

## Nuevas tecnologías de procesamiento de alimentos

Santiago Condón



Departamento de Producción Animal y Ciencia de los Alimentos- Instituto Agroalimentario de Aragón; Universidad de Zaragoza. C/ Miguel Servet, 177;50013- Zaragoza

El origen de nuestro grupo de investigación se remonta a 1982, cuando el entonces titular de la cátedra de Bioquímica y Tecnología de los Alimentos, Prof. F.J. Sala, decide incorporar a un nuevo becario, S. Condón, y abrir una línea de investigación sobre termobacteriología. El objetivo de esta línea era estudiar las bases científicas de la inactivación de las esporas bacterianas por el calor para mejorar los tratamientos de esterilización térmica. En los diez años siguientes aumenta mucho la información y la preocupación por el crecimiento de las toxiinfecciones alimentarias. En respuesta a este cambio, en 1992, el grupo comienza a investigar también la inactivación térmica de células vegetativas patógenas. Dado que nuestro trabajo en los años anteriores nos había demostrado que algunas especies presentaban una termorresistencia tan elevada que resultaba prácticamente imposible eliminarlas por calor sin alterar gravemente la calidad, nos planteamos la posibilidad de aplicar tecnologías alternativas. El Prof. Ordoñez había estudiado por aquel entonces la eficacia bactericida de los ultrasonidos y había demostrado que presentaban un efecto sinérgico con el calor a baja temperatura, y que esta sinergia iba desapareciendo al acercarse a temperaturas de ebullición. Por este motivo decidimos abrir una nueva línea de investigación para solventar este problema, cuyo resultado fue el diseño de un nuevo proceso: la manotermosonicación. El interés por nuestro trabajo de una multinacional, que adquirió los derechos de explotación del proceso, nos permitió entrar en la primera acción concertada de la UE sobre esta temática y conocer a investigadores europeos interesados en este campo. Fruto de estos contactos fue nuestra entrada, en 1995, en un proyecto europeo sobre pulsos eléctricos de alto voltaje, el primero que financió la UE sobre nuevas tecnologías de conservación de alimentos. A partir de entonces fuimos incorporando otras tecnologías, como las altas



Algunos de los componentes del grupo DGA-A20. De izquierda a derecha y de arriba a abajo: I. Álvarez, P. Mañas, S. Ciudad, G. Cebrián, D. García, J. Raso, S. Condón, D. Berdejo, A. Antunes, M. Maza y G. Saldaña.

presiones a principios de los años 2000, los antimicrobianos naturales en 2008 y la radiación ultravioleta en 2010. Nuestro contacto con el Prof. Leistner, en la acción concertada antes mencionada, despertó nuestro interés por los procesos combinados por lo que al estudiar cada tecnología usualmente buscamos combinaciones que aumenten su eficacia letal. El estudio de estas nuevas tecnologías para la inactivación microbiana nos fue permitiendo observar otros fenómenos que quizás podrían ser de utilidad para otras aplicaciones por lo que, sobre todo en los últimos años, estudiamos también este aspecto. Finalmente, la experiencia acumulada en el cultivo de microorganismos esporulados nos permitió introducirnos, a instancias del sector industrial, en el campo del desarrollo de test biológicos para el control de calidad de los alimentos.

Paralelamente a la implantación de nuevas tecnologías hemos ido aumentando la profundidad de nuestras investigaciones. Los contactos con el Prof. Mafart de la Univ. de Quimper, a finales de los años 90, nos iniciaron en la modelización predictiva; con el Prof. Mackey de la Univ. de Reading, en

el estudio de los fenómenos de daño y recuperación celular, por esa misma época; con el Prof. Abee de la Univ. de Wageningen, en 2009, en mutagénesis dirigida; y con el Prof. Kolter, de la Univ. de Harvard, en 2010, en el uso de técnicas de biología molecular para el estudio de los biofilms y los mecanismos de inactivación microbiana.

En la actualidad el grupo –Nuevas tecnologías de procesamiento de los alimentos (DGA-A20)– está compuesto por tres catedráticos de universidad (S. Condón, J. Raso y R. Pagán), dos profesores titulares de universidad (P. Mañas y I. Álvarez), un profesor contratado doctor (D. García), un profesor ayudante doctor (G. Cebrián), tres investigadores doctores (G. Saldaña, M.J. Serrano y L. Espina), tres becarios predoctorales (M. Marcén, J.M. Martínez y D. Berdejo) y dos investigadores predoctorales contratados con cargo a proyectos (S. Ciudad y A. Antunes). Nuestros trabajos podrían encuadrarse actualmente en tres líneas: conservación e higienización de los alimentos, nuevas tecnologías de procesamiento y desarrollo de test de control de calidad en la industria alimentaria.

## LÍNEA 1: CONSERVACIÓN E HIGIENIZACIÓN DE LOS ALIMENTOS

Las nuevas tecnologías pueden utilizarse para inactivar células vegetativas por lo que, al menos en principio, podrían utilizarse para sustituir a la pasteurización térmica. Desafortunadamente en las gráficas de supervivencia suelen aparecer colas, lo que se identifica con la existencia de una pequeña fracción de la población anormalmente resistente que en algunos casos impediría reducir los riesgos de supervivencia hasta el nivel deseado. Es por tanto fundamental conocer las causas de la anormal resistencia de estos microorganismos para desarrollar procesos que garanticen la salud pública. Por otra parte, lo deseable sería conseguir desarrollar procesos de esterilización que permitiesen obtener productos estables a temperatura ambiente y de gran calidad sensorial y nutritiva. Para conseguir este propósito es necesario inactivar los esporos bacterianos. En general ninguna de las nuevas tecnologías es capaz de inactivar hasta niveles adecuados la flora esporulada pero los datos publicados parecen sugerir que algunas de ellas producen cambios en las estructuras celulares que, una vez conocidos y controlados, podrían utilizarse para el diseño de nuevos tratamientos.

Actualmente estamos abordando el problema de la escasa eficacia bactericida de las nuevas tecnologías desde las dos vertientes: la pasteurización y la esterilización. Las modernas técnicas laboratoriales, especialmente las de biología molecular, permiten abordar con razonables garantías de éxito el estudio de los efectos de las nuevas tecnologías en las estructuras y la fisiología microbiana, y es previsible que estos conocimientos permitirán establecer nuevas dianas celulares y desarrollar nuevas estrategias para la pasteurización y esterilización de alimentos. En concreto, nuestro objetivo es determinar el efecto de las nuevas tecnologías (altas presiones, pulsos eléctricos de alto voltaje, ultrasonidos y luz ultravioleta) en las estructuras y el metabolismo de aquellas subpoblaciones microbianas —esporos y mutantes anormalmente resistentes— que actualmente limitan la vida útil y la salubridad de los alimentos con objeto de facilitar el diseño de nuevas estrategias de conservación con una sólida base científica. Esta investigación se sustenta en un proyecto nacional.

Dentro de esta misma línea, y a instancias de una multinacional del sector alimentario,

que financia el proyecto, estamos evaluando/diseñando un nuevo proceso de higienización de harinas y semillas mediante la aplicación de radiaciones ionizantes.

## LÍNEA 2: PROCESADO DE ALIMENTOS

El estudio básico que realizamos al incorporar una nueva tecnología suele ocuparnos durante 6-8 años. Con un trabajo básico tan extenso normalmente observamos algunos efectos, no buscados inicialmente, que podrían resultar de interés para la industria alimentaria. Estas observaciones nos han llevado a crear una nueva línea encaminada a su estudio. Actualmente estamos focalizando nuestros esfuerzos en dos de ellas: Los pulsos eléctricos de alto voltaje y los ultrasonidos.

La inactivación bacteriana por pulsos eléctricos se debe a la electroporación de las membranas celulares, lo que normalmente exige un notable consumo energético. Por el contrario, hemos observado que la electroporación de las células eucariotas se podía producir a voltajes bajos lo que nos hizo pensar que seguramente esta tecnología sería muy útil para acelerar la salida de componentes intracelulares. Hemos establecido los criterios de proceso para mejorar la extracción del azúcar de la remolacha, de las betalainas de la remolacha roja, etcétera. En la actualidad nuestros esfuerzos están focalizados en mejorar los procesos de vinificación. Al aplicar pulsos eléctricos a los hollejos se acelera muy notablemente la extracción de los polifenoles y otros componentes de interés de la uva lo que permite acortar los periodos de maceración y mejorar notablemente el color y el aroma de los vinos. Esta investigación está financiada por un proyecto europeo. También estamos investigando las eventuales ventajas de esta tecnología para mejorar los procesos de extracción del aceite y de algunos componentes de interés de la aceituna, así como su implementación a escala industrial. Estos proyectos están siendo financiados con otro proyecto europeo y con un contrato con una multinacional del sector.

Al aplicar ultrasonidos de alta potencia a un medio líquido se produce el fenómeno de cavitación. El colapso de las burbujas de gas en el medio, consecuencia de la cavitación transitoria, produce una súbita liberación de energía en forma de calor y ondas de choque. Con el paso de los años observamos que, al margen

de sus efectos bactericidas, las ondas de choque generadas por la cavitación mejoraban sustancialmente los procesos de transferencia de masa y energía lo que nos indujo a buscar posibles aplicaciones industriales a este fenómeno. En este momento estamos evaluando los beneficios de los procesos de lavado en el seno de un campo ultrasónico para la descontaminación del pescado, así como los eventuales beneficios de los ultrasonidos para acelerar los procesos de marinado. Estos trabajos están siendo financiados con un proyecto regional y por una empresa del sector.

Enterada de nuestro trabajo, una multinacional nos pidió que explorásemos la posibilidad de utilizar nuevas tecnologías para el diseño de electrodomésticos y evaluar sus efectos en la calidad de los alimentos tratados con ellos. El trabajo está siendo financiado con proyectos competitivos, liderados por la empresa, que ya ha patentado dos nuevos electrodomésticos.

## LÍNEA 3: CALIDAD Y SEGURIDAD ALIMENTARIA

Dada nuestra experiencia en el manejo de microorganismos formadores de esporos, una empresa del sector biotecnológico nos pidió que diseñásemos para ella un test de base biológica para la detección de antibióticos y sulfamidas en los alimentos. En primer lugar diseñamos un test para el análisis de leche de oveja (test Eclipse; Zeulab, Zaragoza) que tuvo un notable éxito comercial, tanto en España como en el extranjero, y posteriormente otro para la detección de antibióticos en carne (test Explorer) cuya comercialización comenzó a principios de este año. En la actualidad estamos intentando diseñar otro test para la detección de antibióticos en animales vivos. Los inicios de este último trabajo han sido financiados con un proyecto anual de una convocatoria nacional y actualmente estamos preparando otro europeo de índole regional.

El éxito comercial de los test descritos ha obligado a la empresa a aumentar muy rápidamente su producción, lo que le ha planteado un nuevo problema: la obtención suficiente de esporos de la especie utilizada como testigo. Actualmente estamos diseñando un nuevo protocolo de esporulación, para mejorar el rendimiento del actual, que tendremos que adaptar al proceso industrial. Este trabajo está siendo financiado directamente por la empresa