

CONTAMINANTES EMERGENTES EN EL SIGLO XXI

28 y 29 de septiembre de 2016

Escuela Politécnica Superior de Huesca

RESUMENES

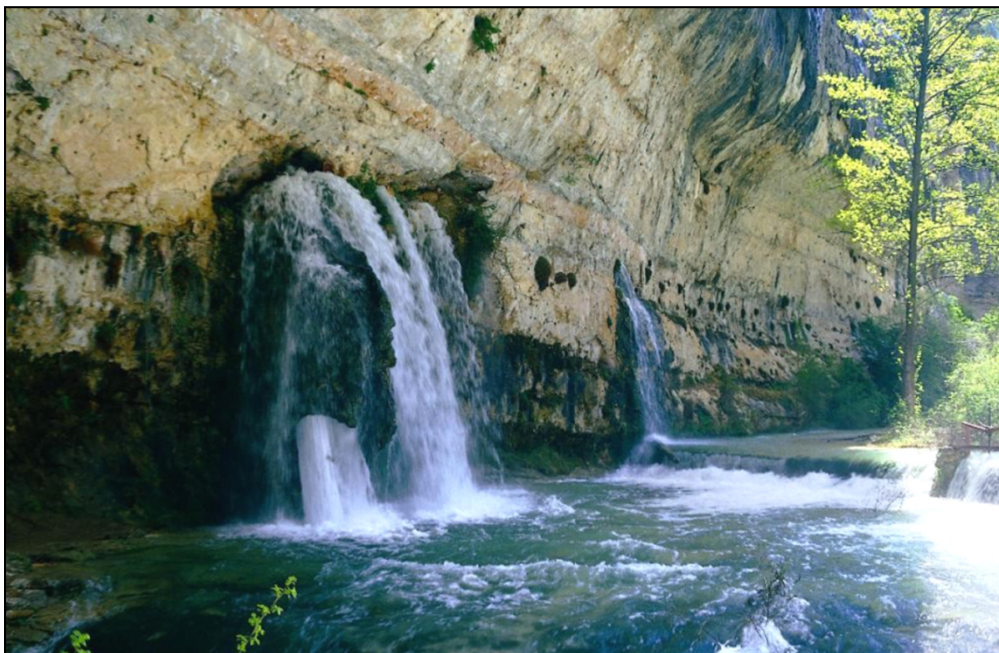
ORGANIZA:

UIMP
Universidad Internacional
Menéndez Pelayo

COLABORA:



Instituto Universitario de Investigación
en Ciencias Ambientales
de Aragón
Universidad Zaragoza



Patrocinan:



Universidad
Zaragoza



INDICE

Introducción	3
Programa.....	5
Presentaciones	
1. Contaminantes emergentes en el siglo XXI: una visión general	7
<i>Dr. Juan R. Castillo</i>	
2. Nanomateriales sintéticos: usos, riesgos y regulación	9
<i>Dr. Francisco Laborda</i>	
3. Herramientas y técnicas en el análisis de nanomateriales: desde la preparación de muestra a la detección y caracterización	11
<i>Dr. Javier Jiménez Lamana</i>	
4. Introducción general a procesos avanzados de oxidación y desinfección y su aplicación en potabilización y depuración, en el control de emergentes	13
<i>Dra. Natividad Miguel</i>	
5. Nuevos contaminantes en el agua.....	15
<i>Dr. Josep Caixach</i>	
6. El papel y las limitaciones de las potabilizadoras en el control de contaminantes químicos emergentes	17
<i>Sonia Cuartielles</i>	
7. Microorganismos emergentes con riesgo sanitario, resistentes a procesos de desinfección y su presencia en aguas naturales y residuales	19
<i>Dra. Pilar Goñi</i>	
8. Micotoxinas: situación actual y retos futuros	21
<i>Dr. Antonio J. Ramos</i>	
9. Biosensores para la determinación rápida y portable de micotoxinas.....	23
<i>Dr. Juan Carlos Vidal</i>	
10. Métodos de screening-confirmación para el control analítico de micotoxinas	25
<i>Dr. Ángel Ríos</i>	
11. Biosensores electroquímicos. Una alternativa para la determinación de drogas de abuso.....	27
<i>Dra. Julia Arcos</i>	
12. Potencial analítico de los polímeros de impronta molecular en el análisis de residuos de antibióticos empleados en medicina humana y veterinaria	29
<i>Dra. M. Cruz Moreno</i>	
13. Bioplataformas electroanalíticas para seguridad alimentaria. Detección de alérgenos y adulteraciones alimentarias	31
<i>Dra. Susana Campuzano</i>	

La actualización de los listados de contaminantes regulados y de las metodologías analíticas oficiales y normalizadas es una tarea imprescindible de las administraciones públicas a todos los niveles.

Ciertos compuestos químicos, materiales compuestos, productos de descomposición de procesos industriales, microorganismos, etc., van apareciendo poco a poco en ecosistemas, alimentos, agua, aire, etc. presentando potenciales riesgos de toxicidad en nuevos procesos de contaminación. Este contexto es el que contempla en su conjunto los hoy llamados Contaminantes Emergentes, como agentes contaminantes cuya presencia y carácter tóxico no se conocía. No existe sobre ellos normativas reguladoras sobre contenidos y tampoco existen metodologías analíticas oficiales.

Es clave el papel de toda la comunidad científico-tecnológica, tanto desde organismos públicos de investigación (OPIs), técnicos del sector privado y público e instituciones políticas y académicas, en la detección, caracterización y propuestas de actuación para establecer las medidas necesarias para el control de este tipo de contaminantes .

Salvo algunos trabajos aislados de grupos de investigación, hasta donde sabemos, es la primera vez que se desarrolla un encuentro específicamente dedicado a Contaminantes Emergentes. Las lógicas limitaciones de tiempo nos han obligado a seleccionar algunos de los grupos que en la actualidad son los más importantes, ya que abarcar la totalidad del problema es materialmente imposible.

Gracias a la Universidad Internacional Menéndez Pelayo, sede Pirineos, por la magnífica acogida a la propuesta de realizar este encuentro, al Gobierno de Aragón, al Instituto de Investigación en Ciencias Ambientales de la Universidad de Zaragoza y a la Diputación Provincial de Huesca por su colaboración en la organización de este evento así como a los ponentes, todos ellos del máximo prestigio en el mundo del estudio y conservación del medio ambiente, por su disponibilidad y esfuerzo para participar en este encuentro.

Prof. Juan R Castillo
Director del encuentro

PROGRAMA

Miércoles, 28 de septiembre

8:45 Recepción y entrega de documentación

9:15 Inauguración

Dr. Alfredo Serreta

Director de la sede UIMP-Pirineos

9:30 Contaminantes emergentes en el siglo XXI: una visión general

Dr. Juan R. Castillo

Catedrático de la Universidad de Zaragoza. Instituto de Investigación en Ciencias Ambientales de Aragón (IUCA).

10:30 Nanomateriales sintéticos: usos, riesgos y regulación

Dr. Francisco Laborda

Catedrático de la Universidad de Zaragoza. Instituto de Investigación en Ciencias Ambientales de Aragón (IUCA).

11:30 Herramientas y técnicas en el análisis de nanomateriales: desde la preparación de muestra a la detección y caracterización

Dr. Javier Jiménez Lamana

Investigador del Laboratorio de Química Bioinorgánica Analítica y Medioambiental (LCABIE), Centro Nacional de Investigación Científica (CNRS), Pau, Francia.

12:30 Introducción general a procesos avanzados de oxidación y desinfección y su aplicación en potabilización y depuración, en el control de emergentes

Dra. Natividad Miguel

Investigadora del Grupo Calidad y Tratamiento de Aguas. Instituto de Investigación en Ciencias Ambientales de Aragón (IUCA). Universidad de Zaragoza

15:30 Nuevos contaminantes en el agua

Dr. Josep Caixach

Investigador del Instituto de Diagnóstico Ambiental y Estudios del Agua de Barcelona - CSIC

16:30 El papel y las limitaciones de las potabilizadoras en el control de contaminantes químicos emergentes.

Sonia Cuartielles

Depuración de Aguas del Mediterráneo (DAM). Potabilizadora de Tudela

17:30 Microorganismos emergentes con riesgo sanitario, resistentes a procesos de desinfección y su presencia en aguas naturales y residuales.

Dra. Pilar Goñi

Profesora Titular de la Universidad de Zaragoza. Dpto. de Microbiología y Salud Pública

Jueves, 29 de septiembre

9:30 Micotoxinas: situación actual y retos futuros

Dr. Antonio J. Ramos

Catedrático de la Universitat de Lleida. Tecnología de Alimentos

10:30 Biosensores para la determinación rápida y portable de Micotoxinas

Dr. Juan Carlos Vidal

Profesor Titular de Universidad. Instituto de Investigación en Ciencias Ambientales de Aragón (IUCA). Universidad de Zaragoza

12:00 Métodos de screening-confirmación para control analítico de micotoxinas

Dr. Ángel Ríos

Catedrático de la Universidad de Castilla La Mancha

15:30 Biosensores electroquímicos. Una alternativa para la determinación de drogas de abuso

Dra. Julia Arcos

Catedrática de la Universidad de Burgos

16:30 Potencial analítico de los polímeros de impronta molecular en el análisis de residuos de antibióticos empleados en medicina humana y veterinaria

Dra. M. Cruz Moreno

Catedrática de la Universidad Complutense de Madrid

17:30 Bioplataformas electroanalíticas para seguridad alimentaria. Detección de alérgenos y adulteraciones alimentarias

Dra. Susana Campuzano

Profesora Titular Universidad Complutense de Madrid

CONTAMINANTES EMERGENTES EN EL SIGLO XXI: UNA VISIÓN GENERAL

Juan R. Castillo

Instituto de Investigación en Ciencias Ambientales de Aragón.

Dpto. Química Analítica. F. Ciencias. Universidad de Zaragoza

jcastilo@unizar.es

La expresión "contaminante emergente" probablemente hay que atribuírsela a Rachel Carson que en su libro *Primavera Silenciosa*, de 1962, demostró que el uso generalizado del DDT para eliminar los mosquitos y otras plagas había llevado a la muerte y desaparición a muchas especies vegetales. Información publicada después de muchos años de su masiva utilización y algunos antes de su definitiva prohibición.

Actualmente se acepta que un contaminante emergente es un material, un elemento, un compuesto, una especie química, e incluso un fenómeno físico desconocido o no reconocido cuya presencia en el medio ambiente, en alimentos, en cualquier producto natural o artificial, o en cualquier ser vivo, no es necesariamente nueva pero sí lo son las posibles consecuencias perjudiciales de su existencia. Además, su control no está regulado por las administraciones públicas y la disponibilidad de técnicas y métodos para su análisis es nula o muy limitada.

En estas casi dos décadas transcurridas del siglo XXI han aparecido un gran número de este tipo de contaminantes, orgánicos tales como: ácidos nafténicos, aditivos en gasolinas (MTBE y EDB), aromas sintéticos, benzotriazoles, compuestos perfluorados, algunos edulcorantes artificiales, fármacos, drogas de abuso, hormonas, disruptores endocrinos, filtros solares, micro y nanoplásticos, plastificantes, productos de degradación de pesticidas y nuevos pesticidas, productos derivados de procesos de desinfección de aguas, retardantes de llama, surfactantes, etc. Entre los inorgánicos los más significativos han sido los percloratos. También se ha producido la irrupción de un tipo de contaminante emergente de naturaleza orgánica o inorgánica como resultado de la disminución drástica de tamaño de muchos materiales. Lo que ha dado lugar a la aparición de un nuevo concepto que es el del nanomaterial contaminante al producirse un cambio en las propiedades de muchos materiales por su tamaño inferior a los 100 nm que afectan enormemente a su reactividad, biodisponibilidad, movilidad y transporte. La Nanotecnología Medioambiental se ha convertido ya en una rama científica clave en el contexto del desarrollo de la Nanociencia y Nanotecnología y en todas sus aplicaciones en Medicina, Biotecnología, Electrónica, Comunicaciones, Nuevos Materiales, estando ya presentes materiales en escala nano en muchos productos de consumo habituales. Se han descrito ya evidencias experimentales de producción por parte de algunos nanomateriales de: sustancias oxidantes residuales, los famosos ROS, efectos citotóxicos y genotóxicos, insuficiencias respiratorias, e interferencias en la función placentar. (1)

La muy frecuente aparición de nuevos compuestos químicos con posibilidad de ser considerados contaminantes emergentes ha hecho que la comunidad científica se este preguntando actualmente: *¿ realmente son nuevos compuestos que han accedido ahora a los materiales y productos en contacto con el ser humano o llevan mucho tiempo con nosotros y es ahora gracias a la extraordinaria sensibilidad de muchas técnicas y métodos analíticos lo que nos ha permitido detectarlos y cuantificarlos ahora?* Durante los últimos ochenta años hemos pasado de disponer de métodos con los que como máximo se alcanzaban sensibilidades de ‰ a los límites de detección actuales de partes por trillón (ppt), ya empiezan a citarse sensibilidades de partes por cuatrillón (ppq).

Un importante aspecto a considerar en el estudio y control de los contaminantes emergentes es el

hecho de la no existencia de regulación oficial. Esta carencia lo es tanto en el rango de contenidos potencialmente tóxicos como en las técnicas y métodos analíticos para su control en todo tipo de medios, muestras, productos, etc. Esta ausencia de regulación provoca la existencia de un formidable reto analítico y toxicológico que es imprescindible abordar conjuntamente

El control de los contaminantes emergentes que han ido apareciendo en los últimos diez años está siendo posible gracias al desarrollo de nuevas metodologías analíticas basadas fundamentalmente en el espectacular incremento de prestaciones en métodos de preparación de muestras, eliminación de interferencias y valores de sensibilidad y límites de detección impensables hace solo una década.

Puede afirmarse con absoluta rotundidad que la problemática medioambiental de los herbicidas y pesticidas en los últimos sesenta años ha hecho desarrollar la herramienta analítica más formidable que poseemos. El acoplamiento de potentes métodos cromatográficos de separación de compuestos orgánicos con detectores de última generación de Espectrometría de Masas, así como la utilización de técnicas especiales de ionización, el uso de la transformada de Fourier, y la especialísima utilización de la monitorización de reacción múltiple, han permitido alcanzar resultados tan excepcionales como que en el seguimiento de alachlor, acetanilida, y otros pesticidas utilizando Cromatografía Líquida acoplada a también de espectrómetros de masas se han controlado 500 especies distintas como resultado de la degradación de los compuestos originales, en esta metodología analítica está destacando un innovador concepto en la etapa de preparación de muestras, la llamada aproximación QuEChERS, acrónimo de (Quick, Easy, Cheap, Effective, Rugged, Safe).

Ante la complejidad del proceso de caracterización morfológica, química, física y toxicológica de nanomateriales en muestras complejas de interés medioambiental (2), se ha lanzado el concepto de *plataforma de técnicas analíticas para detectar y caracterizar nanomateriales*, definiendo configuraciones específicas para cada necesidad. Utilizando distintos procedimientos cromatográficos, y no cromatográficos basados, en este caso, en flujos cruzados acoplados a técnicas de detección y cuantificación espectroscópicas y electroanalíticas (muy poco usadas hasta la fecha), con aplicaciones metodológicas en ecosistemas naturales, productos industriales, tecnología de alimentos y estudio de procesos (nano)toxicológicos etc, llegando como ejemplo específico destacado al desarrollo de la técnica de Single Particle Analysis por Ionización en Plasma y Espectrometría de Masas que permite trabajar analíticamente sobre una sola nanopartícula caracterizando simultáneamente su tamaño y composición química.

Finalmente debe considerarse que un objetivo fundamental del desarrollo de nueva metodología analítica en el control de contaminantes emergentes debe ser la puesta a punto de dispositivos instrumentales sencillos, sensibles, portátiles (que permitan trabajo de campo), robustos y fiables, es decir *sensores* en el concepto más general del término.

En este contexto son muy recientes las propuestas de acoplamiento de algunos procesos de biorreconocimiento con técnicas de transducción espectroscópicas (ELISAS, SPR, Fluorescencia, etc) así como algunos inmunosensores y aptasensores electroquímicos

Referencias

- [1] Castillo J.R. "Ciencia Analítica sin fronteras". 2016. Prensas de la Universidad de Zaragoza. ISBN: 978-84-16515-42-4.
- [2] Laborda, F., Bolea, E., Cepria, G., Gómez, M.T., Jimenez, M.S., Perez-Arantegui, J., Castillo, J.R., Anal.Chim.Act., 904, 10-32, (2016)

NANOMATERIALES SINTÉTICOS: USOS, RIESGOS Y REGULACIÓN

Francisco Laborda García

*Instituto Universitario en Ciencias Ambientales de Aragón (IUCA),
Universidad de Zaragoza, Pedro Cerbuna 12, 50009 Zaragoza, flaborda@unizar.es*

Los nanomateriales se definen como materiales con al menos una dimensión en el rango de 1 a 100 nm, pudiendo encontrarse en forma de partículas, tubos, fibras o láminas. El desarrollo experimentado por la Nanotecnología en las últimas décadas está dando lugar a un número creciente de nanomateriales sintéticos y de productos que los contienen. Sus aplicaciones se extienden a campos tan diversos como la electrónica y tecnologías de la información, energía, medio ambiente, construcción, alimentación, textiles, o medicina. En contraposición a los beneficios inherentes a estos nuevos materiales, a lo largo de los últimos años se ha ido desarrollando una preocupación creciente por los riesgos potenciales de estos nanomateriales en relación a la salud humana y el medio ambiente, siendo considerados como potenciales contaminantes emergentes.

El Inventario de Productos de Consumo creado por el Woodrow Wilson International Center for Scholars [1], recoge en la actualidad más de 1800 productos de consumo, a los que hay que añadir productos para uso industrial, así como los propios nanomateriales que se utilizan para la fabricación de los distintos productos. El número de nanomateriales recogidos en el Nanomaterial Registry [2] supera los 1000. El incremento progresivo en la fabricación y el uso de nanomateriales se está traduciendo en su emisión directa o indirecta al medio ambiente en alguna de las etapas de su ciclo de vida, bien sea en su producción, uso y/o eliminación/reciclaje. Esta emisión implica la exposición de distintos tipos de organismos y del ser humano a estos nanomateriales, con las implicaciones toxicológicas que se pueden derivar. Por otro lado, los productos de consumo pueden ser una vía directa de exposición humana a los nanomateriales que contengan. La exposición propiamente dicha a nanomateriales implica la presencia de los mismos como tales, o su liberación de las matrices sólidas que los contengan, por ejemplo en forma de nanopartículas.

El comportamiento de las nanopartículas sintéticas en el medio ambiente depende de su propia naturaleza y de las condiciones medioambientales, pudiendo sufrir distintos tipos de transformaciones (disolución, descomposición, agregación, aglomeración...), de manera que sus efectos y destino medioambiental pueden diferir de los correspondientes a las nanopartículas originales. En cualquier caso, las nanopartículas sintéticas, o sus posibles derivados, pueden ser incorporados por los organismos vivos a través de distintas vías (inhalación, ingestión oral o dérmica en el caso del ser humano), pudiendo producir distintos efectos en función de las dosis a las que se expongan.

El escenario descrito implica que el desarrollo y uso de nanomateriales sintéticos seguros, tanto desde el punto de vista del medio ambiente como de la salud humana, debe de ir acompañado de la correspondiente evaluación de riesgos. Aunque las estrategias habitualmente utilizadas en la evaluación de riesgos para las sustancias químicas tradicionales se están aplicando a nanomateriales sintéticos, la experiencia acumulada ha puesto de manifiesto la necesidad de adaptarlas a las peculiaridades de cada nanomaterial.

A nivel europeo, los nanomateriales sintéticos se regulan a través de legislación común a otras sustancias químicas, como es el caso del Reglamento REACH, de Biocidas o de Cosméticos, con un reducido número de regulaciones específicamente desarrolladas para nanomateriales. Esta falta de legislación específica, especialmente en el caso del medio ambiente, está condicionada fundamentalmente por la falta de métodos analíticos, o las limitaciones de los existentes, para medir la presencia y concentración de los distintos nanomateriales. Esta información es imprescindible para

determinar la exposición a cada tipo de nanomaterial, evaluar sus posibles riesgos y finalmente desarrollar la legislación adecuada en caso necesario.

Referencias

[1] The Project on Emerging Nanotechnologies. Consumer Products Inventory.
<http://www.nanotechproject.org/cpi>

[2] RTI International. Nanomaterial Registry. <https://www.nanomaterialregistry.org>

HERRAMIENTAS Y TÉCNICAS EN EL ANÁLISIS DE NANOMATERIALES: DESDE LA PREPARACIÓN DE MUESTRA A LA DETECCIÓN Y CARACTERIZACIÓN

Javier Jiménez Lamana

*Laboratorio de Química Bioinorgánica Analítica y Medioambiental (LCABIE)
Centro Nacional de Investigación Científica (CNRS),
Hélioparc, 64053 Pau, France
j.jimenez-lamana@univ-pau.fr*

Hoy en día, diversos tipos de nanopartículas están presentes en numerosos productos industriales y de consumo. La primera consecuencia de este uso intensivo es la inevitable liberación de estas nanopartículas y nanomateriales al medio ambiente, junto con una exposición creciente de la población humana a los mismos, lo que conlleva un potencial riesgo tanto para el medio ambiente como para el ser humano. Por lo tanto, se hace necesaria una nueva regulación que evalúe los posibles riesgos y, de esta manera, garantizar la sostenibilidad de la nanotecnología.

En este contexto, la implementación de estas regulaciones descansa en la información relacionada con la detección, caracterización y cuantificación de nanomateriales en los diferentes tipos de muestras y en la correcta interpretación de los resultados. Esto sin duda supone un nuevo reto, que lleva implícito el uso y desarrollo de nuevas metodologías de análisis. El análisis de nanomateriales va más allá del análisis químico “estándar”, ya que no solo es necesario conocer la composición química de las nanopartículas, sino que también necesitamos obtener información física sobre las mismas (tamaño, forma, estado de agregación...). En cuanto a la cuantificación, además de la concentración en masa del elemento, es necesario determinar la concentración en número de nanopartículas. Finalmente, ya que las nanopartículas pueden sufrir diversas transformaciones, también necesitaremos detectar, identificar y cuantificar las nuevas especies que se hayan formado y que en la mayoría de casos coexisten con las originales.

El primer reto al que nos enfrentamos es la preparación de muestra previa a su análisis. En la mayoría de muestras reales (medioambientales, biológicas) las nanopartículas se encuentran suspendidas o incrustadas dentro de matrices complejas, pudiendo sufrir fuertes interacciones físicas o químicas con la misma. Por lo tanto, para poder interpretar correctamente los resultados, es necesario separar las nanopartículas de la matriz, conservando sus condiciones originales y sin dañar ninguna de sus propiedades. Para ello, y dependiendo del tipo de muestra al que nos enfrentamos, se dispone de diversos tipos de separación y extracción que van desde los métodos físicos a los métodos químicos.

El siguiente reto es la detección, caracterización y cuantificación de las nanopartículas y los nanomateriales. La mayoría de las veces las nanopartículas se van a encontrar en concentraciones de partes por billón o partes por trillón, niveles relevantes desde el punto de vista medioambiental y/o biológico, por lo que es necesario disponer de técnicas y herramientas de análisis específicas y muy sensibles. Las técnicas para la caracterización de nanomateriales se pueden agrupar en: técnicas de conjunto, técnicas de conteo y técnicas de separación. El uso de una u otras va a depender del tipo de nanopartícula, matriz, concentración, etc. Aunque la mayoría de veces va a ser necesario recurrir a dos o más de estas técnicas para obtener toda la información posible.

El objetivo de esta ponencia es presentar de una manera general las diferentes herramientas y técnicas de las que se dispone actualmente para enfrentarse al reto del análisis de nanomateriales, mostrar las ventajas y debilidades de cada una, así como varios ejemplos prácticos.

INTRODUCCIÓN GENERAL A PROCESOS AVANZADOS DE OXIDACIÓN Y DESINFECCIÓN Y SU APLICACIÓN EN POTABILIZACIÓN Y DEPURACIÓN, EN EL CONTROL DE EMERGENTES

Natividad Miguel Salcedo

*Profesora Contratada Doctor Interina del área de Tecnologías del Medio Ambiente ·
Grupo de Investigación Calidad y Tratamiento de Aguas del Instituto Universitario de
Investigación en Ciencias Ambientales · Departamento de Ingeniería Química y
Tecnologías del Medio Ambiente, Escuela Politécnica Superior, Universidad de
Zaragoza · Ctra. Cuarte s/n 22071, Huesca*

El agua es un recurso natural limitado, cada vez más deteriorado debido al aumento del desarrollo e industrialización. La producción de productos químicos ha ido en aumento y con ello el número de compuestos considerados potencialmente peligrosos para el medio ambiente y la salud humana [1].

Los contaminantes emergentes, cuyo estudio se encuentra entre las líneas de investigación prioritarias de los principales organismos dedicados a la protección de la salud pública y medioambiental, tales como la Organización Mundial de la Salud (OMS), la Agencia para la Protección del Medio Ambiente (EPA), o la Comisión Europea, se definen como contaminantes previamente desconocidos o no reconocidos como tales cuya presencia en el medio ambiente no es necesariamente nueva pero si la preocupación por las posibles consecuencias de la misma [2]. Se trata de compuestos de diverso origen y naturaleza química que pueden estar presentes en aguas en bajas concentraciones y que pueden causar diversos efectos en los organismos, tales como toxicidad crónica, disrupción endocrina y bioacumulación [3].

Estos compuestos se pueden clasificar en los siguientes grupos [4]: retardantes de llama bromados, parafinas cloradas, pesticidas polares, compuestos perfluorados, fármacos, productos de higiene personal y drogas.

La aparición de estos compuestos en aguas tiene su origen en el denominado "ciclo urbano del agua". Durante este ciclo, el agua natural puede ser sometida a una serie de tratamientos para adecuar su calidad y pueda ser apta para consumo humano, los cuales se llevan a cabo en las Estaciones de Tratamiento de Agua Potable (ETAP). El agua potable, tras su distribución y consumo a nivel doméstico e industrial, es contaminada y tratada en Estaciones Depuradoras de Aguas Residuales (EDAR) donde se reduce su contaminación con el fin de garantizar una calidad mínima antes de su vertido al medio natural [5].

Uno de los principales problemas de los contaminantes emergentes radica en que las actuales plantas de tratamiento de aguas no consiguen eliminarlos, ya que éstas se encuentran diseñadas para eliminar otros contaminantes convencionales requeridos por la legislación vigente (Directiva 91/271/CEE en el caso de la depuración; Real Decreto 140/2003 en el caso de la potabilización). Por ello, los contaminantes emergentes se pueden encontrar en aguas superficiales, aguas subterráneas y de consumo humano.

Por este motivo, se están estudiando tratamientos alternativos aplicables en las plantas de tratamiento de aguas y que permitan su eliminación. Entre ellos, se encuentran los Procesos de Oxidación Avanzada (POA), procesos basados en la generación de especies reactivas del oxígeno, principalmente radicales hidroxilo, que son especies altamente reactivas y de ataque poco selectivo capaces de degradar gran variedad de contaminantes sin producir en principio ningún tipo de subproducto [6].

Los POAs se producen a través de una gran variedad de sistemas de reacción, haciendo uso de ozono, peróxido de hidrógeno, catalizadores metálicos, hierro, radiación UV, así como combinaciones entre ellos.

De los procesos avanzados de oxidación, sobre el que más estudios se han realizado para la eliminación de los contaminantes emergentes es la ozonización. Debido a su alto potencial de oxidación, el tratamiento con ozono se emplea en el tratamiento de agua potable para la desinfección, consiguiendo así una reducción en la formación de productos de desinfección y mayor biodegradabilidad [7]. Sin embargo, El alto coste del equipo y mantenimiento del mismo, así como la energía necesaria en el proceso, constituyen sus principales desventajas [8].

La aplicación de radiación UV también permite oxidar contaminantes emergentes, sin embargo esta técnica no suele proporcionar elevadas eficacias de eliminación, pudiendo mejorarse sustancialmente al acoplarla a otros procesos tales como ozonización, o en presencia de H_2O_2 [3].

Otros de los POAs empleados en el tratamiento de contaminantes emergentes son los procesos Fenton (Fe^{3+}/H_2O_2) y foto-Fenton ($Fe^{3+}/H_2O_2/UV$). Sin embargo la eficacia de estas técnicas se ven fuertemente influenciadas por el pH [9].

Por último, la fotocatálisis con dióxido de titanio ($TiO_2/UV/O_2$) también permite la eliminación de contaminantes emergentes y además ofrece interesantes ventajas frente a otras técnicas, como la baja toxicidad, alta estabilidad, bajo coste del TiO_2 y la posibilidad de usar luz solar como fuente de radiación. Esta técnica también se puede combinar con H_2O_2 para aumenta su eficacia. El problema radica en la separación del fotocatalizador (TiO_2) de la matriz acuosa cuando se aplica de forma homogénea con que encarece el tratamiento [10,11].

En conclusión, existen distintos POAs capaces de eliminar contaminantes emergentes y la investigación se centra en su posible aplicación en tratamientos de aguas.

- [1] Bolong, N., Ismail, A.F., Salim, M.R., Matsuura, T. *Desalination*, 239 (1-3), 229-246 (2009)
- [2] Barceló, D. y López de Alda, M.J. Instituto de Investigaciones Químicas y Ambientales-CSIC, Barcelona (2008)
- [3] Patiño Y., Díaz E., Ordóñez S. *Av. Cien. Ing.*, 5(2), 1-20 (2014)
- [4] Virkutyte, J., Varma, R.S., Jegatheesan, V. IWA Publishing, London (2010)
- [5] Miguel N. Gestión y tratamiento de aguas residuales. Cátedra Mariano López Navarro y Universidad de Zaragoza, Zaragoza (2011)
- [6] Parsons, S.A. & Williams, M. IWA Publishing, London (2004)
- [7] Broséus, R., Vincent, S., Aboulfadl, K., Daneshva, A., Sauvé, S., Barbeau, B. *Water Res.*, 43 (18), 4707-4714 (2009)
- [8] Homem V. and Santos L. *J. Environ. Manag.*, 92 (10), 2304-2347 (2011)
- [9] Elmolla E.S. and Chaudhuri M. *J. Hazard. Mater.*, 172 (2-3), 1476-1481 (2009)
- [10] Miguel N., Ormad M.P., Mosteo R., Ovelleiro J.L. *Int. J. Photoenergy*, 2012, 1-11 (2012)
- [11] De la Cruz, N. Universidad de Barcelona (2013)

NUEVOS CONTAMINANTES EN EL AGUA

Josep Caixach

Laboratorio de Espectrometría de Masas/Contaminantes Orgánicos

Instituto de Diagnóstico Ambiental y Estudios del Agua , CSIC

J.Girona 18-26, 08034-Barcelona

Josep.Caixach@idaea.csic.es

La terminología científica no está exenta del uso de nombres y/o términos que siguen modas más o menos coyunturales. En el campo de la contaminación del agua nombres como: emergentes, disruptores endocrinos, contaminantes orgánicos persistentes (POPs), prioritarios, persistentes bioacumulables y tóxicos (PBTs) etc. Están siendo usados sin un rigor que por definición debería ser consubstancial con la disciplina, en este caso, química analítica en la que estamos ubicados/ que estamos empleando.

La más reciente es la palabra contaminantes emergentes. Los anglosajones centraron el tema con la pregunta:

What is emerging? Newly formed or just coming into prominence [1]

Y aquí podríamos continuar con la pregunta ¿contaminantes emergentes o nuevas técnicas analíticas (emergentes) para los contaminantes orgánicos?

Hay contaminantes orgánicos considerados emergentes que se ha detectado e identificado en fauna polar hace relativamente poco cuando se habían usado desde hacía mucho tiempo y ya se habían dejado de fabricar. Un ejemplo serían los Perfluorooctilsulfonatos (PFOs)- que forman parte de una familia muy extensa- .La explicación es simple sin el uso de la Cromatografía Líquida acoplada a la Espectrometría de masas en tándem su análisis no era posible.

Este hecho digamos simple conlleva una dinámica muy conocida en la química analítica, el uso de las más recientes (emergentes) técnicas para el análisis de nuevas familias o re- análisis de “viejos conocidos”.

Y entramos en una polémica conocida: ¿Contaminantes regulados y/o contaminantes emergentes?

La inclusión de un contaminante detectado, la justificación de su relevancia ambiental y/o su toxicidad, su introducción en la cadena trófica... es un proceso que cada país u organismo aborda de diferentes maneras.

La Directiva Marco del Agua (DMA) de la Comisión Europea (CE) [2] describe el monitoreo de las sustancias prioritarias en las aguas superficiales de la Unión Europea (UE) . La Directiva 2008/105 define los parámetros de calidad (NCAs) para dichas sustancias en el medio ambiente, con el objetivo de proteger el medio ambiente acuático. Las Sustancias Prioritarias (PS) se han definido como las que presentan un riesgo significativo para el medio acuático a nivel de la UE. La lista de PS ha sido recientemente revisada (Directiva 2013/39/EU), se han añadido 12 sustancias y algunos NCAs han sido modificados.

En los Estados Unidos abordan la problemática a través de la “Fourth Unregulated Contaminant Monitoring Rule “(UCMR-4) o de la “New Draft Contaminant Candidate List (CCL-4). Aquí tendríamos de incluir la normatriva para agua potable DBP-Rule o la Drinking Water Act , que a nivel europeo sería la Directiva de Aguas Potables o el RD 140/2003.

Hace falta recordar que las normativas de los contaminantes orgánicos en aguas superficiales vs potables no son necesariamente coincidentes.

Mención aparte merecen los llamados subproductos de Desinfección DBPs, originados en los procesos de tratamiento del agua potable, por sus implicaciones en la salud humana [4]

Podemos iniciar un baile de acrónimos para describir los contaminantes más relevantes: Pesticidas (regulados y/o usados actualmente), Sustancias Perfluoroalquiladas (PAS), Fármacos, Productos de Desinfección (DBPs) , Nitrosaminas, NX y actualmente los Microplásticos y Nanomateriales. Una revisión reciente y rigurosa está disponible [3].

Un aspecto relevante es que algunos de los límites propuestos como parámetros de calidad NCAs, son difícilmente alcanzables con los métodos más sofisticados que se dispone [5].

Otro aspecto paralelo y a la vez conflictivo es la robustez de los datos ambientales de estas sustancias. Esta “emergiendo” un concepto antiguo en química analítica que es el de los Falsos positivos. Como siempre la necesidad de publicar y la frivolidad en el uso de la instrumentación más reciente ha dado lugar a que tenemos disponible mucha información en que los datos no son lo suficientemente robustos, intercomparados o contrastados. Este hecho conlleva discusiones importantes en las comisiones técnico-legislativas a la hora de regular los contaminantes identificados en el medio ambiente.

Referencias

- [1] *American Heritage Dictionary* , Lisa Alvarez-Cohen D.L Sedbak , EES 20(5) , 2003
- [2] Directive 2000/60/EC of October 2000 establishing a framework for a Community action in the field of water policy . Off j Eur Comm L327
- [3] Richardson S.D.and Kimura S.Y. *Anal Chem* 2016, 88,546-582
- [4] Ventura F and Cancho B. *Global NEST Journal*, Vol 7, No 1, pp 72-94, 2005
- [5] Caixach J. and Bartolomé A. 2016 , *Handbook of Environmental Chemistry* , 42, 269-281

EL PAPEL Y LAS LIMITACIONES DE LAS POTABILIZADORAS EN EL CONTROL DE LOS CONTAMINANTES QUIMICOS EMERGENTES

Sonia Cuartielles Mestre

*Depuración de Aguas del Mediterraneo (DAM), ETAP Tudela, Camino Canraso s/n
31500 Tudela (Navarra). E-mail sonia.cuartiellesam-aguas.es.*

Introducción

Las Estaciones de Tratamiento de Aguas Potables (ETAP) representan un papel fundamental para la Salud Pública como responsables del suministro en cantidad y calidad de agua para el consumo humano según el RD 140/2003.

Los tratamientos convencionales, basados en la preoxidación con cloro, coagulación/floculación, decantación, filtración y cloración, eliminan Materia Orgánica Natural (MON), Metales y Microorganismos Patógenos. Sin embargo se requiere de tratamientos adicionales para eliminar otra serie de compuestos como los denominados Contaminantes Emergentes (CE).

Para determinar el tratamiento más adecuado que hay que aplicar en una ETAP para eliminar este tipo de compuestos hay que tener muy presente cual es el Régimen de Explotación de la misma: origen y calidad del Agua Bruta, Medios Materiales y los Medios Humanos.

Contaminantes Emergentes y procesos de eliminación

Los Contaminantes Emergentes (CE) son un grupo de compuestos de distinto origen y naturaleza química presentes en el agua en concentraciones bajas ($\mu\text{g/l}$ y ng/l) pero que ya se han detectado en fuentes de abastecimiento de agua. Son compuestos que en su gran mayoría no están incluidos en el control actual de las plantas de tratamiento, en muchos de los casos no están regulados, y de los cuales existe una limitada información sobre el efecto que pueden causar en la salud humana y en la ecología. En la actualidad existen numerosos estudios y grupos de trabajo que tratan de determinar tanto los métodos adecuados para su detección y análisis, como los diferentes tratamientos que se pueden aplicar para la eliminación o reducción de los mismos en el agua.

Los tipos de CE: Pesticidas Polares, Retardantes de Llama Bromados, Parafinas Cloradas, Compuestos Perfluorados, Fármacos, Productos de Higiene Personal y Drogas. Los Pesticidas son los únicos CE regulados en el RD 140/ 2003, (Total 0,5 mg/l , Individual 0,1 mg/l). Fármacos como el Ibuprofeno y el Diclofenaco se han encontrado en agua potable.

Los procesos para la eliminación de CE deben tener en cuenta que son compuestos con una amplia gama de propiedades físico –químicas que dificultan su tratamiento global.

Los tratamientos como la Ultrafiltración, Nanofiltración y Osmosis, de menor a mayor en este orden, consiguen eliminaciones importantes. Requieren un buen tratamiento previo para eliminar MON y Microorganismos que dificultan la operación posterior. El coste de tratamiento es elevado por el mantenimiento y la energía.

El proceso de oxidación mediante Ozono se usa actualmente para tratamientos de preoxidación en algunas plantas. Los rendimientos son buenos para Fármacos y productos de Higiene Personal pero son parciales para Pesticidas. Hay que tener en cuenta la posible formación de subproductos como los Bromatos que tienen un valor límite establecido en el RD 140/2003 muy bajo, de 0,01 mg/l . Los costes de mantenimiento y energía son elevados y es necesario personal cualificado.

La adsorción sobre Carbón Activo en Polvo (PAC) o Carbón Activo en Grano (GAC) es un tratamiento sencillo y con costes asumibles dentro del Régimen de Explotación de una ETAP. Los rendimientos de eliminación son aceptables y además aporta beneficios adicionales para el tratamiento en el caso del PAC. En la elección de dosificar PAC o filtrar sobre GAC debe tener en cuenta los costes de explotación y las características del proceso existente. El PAC se elimina con los fangos de decantación y el GAC se puede regenerar en las grandes instalaciones.

Los procesos de oxidación avanzada combinan técnicas como la radiación UV, el uso de H_2O_2 y catalizadores como el TiO_2 . Consiguen buenos rendimientos en la eliminación de Fármacos y productos de Higiene Personal sin embargo los resultados para los Pesticidas no son tan satisfactorios.

Los resultados de los distintos tratamientos ponen de manifiesto que con la combinación adecuada de los mismos se puede reducir de forma significativa la presencia de CE

Tratamiento en la ETAP de Tudela

La ETAP de Tudela trata agua procedente del río Ebro. Es propiedad de la Junta Municipal de Aguas de Tudela, personal de la misma realiza la gestión del Laboratorio de Calidad situado en la ETAP. El tratamiento convencional se complementa con la dosificación en continuo de PAC para control de olores, sabores, pesticidas y THM. La planta está atendida durante veinticuatro horas los 365 días del año y consigue mantener una estabilidad en el proceso. En el Laboratorio se analizan los Pesticidas los únicos CE regulados actualmente para las aguas de consumo humano. El número de analíticas establecidas en el RD 140/2003 son inferiores a las realizadas en Tudela que se programan en función de la temporada de aplicación de estos productos y su posible aparición en el río. Con la dosificación de PAC y los tiempos de retención de planta se podría deducir que actualmente se están eliminando una parte importante de los Productos Farmacéuticos presentes en el agua bruta.

Excepcionalmente en junio del año 2015 se detectaron en Agua Tratada 0,043 mg/l de Metolacoloro después de unas intensas lluvias. Los Pesticidas que se analizan en el agua tratada ETAP están por debajo de su límite de detección de manera habitual. En planta se trabajó para reducirlo aumentando las dosis de carbón hasta los 10 ppm y utilizando la posibilidad que tiene la instalación de mejorar la calidad del agua bruta con una captación adicional de agua de pozo.

Referencias

- [1] Sanz Ataz, J., Ortega Diaz J.M. y Rodrigo Alonso J.C. *Eliminación por decantación lastrada de microcontaminantes orgánicos en efluentes tratados*. Veolia Water Solutions and Technologies (2014)
- [2] Patiño, Y., Diaz E. y Ordoñez S. *Microcontaminantes Emergentes en Aguas: tipos y sistemas de tratamiento*. Av. cien.ing 5(2), 1-20 (2014)
- [3] Gil, M.J., Soto A. M., Usma J.I. y Gutierrez O.D. *Contaminantes Emergentes en aguas, efectos y posibles tratamientos*. Producción+Limpia Vol. 7 No.2 52-73 (2012)
- [4] Miguel Salcedo N., *Estudio de la eliminación de plaguicidas presentes habitualmente en aguas de la cuenca del Ebro mediante procesos de oxidación avanzada*. Memoria Grado de Doctora Universidad de Zaragoza (2010)
- [5] Alvarez Torrellas S., *Eliminación de contaminantes emergentes presentes en aguas mediante adsorción en lecho fijo*. Memoria Grado de Doctora Universidad Complutense de Madrid (2014)
- [6] López R.y Irusta R^{ooo}., *Tendencias en el tratamiento de contaminantes emergentes*. CARTIF Centro Tecnológico (2010)

MICROORGANISMOS EMERGENTES CON RIESGO SANITARIO, RESISTENTES A PROCESOS DE DESINFECCIÓN Y SU PRESENCIA EN AGUAS NATURALES Y RESIDUALES.

Pilar Goñi¹, M^a Teresa Fernández^{1,2}, María Benito¹, M^a Peña Ormad³,
Encarnación Rubio¹.

¹Departamento de Microbiología, Medicina Preventiva y Salud Pública. Facultad de Medicina. Universidad de Zaragoza. Grupo Emergente DGA-FSE "Parasitología, Autocuidados y Salud Ambiental" B124. Facultad de Medicina. C/Domingo Miral s/n. 50009 Zaragoza.

²Departamento de Fisiatría y Enfermería. Facultad de Ciencias de la Salud. C/Domingo Miral s/n. 50009 Zaragoza.

³Departamento de Ingeniería Química y Tecnologías del Medio Ambiente. Grupo Consolidado DGA-FSE "Calidad y Tratamiento de Aguas" T33 Universidad de Zaragoza. Calle María de Luna 3, 50018 Zaragoza.

Se consideran microorganismos emergentes a aquellos que causan las denominadas enfermedades infecciosas emergentes, es decir a los que causan aquellas enfermedades que han aparecido o aumentado su incidencia en las últimas dos décadas. Estos microorganismos pueden aumentar su incidencia por muchas causas, algunas de ellas relacionadas con el cambio climático y con factores ecológicos, pero también es de vital importancia el factor humano.

Las aguas juegan un importante papel en la transmisión de estos patógenos, a través de los vertidos que se realizan directamente en los cauces y que pueden ser vertidos urbanos o vertidos de animales, o mediante el paso previo por plantas de depuración de aguas residuales urbanas. No obstante, antes de ser utilizadas para el consumo humano, estas aguas deben de pasar por procesos de potabilización más o menos complejos en función de la población que las vaya a consumir, siendo en dicha potabilización cuando se llevan a cabo procesos de desinfección, que no podrán superar la mayoría de los patógenos presentes en las aguas.

En las aguas naturales se encuentran microorganismos ambientales potencialmente patógenos, capaces de causar enfermedades en el ser humano, como son *Legionella*, *Mycobacterium* o *Pseudomonas*. También se pueden encontrar microorganismos comensales del intestino humano y de animales, que proceden de vertidos urbanos depurados o sin depurar, que incluyen virus, bacterias, protozoos y parásitos como *Escherichia coli*, *Clostridium*, enterococos, *Giardia*, *Cryptosporidium*, *Entamoeba* y enterovirus. Algunos de estos microorganismos no resistirán las condiciones ambientales, sin embargo, otros como *Giardia*, *Cryptosporidium* o *Entamoeba* adoptan una forma de resistencia quística que les permite resistir incluso la congelación o desinfecciones. Otra estrategia para adaptarse a las condiciones adversas, a la desinfección o a la presencia de tóxicos es la formación de biofilms. En ellos los microorganismos más sensibles se disponen en capas intermedias quedando protegidos por la matriz y por el resto de los microorganismos más resistentes. Todos los microorganismos mencionados han sido identificados tanto en vertidos urbanos como en aguas de salida de depuradoras o en los fangos de depuradoras que se generan como subproducto [1]. No se ha comprobado su presencia en aguas naturales en nuestro entorno, sin embargo, la alta incidencia de algunas enfermedades emergentes como la giardiasis, hacen sospechar de su presencia en embalses, con la consiguiente resistencia a la potabilización: 8,4% Santiago de Compostela, 4,4% en Salamanca, un 20% aprox. en Teruel y más del 30% en Cuenca y Albacete.

Entre los microorganismos que forman los biofilms se encuentran las amebas de vida libre, protozoos ubicuos de los que se han encontrado algunos géneros (*Naegleria fowleri*, *Acanthamoeba* spp,

Vermamoeba vermiformis, entre otras), que pueden actuar como patógenos para el hombre. En estos casos, algunas de ellas como *Neogleria fowleri* puede causar una grave y fatal meningoencefalitis, en el caso de *Acanthamoeba* spp. puede producir meningoencefalitis, pero la infección más frecuente es la queratitis amebiana que afecta con mayor frecuencia a los portadores de lentes de contacto, que con alguna lesión, entran en contacto con la ameba.

Algunos géneros de amebas de vida libre se caracterizan por su alta resistencia a los desinfectantes, pudiendo resistir a concentraciones de hipoclorito sódico muy superiores a las utilizadas en potabilización e incluso en la hipocloración de sistemas artificiales de agua.

Estas amebas se encuentran en prácticamente todos los ecosistemas húmedos. Se han encontrado en plantas depuradoras, en embalses y en aguas de red, completando así su presencia en todo el ciclo del agua [2-4].

Además, las amebas de vida libre no solo son importantes como patógenos emergentes. La simbiosis entre amebas y las llamadas bacterias ameba-resistentes constituye un factor favorecedor de las enfermedades infecciosas emergentes, ya que la bacteria se internaliza en las amebas quedando así protegida del medio ambiente y de la acción de los desinfectantes e incluso de los antibióticos o del sistema inmune de la persona que la ha adquirido. Tanto las amebas potencialmente patógenas como las no patógenas son capaces de albergar a otros microorganismos en su interior [5]

Las bacterias más comúnmente identificadas en el interior de las amebas son *Legionella* spp., *Mycobacterium* spp. y *Pseudomonas* spp., pero se ha descrito la capacidad de estas amebas para albergar en su interior una gran variedad de microorganismos, que incluyen virus, protozoos y bacterias patógenas y no patógenas para el ser humano.

Dentro de la ameba, estos patógenos pueden permanecer estables o algunas tienen capacidad de multiplicarse, aumentando así su concentración y su patogenicidad cuando entran en contacto con el ser humano y los animales.

La giardiasis, cryptosporidiosis, la queratitis por *Acanthamoeba* están consideradas como enfermedades emergentes transmitidas por vía hídrica. Esto hace que sea importante destinar recursos a su estudio y control. También resulta importante profundizar en las relaciones simbióticas entre los componentes de los ecosistemas, ya que estas relaciones pueden dar lugar al fracaso de las estrategias de desinfección de aguas y de instalaciones. En último lugar, es preciso hacer hincapié en las necesidades de adoptar medidas de prevención cuando se entra en contacto con microorganismos como las amebas de vida libre, dada su sencillez y efectividad.

Referencias

- [1] Benito M., Rubio E., Goñi P., La Plante D., Gomez J., Miguel N., Ormad M.P. *The 13th IWA Leading Edge Conference on Water and Wastewater Technologies. Jerez de la Frontera* (Spain), (2016)
- [2] García A, Goñi P, Clavel A, Lóbez S, Fernandez MT, Ormad MP. *Environ Microbiol Rep.* 3(5):622-6. (2011)
- [3] García A, Goñi P, Cieloszyk J, Fernández MT, Calvo-Beguería L, Rubio E, Fillat MF, Peleato ML, Clavel A. *Environ Sci Technol.* 2;47(7):3132-40. (2013)
- [4] Mosteo R, Ormad MP, Goñi P, Rodríguez-Chueca J, García A, Clavel A. *Water Sci Technol.*; 68(3):575-83. (2013)
- [5] Fernández-Rodrigo. *Tesis Doctoral Universidad de Zaragoza* (2014)

MICOTOXINAS: SITUACIÓN ACTUAL Y RETOS FUTUROS

Antonio J. Ramos Girona

Dpto. Tecnología de Alimentos. Unidad de Micología Aplicada. ETSEA.

XaRTA-UTPV. Agrotecnio Centre. Avda Rovira Roure, 191. 25198 Lleida.

ajramos@tecal.udl.es

Las micotoxinas son metabolitos fúngicos secundarios que cuando son ingeridos, inhalados o absorbidos a través de la piel pueden causar enfermedades, o incluso la muerte, tanto en hombres como en animales. El inicio de la micotoxicología moderna nace con el episodio de la denominada “enfermedad X de los pavos” y el descubrimiento de las aflatoxinas. Actualmente se conocen más de 20 aflatoxinas (AFs) diferentes, siendo las más abundantes y peligrosas la AFB₁, AFB₂, AFG₁, AFG₂, y sus derivados metabólicos, la AFM₁ y AFM₂.

Después de las AFs, el descubrimiento de nuevas micotoxinas creció de forma casi exponencial. Hoy en día ya hay descritos varios centenares de micotoxinas diferentes, aunque las micotoxinas consideradas como más importantes no llegan a una docena. En la Unión Europea, y para alimentación humana, en estos momentos solo se encuentran legisladas las AFs, la ocratoxina A, la zearalenona, las fumonisinas (FBs), la patulina, la citrinina (solo en complementos alimenticios a base de arroz fermentado) y, dentro del grupo de los tricotecenos, el deoxinivalenol (DON) y las toxinas T-2 y HT-2.

No obstante, la situación es muy diferente en el ámbito de la alimentación animal. En este caso, a fecha de hoy, sólo se encuentra regulado el nivel máximo de AFB₁ en piensos y materias primas, y el nivel máximo de cornezuelo de centeno (*Claviceps purpurea*) en alimentación animal, éste último caso un indicador indirecto de la posible existencia de alcaloides del ergot. Para el resto de micotoxinas solo existen Recomendaciones comunitarias.

Los efectos tóxicos de las micotoxinas son muy variados y dependen de diferentes factores, como el tipo de micotoxina considerada, el nivel de contaminación en el pienso, la duración de la exposición a la misma, la especie animal, el sexo, edad y estado nutricional del animal, y la existencia de posibles efectos sinérgicos entre las micotoxinas coexistentes. Un listado no exhaustivo de los posibles síntomas incluiría: hepatotoxicidad, nefrotoxicidad, carcinogénesis, problemas reproductivos, desórdenes gastrointestinales, nerviosos o respiratorios, inmunotoxicidad y problemas endocrinos, dependiendo de la micotoxina. Por regla general, la toxicidad subclínica suele conllevar inmunosupresión.

Es conocida la gran frecuencia con la que se encuentran contaminadas las materias primas de origen vegetal con micotoxinas. Los cereales, y en especial el maíz, el trigo, la cebada y otros granos, así como los frutos secos, las especias, los zumos de frutas, y los alimentos derivados, incluyendo los piensos, suelen contener micotoxinas, siendo la norma la contaminación con más de una micotoxina diferente. En el caso de los piensos, micotoxinas producidas por especies del género *Fusarium*, como el DON y las FBs, suelen encontrarse en más del 50% de las muestras y, en muchos casos, el número de metabolitos fúngicos que se encuentran a la vez en un pienso supera la media docena. Es de destacar que entre estos metabolitos los últimos estudios indican la elevada frecuencia de micotoxinas emergentes, así como de las denominadas micotoxinas “conjugadas” o “enmascaradas”.

En cuanto a las micotoxinas emergentes, se trata de un conjunto de micotoxinas recientemente descubiertas, o cuya importancia se está reevaluando, producidas principalmente por especies de *Fusarium*, de las cuales aún se desconocen muchos datos sobre su presencia, niveles de

contaminación y toxicidad, y entre las que destacan la beauvericina, las enniatinas, la moniliformina y la fusaproliferina. Por otra parte, en los últimos años se ha visto que algunas micotoxinas ya conocidas de antiguo están cobrando una importancia renovada, conociéndose ahora por ello como “micotoxinas re-emergentes”, entre las que se encuentran las toxinas producidas por *Alternaria* spp. (alternariol, alternariol monometil éter, ácido tenuazonico, AAL-toxinas, altertoxinas, tentoxina y altenueno), y el numeroso grupo de los alcaloides del ergot.

El descubrimiento de las denominadas micotoxinas conjugadas o enmascaradas, que son derivados de las micotoxinas principales cuya estructura ha cambiado debido al metabolismo de la planta, del hongo, o del procesado de los alimentos, ha hecho reflexionar recientemente sobre la necesidad de reevaluar los niveles máximos de las micotoxinas legisladas. Cuando se realiza un análisis de micotoxinas en una muestra alimentaria, estas micotoxinas se escapan a menudo del análisis, porque el cambio de su estructura molecular modifica sus características cromatográficas. Además, puede ocurrir que se modifique el epitopo reconocido por los anticuerpos para su detección o que se reduzca la eficacia del disolvente utilizado habitualmente para su extracción, al haber sufrido un cambio en su polaridad. Todo ello conduce al final a la subestimación del contenido total de micotoxinas en una muestra.

Actualmente no hay suficientes estudios sobre toxicidad, bioaccesibilidad y/o biodisponibilidad de las micotoxinas conjugadas, pero se asume que puede ser distinta de la de la toxina original. En algunos casos, la molécula conjugada regenera la toxina original en el tracto gastrointestinal por acción de enzimas metabólicos (a nivel digestivo o en otros órganos) o de los microorganismos, lo que en la práctica supone que los seres humanos y los animales pueden estar ingiriendo mayores cantidades de toxinas de la que cabría esperar teniendo en cuenta los análisis estándar de micotoxinas habitualmente realizados.

En cuanto a la posibilidad de efectuar tratamientos detoxificadores a los alimentos contaminados con micotoxinas, en la actualidad el Reglamento 1831/2003 establece que los alimentos no pueden ser sometidos a detoxificación por métodos químicos, mientras que en el caso de la alimentación animal el Reglamento 386/2009 ha determinado un nuevo grupo funcional de aditivos para piensos cuya función es la de reducir la contaminación por micotoxinas mediante la reducción de su absorción, la promoción de su excreción, o la modificación de su modo de acción. El uso de estos compuestos, principalmente adsorbentes, no significa que se puedan utilizar piensos que excedan los niveles legales de micotoxinas. Por otra parte, hay que tener en cuenta que la utilización de estos adsorbentes de micotoxinas puede interferir en los resultados analíticos.

El último reto al que nos vamos a tener que enfrentar va ligado al efecto que el cambio climático está teniendo sobre la microbiota predominante en los productos agrícolas. El cambio hacia una situación con una mayor temperatura, un incremento en el CO₂ atmosférico y un mayor estrés hídrico puede conllevar la sustitución de las comunidades autóctonas de mohos filamentosos por otras con diferente capacidad para producir micotoxinas, efecto que va a ser necesario evaluar en el futuro.

La única solución completa al reto de las micotoxinas será lograr el objetivo de eliminar a largo plazo las micotoxinas de la cadena alimentaria, a través de mejoras en los sistemas de prevención y control, junto con avances genéticos sobre la resistencia de las plantas a la infestación por mohos.

Agradecimientos

A.J. Ramos agradece la ayuda prestada por el Ministerio de Economía y Competitividad a través de los proyectos AGL2014-55379-P y RTC-2015-3508-2 (Proyecto cofinanciado por el Fondo Europeo de Desarrollo Regional- FEDER. *Una manera de hacer Europa*).

BIOSENSORES PARA LA DETERMINACIÓN RÁPIDA Y PORTABLE DE MICOTOXINAS

Juan-Carlos Vidal Ibáñez

Universidad de Zaragoza, c/ Pedro Cerbuna, 12, 50009-Zaragoza.

E-mail: jcvidal@unizar.es

Las micotoxinas son un amplio grupo de metabolitos secundarios, que tienen una composición variada y que son producidos por organismos del reino *fungi*, fundamentalmente hongos filamentosos (*Aspergillus*, *Fusarium* y *Penicillium* en su mayoría). Pueden encontrarse en determinados alimentos, y se caracterizan por una elevada toxicidad en concentraciones muy pequeñas [1].

Bajo un punto de vista de su toxicidad, las familias de micotoxinas más importantes son las aflatoxinas, ocratoxinas, algunos tricotecenos (fumonisinas, deoxinivalenol, T-2, HT-2, zearalenona), patulina, citrinina y alcaloides ergóticos. La legislación europea (y en general la de la mayoría de países) establece límites máximos de concentración muy estrictos, que en algunos casos son de muy pocos ng mL⁻¹, para evitar y controlar su presencia en alimentos de consumo humano o animal. Los tipos de alimentos que pueden verse afectados incluyen sobre todo a cereales, pero también a otros como vino, bebidas alcohólicas, café, frutos secos, leche o incluso productos cárnicos.

Los procedimientos oficiales de control de micotoxinas emplean técnicas analíticas basadas en la cromatografía líquida HPLC y detección fluorescente o de espectrometría de masas. Estas técnicas lógicamente se emplean en el laboratorio analítico y requieren instrumentación compleja.

Desde hace aproximadamente unos 15 años se han desarrollado procedimientos rápidos para el análisis de micotoxinas, basados en su mayoría en el uso de anticuerpos específicos que dan lugar a procedimientos de inmunoensayo e inmunosensores. También se han empleado otros tipos de biosensores basados en aptámeros u otros ligandos de afinidad, con tipos de transducción tanto óptica como electroquímica [1]. Estos biosensores pueden llegar a ser muy sensibles, y permiten determinar concentraciones de micotoxinas por debajo de las concentraciones permitidas por la legislación europea. Suelen emplearse como sistemas de alerta de alimentos contaminados previamente a la confirmación analítica mediante técnicas cromatográficas y procedimientos oficiales.

Otros dispositivos de determinación rápida y portable de la contaminación de micotoxinas en alimentos se encuentran también basados en anticuerpos, inmovilizados sobre membranas de flujo lateral, a modo de tiras reactivas. Estos dispositivos proporcionan visualmente información sobre la presencia o no de micotoxinas en referencia a un valor límite de concentración, por lo que constituyen también importantes herramientas de control y de alerta previa de contaminación por micotoxinas en alimentos o en sus materias primas como cereales.

En general, la selectividad del ligando empleado en los biosensores hace que el tratamiento de muestra no sea tan complejo como en las técnicas cromatográficas, en donde suele necesitarse una pre-concentración y limpieza de un extracto. Lo que es otro motivo importante de rapidez en las determinaciones que emplean biosensores o éstos dispositivos portables.

Frecuentemente lo más importante no es la precisión o exactitud del biosensor, sino que proporcione el menor número de casos de falsos negativos con respecto a una concentración límite, a modo de análisis cualitativo. En el caso de obtener ensayos positivos con un biosensor, y dada la importancia de su presencia (económica, toxicológica), posteriormente se realizan análisis de confirmación (sistemas vanguardia-retaguardia) con un método cromatográfico oficial, por lo que su finalidad más importante es la de sistemas de alerta.

Referencias

[1] Vidal, J.C. et al., *Biosens. Bioelectron.* 49, 146-158 (2003)

MÉTODOS DE SCREENING-CONFIRMACIÓN PARA EL CONTROL ANALÍTICO DE MICOTOXINAS

Ángel Ríos Castro

Universidad de Castilla –La Mancha. Facultad de Ciencias y Tecnologías Químicas

Avda. Camilo José Cela, 10. 13004 – Ciudad Real. angel.rios@uclm.es

Las micotoxinas son metabolitos secundarios, de composición variada, producidos por organismos del reino *fungi*, que incluye setas, mohos y levaduras. Su ingestión, inhalación o absorción cutánea reduce la actividad, hace enfermar o causa la muerte de animales y personas. Es el efecto denominado “micotoxicosis”, que produce intoxicaciones agudas o crónicas, con efectos teratogénicos, carcinogénicos y mutagénicos. Se trata de efectos análogos a los causados por la exposición a pesticidas o residuos de metales pesados. El principal problema es que manifiestan su toxicidad a muy bajas concentraciones, presentan una acción acumulativa y con efectos retardados en el tiempo. Se ha constatado una alta incidencia en las cosechas de cereales y frutos secos, aunque también es importante su desarrollo durante el almacenamiento y manipulación. La actuación preventiva es necesaria, tanto a través de programas de control (medidas), como a través de las normas de seguridad alimentaria. Los grupos más importantes son ocratoxina A, zearalenonas, aflatoxinas, tricotecenos y fumonisina.

Existen métodos analíticos para el control de estos contaminantes en diferentes tipos de alimentos para animales y humanos, aunque todavía con ciertas limitaciones o niveles relativamente alto de incertidumbre. Dentro del planteamiento general para abordar este control en laboratorios de rutina, las aportaciones que pueden proporcionar los métodos de criba o “screening” son de gran interés práctico.

Los métodos de screening o criba son métodos sencillos, rápidos y de coste relativamente bajo, que permiten clasificar las muestras en función de valores de corte (por ejemplo, niveles máximos establecidos por la legislación). El objetivo es filtrar solamente las muestras positivas, donde habría que confirmar posteriormente (métodos convencionales de confirmación) la concentración que excede los límites tolerados, evitando el análisis completo de las muestras negativas. Para los laboratorios de rutina (por ejemplo, de control analítico de alimentos), este planteamiento reduce considerablemente el tiempo de procesamiento de las muestras diarias. Para ello es necesario una adecuada validación de estos métodos de screening, evitando falsos resultados en la clasificación de las muestras.

La validación de los métodos de screening pasa obligatoriamente por caracterizar la zona de inseguridad en la respuesta (zonas de falsos positivos y falsos negativos), a fin de ajustar la señal de corte de clasificación de muestras en una zona de respuestas correctas. Establecida esta zona es necesario realizar pruebas de fiabilidad en relación con la señal de corte, estimando experimentalmente el porcentaje de falsos positivos y falsos negativos encontrados. La fiabilidad es un parámetro esencial en la validación de estos métodos, y se estima en forma de porcentaje ($100 - \text{porcentaje de falsos positivos} - \text{porcentaje de falsos negativos}$). Señales respuesta en una zona con fiabilidad inferior al 100% son muestras clasificadas como dudosas y que necesitan analizarse por un método de confirmación. Las muestras cuyas señales corresponden a zonas de fiabilidad del 100%, son muestras confirmadas como negativas o positivas. Como en los métodos de análisis cuantitativos, también hay que implementar actividades de control de calidad interno y externo para asegurar la calidad de los métodos de screening.

Se encuentran descritos en la bibliografía diferentes métodos propuestos para el screening de micotoxinas, así como documentación sobre la validación de los mismos, que serán descritos y comentados en la ponencia e incluidos en las diapositivas que se acompañan [1-6].

Referencias

- [1] Zougagh, M., Tellez, H., Sánchez, A., Chicharro, M. and Ríos, A. *Anal. Bioanal. Chem.* 391, 709-714 (2008).
- [2] Zougagh, M. and Ríos, A. *J. Chromatogr. A* 1177, 50-57 (2008).
- [3] Sánchez, A., Bermejo, E., Zapardiel, A., Téllez, H., Rodríguez, J., Zougagh, M., Ríos, A. and Chicharro, M. *Electrophoresis* 30, 499-506 (2009).
- [4] de Andrés, F., Zougagh, M., Castañeda, G. and Ríos A. *J. Chromatogr. A* 1212, 49-56 (2008).
- [5] Peña, R., Alcaraz, M.C., Arce, L., Ríos, A. and Valcárcel, M. *J. Chromatogr. A* 967, 303-314 (2002).
- [6] Moreno, V., Zougagh, M. and Ríos A., *Microchim. Acta* 183, 871-880 (2016).

BIOSENSORES ELECTROQUÍMICOS. UNA ALTERNATIVA PARA LA DETERMINACIÓN DE DROGAS DE ABUSO.

M^a JULIA ARCOS MARTÍNEZ

*Universidad de Burgos, Facultad de Ciencias.
Pza. Misael Bañuelos s/n. 09006 Burgos*

El consumo de drogas de abuso es un problema que la sociedad actual tiene a nivel mundial y que presenta importantes repercusiones en la conducta y hábitos de los ciudadanos [1, 2]. De acuerdo con las estadísticas, la cocaína es la droga más consumida después del cannabis y en el ámbito europeo, España ocupa el segundo país de la unión en el consumo de esta droga, después de Reino Unido.

Por esta razón, la necesidad de disponer de métodos de análisis que permitan la detección sensible y precisa de estas sustancias es una demanda constante desde distintos estamentos, y la descripción, en la bibliografía científica, de nuevos métodos de análisis se ha incrementado notablemente en los últimos años.

La detección biológica del consumo de drogas implica habitualmente una prueba de detección, que si es positiva, se continúa con otra de confirmación. Las pruebas de detección de drogas como la cocaína, en una variedad de muestras, como por ejemplo, orina, sangre, pelo, saliva, sudor, etc., utilizan comúnmente inmunoensayos enzimáticos (EIA), como ELISA. La confirmación posterior se lleva a cabo mediante técnicas cromatográficas como la cromatografía líquida acoplada a la espectrometría de masas (LC-MS/MS) y la cromatografía de gases acoplada con espectrometría de masas (GC-MS).

La utilización de las mencionadas técnicas cromatográficas precisa, instrumental costoso, personal especializado y requiere operaciones previas que resultan habitualmente tediosas. En este sentido, las técnicas electroquímicas suponen una alternativa importante para el análisis de drogas debido a su coste asequible, y a su gran sensibilidad. A estas ventajas hay que añadir la posibilidad de llevar a cabo determinaciones en muestras complejas y especialmente, cuando se utilizan electrodos desechables, realizar determinaciones in situ.

Se encuentra descritos numerosos métodos para la determinación de drogas utilizando electrodos convencionales y desechables. La modificación de las superficies electródicas con complejantes, nanomateriales, o materiales de interés biológico ha permitido poner a punto, sensores, biosensores inmunosensores y aptasensores electroquímicos que han sido utilizados con éxito para la determinación de cocaína y otras drogas de abuso [3] y que se presentan como una herramienta interesante para el análisis rutinario de estos compuestos.

Referencias

[1] United Nations International Drug Control Programme. Monograph: Recommended guidelines for quality assurance and good laboratory practices. New York: United Nations; 1995.

[2]. European Monitoring Centre for Drugs and Drug Addiction (EMCDDA). Annual Report on the State of the Drugs Problem in the European Union, Office for Official Publications of the European Communities; 2001..

[3] Mokhtarzadeh, A., Dolatabadi, J; Abnous, K; de la Guardia, M.; Ramezani, M, *Biosensors and Bioelectronics* 68, 95–106 (2015)

POTENCIAL ANALÍTICO DE LOS POLÍMEROS DE IMPRONTA MOLECULAR EN EL ANÁLISIS DE RESIDUOS DE ANTIBIÓTICOS EMPLEADOS EN MEDICINA HUMANA Y VETERINARIA

María C. Moreno-Bondi,^(a) Guillermo Orellana,^(b) Elena Benito-Peña,^(a) Javier Urraca,^(a) Sergio Carrasco,^(a) Fernando Navarro-Villoslada,^(a) Ana Belén Descalzo^(b)

^(a)*Dpto Química Analítica y* ^(b)*Dpto Química Orgánica, U. Complutense, CEI-Moncloa, 28040 Madrid (Spain).*

Los polímeros de impronta molecular (MIPs) son materiales sintéticos que se comportan como receptores biomiméticos artificiales capaces de reconocer selectivamente un determinado analito [1]. El término impronta se utiliza en Paleontología de forma habitual, para referirse a la huella que produce la inclusión de un organismo en un sedimento antes de su desintegración, dando lugar a un fósil. Este proceso natural presenta cierta analogía con la técnica utilizada para la preparación de los MIPs, que se obtienen sintetizando una estructura macromolecular, altamente entrecruzada, alrededor de una molécula “plantilla” que se extrae tras la polimerización. De esta forma se originan cavidades, conocidas como sitios de unión, en el polímero que serán complementarias en forma, tamaño y distribución de grupos funcionales a la plantilla, lo que permite su posterior reconocimiento selectivo, como si se tratase de un anticuerpo [2,3]. Los MIPs muestran, generalmente, una menor afinidad y selectividad que las enzimas y anticuerpos; sin embargo, para aplicaciones analíticas presentan dos ventajas importantes frente a dichas biomoléculas: (a) se pueden fabricar a gran escala de forma sencilla, barata, reproducible y en multitud de formatos (bloque, partículas esféricas, membranas, etc.) y, (b) son estables química y mecánicamente, pudiendo trabajar en condiciones físico-químicas extremas (pH, temperatura, disolventes orgánicos), sin perder por ello su afinidad y selectividad por el analito. Los MIPs se han aplicado con éxito en áreas tan variadas como separaciones analíticas, sensores, remediación, liberación controlada o catálisis, entre otras. En consecuencia, el número de aplicaciones analíticas basadas en MIPs crece exponencialmente año a año.

Los antibióticos, o antimicrobianos en sentido general, son sustancias empleadas en el tratamiento de las patologías infecciosas causadas por microorganismos, tanto en seres humanos como en animales. En los últimos años se ha generado una preocupación creciente a nivel mundial en relación con estos compuestos, ya que se ha detectado la aparición de cepas resistentes a antibióticos de nueva generación y un incremento preocupante de la resistencia simultánea de las bacterias a varias familias de antibióticos. Uno de los orígenes de este problema es el empleo indiscriminado de antibióticos tanto en medicina humana como veterinaria así como en acuicultura. Por una parte, la presencia de patógenos antibiótico-resistentes en animales supone un riesgo importante para el hombre. Por otra, la ingestión de alimentos que contienen residuos de antimicrobianos puede originar reacciones de alergia e hipersensibilidad. A fin de proteger a los consumidores, la legislación europea establece los límites máximos de residuos (LMRs) permitidos para medicamentos veterinarios presentes en productos alimenticios de origen animal, entre los que se incluyen los agentes antimicrobianos [4].

En general, dada la complejidad y variabilidad de las matrices de los alimentos, el análisis de residuos de antibióticos a los niveles establecidos en los LMRs requiere, en la mayoría de los casos, el empleo de un método de preconcentración y limpieza de muestra previo al análisis que, generalmente, se realiza utilizando extracción en fase sólida (SPE). Este problema es extensivo al análisis de estos residuos en el medioambiente, tanto en muestras de aguas como en sedimentos, donde también se requiere de una etapa previa de preconcentración y limpieza de muestra, dados los bajos niveles a

los que los residuos pueden encontrarse en estas matrices. El empleo de los MIPs, basados en un mecanismo de reconocimiento molecular selectivo, para esta aplicación ofrece indudables ventajas frente a los sorbentes convencionales, a fin de eliminar de forma eficaz las interferencias presentes en muestras complejas.

Por ello, nuestra investigación de los últimos años se ha centrado en la síntesis de nuevos MIPs selectivos a antibióticos concretamente, fluoroquinolonas (FQs) [5,6,7], beta-lactamas [8,9] o cefalosporinas, para su aplicación al análisis de aguas o alimentos mediante cromatografía líquida con detección fluorescente (HPLC-FLD) o por espectrometría de masas (HPLC-MS/MS). En todos los casos, los polímeros se sintetizaron mediante impronta no-covalente. A fin de evitar efectos de sangrado, que podrían dar lugar a falsos positivos en el caso de que no fuese posible extraer cuantitativamente la molécula plantilla tras la síntesis del material, algunos polímeros se han preparado empleando como molécula plantilla antimicrobianos no autorizados para uso veterinario en la UE. Alternativamente, se han sintetizado análogos sintéticos a cefalosporinas y a antibióticos β -lactámicos para su empleo como molécula molde en la síntesis de los MIPs.

En paralelo, se han obtenido MIPs selectivos a fluoroquinolonas, en distintos formatos nano/microestructurados, para su aplicación al desarrollo de sensores ópticos basados en medidas de fluorescencia, empleando distintos formatos de ensayo, que se han aplicado al análisis de distintas muestras [10,11]. También hemos explorado la posibilidad de preparar sensores ópticos integrados empleando los MIPs como elemento de reconocimiento selectivo en lugar de los anticuerpos [12,13].

En esta presentación se mostraran los principios básicos de la síntesis de MIP, incluyendo su preparación en diferentes formatos (monolitos, partículas esféricas, films, nanofilamentos, etc.). Se mostrarán ejemplos seleccionados de la aplicación de estos materiales como sorbentes de extracción en fase sólida para el análisis de antibióticos en aguas y/o alimentos, así como elementos de reconocimiento selectivo para la fabricación de sensores ópticos.

Referencias

-
- [1] "Molecularly Imprinted Polymers. Man-Made Mimics of Antibodies and their Applications in Analytical Chemistry", B. Sellergren (Ed.); Elsevier, Amsterdam, 2001. b) "Molecularly Imprinted Materials" M.Yan, O. Ramström (Eds.); Marcel Dekker, New York, 2005
 - [2] K. Haupt, *Nature Mater.* 9, 612-614 (2010).
 - [3] O. Ramstrom, K. Mosbach, *Curr. Opin. Chem. Biol.* 3, 759-764 (1999).
 - [4] Reglamento (UE) N° 37/2010 de la Comisión, de 22 de diciembre de 2009, relativo a las sustancias farmacológicamente activas y su clasificación por lo que se refiere a los límites máximos de residuos en los productos alimenticios de origen animal. Diario Oficial de la Unión Europea L 15, de 20 de enero de 2010.
 - [5] E. Rodríguez, F. Navarro-Villoslada, E. Benito-Peña, M.D. Marazuela, M.C. Moreno-Bondi, *Anal. Chem.* 3, 2046-2055 (2011).
 - [6] J. Urraca, M. Castellari, C.A. Barrios, M.C. Moreno-Bondi, *J. Chrom. A*, 2014, 1343, 1.
 - [7] E. Benito-Peña, F. Navarro-Villoslada, S. Carrasco, S. Jockusch, M. F. Ottaviani, M. C. Moreno-Bondi, *ACS Appl. Mat. Inter.*, 27, 10966-10976 (2015)
 - [8] J.L. Urraca, M.C. Moreno-Bondi, A. Hall, B. Sellergren, *Anal. Chem.*, 79, 695-701 (2007)-
 - [9] J. L. Urraca, R. Chamorro-Mendiluce, G. Orellana, M. C. Moreno-Bondi, *Anal. Bioanal. Chem.*, 408, 1843-154 (2016).
 - [10] S. Carrasco, E. Benito-Peña, D. Walt, M. C. Moreno-Bondi, *Chem. Sci.*, 6, 3139-3147 (2015).
 - [11] J. Zdunek, E. Benito-Peña, A. Linares, A. Falcimaigne-Cordin, G. Orellana, K. Haupt, M. C. Moreno-Bondi, *Chem. Eur. J.*, 19, 10209-10216 (2013).
 - [12] C.A. Barrios, C. Zhenhe, F. Navarro-Villoslada, D. López-Romero, M.C. Moreno-Bondi, *Biosens. Bioelectron.* 26, 2801-2804 (2011).
 - [13] C. Angulo Barrios, S. Carrasco, M. Francesca, P. Yurrita, F. Navarro-Villoslada, M.C. Moreno-Bondi, *Sens. Act. B*, 161, 607-614 (2012).

BIOPLATAFORMAS ELECTROANALÍTICAS PARA SEGURIDAD ALIMENTARIA. DETECCIÓN DE ALÉRGENOS Y ADULTERACIONES ALIMENTARIAS

Susana Campuzano, Víctor Ruiz-Valdepeñas Montiel, Rebeca M. Torrente-

Rodríguez, A. Julio Reviejo, José M. Pingarrón

Departamento Química Analítica. Facultad de Ciencias Químicas, Universidad

Complutense de Madrid. Av. Complutense s/n, 28040-Madrid.

susanacr@quim.ucm.es

Según la Organización de Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura la seguridad alimentaria se define como el acceso del consumidor a alimentos suficientes, inocuos y nutritivos que satisfagan sus necesidades energéticas y preferencias alimentarias y económicas. En el campo de la seguridad alimentaria y con el fin de contribuir a la máxima satisfacción y protección del consumidor cobran especial importancia el control de alérgenos y la detección de adulteraciones en alimentos.

La alergia a los alimentos se ha convertido en uno de los principales problemas de salud en la actualidad. Hasta el momento, no existe un tratamiento eficaz para tratar las alergias alimentarias y la única manera de gestionar los riesgos para la salud derivados de los alérgenos es evitar el consumo de alimentos que los contienen y asegurar la fiabilidad del etiquetado de los alimentos. La leche y los frutos secos son dos de las fuentes más comunes de alérgenos alimentarios.

El fraude alimentario, además de suponer la pérdida de confianza del consumidor también puede considerarse un problema de salud pública en el caso de presentar sustancias, alimentos tóxicos o alérgenos sin declarar.

Las adulteraciones, que suponen el 3% de los fraudes alimentarios, consisten en la adición de ingredientes extraños, inadecuados o de baja calidad en un producto con objeto de conseguir un beneficio económico. Aunque estas irregularidades pueden encontrarse en gran variedad de alimentos, las que se producen en carne representan el 7 % del total. Aunque la presencia de distintos tipos de carne en otros productos de origen animal no supone, habitualmente, un riesgo para la salud, es el consumidor quien debe de elegir en función de su estilo de vida, costumbres, creencias o preferencias que es lo que consume.

Un ejemplo claro de este tipo de adulteraciones es el famoso escándalo de las hamburguesas que contenían carne de caballo, que estalló en las Islas Británicas, extendiéndose por toda Europa hasta nuestras fronteras donde la Organización de Consumidores y Usuarios también ha detectado la presencia de carne equina en diferentes productos (hamburguesas, tortellini, albóndigas, etc.).

Aunque se dispone de varios métodos analíticos para la determinación/detección de alérgenos y adulteraciones en alimentos, existe una necesidad urgente de desarrollar métodos alternativos capaces de realizar determinaciones rápidas y múltiples con elevadas sensibilidad y selectividad utilizando instrumentación de manejo sencillo, bajo coste y fácilmente miniaturizable, que permitan realizar análisis descentralizados de forma rutinaria.

En respuesta a esta importante demanda, se han desarrollado recientemente distintas plataformas electroanalíticas competitivas para la determinación sensible, selectiva y rápida de los principales alérgenos alimentarios asociados con leche y frutos secos (cacahuets y avellanas) a diferente nivel molecular (genético y proteico), cuyas características principales se resaltarán en esta presentación. En particular, se discutirán los aspectos más relevantes de plataformas inmunosensoras

amperométricas para la determinación individual [1-4] o múltiple [5] de los principales alérgenos proteicos de la leche (β -lactoglobulina, β -LG, [1] y α -lactalbumina, α -LA [2]) y el cacahuete (Ara h 1 [3] y Ara h 2 [4]) y plataformas genosensoras acopladas a estrategias novedosas de PCR para la determinación de fragmentos de DNA característicos del gen *Cor a 9* de la avellana y de una región del ADN mitocondrial de caballo. Estas plataformas están basadas en el uso y acoplamiento apropiado de partículas micromagnéticas funcionalizadas con nuevos receptores formatos originales de bioensayo, estrategias novedosas de amplificación del analito y transductores desechables electroquímicos para detección individual o dual.

Las metodologías desarrolladas, que pueden extenderse fácilmente a la determinación de otros alérgenos o adulterantes de relevancia, han demostrado su aplicabilidad en el análisis de muestras complejas (alimentos y saliva sin procesar y distintos extractos de alimentos) proporcionando resultados comparables a los de otras metodologías de uso común frente a las que demuestran ser ventajosas en términos de simplicidad, tiempo y coste de ensayo. Estas atractivas características les hacen herramientas analíticas fiables y prometedoras para asegurar la calidad e inocuidad de los alimentos y la protección del consumidor.

Referencias

- [1] Ruiz-Valdepeñas Montiel, V., Campuzano, S., Conzuelo, F., Torrente-Rodríguez, R.M., Gamella, M., Reviejo, A.J. and Pingarrón, J.M. *Talanta* 131, 156-162 (2015).
- [2] Ruiz-Valdepeñas Montiel, V., Campuzano, S., Torrente-Rodríguez, R.M., Reviejo, A.J., Pingarrón, J.M. *Food Chem.* 213, 595-601 (2016).
- [3] Ruiz-Valdepeñas Montiel, V., Campuzano, S., Pellicanò, A., Torrente-Rodríguez, R.M., Reviejo, A.J., Cosio, M.S. and Pingarrón, J.M. *Anal. Chim. Acta* 880, 52-59 (2015).
- [4] Ruiz-Valdepeñas Montiel, V., Pellicanò, A., Campuzano, S., Torrente-Rodríguez, R.M., Reviejo, A.J., Cosio, M.S. and J.M. Pingarrón. *Sensors Actuat. B Chem.* 236, 825-833 (2016).
- [5] Ruiz-Valdepeñas Montiel, V., Torrente-Rodríguez, R.M., Campuzano, S., Pellicanò, A., Reviejo, Á.J., Cosio, M.S. and Pingarrón, J.M. *Chemosensors* 2016, 4(3), 11; doi: 10.3390/chemosensors4030011.



Pedro Cerbuna, 12 – 50009 Zaragoza
Tel. 976762972
<http://iuca.unizar.es>
iuca@unizar.es
Twitter: @IUCAunizar

Sede del encuentro:

Sala de Grados



**Escuela Politécnica
Superior - Huesca**
Universidad Zaragoza

Carretera de Cuarte, s/n. 22071 Huesca