiv, 1999) p. 117. (Rus)
25. N.E. Zarubina, O.L. Zarubin. Differences in accumulation of ^{137}Cs by obligate and facultative representatives of ecological group of mushrooms-symbiotrophes. Yaderna Fizyka ta Energetyka (Nucl. Phys. At. Energy) 8 (2002) 123. (Rus)
26. D. Grabowski et al. Activity of cesium-134 and cesium-137 in game and mushrooms in Poland. Sci. Total Environ. 157(1-3) (1994) 227.
27. L. Cocchi et al. Radioactive caesium (^{134}Cs and ^{137}Cs) in mushrooms of the genus Boletus from the Reggio Emilia in Italy and Pomerania in Poland. Isotopes Environ. Health Stud. 53(6) (2017) 620.
28. G. Kirchner, O. Daillant. Accumulation of ^{210}Pb, ^{226}Ra and radioactive cesium by fungi. Sci. Total Environ. 222(1-2) (1998) 63.
29. I. Amundsen, G. Gulden, P. Strand. Accumulation and long term behaviour of radiocesium in Norwegian fungi. Sci. Total Envir. 184 (1996) 163.
30. W.R. Schell et al. Application of a Dynamic Model for Evaluating Radionuclide Concentration in Fungi. In: Proc. of Int. Cong. Radiat. Protect (Vienna, 1996) p. 2.
31. N.E. Shatrova. Long-term dynamics of the content of emergency ^{137}Cs in edible mushrooms on the territory of the "southern trace". Hihiyena Naselenykh Mist 37 (2000) 385. (Rus)
32. N.E. Zarubina, O.S. Burdo. Dynamics of specific activity of fruiting bodies of fungi in the territory contaminated as a result of the Chernobyl accident. In: Book of Abstracts. XXII Ann. Sci. Conf. of the Institute for Nuclear Research, National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv, 26 - 30 January 2015 (Kyiv, 2015) p. 168. (Ukr)
33. O.S. Burdo, N.E. Zarubina, O.V. Shatrova. Dynamics of specific activity of ^{137}Cs in fruit bodies of *Suillus luteus*: nonlocal model. In: Book of Abstracts, XXVII Ann. Sci. Conf. of the Institute of Nuclear Research, National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv, 21 - 25 April 2020 (Kyiv, 2020) p. 292. (Ukr)

Надійшла/Received 19.04.2021