

Бионакопление трансуранового элемента Am-241 карасем серебряным из воды и пищи

Т.А.Зотина, Е.А.Трофимова, Д.В.Дементьев, А.Я.Болсуновский
Институт биофизики СО РАН, Красноярск

Река Енисей загрязнена трансурановыми элементами, в числе которых находится америций-241, долгоживущий высокотоксичный для биоты радионуклид. Основные депозиты Am-241 сосредоточены в донных отложениях реки, однако активность радионуклида регистрируется и в водных растениях (Bolsunovsky, Bondareva, 2007; Bolsunovsky et al., 2009).

Для оценки возможных путей миграции Am-241 в водных экосистемах представляет интерес изучение переноса этого радионуклида в трофических сетях. Ключевым звеном, связывающим речные трофические сети с человеком, является ихтиофауна. Америций накапливается в организмах рыб, обитающих в подверженных радиационному загрязнению пресноводных водоемах (Ikaheimonen, Saxen, 2002; Гудков и др., 2005).

В данной работе приведены результаты экспериментального исследования эффективности бионакопления америция в телах карасей серебряных (*Carassius auratus gibelio*) из воды и из пищи, а также представлены результаты измерения удельной активности америция в органах и тканях карасей, обитающих в Енисее. В лабораторных экспериментах карасей кормили биомассой водных растений, меченых америцием, а также содержали в воде в присутствии растворенного америция (Зотина и др., 2011; Zotina et al., 2011). Рыб, накопивших америций, разделяли на части и измеряли активность радионуклида в пробах органов и тканей на гамма-спектрометре со сверхчистым германиевым детектором (Canberra, США), как описано ранее (Зотина и др., 2011). Также оценивали интенсивность биологического выведения америция из организмов карасей.

Лабораторные эксперименты показали, что америций быстро переходит из пищи во внутренние органы и ткани (печень, мышцы, кости) рыб. На вторые сутки после кормления америций достоверно регистрировался в мышцах и костях. В течение восьми суток после однократного кормления меченой пищей активность америция во внутренних органах возрастала. Эксперименты показали, что накопление растворенного в воде америция во внутренних органах и тканях карасей происходит, в основном, через пищеварительный тракт в результате заглатывания воды рыбами, т.е. по пищевому пути. Аналогичные результаты были получены ранее для плутония-239 (Гнеушева, 1971). Среди внутренних органов, не имевших непосредственного контакта с меченой пищей, наибольшая активность америция зарегистрирована в печени карася (55-67 % от суммарной активности в теле). В мышцах содержалось до 6 % активности радионуклида, накопленной в телах рыб. Удельная активность америция в костях была выше, чем в мышцах, что свидетельствует о большем сродстве америция к костной ткани и согласуется с экспериментальными результатами для морских рыб (Mathews, Fisher, 2009). Эффективность биологического накопления (ассимиляции) америция из пищи положительно коррелировала с возрастом рыб. Так 46 % поглощенного с пищей америция задержалось в телах трехлетних карасей и 7 % – в телах двухлетних рыб. Аналогичные зависимости получены для печени, мышц и костей. Таким образом, на основе полученных экспериментальных результатов мы можем заключить, что бионакопление америция во внутренних органах и тканях карасей, происходит в основном чрез пищеварительный тракт, даже в случае, когда америций находится в воде.

Измерения проб органов и тканей карасей, обитающих на радиационно загрязненном участке Енисея, показали присутствие Am-241 во внутренних органах и мышцах рыб.

Накопление америция-241 в мышцах карасей создает вероятность трофического перехода радионуклида в организмы людей, питающихся рыбой. Америций депонируется в скелете рыб и млекопитающих, создавая хроническую дозовую нагрузку на органы и

ткани (Menetrier et al., 2008). Длительное воздействие низких доз радиации может вызвать различные морфологические и функциональные нарушения у самих рыб (Real et al., 2004, Белова, Емельянова, 2011).

Литература

Белова Н.В., Емельянова Н.Г. Состояние репродуктивной системы карповых рыб р. Тетерев и Киевского водохранилища после Чернобыльской катастрофы. Вопросы ихтиологии. 2011. 51 (2): 239-249.

Гнеушева Г.И. Накопление плутония-239 пресноводными рыбами и водной растительностью. В: Шварц С.С. (ред.). Проблемы радиоэкологии водных организмов. Труды института экологии растений и животных. 1971. Т. 78. Свердловск: РИСО УрО РАН. С. 115-118.

Гудков Д.И., Девец В.В., Зуб Л.Н. и др. Распределение радионуклидов в основных компонентах озерных экосистем в зоне отчуждения Чернобыльской АЭС. Радиационная биология. Радиоэкология. 2005. 45 (3): 271–280.

Зотина Т.А., Трофимова Е.А., Дементьев Д.В., Болсуновский А.Я. Накопление ²⁴¹Am карасем серебряным из пищи и воды. Доклады АН. 2011. 439 (5): 708-712.

Bolsunovsky A., Bondareva L. Actinides and other radionuclides in sediments and submerged plants of the Yenisei River. J. Alloy. Compd. 2007. 444-445: 495-499.

Bolsunovsky A., Muratova E., Sukovaty A., Kornilova M. The effect of radionuclide and heavy metal contamination of the Yenisei River on cytogenetics of aquatic plant *Elodea canadensis*. Radioprotection. 2009. 44 (5): 83-88.

Ikaheimonen T.K., Saxen R. Transuranic elements in fishes compared to ¹³⁷Cs in certain lakes in Finland. Boreal Environ. Res. 2002. 7: 99-104.

Mathews T., Fisher N.S. Dominance of dietary intake of metals in marine elasmobranch and teleost fish. Sci. Total Environ. 2009. 407: 5156-5161.

Menetrier F., Taylor D.M., Comte A. The biokinetics and radiotoxicity of curium: A comparison with americium. Appl. Radiat. Isotopes. 2008. 66: 632-647.

Real A., Sundell-Bergman S., Knowles J.F., Woodhead D.S., Zinger I. Effects of ionizing radiation exposure on plants, fish and mammals: relevant data for environmental radiation protection J. Radiol. Prot. 2004. 24: A123–A137.

Zotina T.A., Trofimova E.A., Dementyev D.V., Bolsunovsky A.Ya. Transfer of americium-241 from food and water to organs and tissues of crucian carp. Radioprotection. 2011. 46(6): 69-73.