
UPTAKE AND ELIMINATION OF RADIOCESIUM IN FISH

Růžičková E.

Department of Molecular Biology and Radiobiology, Faculty of Agronomy, Mendel University in Brno, Zemědělská 1, 613 00 Brno, Czech Republic

E-mail: xruzic13@mendelu.cz, poschl@mendelu.cz

ABSTRACT

The Chernobyl accident led to widespread contamination among others with radiocaesium (^{137}Cs). After a certain period of time a relative balance of the radionuclide was seen in the aquatic environment, but all the same the content of radiocaesium in the organisms differed considerably. The model environment in an aquarium (tank) with definable conditions can provide new information about the ^{137}Cs fate in the aquatic environment.

This paper describes the uptake and elimination of ^{137}Cs in the fish species *Poecilia reticulata* after 96-hour experimental contamination with $^{137}\text{CsCl}$ (1.0 kBq l^{-1}) in standard water condition of small laboratory tanks. The ^{137}Cs radioactivity concentration was observed *in vivo* during 96-hour radiocaesium retention and 33-day decontamination (cultivation of the contaminated fish in radiocaesium free water) periods. Measurements of ^{137}Cs activity were carried out using gamma-spectrometric system with HPGe detector and standard geometry of 500ml-Marinelli bakers.

Rapid uptake of radiocaesium dissolved in water and also rapid loss of the radionuclide from contaminated fish kept in the radiocaesium free conditions were found out. The ^{137}Cs concentration in fish kept in contaminated water reached the same concentration as in the water during 90-hour contamination period, and then the retention of ^{137}Cs proceeded further with the similar tendency. In the decontamination period, the initial biological half-life of ^{137}Cs in fish was ca 14 days. More than 65 % of the starting value of the radiocaesium in fish body was excreted after 33-day-keeping of the contaminated fish in uncontaminated water.

Key words: radiocaesium, aquatic environment, fish, *Poecilia reticulata*

Acknowledgments: This work was supported from the institutional financial resources of the Faculty of Agronomy of the Mendel University in Brno.

ÚVOD

Ochrana životního prostředí je v současnosti stále více diskutované téma. Jednou z částí, které je věnována pozornost, je i problematika věnující se biogenní migraci radionuklidů v prostředí. Pozornost se zaměřuje na radiocesium, u kterého existuje potenciální možnost kontaminace potravinových zdrojů.

Akumulace radiocesia rybami je komplexní dynamický proces, který je určen environmentálními a fyziologickými faktory, jako jsou znečištění potravy, intenzita krmení, pozice v potravním řetězci atd. (Kryšev and Ryabov 2000).

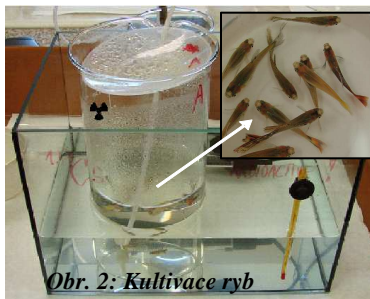
Schopnost vodních organismů vázat radiocesium je výrazně ovlivňováno obsahem solí ve vodě. U mořských organismů jsou díky vyššímu obsahu kationtů několikanásobně nižší koncentrační faktory, než u organismů sladkovodních (Kohehmainen et al., 1967; Komarov a Bennett, 1983; Svadlenkova et al., 1989; Hakanson, 1991). Akumulaci radiocesia také výrazně ovlivňuje retenční doba Cs^+ ve vodě. Čím delší dobu je organismus v prostředí s radiocesiumem, tím větší pravděpodobnost příjmu Cs^+ nastane (Hakanson, 1991).

Převážná většina publikovaných studií sleduje kinetiku radiocesia u vodních živočichů, nejvíce u ryb, a to monitorováním v přírodních podmínkách, většinou jako následek kontaminace po černobylské havárii. Studií zahrnujících problematiku kinetiky příjmu a vylučování radiocesia ve sladkovodním prostředí v kontrolovaných laboratorních podmínkách je velmi málo. Sledováním u některých druhů akvarijních ryb (*Carassius auratus*, *Brachydanio rerio*) se zabývali např. Srivastava et al. (1990,1994).

V souvislosti se sledováním zákonitostí distribuce a transferu radiocesia (^{137}Cs) u drobných živočichů (akvarijních ryb rodu *Poecilia reticulata*) v modelovém vodním prostředí byla práce zaměřena na sledování příjmu a vylučování radiocesia u ryb.

MATERIÁL A METODIKA

V experimentu byly použity ryby rodu *Poecilia reticulata* (samci - váha $0,2 \div 0,3$ g; délka cca 3 cm) (obr. 1).

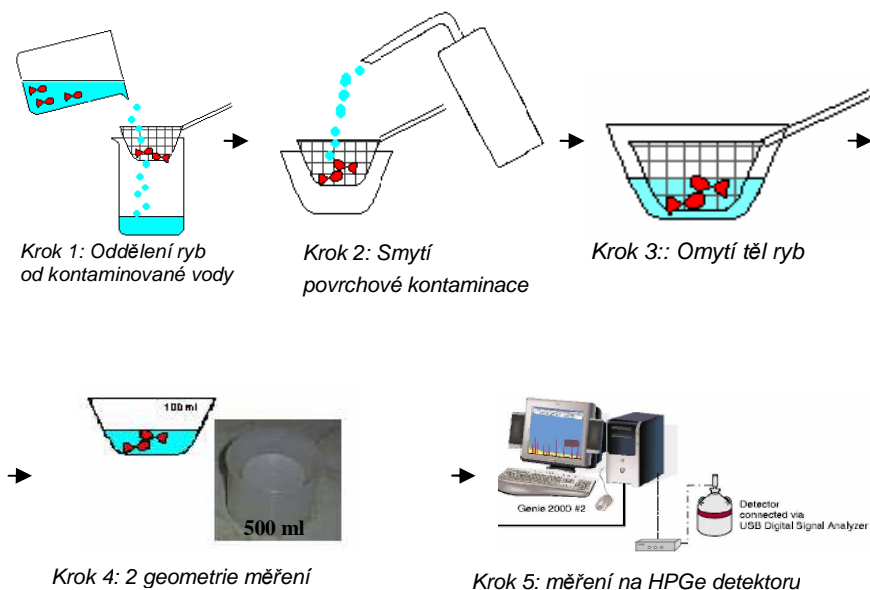


Práce byla rozdělena na dvě části. V první části byl sledován příjem radiocesia rybami, v druhé části jeho vylučování.

Pro sledování příjmu byly ryby kultivovány ve vodě uměle kontaminované $^{137}\text{CsCl}$ ($1,5 \text{ l H}_2\text{O}$, $1,0 \text{ kBq.l}^{-1}$). Kultivace ryb s kontinuální aeraací probíhala celkem 96 hodin (obr. 2). Voda byla temperována na 26°C . Ve 24-hodinových intervalech od počátku kultivace byly ryby měřeny v uspořádání *in vivo* s využitím gamaspektrometrické trasy s HPGe detektorem. Měření probíhalo v geometrii 500 ml (v Marinelliho nádobě) po dobu 30 minut. Měření probíhalo za kontinuálního vduchování.

Druhá část (dekontaminační) následovala po 96 hodinách kultivace. Po změření byly ryby umístěny do čisté nekontaminované vody a průběžně, po dobu 33 dní, byl sledován úbytek radiocesia z ryb při použití stejné geometrie měření. Experimentální postup je znázorněn na obrázku 3.

Obr. 3 Experimentální postup



VÝSLEDKY A DISKUZE

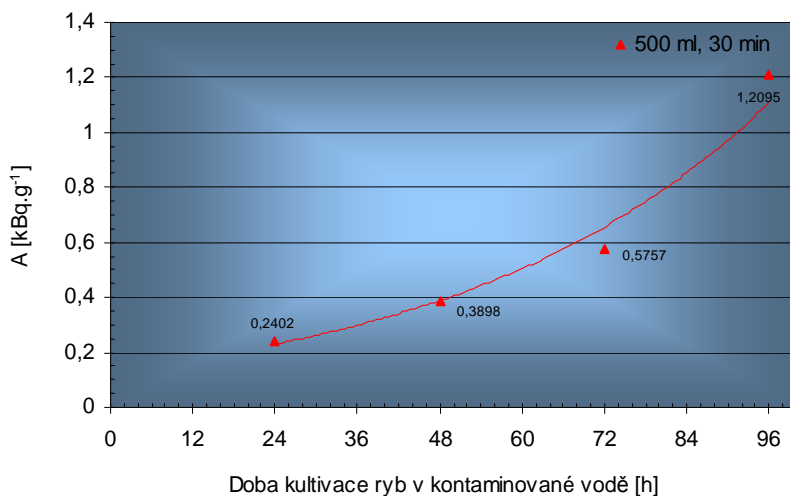
Zjištěné hodnoty hmotnostní aktivity ^{137}Cs v rybách jsou uvedeny v tabulkách 1 (kultivace ryb v kontaminované vodě) a 2 (dekontaminace ryb v čisté vodě). Biologický poločas přeměny T_{BIOL} je uveden v tabulce 3.

Zvolený experimentální postup (Obr. 2 a 3) se ukázal jako velmi dobře proveditelný a opakovatelný.

Tabulka 1 Aktivita ^{137}Cs - příjem rybami

Doba kultivace [h]	Aktivita ^{137}Cs [$\text{kBq}\cdot\text{g}^{-1}$]
24	0.2402
48	0.3898
72	0.5757
96	1.2095

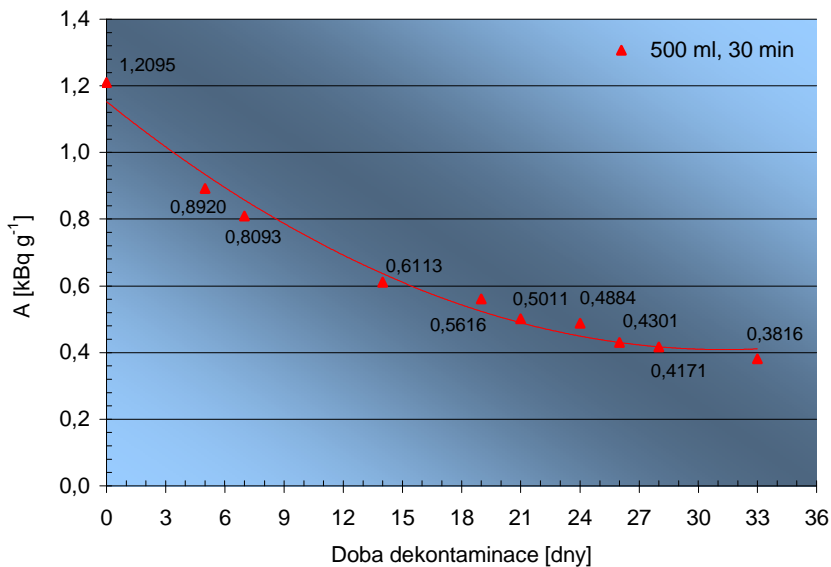
Graf 1 Příjem radiocesia rybami



Tabulka 2 Aktivita ^{137}Cs - úbytek radiocesia v rybách

<i>Doba dekontaminace [h]</i>	<i>Aktivita ^{137}Cs [kBq.g⁻¹]</i>
0	1,2095
5	0,8920
7	0,8093
14	0,6113
19	0,5616
21	0,5011
24	0,4884
26	0,4301
28	0,4171
33	0,3816

Graf 2 Úbytek radiocesia v rybách



Tabulka 3 *Biologický poločas*

<i>Aktivita ¹³⁷Cs</i> <i>[kBq.g⁻¹]</i>	<i>Aktivita ¹³⁷Cs</i> <i>[kBq.g⁻¹]</i>	<i>T_{BIOL}</i> <i>[dny]</i>
<i>den 0</i>	<i>den 33</i>	
1,2095	0,3816	14

ZÁVĚR

Bylo potvrzeno, že aplikovaná metoda sledování kontaminace radiocesiumem v uspořádání *in vivo* malých akvarijních ryb je možná a spolehlivá. Geometrie 500 ml (Marinelli) poskytuje dobré výsledky pro citlivost a přesnost měření aktivity radiocesia v rybách v daném uspořádání.

Byly zjištěna velmi rychlá retence radiocesia (¹³⁷Cs) rozpuštěného ve vodě a též poměrně rychlé uvolňování daného radionuklidu z těla ryb chovaných v nekontaminovaném prostředí. Během 90 hodin dosáhla hmotnostní aktivita radiocesia v těle ryb aktivity v kultivační vodě a tato tendence příjmu dále pokračovala. V dekontaminační fázi - chov kontaminovaných ryb v nekontaminovaném vodním prostředí - byl zjištěn počáteční biologický poločas 14 dní a více než 65 % počátečního obsahu radiocesia v rybách bylo z ryb uvolněno po 33 dnech.

LITERATURA

Hakanson, L. Radioactive caesium in fish in Swedish lakes after Chernobyl – geographical distributions, trends, models and remedial measures. In *The Chernobyl Fallout in Sweden*, ed. L. Moberg. Swedish Radiation Protection Institute, Stockholm, 1991, p. 239-281.

Koehmainen, S., Hasanen, E., Miettinen, J.K. ¹³⁷Cs in fish, plankton and plants in Finnish lakes during 1964-1965. In *Radioecological Concentration Processes*, ed. B. Aberg & F. P. Hungate. Pergamon Press, 1967, Oxford, p. 913-919.

Komarov, E., Bennett, B. G. Selected Radionuclides. World Health Organization, 1983, Geneva.

Kryshev, A. I. and I. N. Ryabov (2000). "A dynamic model of Cs-137 accumulation by fish different age classes." *Journal of Environmental Radioactivity*, vol. 50, iss. 3, p. 221-233.

Růžičková E. The standardization of radiospektrometric assesment of radiocesium (¹³⁷Cs) in fish *in vivo* in a model aquatic environment. In *MendelNet'09 Agro. Proceedings of International Ph.D. Students Conference*. 1. vyd. Brno: MZLU v Brně, 2009, s. 144. ISBN 978-80-7375-352-8.

Růžičková E., Pöschl M. Reliability and sensitivity of the *in vivo* measurement of radiocaesium activity in aquarium fish. In BALLA, J. -- REINÖHL, V. *Book of abstracts of The XXXIXth Annual Meeting of ESNA*. 1. vyd. Brno: Editorial Center MUAF Brno, 2009, s. 30. ISBN 978-80-7375-319-1.

MENDELNET 2010

Srivastava, A., Denschlag, H.O., Kelber, O., Urich, K. Accumulation and discharge behavior of Cs-137 by zebra fish (*Brachydanio rerio*) in different aquatic environments. *Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry*, 1990, vol. 138, iss. 1, p. 165-170.

Srivastava, A., Reddy, S.J., Kelber, O., Urich, K., Denschlag, H.O. Uptake and release kinetics of Cs-134 by goldfish (*carassius-auratus*) and Cs-137 by zebra fish (*brachydanio-rerio*) in controlled aquatic environment. *Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry*, 1994, vol. 182, iss. 1, p. 63-69.

Svadlenkova, M., Zdenek, D., Slivik, O. A mathematical model for 137-Cs uptake and release by filamentous algae. *Internationale Revue gesamten Hydrobiologie*, 1989, vol. 74, p. 461-469.