

Mecanismos de dispersión de radionúclidos en el ambiente

Celso Vargas
Escuela de Ciencias Sociales
Comisión Institucional de Tecnologías de
Irradiación (CATI)
Instituto Tecnológico de Costa Rica
celvargas@itcr.ac.cr

La generación de energía eléctrica por medio de la fisión nuclear es un importante sistema energético en la actualidad. Un recuento somero de los sistemas energéticos incluye los siguientes: carbón mineral, reactores térmicos (petróleo), reactores basados en gas natural, reactores nucleares, hidroelectricidad, geotermia, energía eólica, energía solar y biomasa. Estos sistemas tienen diferentes participaciones a nivel mundial, siendo los términos y gas natural los que tienen una mayor participación en este momento.

En la fisión nuclear es posible utilizar tres tipos diferentes de isótopos: uranio (U 235), plutonio (Pu 239) y torio (Th232). Los más frecuentemente utilizados son los reactores de uranio y los de plutonio, así como una combinación de ambos, conocida como mezcla de óxidos. Sin embargo, el torio todavía no se utiliza como combustible nuclear. El combustible más frecuentemente utilizado es el uranio 235. La fisión aplica, entonces, a átomos pesados.

1. Isótopos producidos a partir de la fisión

Durante el proceso de fisión una buena cantidad de energía es liberada (alrededor de 200 MeV), y como resultado

de la división del núcleo se obtienen una serie de átomos como sub-productos. La lista completa de los elementos y sus isótopos es la siguiente (aunque no todos se obtienen por la misma reacción).

Isótopo	Vida media	Propiedad
Krypton 85	10,72 años	Gas inerte
Rubidio 85	4,70 x 10 ¹⁰ años	
Estroncio 89-90	50,5 días (89), 29,12 años(90)	Elementos con volatilidad intermedia
Zirconio 95 y 97	64 días (95) 16,9 horas (97)	
Molibdeno 95, 97, 98, 100	Estables	
Tecnecio 99	6,04 horas	
Rutinio 103 y106	29,3 días (103), 368 días (106)	
Rodio 103	0,9 horas	
Paladio 109	13,4 horas	
Plata 109	39 segundos	
Cadmio 111-116	La mayoría son estables 2,23 días (115)	
Estaño 117-126	La mayoría estables	
Antimonio 121,123	2,70 días (122)	
Telurio 125, 128, 130	Estables	
Iodo 129, 131	8,06 días (131), 20,8 horas(129)	
Xenon 133	5,25 días	
Cesio 134, 137	2,06 años (134), 30 años (137)	Elementos volátiles
Bario 139	1,38 horas	

Isótopos producidos como sub-productos de la fisión.

2. Análisis de los isótopos

Hay varios factores por los cuales algunos de estos isótopos no presentan problemas ambientales cuando son emitidos al ambiente. Uno de estos factores es que muchos de estos isótopos tienen vidas medias muy cortas. Esto significa que en periodos de tiempo muy cortos decaen y se convierten en isótopos estables. Otro factor importante son los porcentajes de isótopos que son producidos como resultado de la fisión. En muchos de ellos, los porcentajes son muy pequeños y, por tanto, su impacto ambiental es muy reducido o no significativo. Finalmente, los gases presentan un comportamiento particular y es que escapan a la atmósfera y en algunos casos fuera de ella, por lo cual no presentan ningún impacto ambiental o humano. Por ello, los isótopos de interés desde el punto de vista ambiental son los siguientes:

Isótopo	Vida media	Propiedad
Estroncio 89-90	50,5 días (89), 29,12 años (90)	Elementos con volatilidad intermedia
Iodo 129, 131	8,06 días (131), 20,8 horas(129)	
Cesio 134, 137	2,06 años (134), 30 años (137)	Elementos volátiles

Isótopos de interés desde el punto de vista ambiental y humano.

En los estudios ambientales realizados a raíz de accidentes como Chernobyl, se encuentra que los isótopos del estroncio (Sr) se depositan en lugares muy próximos a la fuente de emisión debido a que son partículas muy pesadas. Los monitoreos realizados en el caso de Chernobyl (OIEA, 2005) no encontraron cantidades significativas de estos isótopos a pocos kilómetros. En el caso del accidente de Fukushima se liberó una importante cantidad de Pu-239. Este isótopo tiene un coeficiente de dispersión bastante reducido y se concentra en zonas cercanas a la fuente de emisión.

La situación es diferente con los isótopos del yodo y del cesio, los cuales tienen un coeficiente de dispersión bastante alto y, por tanto, son desplazados a grandes distancias principalmente por el viento. El Cs-137 con una vida de media de 30 años, ha sido considerado como el isótopo indicador en caso de accidentes debido a su persistencia en el medio y su alto coeficiente de dispersión.

En el caso de los dos isótopos del yodo, a raíz del accidente de Chernobyl se conocieron los mecanismos de propagación en el ambiente. En una primera etapa, el I se deposita sobre el pasto el cual, al ser consumido por el ganado, es transferido a la leche. Al utilizarse la leche para alimentar a los niños, fue esta población la que resultó principalmente afectada. El I se acumula en la tiroides, donde comienza a irradiar. Concentraciones relativamente altas de I favorecen la aparición del cáncer de tiroides. En este sentido, y debido a su corta vida media, la leche no requiere ser descartada sino procesada en forma de leche en polvo y una vez que decae el I la leche puede ser consumida sin ningún problema. Debido a la corta vida media de este isótopo, su absorción por la planta no presenta mayores problemas, ya que mientras el césped crece, su actividad ha decaído considerablemente.

Una situación diferente ocurre con el Cs, en particular el Cs-137. Estos isótopos se depositan sobre las plantas, vegetales y pasto, y al igual que en el caso del I-131, una fracción, muy pequeña en este caso, es transferida a la leche. Otra parte es acumulada en la carne y transferida al ser humano. Lo mismo ocurre con el Sr-90. Pero este mecanismo de deposición pronto es sustituido por el de

absorción en las plantas, los vegetales y el pasto, lo cual favorece la dispersión ambiental en aquellos casos en los que las plantas, los vegetales y el pasto sean utilizados por otros organismos dentro de la cadena trófica, afectando claramente al ser humano. En este sentido, de todos los isótopos, el del Cs-137 y el Sr-90 son los que presentan los mayores problemas ambientales en el largo plazo. Se ha encontrado que la concentración de Cs-137 “ha venido decreciendo durante la última década muy lentamente, de un 3 a un 7% por año, la contribución del Cs-137 a la dosis (humana) continuará dominando en los años y décadas por venir” (OIEA, 2005: 12). No se espera lo mismo de los otros isótopos del Sr-90, y el Pu-239, los cuales, por lo menos en el caso del accidente de Chernobyl no tendrán una contribución significativa a la dosis general que reciben los seres humanos que viven en la zona de influencia del accidente de Chernobyl.

Nos resta recordar que nosotros estamos expuestos a fuentes naturales y artificiales de radiación. Por ejemplo, recibimos radiación del cosmos, del suelo, de las viviendas y de los alimentos que consumimos. Igualmente, aumentamos la dosis de radiación que recibimos cada vez que nos tomamos una radiografía o pasamos por equipos de detección de cuerpo entero que se encuentran en los aeropuertos, y por otros ensayos médicos. Sin embargo, lo fundamental aquí es hacer todos los esfuerzos a fin de limitar la dosis anual que recibamos de fuentes principalmente artificiales. La radiación natural es muy difícil de limitar excepto en el caso del radón (Rn-222) que se concentra en las viviendas. Una adecuada ventilación evita que este gas se concentre en el interior de las viviendas.

Referencias

OIEA (2008) Chernobyl: Looking Back to Go Forward. Proceedings of an international conference. Vienna.
 OIEA (2005) Environmental Consequences of the Chernobyl Accident and Their Remediation: Twenty Years of Experience. Report of the UN Chernobyl Forum Expert Group “Environment” (EGE). Vienna.