

La tesi doctoral de Jessica Avivar proposa nous mètodes automàtics més precisos i ràpids per monitoritzar tori i urani en mostres ambientals

La tesi *Automated flow systems for total and isotopic analysis of thorium and uranium in samples of environmental interest*, defensada a la UIB, ha automatitzat diferents metodologies d'anàlisi d'aquests elements radioactius en el medi ambient que permeten un important estalvi en l'ús de reactius i una reducció en el cost de cada anàlisi i en els residus generats

Palma. Abril de 2012

La tesi doctoral de Jessica Avivar Cerezo, defensada a la Universitat de les Illes Balears, proposa nous mètodes automàtics més precisos, exactes, ràpids i robusts per monitoritzar elements radioactius com l'urani i el tori en mostres ambientals. La tesi *Automated flow systems for total and isotopic analysis of thorium and uranium in samples of environmental interest* l'han dirigida el doctor Víctor Cerdà, catedràtic de Química Analítica del Departament de Química de la UIB, i la doctora Laura Ferrer, directora del Laboratori de Radioactivitat Ambiental de la UIB.



La investigadora Jessica Avivar, autora de la tesi. Foto: UIB

En les darreres dècades, com a conseqüència dels diferents usos de la radioactivitat, s'ha anat produint un augment en les concentracions de diferents radionúclids, tant artificials com naturals, que es troben actualment al medi ambient. Això, juntament amb alguns accidents d'àmplia repercussió en l'opinió pública, com el de Txernòbil (Ucraïna) l'abril de 1986 o el més recent de Fukushima (Japó), el març de 2011, ha portat a establir i incrementar els programes de vigilància de la radioactivitat ambiental. De fet, les noves tendències en legislació i en investigació s'adrecen al desenvolupament de mètodes exactes, precisos, robustos i ràpids amb baixos límits de detecció per determinar radionúclids naturals de llarga vida mitjana, com són el tori i l'urani, en mostres ambientals.

La tesi doctoral de Jessica Avivar s'inscriu en aquesta línia i presenta dues revisions exhaustives i quatre mètodes analítics per a la determinació total i isotòpica de tori i urani alternatius als mètodes radiomètrics i radioquímics tradicionals.

La primera revisió inclou una descripció detallada de les tècniques d'anàlisi en flux, la seva evolució, els avantatges del seu acoblament i una comparació crítica dels mètodes desenvolupats recentment, basats en tècniques de flux, amb l'objectiu de donar solució a les necessitats analítiques actuals. La segona, és una revisió de l'estat actual de l'aplicació de les tècniques d'anàlisi en flux per a la determinació totalment automàtica i semiautomàtica d'isòtops radioactius

La tesi doctoral de Jessica Avivar dissenya nous mètodes automàtics més precisos i ràpids per monitoritzar tori i urani en mostres ambientals

en mostres ambientals, incloent procediments de separació i preconcentració de radioisòtops. En aquesta revisió es discuteixen els avantatges i els desavantatges de protocols automàtics fent ús de diferents generacions de tècniques d'anàlisi en flux i una diversitat de sistemes de detecció, incloent-hi comptadors de centelleig, espectrofotòmetres alfa, comptadors proporcionals, espectrometria de masses i espectrofotometria.

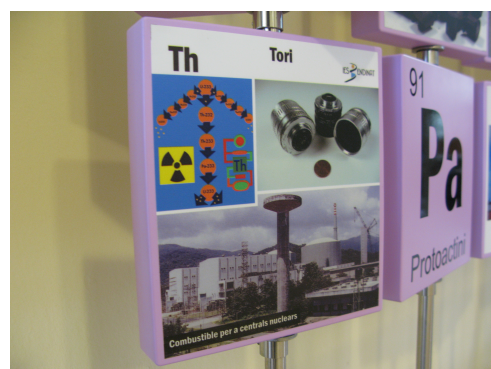
Pel que fa a les metodologies incloses en aquesta tesi, han estat automatitzades mitjançant l'ús de tècniques d'anàlisi en flux multicommutades, com són l'anàlisi per injecció en flux multixeringa (MSFIA), els sistemes de flux multibomba (MPFS) i el *lab-on-valve* (LOV), que proporcionen un important estalvi de reactius, amb la consegüent reducció de cost per anàlisi i de generació de residus, permetent una major freqüència d'anàlisi, i una mínima manipulació de les mostres per part de l'analista. A més, l'espectrofotometria de llarg pas òptic i l'espectrometria de masses de plasma acoblat inductivament (ICP-MS) s'han emprat com a tècniques de detecció en els mètodes desenvolupats com a alternatives als detectors radiomètrics. Això ha permès obtenir mètodes per a la determinació de tori i urani totalment automatitzats, econòmics i ràpids, que han demostrat ser excel·lents alternatives a les clàssiques determinacions radioquímiques, ja que presenten límits de detecció similars i, fins i tot, més baixos.

Cal fer ressaltar la reducció del temps d'anàlisi assolida amb les metodologies, que comporta un augment de la freqüència d'injecció, juntament amb la mínima manipulació de reactius i mostres per part de l'analista, característiques comunes a tots els sistemes desenvolupats en la recerca de Jessica Avivar. També cal destacar la millora significativa que s'ha assolit en la reproduïbilitat i la repetibilitat de les metodologies gràcies al fet que tots els sistemes desenvolupats en aquesta tesi doctoral són tancats.

A més, gràcies a l'acoblament de diverses tècniques d'anàlisi en flux multicommutades s'ha aconseguit reduir l'impacte ambiental produït per cada anàlisi. La complementació de les diverses tècniques ha aconseguit reduir la generació de residus derivats de la realització de les anàlisis, a la vegada que ha permès reduir també el consum de reactius emprats en cada anàlisi, aspecte de gran rellevància quan es treballa amb materials radioactius.



L'urani és un element químic radioactiu que és present de forma natural en petites quantitats en el medi ambient. Atesa la seva llarga vida mitjana, és més químic tòxic que radiotòxic. És un metall pesant —és l'element químic més pesant que, de forma natural, es pot trobar a la Terra— que, per les seves propietats, és utilitzat principalment com a combustible en les centrals nuclears, però també en armes nuclears i en la datació arqueològica de roques.



El tori és un element químic radioactiu que és troba a l'escorça terrestre de forma natural. És un metall lleugerament radioactiu que, per les seves característiques, s'ha proposat com a alternativa a l'ús de l'urani com a combustible nuclear. El tori s'emprava en llums de gas portàtils, en aliatges de magnesi, en el recobriment de cables de tungstè emprats en equipament electrònic i en la datació de fòssils d'homínids, però moltes d'aquestes aplicacions han cessat per la seva radioactivitat. L'òxid de tori s'usa com a catalitzador en el refinament del petroli i en la producció d'àcid sulfúric.



Referència de la tesi

Títol: Automated flow systems for total and isotopic analysis of thorium and uranium in samples of environmental interest

Autor: Jessica Avivar Cerezo

Programa de doctorat: Ciència i Tecnologia Química

Àrea de coneixement: Química Analítica

Departament: Química

Directors: Víctor Cerdà Martín i Laura Ferrer Trovato

Qualificació: Excel·lent cum laude

Membres del tribunal

President

Dra. Montserrat Casas Ametller
Departament de Física
Universitat de les Illes Balears

Secretari

Dr. Antonio Rangel
Escola Superior de Biotecnologia
Universitat Catòlica Portuguesa, Porto

Vocals

Dr. Marek Andrzej Trojanowicz
Departament de Química
Universitat de Varsòvia

Dr. Francesc Borrull Ballarín
Departament de Química Analítica i Química
Orgànica
Universitat Rovira i Virgili

Dr. Venerando González Díaz
Departament de Química Analítica, Nutrició i
Bromatologia
Universitat de La Laguna

Publicacions relacionades

Avivar, J., Ferrer, L., Casas, M. & Cerdà, V. «Automated determination of uranium(VI) at ultra trace levels exploiting flow techniques and spectrophotometric detection using a liquid waveguide capillary cell». *Analytical and Bioanalytical Chemistry*, 397 (2010), p. 871-878.

Fajardo, Y. Avivar, J., Ferrer, L., Gómez, E., Casas, M. & Cerdà, V. «Automation of radiochemical analysis by applying flow techniques to environmental samples». *Trends in Analytical Chemistry*, vol. 29, núm. 11 (2010), p. 1399-1408.

Avivar, J., Ferrer, L., Casas, M. & Cerdà, V. «Lab on valve-Multisyringe flow injection system (LOV-MSFIA) for fully automated uranium determination in environmental samples». *Talanta*, 84 (2011), p. 1221-1227.

Avivar, J., Ferrer, L., Casas, M. & Cerdà, V. «Smart thorium and uranium determination exploiting renewable solid phase extraction applied to environmental samples in a wide concentration range». *Analytical and Bioanalytical Chemistry*, 400 (2011), p. 3585-3594.

Avivar, J., Ferrer, L., Casas, M. & Cerdà, V. «Técnicas de análisis en flujo aplicadas a la determinación totalmente automatizada de trazas de uranio». *Libro de las VI Jornadas Calidad en el Control de Radioactividad Ambiental*. Ed. Consejo de Seguridad Nuclear (CSN). Depósito legal: BI 2536/2011, p. 236-245.

Rodríguez, R., Avivar, J., Ferrer, L., Luz O Leal & Cerdà, V. «Automated total and radioactive strontium separation and preconcentration in samples of environmental interest exploiting a lab-on-valve system». *Talanta* (2011) DOI: 10.1016/j.talanta.2011.11.042.



Universitat de les
Illes Balears

Divulgació de la recerca
Abril de 2012

La tesi doctoral de Jessica Avivar dissenya nous
mètodes automàtics més precisos i ràpids per
monitoritzar tori i urani en mostres ambientals

Avivar, J., Ferrer, L., Casas, M. & Cerdà, V. «Fully automated lab-on-valve-multisyringe flow injection analysis-ICP-MS system: an effective tool for fast, sensitive and selective determination of thorium and uranium at environmental levels exploiting solid phase extraction». *Journal of Analytical Atomic Spectrometry*, 27 (2012), p. 327-334.

Cerdà, V., Avivar, J., & Cerdà, A. «Laboratory Automation by Flow Techniques». *Pure and Applied Chemistry* (2012), acceptat.