УДК 546.79:594.124 (262.5)

Лазоренко Г.Е., Поликарпов Г.Г., Болтачев А.Р.

ДОЗОВЫЕ НАГРУЗКИ НА НАСЕЛЕНИЕ КРЫМА (ОЦЕНОЧНЫЕ) И УКРАИНЫ (ОРИЕНТИРОВОЧНЫЕ) ОТ АЛЬФА-ИЗЛУЧЕНИЯ ПРИРОДНОГО РАДИОНУКЛИДА ^{210}Po ВСЛЕДСТВИЕ ПОТРЕБЛЕНИЯ В ПИЩУ ЧЕРНОМОРСКОГО ШПРОТА

Выполнен расчет оценочных величин коллективных эффективных и индивидуальных доз для населения Украины и Крыма от природного радионуклида ^{210}Po вследствие употребления в пищу черноморского шпрота. Усредненные за последних 10 лет величины коллективных эффективных доз для населения Украины и Крыма составляют 8,6 и 4,3 чел.-Зв, соответственно. Индивидуальная годовая доза для среднестатистического жителя Украины равна, в среднем, 0,18 μЗв, а для жителя Крыма – 2,1 μЗв.

Ключевые слова: *^{210}Po, черноморский шпрот, коллективная эффективная доза, индивидуальная доза, население, Украина, Крым.*

Виконано розрахунок оціночних величин колективних ефективних та індивідуальних доз для населення України та Криму від природного радіонукліда ^{210}Po внаслідок вживання в їжу чорноморського шпроту. Усереднені за останніх 10 років величини колективних ефективних доз для населення України та Криму складають 8,6 і 4,3 люд.-Зв, відповідно. Індивідуальна річна доза для середнього статистичного жителя України рівна, у середньому, 0,18 μЗв, а для жителя Криму – 2,1 μЗв.

Ключові слова: *^{210}Po, чорноморський шпрот, колективні ефективні та індивідуальні дози, населення, Україна, Крим.*

The collective effective doses commitment to the Ukraine and the Crimea populations derived from naturally occurring ^{210}Po with a consumption of marine food from the Black Sea sprat were estimated. The mean values of them were 8.6 and 4.3 manSv, respectively. *The individual dose rate for the Ukrainean was 0.18 μSv and for the Crimean – 2.1 μSv.*

Key words: *^{210}Po, the Black Sea sprat, collective effective doses commitment, population, Ukraine, the Crimea.*

Радиологическая значимость ^{210}Po – последнего радиоактивного элемента в природной серии ^{238}U-^{226}Ra, обусловлена энергией его альфа-частиц (5,305 МэВ) и высоким значением дозового конверсионного фактора [1-3]. ^{210}Po формирует более 80 % суммарной «marine dose», получаемой человеком от природных радионуклидов с морской пищей [1]. Сравнительный анализ коллективных эффективных доз облучения населения Земного шара, формируемых наиболее яркими представителями природной (^{210}Po) и искусственной (^{137}Cs) радиоактивности в результате потребления в пищу морепродуктов, показал, что соотношение их вкладов изменяется от 10^2 до 10^3 [3]. Эти результаты получены для всех промысловых районов Мирового океана, в том числе региона № 37, в который входит весь Средиземноморский бассейн, включая Черное море [3]. Однако, в этой работе материалы по Черному морю были представлены лишь единичными пробами гидробионтов [3], по резуль-

татам радиоэкологических исследований которых можно выполнить расчеты коллективных эффективных доз для населения стран, расположенных в Черноморском бассейне.

В настоящей работе приведены результаты собственных расчетов коллективных эффективных доз, получаемых населением Крыма (ориентировочные) и Украины (оценочные) от излучения ^{210}Po вследствие потребления в пищу черноморского шпрота *Sprattus sprattus phalericus* (Risso) – основного и самого массового промыслового вида рыб в Черном море. Изучение черноморского шпрота в радиологическом плане представляется особо важным, так как его вклад в общий объем выловов коммерческих видов рыб Черного моря в отдельные годы наблюдений достигал 95-97 % [4].

Отлов черноморского шпрота для радиологического исследования проводили тралами между мысами Лукулл и Сарыч (рис. 1).

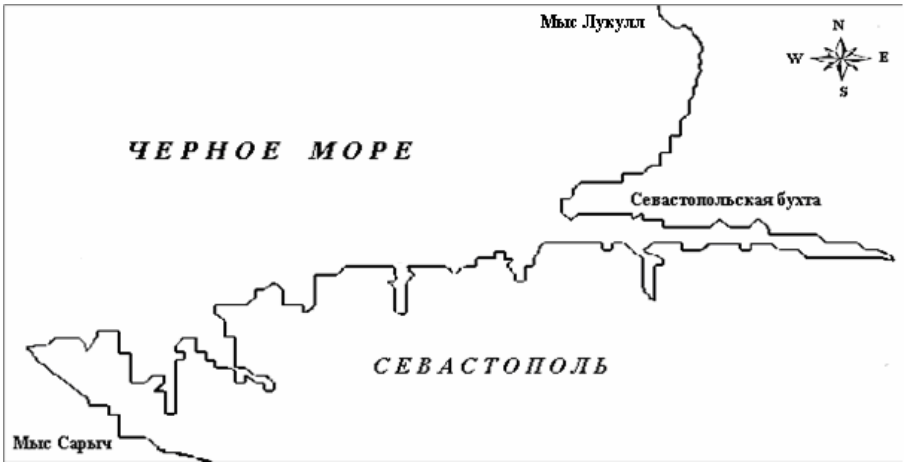

Рис. 1. Схема-карта районов отлова шпрота в Севастопольской морской акватории

Пробы шпрота готовили к радиохимическому выделению ^{210}Po в соответствии с методикой, разработанной и усовершенствованной в РИСОЕ Национальной Лаборатории (Дания) [5]. Для оценки химического выхода в каждую пробу вносили трассер – альфа-излучатель ^{208}Po ($T_{1/2}$ = 2,898 г.). Конечный этап радиохимического анализа полония – спонтанное осаждения обоих его изотопов (^{208}Po и ^{210}Po) на дисках из серебряной фольги при 85-90 ^{o}C в течение 3,5-4 час. Измерение ^{208}Po и ^{210}Po в пробах проводили на альфа-спектрометре OCTÊTÊ PC фирмы EG&G ORTEC. Результаты измерений обрабатывали статистически. Ошибка определения составляла 8-10 % от средней величины, рассчитанной для каждой группы данных.

Расчеты коллективных эффективных доз облучения населения Украины и Крыма от излучения природного радионуклида ^{210}Po вследствие потребления в пищу черноморского шпрота, выполнены нами на основе критериев и формулы, представленных в работе [3], средних концентраций ^{210}Po в мышцах, объемов выловов и данных о численности населения Украины и Крыма.

$$D = 4{,}3\cdot 10^{-7}\cdot C_b F_c F_h F_e D_f = 7{,}6\cdot 10^{-8}\, C_b\, F_c \qquad (1)$$

где D – коллективная эффективная доза (чел.-Зв);

C_b – концентрация ^{210}Po в мышцах шпрота (Бк·кг$^{-1}$ сырой массы);

F_c – объем вылова шпрота в год, кг;

F_h – доля вылова, направляемая для использования в пищу;

F_e – доля вылова, реально использованная в пищу;

D_f – фактор задержки;

$4{,}3\cdot 10^{-7}$ – дозовый конверсионный фактор для ^{210}Po, Зв·Бк$^{-1}$ [6].

По данным ФАО, приведенным в работе [3], доля вылова промысловых рыб, направляемая для использования в пищу (F_h), близка к 70 % (или 0,7, если принять весь объем вылова за единицу).

F_e – реально использованная в пищу часть вылова, равная около 0,5 [3].

Фактор задержки (D_f) поступления ^{210}Po в организм человека оценивается временными рамками между датами отлова рыбы и непосредственным употреблением приготовленных из нее морепродуктов. Этот временной масштаб сравнивается с периодом полураспада радионуклида (для ^{210}Po $t_{1/2}$ = 138,4 сут). Также необходимо принимать во внимание время, затрачиваемое на обработку рыбы разными способами при приготовлении из нее различных пищевых продуктов. По обобщенным данным ФАО, приведенным в работе [3], в среднем около 30% отловленной рыбы используется в пищу в свежем виде, 30 % – после хранения в замороженном виде, 20 % – в копченом виде, и 20 % – в виде консервов. Разница во времени возможного использования таких продуктов, приготовленных разными способами, составляет 0,1, 2 и 12 месяцев, соответственно, что, дает среднее взвешенное время задержки поступления радионуклида в организм человека, равное 93 сут [3]. Такой временной интервал несколько меньше периода полураспада ^{210}Po. Тем не менее, принято решение использовать в расчетах коллективных эффективных доз для населения обобщенный временной фактор задержки поступления ^{210}Po в организм человека с морепродуктами, равный одному периоду его полураспада [3].

Объемы выловов шпрота (F_c) в Украине и численность населения Украины и Крыма за последние 10 лет с 2000 г. по 2009 г. представлены в таблице 1.

Таблица 1

Объемы выловов черноморского шпрота и численность населения Украины и Крыма

Год	Объемы вылова шпрота в Украине и Крыму, т*		Численность населения, тыс. чел. [7]	
	Украина	Крым	Украина	Крым
2000	32685,548	32685,548	48923,2	2050,7
2001	49003,4	48336,656	48457,1	2033,7
2002	45447,8	45433,759	48003,5	2018,4
2003	31366,4	31181,7	47622,4	2005,1
2004	30892,3	30889,566	47280,8	1994,2
2005	35650,2	35649,817	46929,5	1983,9
2006	21308,6	21307,901	46646,0	1977,1
2007	18012,6	13657,808	46372,7	1971,1
2008	21110,8	17888,56	46143,7	1967,3
2009	24603,5	20195,026	45962,9	1957,5

* ***Примечание:*** Данные Госкомитета рыбного хозяйства Украины при Министерстве аграрной политики Украины.

Собственные расчеты дозовых нагрузок от ^{210}Po, поступившего в организм человека с морепродуктами, изготовленными из черноморского шпрота, отловленного в 1999 г., показали, что их величины составляли около 10 чел.-Зв для населения Украины в целом [8]. Около половины этой дозы приходилось на население Крыма при индивидуальной дозе в 2,2 μЗв [8], что близко по усредненным данным (2,3 μЗв), приведенным в основополагающей работе [3].

Представленные выше расчетные величины коллективных и индивидуальных доз для населения Украины и Крыма были выполнены нами с использованием максимальной концентрации ^{210}Po в мышцах шпрота из весенних уловов 1999 г., которая составила 4,1 Бк·кг$^{-1}$ сырой массы для рыб одной стандартной длины (10 см) [9].

В последующие годы отмечено уменьшение концентраций ^{210}Po в целых рыбах и их мышцах в тот же период отбора проб. Для оценки максимально возможной дозы облучения населения Украины и Крыма в 2000-2009 гг., нами в расчетах использована концентрация ^{210}Po, равная 3,6 Бк·кг$^{-1}$ сырой массы, максимально измеренная в этот период в мышцах черноморского шпрота.

Ежегодные коллективные эффективные дозы облучения населения Украины от альфа-частиц ^{210}Po вследствие употребления морепродуктов из черноморского шпрота за этот период времени изменялись от 4,93 до 13,41 чел.-Зв, а для населения Крыма – от 2,46 до 6,21 чел.-Зв (рис. 2).

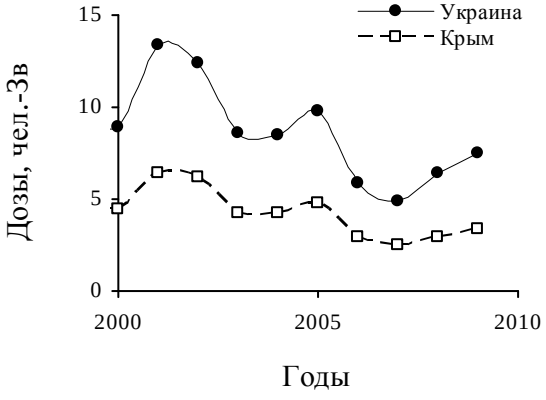

Рис. 2. Коллективные эффективные дозы облучения населения Украины и Крыма от ^{210}Po с морепродуктами из черноморского шпрота

Годовое потребление шпрота на душу населения в Украине крайне низкое и варьирует, в зависимости от объемов его выловов, от 0,4 до 1,0 кг. Годовые индивидуальные дозы облучения населения Украины от ^{210}Po с продукцией из шпрота составляли 0,1-0,27 μЗв, а для населения Крыма, с учетом и групп риска, 1,25-3,29 μЗв. Как видно, максимальная годовая индивидуальная доза облучения населения Крыма выше расчетной величины за 1999 г. [8], что может быть обусловлено, прежде всего, существенным увеличением объемов выловов черноморского шпрота за последние годы и уменьшением численности населения Крыма.

Полученные в данной работе результаты позволяют сделать следующие выводы:

1. Расчеты доз для населения отдельных регионов Украины проводить очень сложно ввиду отсутствия контроля за перемещением выловленной рыбы или продукции из нее по стране.

2. Полностью отсутствуют количественные данные об объемах шпрота, остающиеся только в Крыму, включая данные по группам риска.

3. На данный момент времени можно говорить только об ориентировочных и оценочных расчетах как коллективных доз для населения в целом, так и индивидуальных годовых доз, в частности.

4. Однако полученные данные позволяют заключить, что максимально рассчитанная индивидуальная доза облучения среднестатистического жителя Крыма от ^{210}Po вследствие его поступления с продукцией из черноморского шпрота близка к дозовому уровню в 2,3 μЗв, представленному в фундаментальном исследовании [3]. Для среднестатистического жителя Украины индивидуальная доза облучения от ^{210}Po, поступившего с морепродуктами из черноморского шпрота, меньше этого уровня почти на порядок.

Благодарности: Авторы глубоко признательны зам. начальника Управления водных живых ресурсов и аквакультуры Госкомитета рыбного хозяйства Украины В.Ф. Пличко и начальнику отдела ихтиологии Восточно-Черноморского бассейнового госуправления рыбохраны при Госкомитете рыбного хозяйства Украины Гуцалу Д.К. за помощь в сборе ихтиологической информации и предоставленные данные по объемам выловов черноморского шпрота в украинской части акватории Черного моря.

ЛИТЕРАТУРА

1. Cherry R.D., Shannon L.V. The alpha radioactivity of marine organisms // Atomic Energy Rev. – 1974. – Vol. 12. – P. 3-45.
2. Amiro B.D. Radiological dose conversion factors for generic non-human biota used for screening potential ecological impacts // J. Environ. Radioactivity. – 1997. – Vol. 35. – № 1. – P. 37-51.
3. Aarkrog A., Baxter M.S., Battercourt A.O. et al. A comparision of doses from ^{137}Cs and ^{210}Po in marine food: A Major International Study // J. Environ. Radioactivity. – 1997. – Vol. 34. – № 1. – P. 69-90.
4. Зуев Г.В., Гаевская А.В., Корнийчук Ю.М., Болтачев А.Р. О внутривидовой дифференциации черноморского шпрота (*Sprattus sprattus phalericus*) у побережья Крыма (предварительное сообщение) // Экология моря. – 1999. – Вып. 49. – С. 10-16.
5. Chen Q., Dalhgaard H., Nielsen S.P., Aarkrog A. Determination of ^{210}Po and ^{210}Pb in Mussel, Fish, Sediment, Petroleum / Department of Nuclear Safety Research and Facilities. – RISOE National Laboratory, Denmark, 1998. – 10 p.
6. Commission of the European Communities. The Radiological Exposure of the Population of the European Community from Radioactivity in North European Marine Water – Project MARINA, Report EUR, 12483. – Brussels, 1989.
7. Госкомстат Украины, 2000-2010 г.г.
8. Lazorenko G.E., Polikarpov G.G. Doses to local populations from ^{210}Po in fish // Regional Technical Co-operation Project RER/2/003 «Marine Environmental Assessment of the Black Sea»: Working Material. – Vienna: IAEA, 2004. – P. 173.
9. Лазоренко Г.Е. ^{210}Po в гидробионтах Черного моря // Чтения памяти Н.В. Тимофеева-Ресовского: 100-летию со дня рождения Н.В. Ресовского посвящается. – Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2000. – С. 108-125.

Рецензенти: Гулин С. Б., зав. отделом радиационной и химической биологии ИнБЮМ НАН Украины, д.б.н.;
Мирзоева Н. Ю., с.н.с. отдела радиационной и химической биологии ИнБЮМ НАН Украины, к.б.н.

© Лазоренко Г.Е., Поликарпов Г.Г., Болтачев А.Р., 2010

Стаття надійшла до редколегії 10.06.2010 р.