

ENVASADO ACTIVO DE ALIMENTOS. EL PARADIGMA DE LA INNOVACIÓN

RAFAEL GÓMEZ DÍAZ¹

Discurso de Ingreso como Académico Correspondiente en la Real Academia de Ciencias Veterinarias de Andalucía Oriental

Excmo. Sr. Presidente de la Real Academia de Ciencias Veterinarias de Andalucía Oriental, Ilmo. Sr. Secretario General, Ilmo. Sr. Vicerrector de Postgrado y Formación Continua de la Universidad de Córdoba, Ilmo. Sr. Decano de la Facultad de Veterinaria de la Universidad de Córdoba, Ilustrísimos señores Académicos, compañeros, querida familia, amigos, señoras y señores:

Hoy me encuentro ante ustedes para dar cumplimiento a lo reglamentado estatutariamente, pronunciar el preceptivo Discurso de Ingreso para que mi condición de miembro electo se torne en efectiva como Correspondiente de esta docta institución. Vaya por adelantado el testimonio de profunda gratitud al Cuerpo de Académicos de esta Real Corporación, que avalaron mi incorporación por acuerdo de Pleno celebrado el 22 de abril del pasado año. Especialmente quiero agradecer a D. Antonio Marín, no sólo su empeño en este nombramiento, sino por haberme regalado su amistad. Ya saben que para mí es un honor y un privilegio formar parte de esta casa. Manifiesto, por tanto, mi firme propósito de servicio y disponibilidad para con esta Academia y sus miembros.

Pero mi agradecimiento, como no podía ser de otra forma, se hace extensivo a otras muchas personas, pues sin ellas, el que les habla simplemente no estaría hoy aquí.

¹ Profesor Titular de Tecnología de Alimentos. Vicedecano para las Enseñanzas de Ciencia y Tecnología de los Alimentos. Facultad de Veterinaria. Universidad de Córdoba

A mis compañeros de la Facultad de Veterinaria y a los del equipo de Gobierno, con los que comparto las preocupaciones y retos del día a día y al Decano, Librado Carrasco, compañero de promoción y de otras aventuras.

A la memoria de mi padre, que con su ejemplo y consejos supo inculcar en mi corazón los sentimientos de alegría e ilusión en el trabajo. Tengo la esperanza de que Dios en su infinita misericordia le permitirá acompañarme hoy desde un lugar de privilegio en el cielo.

A mi madre, por estar siempre ahí.

A mi hermano Pedro, distante en lo material y cercano en lo espiritual.

A mi mujer Montse, que en demasiadas ocasiones ha pagado con su soledad el tributo de mi dedicación a una profesión, al menos en mi caso, extremadamente gratificante.

A mis hijos, Montse y Rafalito, el verdadero motor de mi vida.

La elección del tema a desarrollar no ha sido tarea fácil; han acudido a mi mente temas novedosos relacionados con las propiedades físicas de los alimentos, la actividad de agua y sus implicaciones en la seguridad alimentaria o el empleo de enzimas coagulantes de plantas en la mejora de la fabricación de quesos, todos ellos del campo de mi especialidad. Por otro lado, no hemos querido centrarnos en un tema excesivamente técnico que hiciera su lectura tediosa y aburrida; deseábamos elegir un tema ameno, a la vez que actual, que pudiera interesar a la mayor parte de la audiencia, pero que no careciera de interés científico y que estuviera acorde a los nobles fines de esta Real Academia.

Vaya por adelantado que pertenezco a un reducido grupo de veterinarios algo especiales, aquellos que han hecho de la Tecnología de Alimentos su razón de ser. Por ello me he permitido la licencia de enfocar este tema bajo ese prisma, poniendo de relieve algunas de las innovaciones y, cómo no, de las incógnitas aún por resolver con respecto al tema que hoy nos ocupa.

Dicho lo cual, justificaré ahora la elección del título: “ENVASADO ACTIVO DE ALIMENTOS. EL PARADIGMA DE LA INNOVACIÓN”. Existen razones de índole diversa:

- En primer lugar porque el envasado activo es un campo emergente y excitante de la tecnología de los alimentos que puede, sin duda, aportar numerosos beneficios en una amplia gama de productos.

- En segundo lugar porque el envasado activo constituye una tecnología que desarrolla expectativas nuevas debido a los recientes avances en las técnicas de envasado, las ciencias de los materiales, la biotecnología y las demandas, cada vez más exigentes, del consumidor.
- En tercer lugar, porque los objetivos de esta tecnología, aún en desarrollo y con desigual nivel de aplicación, pasan por el mantenimiento de la calidad sensorial y la extensión de la vida útil de los alimentos, asegurando la calidad nutritiva y la inocuidad microbiana.
- Y finalmente, porque los requerimientos de la Seguridad Alimentaria y las normas reguladoras de la Unión Europea probablemente restringen en la actualidad el uso de algunas de estas tecnologías. Sin embargo, el uso de esta modalidad de envasado se está popularizando cada vez más, de forma que para muchas industrias alimentarias se abrirán nuevas oportunidades para su utilización en el futuro.

En la actualidad, cuando se desarrolla un producto, desde el primer momento se tiene en cuenta la operación de envasado y no sólo por su importancia técnica, sino por las implicaciones de su costo y medioambientales. De sobra es conocido que en la fabricación de los materiales de envasado, los requerimientos energéticos y el vertido de compuestos indeseables a la atmósfera constituye un tema de especial preocupación (McCormak, 2000, Selke *et al.*, 2004; Gaiker, 2007). Así, el uso de recipientes reutilizables y el reciclado de materiales pueden ejercer efectos favorables sobre el medio. Por otro lado, la eliminación de envases usados, particularmente aquellos no biodegradables, suponen un problema de envergadura. En España, en la actualidad se recicla alrededor de un 70 % de envases domésticos, lo que supone aproximadamente 1.200.000 toneladas. Tenemos que tener en cuenta que hace quince años en España sólo se realizaba una valorización energética de los residuos plásticos en un porcentaje del 7 % frente al 19 % de los países de Europa occidental.

INTRODUCCIÓN

Hoy día, la mayor parte de los alimentos se suministran a los consumidores empaquetados. Incluso aquellos que se venden sin envasar, como frutas y hortalizas, se colocan en bolsas o embalados de forma rudimentaria en alguna de las etapas de su distribución (Brennan, 2006). Para envasar alimentos se utiliza una amplia gama de materiales incluyendo papel, cartón, cartón fibra, películas de celulosa regenerada, películas poliméricas, recipientes semirrígidos y rígidos a partir de polímeros, hoja

metálica, metales rígidos, vidrio, madera, tejidos y barro. La combinación o el uso individual de estos materiales inundan nuestra vida cotidiana. Sin embargo, la concepción de las funciones primarias que deben cumplir los materiales utilizados para este fin: protección frente al daño mecánico (impactos, vibraciones, quiebra, disgregación, cargas de compresión por apilado); características de permeabilidad (al vapor de agua, a los gases, a los compuestos volátiles responsables del olor); impermeabilidad a las grasas y aceites; tolerancia a la temperatura, a la luz; compatibilidad química entre material de envasado y contenido del envase (migración de sustancias del envase al alimento, corrosión ácida de la hojalata, etc.), protección frente a la contaminación microbiana, a la infestación por insectos y roedores, presencia de olores indeseables (derivados de los envases, lacas y agentes de sellado, tintas y sustancias adhesivas o procedentes de otros alimentos) no son suficientes para preservar de forma conveniente el producto que se pretende, además, es necesaria una manipulación, transporte y equipamiento adecuados.

En las últimas décadas, los sistemas de envasado para alimentos han ido evolucionando como respuesta a las exigencias de los consumidores en cuanto a calidad, seguridad e incluso sobre la información de los productos que consumen, como se recoge en el Reglamento 1169/2011 (UE, 2011) de la Unión Europea. Por otro lado, la demanda de alimentos frescos que conservan sus propiedades y apariencia unido a los cambios en el estilo de vida ha supuesto una exigencia de productos saludables y convenientes, tanto desde un punto de vista nutricional como de la facilidad de uso. La industria, lejos de inhibirse ante esta situación, apuesta decididamente por satisfacer dichas demandas de los consumidores, adaptando sus estructura de funcionamiento a otra realidad, la globalización de los mercados, que implica mayores distancias y tiempos en la distribución de productos pero que tiende a reducir costes a través de la centralización de las actividades de producción, investigación y el incremento de los tiempos de rotación de la producción, distribución y venta (de Kruijf *et al.*, 2002). Como respuesta a estos cambios, necesidades y desafíos se desarrollan los sistemas de envasado o envases activos e inteligentes (de Abreu *et al.*, 2012). Nos centraremos, por tanto, en la primera modalidad por las razones que he citado con anterioridad cuando me he referido a la elección del tema.

ENVASADO ACTIVO

Un envase convencional contiene y presenta un alimento, lo protege del deterioro físico-químico, la contaminación química y la alteración microbiana, o lo que es lo mismo, actúa como barrera pasiva frente a las condiciones del medio externo.

Por el contrario, un envase activo podríamos decir que altera de forma dinámica las condiciones de sistema que se establecen entre el envase, alimento y entorno, valorizando fenómenos como la migración, sorción y permeación (de Jong *et al.*, 2005; Barnes *et al.*, 2006). Es decir, a los primeros se les exige que sean inertes, mientras que los segundos se encuentran diseñados para interactuar de forma activa con el producto contenido. Esto implica, por tanto, fenómenos de transferencia de masa, bien incorporando sustancias al alimento y su entorno, o bien, absorbiendo componentes del mismo. En cualquier caso, esta interacción tiene como finalidad extender la vida útil, mejorar el estado del alimento y/o aumentar la seguridad.

El envasado activo incluye aditivos o potenciadores de la frescura que son capaces de absorber o eliminar oxígeno, dióxido de carbono, humedad, etileno y/o compuestos responsables de olores y sabores desagradables. Otros sistemas liberan diferentes sustancias como etanol, sorbato, antioxidantes y/o otros conservantes o bien manteniendo el control de la temperatura.

Nombres como Mitsubishi Gas Chemical Co. Ltd., Toppan Printing Co. Ltd. (japonesas), Multisorb Technologies Inc., Ciba Speciality Chemicals (USA), Food Science (Australia), CMB Technologies (Francia), Johnsonb Matthey Pic (United Kingdom), Bioka Ltd. (Finlandia), la minorista Marks & Spencer y alguna que otra empresa española, son algunas de las firmas comerciales que han desarrollado o introducido en el mercado algunas de las tecnologías de envasado activo.

Tipos de dispositivos activos

1. Eliminadores

Constituidos por compuestos que absorben o retienen sustancias químicas del producto o del interior del envase, su acción implica una transferencia de masa desde el contenido al sistema activo. Incluidos en estos, los eliminadores de oxígeno constituyen, con mucho, el subgrupo de mayor implantación desde el punto de vista comercial del envasado activo, llegando su capacidad en la reducción de los niveles de este gas a menos del 0,01 %, valores mucho más eficaces al 0,3-3,0 % de oxígeno residual que se alcanza mediante el envasado en atmósferas modificadas (MAP).

Si bien existen diferentes tecnologías que utilizan diferentes mecanismos individuales o combinados, los de base metálica basados en la oxidación de hierro y sales ferrosas son los más usados, seguidos por aquellos en los que catalizadores de naturaleza metálica modulan la oxidación de sustancias como el ácido ascórbico, catecol

o sales de ascorbato, ácidos grasos insaturados como el oleico, linoleico y linolénico amén de los de base enzimática, en los que la glucosa oxidasa o etanol oxidasa constituyen la base de las bolsitas o sobres, etiquetas adhesivas o de la película de envasado.

En la actualidad se utiliza en combinación con el MAP precisamente para atrapar el oxígeno residual del interior del envase. En consecuencia, su principal ámbito de aplicación será el mantenimiento de la calidad del alimento por descenso del metabolismo, reduciendo el enranciamiento oxidativo, inhibiendo la oxidación de pigmentos, vitaminas, ácidos grasos insaturados, controlando la decoloración enzimática y el desarrollo de microorganismos aerobios. Alimentos sensibles a la acción del oxígeno como pan, frutos secos y productos de bollería, arroz cocido, pasta, pizzas, chocolates y bombones, cerveza, zumos de frutas y bebidas refrescantes, productos cárnicos, lácteos, derivados de la pesca y platos preparados podrán beneficiarse de este tipo de envases.

Un caso especial de reciente desarrollo son los sistemas eliminadores de radicales libres de oxígeno. Si tenemos en cuenta que el proceso de oxidación se produce como consecuencia de una reacción en cadena a partir de radicales libres que se generan a partir del oxígeno y se eliminan estos radicales libres a medida que se van generando, en vez del oxígeno molecular, la reacción de oxidación simplemente no se produce. Estos sistemas que incorporan aceites esenciales y compuestos fenólicos producen la ralentización efectiva de la oxidación, aumentando el periodo de vida útil (Nerín, 2010).

Los eliminadores de dióxido de carbono (CO_2) tienen una aplicación particular en cafés recién tostados o molidos, ya que la sobrepresión generada tras el proceso de tueste puede hacer estallar el envase. Así, una mezcla de óxido de calcio y carbón activo se utiliza para retener el dióxido de carbono cuando se convierte en carbonato cálcico bajo condiciones de humedad relativa elevada.

Los eliminadores de etileno (C_2H_4), por su parte, tiene su campo de aplicación en el control de la fitohormona responsable de la senescencia de productos hortofrutícolas sensibles como manzanas, kiwis, plátanos, mango, tomates, cebollas, zanahorias y espárragos. Estos sistemas utilizan preferentemente el permanganato potásico (KMnO_4) inmovilizado sobre un sustrato inerte como alúmina o gel de sílice. Otros, con base de carbón activo, arcilla, zeolitas, silicatos, acompañados de algún agente oxidante, se disponen como elementos independientes o integrados en el envase, generalmente de polietileno (PE).

Por otro lado, la eliminación selectiva de componentes no deseados presentes en los alimentos envasados constituye un prometedor campo de aplicación de este

tipo de tecnología. Triterpenoides como el limoneno ($C_{10}H_{16}$) o naringina ($C_{27}H_{32}O_{14}$), responsable del sabor amargo de zumos de naranja pasteurizados; mercaptanos y sulfuro de hidrógeno, de olor desagradable e incluso lactosa y colesterol en leche, pueden eliminarse inmovilizando en el envase diferentes compuestos o bien disponiendo bolsas eliminadoras en el lugar de almacenamiento. Las aminas, generadas por escisión de proteínas musculares del pescado y los aldehídos (hexanal y heptanal), formados a partir de la autooxidación de aceites y grasas, son tipos de olores desagradables susceptibles de eliminarse por estas técnicas. Sin embargo, es aquí donde el paradigma se torna en paradoja, la eliminación de estas sustancias, que son indicadoras del deterioro de un alimento, puede enmascarar el mismo induciendo a error al consumidor.

Los absorbentes o reguladores de humedad, por su parte, se encuentran extendidos en la comercialización de una amplia gama de productos como carne, pescado y productos hortofrutícolas en los que el nivel de humedad aparece como factor crítico para el control del crecimiento microbiano, del ablandamiento o de la pérdida de la textura crujiente (galletas, pastas, bizcochos). Su forma de acción, bien eliminado el exceso de agua del interior mediante almohadillas, hojas o envueltas o el vapor de agua en el espacio de cabeza del envase se consigue con materiales como gel de sílice, sales minerales, arcillas, carboximetilcelulosa (CMC) y co-polímeros de almidón con una afinidad extrema por el agua. La colocación del polímero absorbente entre dos capas de un material plástico microporoso no textil (PE, PP, PVA), es capaz de absorber hasta 500 veces su propio peso en agua. Este tipo de películas compuestas proporciona una deshidratación superficial por efecto de la presión osmótica que preserva al alimento por inhibición del crecimiento microbiano, aumentando la vida útil hasta 3-4 días bajo condiciones de refrigeración.

2. Emisores

Los emisores son sistemas que liberan sustancias químicas al interior del envase. De la misma forma, su acción lleva asociada una transferencia de masa desde el material o sistema activo al contenido del envase o a su entorno. Existe una amplia gama, entre los que se incluyen los emisores de agentes antimicrobianos, antioxidantes, aromatizantes, saborizantes, colorantes, ingredientes alimentarios y extractos naturales o componentes de los mismos con propiedades antimicrobianas y antioxidantes.

El inusitado interés por el uso potencial de películas con acción antimicrobiana y antioxidante ha promovido el desarrollo, entre otros, de los emisores de etanol. Este alcohol se muestra especialmente eficaz en la inhibición del crecimiento de mohos, por

lo que han sido numerosas las patentes de películas y bolsitas con etanol absorbido o encapsulado en materiales portadores como dióxido de silicio recubierto con papel y etilvinilacetato (EVA). Estos emisores, de amplia distribución en Japón se utilizan para aumentar la vida útil de numerosos productos de panadería y pastelería libres de mohos, además de retrasar considerablemente el endurecimiento de los mismos. Su uso se está extendiendo en otros alimentos semihúmedos y pescado seco. De forma similar, concentraciones de dióxido de carbono en el espacio de cabeza de 10%-80% inhibe la alteración microbiana de alimentos, por lo que su uso combinado con eliminadores de oxígeno se utiliza para aumentar el periodo de vida útil de un buen número de alimentos, incluyendo la carne fresca.

Otra de la innovaciones tecnológicas en el diseño de dispositivos emisores son, sin duda, aquellos que liberan sustancias con propiedades antimicrobianas, sin embargo, la mayoría están lejos de comercializarse por las dudas suscitadas con respecto a su mecanismo de acción y efectividad, amén de por factores económicos y por restricciones de tipo normativo, a las que haremos referencia con posterioridad. Uno de los más estudiados es una zeolita sintética que incorpora iones de plata a la película polimérica en contacto directo con alimentos acuosos. La liberación de iones de plata de forma lenta a la interfase plástico-alimento es la base de su acción conservadora. AlphaSan® RC 5000 de la Milliken Chemical: 3,8% de Ag⁺ que puede ser utilizado hasta un 2% en peso, se encuentra aprobada para entrar en contacto con alimentos acuosos; Irgaguard® B 5000 – Ciba: Specialty Chemicals; y Zeomic® - Shinagaw Fuel Company u otras similares, están aprobadas en la actualidad por la *Food and Drug Administration* (FDA) norteamericana. La información disponible en la literatura científica sobre otros conservantes naturales o sintéticos que han sido propuestos y/o examinados por sus propiedades antimicrobianas en películas plásticas comestibles o en materiales para el envasado, se encuentra bien contrastada (Devlieghere *et al.*, 2004; Fernández *et al.*, 2010). Ácidos orgánicos, entre los que se incluyen benzoato, propionato y sorbato; bacteriocinas como la nisina; hierbas y especias como romero, clavo, mostaza, canela y tomillo; enzimas como glucosa-oxidasa, lisozima o peroxidasa; EDTA, dióxido de azufre y de cloro y antifúngicos como benomil e imazalil, se han ensayado en el envasado de carne y pescado, frutas y hortalizas, pan y queso.

Por otro lado, los denominados productos Microban (Microban International, Huntersville, USA), conteniendo cantidades variables de triclosano, biocida aromático (Vermeiren *et al.*, 2002; Moretro *et al.*, 2011); salicilato de metilo, procedente del aceite de *gaultheria*; y el dióxido de cloro (Brody *et al.*, 2008) que se está utilizando como repelente contra insectos fundamentalmente en alimentos secos, debido a la susceptibilidad de estos frente a este tipo de infestación.

Sin duda, la innovación en las películas de envasado con propiedades antioxidantes se ha visto favorecida por la demanda de los consumidores de reducir la cantidad de aditivos, incluyendo los antioxidantes añadidos a los alimentos, junto al convencimiento de los fabricantes de películas poliméricas por incorporar sustancias naturales en detrimento de las sintéticas. Así, la sustitución progresiva de butilhidroxitolueno (BHT, E-321) y butilhidroxianisol (BHA, E-320) por α -tocoferol en los revestimientos del papel parafinado de aperitivos y cereales de desayuno, se sustenta en la capacidad de respuesta del envase frente a los cambios que se producen su entorno, valorizando el potencial de migración controlada de los antioxidantes desde el material de envasado a los alimentos, demostrándose su eficacia en cereales con a_w baja o intermedia.

El desarrollo comercial de ambos tipos de dispositivos, eliminadores y emisores, se diferencia en la forma en la que se dispone en el envase, bien como sistema independiente o formando parte del mismo. En el primer caso, constituyen elementos que se incorporan o adhieren al interior del envase, pero de forma diferenciada. Fabricados con materiales resistentes a la rotura, la transferencia de masa se realiza, en estos casos, mediante permeabilidad a una sola cara de gases o vapores absorbidos o liberados por el sistema. Considerados como los más ampliamente difundidos en el mercado, siempre deben acompañarse de etiquetado específico que permita su identificación como “no comestible”, evitándose así su consumo accidental. En el segundo caso, las sustancias activas se incorporan en la película mediante recubrimiento o dispersión, por incorporación química o mediante inmovilización en las capas intermedias de las películas compuestas, para así evitar el contacto directo con el alimento o bien formando parte del mismo. Una de las características de esta modalidad es que el consumidor no lo percibe como elemento diferenciado y, en consecuencia, se evitan los riesgos de rechazo y consumo accidental.

3. Dispositivos con efecto térmico

El envasado con control de temperatura incluye el uso de nuevos materiales aislantes y recipientes auto-calentables y auto-enfriables. Existen varios diseños que protegen los productos frente a los abusos de temperatura durante su almacenamiento y distribución refrigerada. Materiales plásticos no textiles de matriz extraordinariamente porosa en la que el aire actúa como aislante o recipientes en los que se aumenta considerablemente la masa térmica del mismo mediante dotación de una doble pared (PET) que se encuentra ocupada con un gel aislante, son algunos de ellos. La gene-

ración de calor por interacción de cloruro cálcico (CaCl_2) u óxido de calcio (CaO) con agua o el enfriamiento por disolución endotérmica de nitrato amónico (NH_4NO_3) y cloruro en agua constituyen dos ejemplos bien documentados del aspecto aplicativo del conocimiento de una magnitud termodinámica, la entalpía de disolución (ΔH), a la Tecnología. Así, desde el año 2009, la compañía española Fast Drinks (Palencia), comercializa bebidas y comidas preparadas autocalentables en España, Francia, Gran Bretaña, Alemania, países nórdicos, EEUU, Egipto, Israel y Japón.

MARCO NORMATIVO

Desde el punto de vista normativo los materiales y objetos activos destinados a entrar en contacto con alimentos se encontraban regulados por el Reglamento (CE) n° 1935/2004, de 27 de octubre (UE, 2004), que deroga las Directivas 80/590/CEE y 89/109/CEE, por entender que estas últimas contenían disposiciones que dejaban escaso margen a los Estados miembros para el ejercicio del poder discrecional en la incorporación de éstas a su legislación nacional, además de estar sometidas a frecuentes modificaciones necesarias para adaptarlas rápidamente a los avances técnicos. Efectivamente, el Reglamento (CE) 89/109/CEE que establecía como principio básico *“...que cualquier material u objeto destinado a entrar en contacto directo o indirecto con los alimentos ha de ser lo suficientemente inerte como para evitar que se transfieran sustancias a los alimentos que puedan poner en peligro la salud humana, ocasionar una modificación inaceptable de la composición de los productos alimenticios o una alteración de sus características organolépticas...”* no contemplaba el uso de sustancias activas por lo que dejaba poco margen a la innovación tecnológica del envasado e impedía que nuevos tipos de materiales y objetos pudieran incorporarse a estos.

Sin embargo, con la publicación en el año 2009 del Reglamento (CE) 450/2009, (UE, 2009) se daba un paso más en las exigencias que debían cumplir estos materiales y objetos activos. En concreto, se establecían los requisitos específicos para la comercialización de dichos productos en el mercado comunitario. Una de las novedades que incorpora el nuevo reglamento es la creación de una lista comunitaria de sustancias autorizadas (EFSA). Esta lista tiene que contener todas las sustancias que se pueden incorporar a cualquier sistema activo. Igualmente establece que para la demostración por parte de la industria transformadora de las características inherentes a toda sustancia susceptible de ser incluida en esta lista, esto es, *...que no represente un peligro para la salud humana, que no provoque una modificación inaceptable de la composición en los alimentos y, finalmente, que no provoque una alteración de las características organolépticas*

de los alimentos... que pudiera conducir a error al consumidor sobre el estado de alteración del alimento, se deben utilizar los pertinentes análisis de migración y sensoriales a los cuales se hace referencia en el reglamento general de materiales en contacto con los alimentos (Reglamento (CE) n° 10/2011) (UE, 2011), y que tienen que demostrar la aptitud alimentaria de éstos. De la misma forma, el presente reglamento incluye la obligación de declaración de las condiciones de uso de las sustancias activas que están permitidas actualmente en contacto directo con el alimento. Estas sustancias podrán emplearse siempre que no superen los límites establecidos en las disposiciones aplicables, bien sea a nivel nacional o comunitario. Dichas sustancias, además, no deben ser consideradas en las pruebas de migración, como cantidad de material migrado del envase al alimento, sino como ingrediente del mismo. En consecuencia, además de los requisitos generales, deberán cumplir las disposiciones comunitarias o nacionales aplicables a los alimentos (Reglamento 1333/2008, de 16 de diciembre sobre aromas y determinados ingredientes alimentarios con propiedades aromatizantes) (UE, 2008) y con los requisitos del Reglamento 450/2009, (UE, 2009) y en lo concerniente a las BPF de materiales y objetos destinados a entrar en contacto con alimentos (Reglamento (CE) n° 2023/2006 (UE, 2006).

CONCLUSIÓN

Si bien se pueden encontrar ya envases activos en los canales de distribución y venta, no cabe duda que en los países del entorno europeo ha habido un retraso en la incorporación de esta novedosa tecnología debido a las siguientes razones:

- Restricciones legislativas derivadas del hecho de que algunos de los sistemas activos no se encuentran incluidos en las listas positivas o porque el nivel de migración total máxima permitida es incompatible con el objetivo de los elementos activos.
- Falta de conocimiento sobre la aceptación del consumidor, la eficacia de los sistemas y el impacto económico y medioambiental.

Estos inconvenientes se podrían evitar siempre que se lleven a cabo estudios de consumidores: opinión, información y formación de los mismos, que permita una mayor aceptación si la información que reciben se vehicula por canales adecuados. Se necesita más investigación sobre los efectos fisiológicos, microbiológicos y químicos del concepto activo sobre el envasado de los alimentos en relación a su calidad y seguridad, amén de estudios de funcionalidad y de valoración de impacto ambiental cuando se emplean sustancias plásticas y aditivos adicionales.

En cualquier caso, con cierta frecuencia estamos acostumbrados a que el desarrollo científico camine un paso por delante de su aplicación práctica. No me cabe duda que en un periodo de tiempo más o menos cercano nos iremos acostumbrando a convivir con este tipo de tecnología.

Para terminar y refiriéndonos al futuro de esta tecnología, permítanme parafrasear al afamado dramaturgo alemán Friedrich von Schiller, "...solamente aquellos que tengan la paciencia de hacer a la perfección lo trivial, podrán adquirir el hábito de ejecutar lo difícil con facilidad...".

Como quiera que ya he rebasado el límite de confianza que vuestra benevolencia me ha concedido, termino dándoles las gracias por su atención y, cómo no, por su paciencia.

Muchas gracias.

BIBLIOGRAFÍA

- Barnes, K, Sinclair, R and Watson D. (2006). Chemical migration and food contact materials. Woodhead Publishing Ltd. Cambridge. United Kingdom.
- Brennan, J. G. (2006). Food Processing Handbook. Edited by James G. Brennan Copyright © 2006 WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim. Germany. pp:291.
- Brody, A.L., Bugusu, B., Han, J.H., Sand, C.K. and McHugh, T.H. (2008). Scientific Status Summary. Innovative Food Packaging Solutions. *Journal of Food Science*, 73 pp: R107-R116.
- de Abreu, D.A.P; Cruz, J. M.; Losada, P.P. (2012). Active and Intelligent Packaging for the Food Industry. *Food Review International*, 28: 146-187.
- de Jong, A.R., Boumas, H., Slaghek, t., Van Veen, J, Rijk, R. and Van Zandvoort, M. (2005). Active and intelligent packaging for food: is it the future? *Food Additives and Contaminants*, 22, pp: 975-979.
- de Kruijf, N.M., Van Beest, R.R., Sipilinen-Malm, T., Paseiro, P.L. and De Meulenaer, B. (2002). Active and intelligent packaging: applications and regulatory aspects. *Food Additives & Contaminants*, 19 pp: 144-162.
- Devlieghere F, Vermeiren L. and Debevere J. (2004). Review. New preservation technologies: Possibilities and limitations. *International Dairy Journal*, 14 pp: 273-285.
- Fernández, A., Picouet, P. and Lloret, E. (2010). Cellulose-silver nanoparticle hybrid materials to control spoilage-related microflora in absorbent pads located in trays of fresh-cut melon. *International Journal of Food Microbiology*, 142 pp: 222-228.
- GAIKER-IK4 (2007). Informe Técnico. *Reciclado de materiales: perspectivas, tecnologías y oportunidades*. Departamento de Innovación y Promoción Económica. Diputación Foral de Vizcaya. 130 pp.
- McCormack, T. (2000). Plastics packaging and the environment. In: *Materials and development of plastic packaging for the consumer market*. G.A. ed. Giles and D.R. Bain. Sheffield Academic Press, Sheffield. pp: 152-176.
- Moretro, T., Hoiby-Petersen, G. S., Habimana, O. (2011). Assessment of the antibacterial activity of a triclosan-containing cutting board. *International Journal of Food Microbiology*, 146: 157-162.

- Nerín, C. (2010). Antioxidant active packaging and antioxidant edible films. In: *"Oxidation in foods and beverages and antioxidant applications"*. Chapter 31. E Decker, R Elias (eds.), Woodhead Publishing.
- Selke, S., Culter, J., and Hernández, R. (2004). *Plastics Packaging: Properties, Applications and Regulations*. Hanser, Munich.
- Taylor, T.M., Davidson, P.M., and Zhong, Q. (2007). Extraction of Nisin from a 2.5% commercial nisin product using methanol and ethanol solutions. *Journal of Food Protection*, 70:1272-1276.
- UE (2004). Reglamento (CE) n° 1935/2004 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 27 de octubre de 2004, sobre los materiales y objetos destinados a entrar en contacto con alimentos y por el que se derogan las Directivas 80/590/CE y 89/109/CE. DO L 338 de 27 de octubre de 2004. pp: 4-17.
- UE (2006). Reglamento (CE) n° 2023/2006 de la Comisión de 22 de diciembre de 2006 sobre buenas prácticas de fabricación de materiales y objetos destinados a entrar en contacto con alimentos. pp:75-78.
- UE (2008). Reglamento (CE) n° 1333/2008 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 16 de diciembre de 2008, sobre aditivos alimentarios. pp: 16-33.
- UE (2009). Reglamento (CE) n° 450/2009 de la Comisión, de 29 de mayo de 2009, sobre materiales y objetos activos e inteligentes destinados a entrar en contacto con alimentos. DO L 135 de 30 de mayo de 2009. pp: 3-11.
- UE (2011). Reglamento (CE) n° 10/2011 de la Comisión, de 14 de enero de 2011, sobre materiales y objetos plásticos destinados a entrar en contacto con alimentos. DO L 12 de 15 de enero de 2011. pp: 1-89.
- UE (2011). Reglamento (CE) n° 1169/2011 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 25 de octubre de 2011, sobre la información alimentaria facilitada al consumidor y por el que se modifican los Reglamentos (CE) n° 1924/2006 y (CE) n° 1925/2006 del Parlamento Europeo y del Consejo, y por el que se derogan la Directiva 87/250/CEE de la Comisión, la Directiva 90/496/CEE del Consejo, la Directiva 1999/10/CE de la Comisión, la Directiva 2000/13/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, las Directivas 2002/67/CE, y 2008/5/CE de la Comisión, y el Reglamento (CE) n° 608/2004 de la Comisión. DO L 304 de 22 de noviembre de 2011. pp: 18-63.
- Vermeiren, L., Devlieghere, F. and Debevere, J. (2002). Effectiveness of some recent antimicrobial packaging concepts. *Food Additives and Contaminants*, 19 pp: 163-171.