La irrupción de las nuevas tecnologías de proceso en la industria alimentaria

La manera de comer y la manera de comprar están cambiando. En el presente artículo se abordan los cinco ejes en torno a los cuales se articula este cambio en el consumo: la comodidad, la palatabilidad, la seguridad alimentaria, la salubridad y la regularidad.

Josep María Monfort.
Director del Centro de Tecnología de la Carne del IRTA

La industria alimentaria española ocupa hoy por ventas el quinto puesto en la UE (10,3%) por detrás de Alemania (20,2%), Francia (18,2%), Inglaterra (16,5%) e Italia (10,7%), pero debido a su tamaño medio, su atomización y la falta de tradición innovadora requiere de un claro impulso para mantener su competitividad. Según la Fundación OPTI en su documento sobre vigilancia tecnológica nº26 de 2006, en el segundo semestre del 2006 se han publicado en el mundo 29 patentes en el sector alimentario 14 de las cuales lo han sido por empresas de países de la UE pero ninguna de España.

Por tanto la industria alimentaria española se enfrenta al reto imperioso de aumentar su competitividad a través de la investigación base del desarrollo y la innovación al objeto de adaptar la calidad de los alimentos transformados a las nuevas demandas del consumo porque la manera de comer y la manera de comprar están cambiando. A esta necesidad no puede sustraerse el principal sector de la industria alimentaria, el cárnico.

Cinco son los grandes ejes sobre los que pivota el cambio en el consumo: la comodidad, la palatabilidad, la seguridad alimentaria, la salubridad y la regularidad (Monfort, 2006).

COMODIDAD

La comodidad en los alimentos según Haselgrove (2006), es todo aquello que hace que la elección de un producto permita conseguir llevar a cabo la multiplicidad de actividades del día y a la vez incrementar el tiempo para el disfrute de las prioridades personales en la vida.

Ello se traduce en una disminución incesante de las comidas formales (en España el 53% de las familias no se reúne para almorzar, el 10% de las que lo hacen dedican menos de 15 minutos y en el 65% de los casos la duración es de entre 15 y 30 minutos), y del tiempo dedicado (limpieza, preparación culinaria, etc.) y a la aparición de las denominadas comidas *on the go* que son aquellas que se realizan en la mesa del despacho, en el banco del parque, en el coche, en el tren o en el bus.

Paralelamente aumenta el grado de desconocimiento de los cortes de carne, de las especies de pescado, de determinadas frutas y hortalizas, y de sus formas específicas de cocinado; y concomitantemente aumenta la necesidad de una oferta de alimentos semi–preparados o preparados, listos para el horneado o cocción, en los que se minimiza la preparación en el hogar.

La adaptación de estas demandas a través de los denominados alimentos de comodidad (*convenience foods*) requiere en muchos casos del empleo de nuevas tecnologías de proceso y o de conservación (envasado activo, envasado inteligente, pasteurización no térmica por alta presión isostática, pasteurización térmica sin transferencia de calor por microondas o radiofrecuencias, etc.).

La cocción, pasteurización o esterilización por calor convencional requiere que la temperatura en el punto más desfavorable del alimento alcance el mínimo necesario y dicha temperatura se alcanza por transferencia de calor desde la superficie del alimento hasta el interior. Por consiguiente las sobre-cocciones en superficie son un problema no resuelto. Los métodos que generan el calor en el interior del alimento (microondas y radiofrecuencias) permiten minimizar el problema, pero es necesario adecuar las condiciones a cada matriz alimentaria, conocer la eficacia del tratamiento frente a los patógenos y deteriorantes y evaluar otras

posibles consecuencias sobre la textura o las características organolépticas del alimento.

A diferencia del calor, la presión no modifica el aroma, el sabor y el valor nutritivo del alimento y se transmite de manera uniforme y casi instantánea a todos los puntos de éste, lo cual permite obtener productos sin zonas sobretratadas, por lo que es un tratamiento especialmente indicado para alimentos cuyas propiedades se alteran considerablemente al ser tratados por calor (frutas, vegetales, etc.). Algunos de estos nuevos sistemas ya se están aplicando industrialmente y existen en mercado alimentos tratados de esta manera (zumos, ostras, guacamole, productos cárnicos loncheados, etc.). El conjunto de alimentos aptos para el tratamiento por altas presiones isostáticas es muy amplio, incluyendo una gran variedad de productos cárnicos (jamón cocido, curado, etc.), pescados, platos preparados, así como la mayoría de frutas, verduras y zumos. En general, cualquier producto que contenga un alto porcentaje de agua puede ser tratado satisfactoriamente por altas presiones isostáticas. Los equipos de procesado por altas presiones isostáticas modernos disponen de regulación de temperatura, pues el control de este parámetro es imprescindible para la repetitibilidad de los procesos. Existen numerosas ingenierías que fabrican equipos piloto, pero sólo dos empresas que fabrican equipos industriales a nivel mundial. La empresa líder mundial en este campo en ventas consolidadas de este tipo de equipos, es NCHyperbaric (www.nchyperbaric.com), empresa española que ha vendido en los últimos años ocho equipos industriales que actualmente están en producción para el procesado de alimentos, principalmente productos cárnicos y platos precocinados.

Al cambiar las tecnologías de conservación de los alimentos también son necesarias las innovaciones en los materiales de envasado. Las áreas en investigación de mayor auge en todo el mundo se centran en el desarrollo de nuevos materiales de envase destinados a la conservación de

alimentos, no solamente en lo que concierne a la seguridad alimentaria sino también a la conservación de la calidad del alimento en el tiempo. En envases es donde los materiales barrera activos tienen mayor demanda dado que los alimentos se envasan en condiciones óptimas de sabor, olor, apariencia visual y calidad microbiológica y deben mantener estas condiciones hasta su consumo.

El deterioro oxidativo de grasas y aceites en los alimentos es el principal responsable de los sabores y olores rancios, así como de la reducción del valor nutritivo y seguridad debido a la formación de productos secundarios y potencialmente tóxicos. El desarrollo de sistemas de envasado en base a antioxidantes naturales y absorbedores de oxígeno permitirá preservar las propiedades organolépticas y evitar la degradación o destrucción de vitaminas. Por otra parte, la contaminación microbiana en el alimento tiene lugar mayoritariamente en la superficie durante el procesado del alimento. La incorporación de agentes activos antimicrobianos en el film de envasado es una aproximación en estudio con el objetivo de evitar la degradación del ali-

mento al inhibir el crecimiento de bacterias y moho superficial y la pérdida de seguridad por la proliferación de patógenos alimentarios.

PALATABILIDAD

Este concepto está formado a su vez por la percepción del aroma, el sabor, el color, la textura y en definitiva la aceptabilidad. Es sin duda el mejor reflejo de la calidad intrínseca y organoléptica de los alimentos y ésta a su vez depende de una multiplicidad de factores y componentes que han sido extensamente estudiados por la Ciencia de los Alimentos. A título de ejemplo la fracción grasa del alimento (tipo de grasa, composición, distribución, etc.), el color (pigmentos, hemoproteínas, sustancias antioxidantes y prooxidantes) el tipo y estructuración de las fibras musculares en los alimentos de origen animal basados en miosistemas (carne y pescado y derivados), y un largo etcétera. Disciplinas científicas como la genómica, la transcriptómica o la proteómica, los avances en producción y nutrición animal, los avances en técnicas agronómicas, fertirrigación, postcosecha, entre otros muchos han sentado las bases científicas del progreso de estos ámbitos. Sin embargo, en la realidad industrial las empresas deben suministrase de múltiples proveedores y consecuentemente en la mayoría de los casos la heterogeneidad en los parámetros de calidad de las materias primas representa un obstáculo para adaptar los procesos industriales de una forma adecuada y precisa hacia la obtención de un alimento transformado de calidad constante y definida.

Así pues, la irrupción de las nuevas tecnologías de análisis *on line* no destructivos puede llegar a representar un elemento crucial en la consecución de un eficaz sistema de monitorización de la calidad tanto de las materias primas como de los procesos y productos finales.

Los métodos no destructivos deben permitir obtener información no sólo sobre la composición química, sino también sobre la calidad microbiológica, la calidad sensorial y la estructura del alimento.

Existen varias técnicas de análisis que permiten la medida de distintos parámetros de forma no destructiva: NIRS (Infrarrojo cercano), RMN (Resonancia Magnética Nuclear), DEXA (Dual X–ray Absorptiometry), fluorescencia, espectroscopia Raman, captadores de imágenes, sensores de presencia de restos de metales, sensores de óxidos metálicos o poliméricos (nariz y lenguas electrónicas), biosensores, medidores de espesor de recubrimiento, ultrasonidos, tomografía axial computarizada, espectroscopia con fibras ópticas, entre otras. En una fase más avanzada se están desarrollando métodos que con un mínimo tratamiento pueden poner de manifiesto la presencia incluso de ciertas moléculas en un tejido, esto se ha conseguido ya con la técnica de fluorescencia para determinar la intensidad de la oxidación en tejidos.

El consumidor del siglo XXI demanda alimentos de gran calidad sensorial y alto valor nutritivo, es decir mínimamente procesados, en detrimento de los productos convencionales.

SEGURIDAD ALIMENTARIA

La moderna industria alimentaria, aparte de producir alimentos tradicionales, orienta sus actividades de acuerdo con la demanda de los consumidores, las rigurosas exigencias higiénicas impuestas por las autoridades sanitarias sobre seguridad de los alimentos y las necesidades nutricionales de la población, tanto de carácter general (alimentos saludables) o, en particular, para colectivos especialmente sensibles (hipertensos, ancianos, inmunocomprometidos diabéticos, obesos, etc.). Esta evolución de la industria para adaptarse a los hábitos de la sociedad del siglo XXI ha dado lugar, por una parte, a nuevos problemas, algunos de gran importancia, que es necesario atajar y, por otra, a la necesidad de estudiar las consecuencias que pueden conllevar algunos de los cambios que se han introducido en la producción de los nuevos productos. En otro orden de cosas cabe decir que en algunas ocasiones no es posible aplicar las tecnologías clásicas para la higienización de estos alimentos y en otras éstas son demasiado agresivas produciendo cambios sensoriales manifiestos, lo que va contra la demanda actual de los consumidores. Sin embargo, hay una serie de agentes biológicos (bacteriocinas, sistema lactoperoxidasa, lactoferrina, etc.), tecnologías emergentes (altas presiones isostáticas, radiofrecuencias, envasado activo, etc.) y otras ya establecidas pero que apenas se han utilizado (radiaciones ionizantes) que pueden ser utilísimas para lograr la higienización de los nuevos productos, minimizar los cambios sensoriales y nutritivos y, al tiempo, conseguir que tengan una vida útil adecuada para el uso que se espera de ellos.

En la mayoría de los países con sistemas de notificación de enfermedades alimentarias se han registrado incrementos significativos en la incidencia de toxiinfecciones causadas por *Salmonella* spp., *Campylobacter jejuni, Escherichia coli* verocitotoxigénico O157:H7 y *Listeria monocytogenes* (Organización Mundial de la Salud, 2002) durante las últimas décadas. En los países industrializados se estima que hasta un 30% de la población sufre alguna enfermedad alimentaria anualmente y que únicamente entre el 1% y el 10% de los casos llegan a ser conocidos por los organismos oficiales. En EE.UU., por

ejemplo, se notifican unos 76 millones de casos anuales de toxiinfecciones alimentarias dando lugar a 325.000 hospitalizaciones y 5.000 muertes (Mead y col., 1999). Esto origina unos costes anuales de 35.000 millones de dólares entre gastos hospitalarios y pérdidas de productividad. Entre las causas de la emergencia de nuevas enfermedades alimentarias, la OMS (2002) cita la posible diseminación de patógenos por la globalización del suministro de alimentos, los movimientos migratorios, los cambios en las poblaciones microbianas a formas más virulentas, más resistentes a antibióticos o con mayor capacidad de sobrevivir en condiciones adversas, el envejecimiento de la población, el incremento de individuos inmunocomprometidos y los cambios en los hábitos alimentarios y estilo de vida. La profunda transformación de los hábitos alimentarios se ha puesto de manifiesto sobre todo en las grandes urbes, en las que las distancias y la ajetreada forma de vida dificultan e incluso impiden perpetuar las usanzas gastronómicas de hace unos años. Así, cada vez es más frecuente el consumo de comidas preparadas tanto en el hogar como fuera de él. Esta situación ha provocado que la industria alimentaria surta de productos listos para el consumo (RTE) en envases domésticos a los minoristas y los consumidores se abastezcan con ellos. Otras veces, son las grandes superficies las que preparan raciones familiares (lonchas, filetes, piezas pequeñas, etc.) y las envasan para su exposición y venta en vitrinas refrigeradas. Basta echar un vistazo a cualquier gran superficie y se comprobará la existencia de numerosas vitrinas en las que se expone una ingente cantidad de productos de origen, tanto vegetal como animal, para la venta. La variedad de presentaciones y contenidos es casi inconmensurable. La fabricación industrial tradicional de estos alimentos ha conseguido un historial sanitario envidiable por lo que el consumo de tales productos inmediatamente después de abrir el envase, prácticamente, carece de peligros. No obstante ha de tenerse en cuenta que, en la actualidad, estos alimentos suelen manipularse para su comercialización y venta al detalle, y cualquier operación de troceado, loncheado, dosificación, envasado u otras conducentes a facilitar el trabajo en el hogar, incrementa los riesgos de una contaminación.

En la mayor parte de los casos, estos productos se envasan a vacío o en atmósferas modificadas y han de mantenerse en refrigeración hasta su venta con el fin de alargar su vida útil. Estas operaciones de conservación restringen notablemente la microbiota capaz de sobrevivir y desarrollarse en tales condiciones, ya que seleccionan y favorecen el desarrollo de los microorganismos psicotrofos y microaerófilos o anaerobios, facultativos o no. En estas operaciones, sin embargo, diversos microorganismos patógenos, procedentes del entorno, utillaje empleado en las operaciones, manipuladores, etc., pueden alcanzar el alimento. Los microorganismos patógenos por vía alimentaria que pueden estar presentes en esos productos y en estas condiciones son fundamentalmente diversos serovares de *Escherichia coli*, incluido el O157:H7, *Salmonella* spp., *Campylobacter jejuni, Listeria monocytogenes* y *Yersinia enterocolitica*. La relevancia de estas bacterias es particular en cada caso. *L. monocytogenes* y *Salmonella spp*. pueden considerarse ubicuas por lo que se detectan con cierta frecuencia en una enorme variedad de alimentos.

El consumidor del siglo XXI demanda alimentos de gran calidad sensorial y alto valor nutritivo, es decir mínimamente procesados, en detrimento de los productos convencionales. Es obvio que la aplicación de unas condiciones de procesado menos drásticas comporta un incremento del riesgo microbiológico y, por tanto, la variabilidad del comportamiento microbiano adquiere una importancia crítica ya que debe conocerse la posibilidad real de supervivencia y desarrollo de la microbiota residual en cualquier producto para determinar con precisión su vida útil o los riesgos microbiológicos que el productor está dispuesto a asumir. En suma, se hace imprescindible un estudio de la variabilidad del comportamiento microbiano y sus posibles consecuencias prácticas.

No menos importante es el estudio de la incidencia y prevalencia de patógenos en alimentos y de hecho es uno de los objetivos prioritarios de la Unión Europea en materia de seguridad alimentaria. Su finalidad es poder valorar qué riesgo entrañan en realidad los alimentos, así como la adopción de criterios microbiológicos y objetivos de seguridad alimentaria para algunos tipos de productos alimenticios de acuerdo con principios científicamente aceptados.

El Codex Alimentarius señala unos principios generales para tratar de conseguir una seguridad de los alimentos desde su producción hasta su consumo, que implican a los Gobiernos, las industrias y los consumidores. A la industria le indica que deberá aplicar una serie de prácticas higiénicas para poder suministrar alimentos inocuos y aptos para el consumo; otra obligación impuesta por

el Codex es que los consumidores dispongan de una información clara y fácil para que puedan proteger sus alimentos de la contaminación y del desarrollo o supervivencia de patógenos, almacenándolos, manipulándolos y preparándolos correctamente; y, por último, mantener la confianza en los alimentos que se comercializan a nivel internacional. La experiencia demuestra, sin embargo, que no es fácil conseguir el suministro de alimentos inocuos a la sociedad como muy bien apuntó la OMS (2002) en relación con los incrementos significativos de brotes de toxiinfecciones que se ha producido en los últimos años. La situación es, pues, preocupante. No obstante, se siguen tomando acciones para reducir la contaminación tanto en las instalaciones y equipos de la industria alimentaria como de los alimentos por ella producidos. La implantación de sistemas de análisis de peligros y puntos de control crítico (APPCC) va dirigida en ese sentido. Es, en principio, una estrategia que debiera minimizar los peligros derivados de la presencia de microorganismos patógenos y de mohos productores de toxinas.

Estos sistemas por si solos no pueden, sin embargo, ser totalmente eficaces. Deben contar con el apoyo de técnicas analíticas rápidas y sensibles que permitan la detección de microorganismos patógenos en las diferentes fases del proceso de elaboración de los productos y en los productos finales, lo que permitiría adoptar soluciones rápidas sobre el destino de materias primas y productos contaminados.

Se ha iniciado el estudio de la aplicación de la PCR a tiempo real para la detección e identificación de algunos microorganismos patógenos de interés en los alimentos a partir de cultivos puros (*Campylobacter, E. coli* O157:H7, *Salmonella* spp y *Y. enterocolitica*, Oberst y col., 1998; Hoorfar y col., 2000; Jourdan y col., 2000; Rodríguez–Lázaro y col., 2003). En algunos casos se han empleado kits patentados basados en secuencias protegidas (PE Biosystems, Roche). Muy recientemente se ha empezado a ensayar la utilidad de la PCR a tiempo real para la cuantificación de patógenos en algunas matrices alimentarias como mariscos (*Cl. botulinum E., Kimura* y col., 2001), agua y leche (*L. monocytogenes*, Nogva y col., 2000), quesos (*S. aureus*, Hein y col., 2001) y productos cárnicos (proyecto AGL 2002–03496, Rodríguez–Lázaro y col., 2004). El proyecto europeo FOOD–PCR ha permitido obtener estrategias eficientes para la eliminación de inhibidores de embutidos fermentados y actualmente se están aplicando con éxito a la PCR cuantitativa para la detección de *L. monocytogenes*.

SALUBRIDAD Y REGULARIDAD

La salubridad o los aspectos relacionados con la salud y la nutrición humana es uno de los ejes fundamentales que explican los cambios en la actitud de los consumidores aunque sus hábitos de consumo no parecen tender a ser mas saludables (Givens *et al.* 2006). La obesidad infantil ha pasado en los países ricos del 5% al 15% en apenas dos décadas. El 54% de las chicas y el 34% de los chicos confiesan que les gustaría reducir peso, y el 25% de los adolescentes confiesan haber hecho alguna vez dieta. Esta situación también preocupante en España ha conducido al establecimiento de la estrategia NAOS consensuada entre la Administración del Estado a través de los Ministerios de Sanidad y Consumo, Industria y Educación y Ciencia, la AESA, la FIAB y con ella las grandes empresas alimentarias y buena parte de los Departamentos de Sanidad de las comunidades autónomas.

La obtención de nuevos productos alimenticios o la modificación de los actuales en relación a su contenido en grasa, sodio y otros ingredientes requiere del desarrollo de métodos de control de la composición de las materias primas o de ingredientes que sean rápidos y a ser posible a tiempo real (*on line*), para posibilitar la reducción de grasa y sodio en los alimentos finales. Así mismo el desarrollo de nuevas tecnologías de proceso para poder afrontar con éxito la reformulación de muchos alimentos tradicionales en base a la reducción de grasa y sodio sin comprometer los aspectos de seguridad microbiológica del alimento se hace del todo necesaria.

Finalmente, la regularidad es una de las demandas del consumidor más bien entendidas por la industria alimentaria pero, así mismo, una de las asignaturas pendientes en aquellos subsectores alimentarios donde la materia prima es más heterogénea, no homogenizable y donde se trabaja fundamentalmente en lotes de producción y no en continuo.

Difícilmente puede conseguirse un buen nivel de estandarización del producto final, básicamente en relación a sus atributos organolépticos y de calidad intrínseca, si no se dispone de métodos eficaces a nivel industrial para la clasificación y homogenización por lotes de la materia prima. De nuevo en este aspecto las nuevas tecnologías, en este caso de análisis no destructivo y a tiempo real, ofrecen una oportunidad de mejora indudable pero que hay que poder evaluar, adaptar y calibrar en función de la matriz alimentaria de la que se trate.

REFERENCIAS

AESA. 2005. Agencia Española de Seguridad Alimentaria. http://www.aesa.msc.es/aesa/web/AESA.jsp

HASELGROVE, A.C. *Proceedings of International Congress of Meat Research and Technology*. Dublin. 2006

ICMSF. 2002. *Microorganisms in foods 7*. Kluver academic/Plenum Publisher. New York.

MEAD P.S., SLUTSKER L., DIETZ V., MCCAIG L.F., BRESEE J.S., SHAPIRO C., GRIFFIN P.M., TAUXE R.V. 1999. *Food–related illness and death in the United States. Emerging Infec.* Dis. 5, 607–625.

MONFORT, J.M. *TECNOFIDTA 2006*. Buenos Aires.

UE (SCIENTIFIC COMMITTEE ON VETERINARY) (1999) *Opinion on Listeria monocytogenes*. Adopted on 23/09/1999.

ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD. 2002. *Pan–European Conference on Food Safety and Quality*.