

Tecnologías de Conservación Emergentes de Productos Cárnicos

Begoña Marcos Muntal

El desarrollo de tecnologías no térmicas, alternativas y/o complementarias a los tratamientos de conservación tradicionales, responde a la demanda creciente de alimentos mínimamente procesados



Foto: DLG

El desarrollo de tecnologías no térmicas, alternativas y/o complementarias a los tratamientos de conservación tradicionales, responde a la demanda creciente de alimentos mínimamente procesados. Entre estas tecnologías se tratará con detalle el tratamiento de alta presión hidrostática y la aplicación de antimicrobianos naturales.

Tratamiento de los alimentos por alta presión hidrostática

La alta presión hidrostática (APH) es una tecnología no térmica que permite aumentar la seguridad microbiológica de los alimentos y alargar su vida útil. El tratamiento APH es especialmente interesante para aquellos alimentos con características funcionales y sensoriales sensibles al calor. La presión no deteriora nutrientes termolábiles tales como las vitaminas, ni altera los compuestos de bajo peso molecular, fundamentalmente aquellos responsables del aroma y el sabor (Smelt, 1998). Sin embargo, se produce la desnaturalización o modificación de las proteínas, inactivación de enzimas, cambios en las interacciones sustrato-enzima, así como en hidratos de carbono y grasas (Butz y Tauscher, 2002).

Principios generales y equipos de alta presión hidrostática

Los efectos de la alta presión hidrostática están gobernados por dos principios: el principio de Le Chatelier y el principio de Pascal. El principio de Le Chatelier mantiene que cualquier fenómeno que implique una reducción de volumen se verá potenciado cuando se aplica presión. Por otro lado, el principio de Pascal sostiene que el incremento de presión aplicado a una superficie de un fluido incompresible, contenido en un recipiente indeformable, se transmite de manera instantánea y con el mismo valor a cada una de las partes del mismo, por lo que se transmitirá de manera uniforme al alimento, independientemente de su tamaño y geometría (Smelt, 1998).

Un equipo típico de APH consiste en una cámara de presurización, fluido transmisor de la presión (normalmente agua para usos alimentarios) y bombas para generar la presión. Las cámaras de presurización para uso comercial acostumbran a tener capacidades de 35 a 350 litros. Los alimentos, previamente envasados, se introducen en la cámara de presurización, ésta se cierra y se carga el fluido transmisor. Una vez se ha alcanzado la presión deseada, el

bombeo de fluido se para, las válvulas se cierran y la presión se mantiene sin necesidad de aportación adicional de energía. Las presiones utilizadas habitualmente en la industria alimentaria se sitúan en el intervalo de 300 a 700 MPa (Ordóñez y col., 2004).

Efecto de la APH sobre los microorganismos

Factores intrínsecos

Existen numerosas referencias sobre los cambios inducidos por el tratamiento de presión en las células microbianas, incluyendo alteraciones en la membrana celular, en la morfología de las células, efectos sobre las proteínas, enzimas y mecanismos genéticos (Hoover y col., 1989; Smelt, 1998; Tewari y col., 1999). Sin embargo, los mecanismos de inactivación microbiana todavía no se han clarificado por completo (Patterson, 2005).

La presión no inhibe o destruye una función celular específica sino que afecta una combinación de procesos. Como consecuencia de la presurización se han observado diversos efectos: compresión del gas de las vacuolas, separación de la membrana y la pared celular, formación de poros en la pared

celular, modificaciones en los núcleos y los orgánulos intracelulares, coagulación de la proteína citoplasmática y liberación de constituyentes intracelulares (Téllez y col., 2001). Por otro lado, existen evidencias del daño físico y la pérdida de funcionalidad provocados por la presión sobre la membrana celular (Smelt, 1998; Wouters y col., 1998).

Parece que las células en fase exponencial de crecimiento son inactivadas de manera irreversible a causa de la presión. Al contrario, las células en fase estacionaria tienen una membrana citoplasmática más robusta que les proporcionaría una mayor resistencia a la presión (Mañas y Mackey, 2004). La membrana celular juega un papel muy importante en el transporte y respiración celular. La desestabilización de la membrana aumenta su permeabilidad, causando importantes daños en la célula. La pared celular se ve afectada en menor medida que la membrana y, normalmente, no se detectan cambios morfológicos en procariontes.

La formación de enlaces de hidrógeno implica una reducción de volumen y se ve por tanto favorecida por el

aumento de la presión. La presurización favorece la desnaturalización proteica. A presiones bajas o moderadas (<100 MPa), la formación de enlaces de hidrógeno permite mantener la estructura helicoidal de las proteínas, minimizándose así los efectos sobre éstas. Presiones del orden de 100-300 MPa comportan una desnaturalización reversible, y presiones superiores a 300 MPa provocan la desnaturalización irreversible de las proteínas (Hoover y col., 1989). La presión afecta también a las interacciones hidrofóbicas. A presiones inferiores a 100 MPa, éstas experimentan un aumento de volumen y se disocian, mientras que a presiones superiores, las interacciones hidrofóbicas van acompañadas de una reducción de volumen y acostumbran a estabilizarse (Hoover y col., 1989). Los efectos inhibidores de la presión sobre los microorganismos también se podrían atribuir a la inactivación de enzimas.

Las principales razones de la inactivación de las enzimas son la alteración intramolecular de las estructuras y cambios conformacionales en el centro activo. Los ácidos nucleicos, aún siendo sensibles a la presión, resultan

más resistentes que las proteínas, posiblemente a causa de la mayor cantidad de enlaces intramoleculares de hidrógeno presentes en el ADN. A pesar de la estabilidad del ADN frente a la presión, los procesos de replicación y transcripción, mediados por enzimas, se pueden interrumpir a causa de la presión (Smelt, 1998).

El grado de inactivación microbiana provocado por la APH depende, en primer lugar, del tipo de microorganismo afectado. La sensibilidad de los microorganismos a la presión se puede ordenar, de mayor a menor: mohos y levaduras, bacterias Gram-negativas, bacterias Gram-positivas, virus y esporas bacterianas (Ordóñez y col., 2004). Los mohos y levaduras son inactivados a presiones entre 200-300 MPa. Las bacterias Gram-negativas son destruidas generalmente a presiones entre 300-400 MPa, aunque patógenos de interés alimentario como *E. coli* O157:H7 presentan una elevada resistencia a la presión (Patterson y col., 1995). Entre las bacterias Gram-positivas merecen especial mención las especies del género *Staphylococcus*, que pueden sobrevivir tras la aplicación de presiones de 500 MPa durante 60min



Foto: EDEKA

(Earnshaw y col., 1995). Los virus son muy heterogéneos por lo que su resistencia es muy variable. Las esporas microbianas pueden resistir presiones superiores a 1.000 Mpa (Kalchayanand y col., 1998).

Factores extrínsecos

Son numerosos los factores que pueden condicionar los efectos de la APH sobre los microorganismos. Entre ellos se encuentran: la temperatura, el tiempo de tratamiento, la presión aplicada, la presencia de sustancias antimicrobianas y la matriz alimentaria utilizada. Valores de pH ácidos aumentan la sensibilidad frente a la APH (Smelt, 1998; Alpas y col., 2000).

por APH sufren un daño que puede ser reversible si se dan condiciones favorables durante un almacenamiento prolongado en un substrato adecuado (Styles y col., 1991; Patterson y col., 1995; Chen y Hoover, 2003).

La posible resistencia a la presurización de las células microbianas implica la necesidad de realizar un seguimiento microbiológico del producto tratado por alta presión durante su conservación, para evaluar la posible recuperación de las células dañadas durante la vida útil del producto (Garriga y col., 2002a).

Presurización de productos cárnicos

25°C). Carlez y col. (1993) observaron la total inactivación de *Citrobacter freundii*, *Pseudomonas fluorescens* y *L. innocua* a 20°C, aplicando presiones superiores a 280, 200 y 400 MPa, respectivamente. A su vez, el tratamiento de carne picada a 400-450 MPa descrito por Carlez y col. (1994) inhibió totalmente el crecimiento de microorganismos. No obstante, pasados 3-9 días del tratamiento, se detectó *Pseudomonas spp.* en la carne refrigerada a 3°C, demostrándose así que las células no quedaron completamente inactivadas, y pudieron recuperar la viabilidad.

El efecto de la presión en el color y en el contenido de la mioglobina de carne picada envasada al vacío, en



Foto: La Mj Deutschland

Además valores bajos de pH retrasan el inicio del crecimiento de las células dañadas por la presión. Otro factor de gran importancia es la actividad de agua que, por sí misma, inhibe eficazmente el crecimiento microbiano. Sin embargo, ésta se comporta de forma antagónica, dado que a menor a_w , mayor es la resistencia a la presión (Ordóñez y col., 2004). La composición del medio también influye de manera decisiva sobre el efecto de la presión.

Medios ricos en nutrientes acostumbran a aumentar la tolerancia de los microorganismos a las altas presiones (Hoover y col., 1989). Las células bacterianas sometidas a un tratamiento

El efecto antimicrobiano de la presión se presenta como el principal atractivo para aplicar la alta presión hidrostática a los productos cárnicos. Garriga y col. (2002a) describieron una reducción de *E. coli*, *S. aureus* y levaduras después de un tratamiento APH (600 MPa, 6 min, 31°C) de jamón cocido loncheado, sin recuperación durante 120 días en refrigeración. En el producto acabado no se detectó *Campylobacter*, pero sí prevalencia de *L. monocytogenes* y *Salmonella*.

Por su parte, Shigehisa y col. (1991) observaron la eliminación de *S. Thyphimurium* en homogeneizados cárnicos tratados a 300 MPa (10 min,

aire y en oxígeno fue investigado por Carlez y col. (1995). Se observó cambio de color de la carne sometida a 200-350 MPa. Presiones entre 200-500 MPa provocaron un descenso del contenido de mioglobina y oximioglobina, mientras que a 400-500 MPa aumentó de metamioglobina. Por otro lado, Brunn y Skibsted (1996) describieron un descenso de la oxidación de la nitrosomioglobina al aumentar la presión en un modelo cárnico curado.

Finalmente, Cheah y Ledward (1996) relacionaron el efecto de la presión sobre la oxidación lipídica de la carne picada de cerdo. Las muestras presurizadas mostraron una oxida-

PLM®

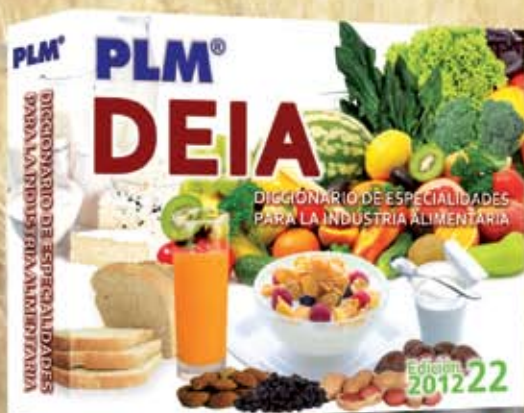
ANÚNCIATE

Somos el medio más completo de la Industria Alimentaria

DEIA

**DICCIONARIO DE ESPECIALIDADES
PARA LA INDUSTRIA ALIMENTARIA**

La Industria Alimentaria
siempre está en busca de innovación, tu empresa
es un factor importante para lograrlo.



La mayor cantidad
de impactos promocionales
en 3 medios de difusión
de forma simultánea



WWW



Contacto:

Teresa Fandiño

Gerente Unidad de Negocios
Área Técnica

Tel. 5480-7881

teresa.fandino@plmlatina.com

ción más rápida que los controles a presiones superiores a 300 MPa. La presurización aumentó la desnaturalización de las proteínas miofibrilares y sarcoplasmáticas, así como la oxidación de la mioglobina/ oximioglobina a metamioglobina.

Adición de antimicrobianos naturales

La tendencia general a reducir los niveles de aditivos sintéticos añadidos a los alimentos ha aumentado el interés hacia los antimicrobianos naturales, producidos por bacterias seleccionadas.

Lactato- Diacetato

Los lactatos sódico y potásico son sales del ácido láctico presentes de forma natural en el tejido animal. El lactato actúa como agente bacteriostático incrementando la fase de latencia de los microorganismos. La acción específica del lactato se atribuye a mecanismos que interfieren en el metabolismo microbiano tales como la acidificación intracelular y la interferencia del transporte de protones a través de la membrana celular. El lactato tiene un espectro de actuación amplio, mostrándose efectivo contra microorganismos Gram-positivos y Gram-negativos. Entre ellos, se ha descrito su capacidad para inhibir el crecimiento de patógenos tales como *Salmonella*, *L. monocytogenes*, *S. aureus* y *Clostridium*. Además, el lactato provoca una reducción de los valores de a_w de los alimentos (Rodríguez, 2005).

La adición de lactato a alimentos con valores de pH neutros favorece la extensión de su vida útil (Houtsma y col., 1993). Los lactatos presentan, en general, un pH neutro, de manera que su aplicación no altera el pH del alimento. La presencia de lactato en los productos cárnicos reduce la formación de exudados debido a su capacidad tamponadora, que estabi-

liza los valores de pH a lo largo de su vida útil (Rodríguez, 2005). Diversos autores han descrito los efectos antimicrobianos de los lactatos añadidos a productos cárnicos (Shelef y Potluri, 1995; Eckert y col., 1997; Devlieghere col., 2000). Cantidades de lactato entre un 2-4% inhibieron el crecimiento de *L. monocytogenes* en productos cárnicos refrigerados entre 1 y 10°C (Weaver y Shelef, 1993; Miller y Acuff, 1994; Blom y col., 1997).

Por otro lado, el diacetato sódico, acidificante de origen natural, es también un potente agente antimicrobiano. Diversos estudios han descrito su capacidad para inhibir *L. monocytogenes*, a concentraciones iguales o superiores al 0,2%, en productos cárnicos (Schlyter y col., 1993; Blom y col., 1997). La aplicación combinada del lactato y diacetato sódico provoca un efecto sinérgico que incrementa su efecto inhibitorio contra *L. monocytogenes* (Samelis y col., 2000; Mbandi y Shelef, 2002).

El uso del lactato sódico (E-325), el lactato potásico (E-326) y el diacetato sódico (E-262-II) como aditivos para la fabricación de productos cárnicos está permitido en Europa (CE, 1995) y en EEUU (FSIS/USDA, 2000). Desde el punto de vista sensorial, para evitar la aparición de sabores anormales en los productos cárnicos, se recomienda añadir una cantidad de diacetato entre el 0,10 y el 0,12%. En cuanto al lactato, no se han detectado connotaciones sensoriales negativas derivadas de su aplicación.

Bacteriocinas

Las bacterias ácido lácticas (BAL) forman parte de la microbiota endógena de la carne y juegan un importante papel en su conservación. Las BAL inhiben del crecimiento de microorganismos alterantes y patógenos, gracias a la competencia por los nutrientes y a

la producción de metabolitos antimicrobianos tales como: ácidos orgánicos, peróxido de hidrógeno, dióxido de carbono, diacetilo, etanol y bacteriocinas (Hugas y col., 2002). Las bacteriocinas producidas por las BAL son péptidos de bajo peso molecular, catiónicos, hidrofóbicos, anfipáticos. La producción de bacteriocinas responde a una función protectora, en la medida que inhibe el crecimiento de microorganismos competidores por el mismo nicho ecológico o los mismos nutrientes. Por este motivo, las bacteriocinas normalmente acostumbran a ser efectivas contra un pequeño espectro de microorganismos, similares al productor y que compiten con él por un mismo y escaso recurso (Deegan y col., 2006).

Las bacteriocinas producidas por las BAL se pueden clasificar en diversos grupos, aunque la mayoría pertenecen a las clases I y II. En los últimos años se ha producido una emergencia de las bacteriocinas pertenecientes al grupo IIa, que se presentan como uno de los grupos de péptidos antimicrobianos más interesantes para usar en la conservación de alimentos (Cleveland y col., 2001).

Las bacteriocinas de la clase IIa son péptidos pequeños (<10 kDa), compuestos por 37 a 48 aminoácidos, no-lantibióticos, termoestables, catiónicos y con valores de pI situados en un rango de pH de 8 a 10. Su estructura consistente en un grupo hidrofílico N-terminal y un grupo hidrofóbico y/o anfifílico C-terminal. Las bacteriocinas pertenecientes a la clase IIa, por su homología a la pediocina PA-1, son denominadas como bacteriocinas afines a la pediocina (Hugas y col., 2002).

Las bacteriocinas inducen la permeabilización de la membrana celular, probablemente derivada de la formación de poros ión-selectivos que

provocan la pérdida de la fuerza motriz protónica y el agotamiento del ATP intracelular (Drider y col., 2006). En un primer momento, la bacteriocina interactúa con las estructuras superficiales de la célula diana, tales como la membrana y/o una molécula receptora. La unión inicial viene influenciada por la composición y carga de la membrana, y la presencia, disponibilidad y estructura de un receptor. El siguiente efecto se produce a nivel de composición de la membrana, la estructura de la C-terminal de las bacteriocinas y la presencia de proteínas inmunes (Drider y col., 2006).

El espectro antimicrobiano se define como el grupo de cepas que muestran sensibilidad frente a una bacteriocina. Las bacteriocinas de la clase IIa tienen un espectro de actividad bastante limitado. Todas las bacteriocinas de la clase IIa descritas hasta el momento presentan actividad antagonista contra *L. monocytogenes* (Drider y col., 2006). También se ha descrito su actividad contra otras bacterias Gram-positivas tales como *Enterococcus*, *Bacillus cereus*, y *Staphylococcus aureus*.

Enterocinas

Las enterocinas A y B son producidas por *Enterococcus faecium* CTC492 (Aymerich y col., 1996; Nilsen y col., 1998). Ambas han mostrado su actividad contra bacterias Gram-positivas como *Clostridium sporogenes*, *Clostridium tyrobutyricum*, *Propionibacterium spp.*, *L. monocytogenes* y *S. aureus* (Casaus y col., 1997). Sin embargo, no se ha observado efecto inhibitorio alguno sobre bacterias Gram-negativas. La enterocina A pertenece al grupo de bacteriocinas afines a la pediocina (peso molecular de 4.829 Da), mientras que la enterocina B es una bacteriocina no afín a la pediocina (peso molecular de 5.465 Da) (Aymerich y col., 2000). Entre ellas, la enterocina A es la que presenta mayor actividad, especial-

mente frente a *L. monocytogenes* y *S. aureus* (Casaus y col., 1997).

Aplicación en alimentos

Las bacteriocinas se pueden aplicar a los alimentos de maneras muy diversas: como cultivos iniciadores, como envase activo incluidas en un envase o tripa, en la masa cárnica y/o pulverizado en la superficie del alimento (Hugas y col., 2002).

La nisina (E-234) es la única bacteriocina incluida en la lista positiva de aditivos alimentarios, RD 142/2002 (Ministerio de Sanidad y Consumo, 2002). Esta normativa limita el uso de la nisina como conservante a los siguientes alimentos, en las cantidades máximas especificadas: postres a base de semolina y tapioca (3 mg/Kg), queso fundido y curado (12,5 mg/Kg), mascarpone y clotted cream (10 mg/Kg). La nisina es la única bacteriocina producida industrialmente, comercializada en dos formatos Nisaplin™ y Crisin®. En el mercado se pueden encontrar productos derivados de fermentaciones microbianas que contienen bacteriocinas (p.e. ALTA™ y Microgard®). Al tratarse de productos derivados de la fermentación, éstos pueden ser utilizados como ingredientes para alargar la vida útil de los alimentos (Aymerich y col., 1998).

La efectiva inhibición de *L. monocytogenes* por parte de bacteriocinas se ha demostrado en gran variedad de productos cárnicos: en carne fresca (Nielsen y col., 1990), en embutidos fermentados (Campanini y col., 1993; Hugas y col., 1995), en salchichas tipo frankfurt (Yousef y col., 1991; Degnan y col., 1992) y en jamón cocido (Aymerich y col., 2005).

Envasado activo

El envasado activo es un concepto innovador que puede definirse como un tipo de envasado en que el envase,

el producto y el entorno que lo rodea interactúan para alargar la vida útil de los alimentos, mejorar las propiedades organolépticas y/o seguridad alimentaria, manteniendo la calidad del producto (Vermeiren y col., 1999; Suppakul y col., 2003). El envasado activo permite mejorar la funcionalidad del envase gracias a la adición de una sustancia activa al material de envasado (Appendini y Hotchkiss, 2002). Los componentes activos incorporados al envase pueden ser capaces, por ejemplo, de absorber oxígeno, controlar la concentración de dióxido de carbono o etileno, desprender etanol, liberar antioxidantes, regular la humedad o controlar el crecimiento de microorganismos (Gennadios y col., 1997; Vermeiren y col., 1999; Han, 2000). Las bacteriocinas se pueden incorporar al material de envasado destinado a entrar en contacto con el alimento, formando un envase antimicrobiano. Este sistema combina la función conservante de las bacteriocinas con los materiales convencionales de envasado, que protegen el alimento de los contaminantes externos (Deegan y col., 2006).

El principal objetivo del envasado antimicrobiano es la extensión de la vida útil del producto y la reducción del riesgo de microorganismos patógenos. El crecimiento de los microorganismos se ve limitado o inhibido gracias a la prolongación de la fase de latencia, a la reducción de la tasa de crecimiento y/o a la reducción de los recuentos microbiológicos. Las sustancias antimicrobianas añadidas al material de envasado migrarán al alimento de forma gradual durante el almacenamiento y la distribución del mismo. Esta tecnología de envasado resulta efectiva para evitar o minimizar la contaminación superficial de los alimentos, de aquí el interés de su aplicación en productos cárnicos listos para el consumo en los que, debido a la manipulación post-

procesado, la contaminación ocurre principalmente en la superficie del producto (Han, 2005). El envasado antimicrobiano permite reducir la cantidad de agentes antimicrobianos que normalmente se añaden a los alimentos, ya sea superficialmente (spray o inmersión) o añadidos directamente a la masa cárnica. El envasado antimicrobiano permite una liberación controlada del agente antimicrobiano, evitando la rápida difusión del antimicrobiano de la superficie al interior de la masa cárnica. Algunos agentes antimicrobianos usados en el envasado de alimentos

tario, y el hecho de que el petróleo sea una fuente de energía no renovable, cada vez más escasa, han conducido a una continua evolución del sector. El desarrollo de materiales de envasado a base de biopolímeros supone el uso de materiales biodegradables, y ha permitido dar salida a productos agrícolas y naturales infrautilizados. Los biopolímeros se pueden extraer directamente de fuentes naturales, es el caso del alginato y la zeína, o se pueden sintetizar, como el polivinil alcohol (PVA). Novamont (Italia), Fkur Kunststoffe GmbH (Alemania),

contienen grupos cargados negativamente que pueden interactuar con moléculas cargadas positivamente para formar redes tridimensionales.

La capacidad de formación de gel del alginato con CaCl_2 es una técnica ampliamente utilizada. En la fabricación de láminas de alginato, el CaCl_2 también se utiliza para insolubilizar las láminas obtenidas después de la evaporación de disolvente. La zeína es una proteína perteneciente al grupo de prolaminas encontradas en el endosperma del maíz. Es soluble en alcohol e insoluble en agua debido a su bajo contenido en aminoácidos polares (Buffo y Han, 2005). Las láminas obtenidas a partir de zeína son frágiles y necesitan un plastificante para flexibilizarlas. La zeína muestra un gran potencial para usos como coberturas comestibles o como material de envasado (Buffo y Han, 2005). El PVA es un polímero sintético y soluble en agua. Sus características físicas dependen del método de obtención por hidrólisis o hidrólisis parcial del polivinil acetato (DeMerlis y Schoneker, 2003). En EEUU está aceptado su uso en la industria cosmética, farmacéutica y como aditivo indirecto en alimentos. La FDA reconoció el PVA como Generally Recognized as Safe (GRAS) para su uso en coberturas y suplementos dietéticos (FSIS/USDA, 2004). En Europa, un informe reciente de la EFSA relativo al uso del PVA como cobertura y suplemento alimentario en forma de tabletas y/o cápsulas concluye que no supone un riesgo para la seguridad (EFSA, 2005).

Existen dos categorías de fabricación de láminas de envasado: seco o húmedo (Guilbert y col., 1996). El proceso húmedo utiliza solventes para dispersar los polímeros, seguido de un secado para evaporar el solvente y formar una estructura laminar. Para usos alimentarios, los solventes más habituales son agua, etanol y sus mezclas. Todos los ingredientes utilizados



Foto: The Skinny Rib

son ácidos orgánicos, sulfitos, nitratos, alcoholes y antimicrobianos naturales (Han, 2000). Las sustancias antimicrobianas utilizadas en el envasado de alimentos que pueden migrar hacia el alimento son considerados aditivos alimentarios, por lo que deben cumplir la legislación vigente (Ministerio de Sanidad y Consumo, 2002).

Biopolímeros

Los problemas medioambientales derivados del elevado consumo de material plástico en el sector alimen-

EarthShell Corporation (EEUU), NODAX (EEUU), son ejemplos de compañías que comercializan materiales de envasado fabricados a base de biopolímeros a nivel mundial (Liu, 2006).

El principal interés del uso del alginato en alimentos se debe principalmente a sus propiedades espesante, estabilizante, capacidad de formación de geles, y estabilización de emulsiones. Se trata de un polisacárido hidrofílico extraído de diversas especies de alga marrón (*Phaeophyceae*). Los alginatos

para su fabricación deben mezclarse homogéneamente con el solvente. La solución obtenida se puede utilizar como cobertura, aplicada directamente sobre el alimento, o bien se puede extender sobre una superficie plana, obteniéndose una lámina después de la evaporación del solvente (Cooksey, 2001).

Envasado antimicrobiano biodegradable de productos cárnicos

En los últimos años ha aumentado el interés por la aplicación de coberturas comestibles y láminas preparadas con materiales biodegradables, para reducir la contaminación microbiana de los productos cárnicos. Siragusa y Dickson (1992) describieron el uso de coberturas comestibles en productos cárnicos. El recubrimiento de la carne cruda con una solución de alginato y ácidos orgánicos resultó efectivo para reducir los niveles de *L. monocytogenes*, *Salmonella Thyphimurium* y *E. coli* O157:H7 en 1,8, 2,11 y 0,7 logaritmos, respectivamente. Ouattara y col. (2000) prepararon láminas antimicrobianas con inclusión de ácido propiónico o acético en una matriz de quitosano, con o sin adición de ácido láurico o cinamaldehído, y los aplicaron a embutido tipo bologna, jamón cocido y pastrami.

El envasado antimicrobiano provocó un considerable retraso del crecimiento de la población de *Enterobacteriaceae* (endógena) y *Serratia liquefaciens* (inoculada de forma controlada), sin afectar al crecimiento de las bacterias lácticas. Las láminas con cinamaldehído produjeron la mayor inhibición.

El uso de bacteriocinas en el envasado antimicrobiano ha sido objeto de diversos estudios. Scannell y col. (2000) incorporaron nisina y lacticina 3147 a hojas de celulosa utilizadas para envasar jamón cocido en atmós-

fera modificada (40:60, nitrógeno: dióxido de carbono). Observaron una reducción de la población de bacterias lácticas así como una reducción de 2 y 2,8 log ufc/g de *L. innocua* y *S. aureus*, respectivamente. Por otro lado, Lungu y Johnson (2005) estudiaron el efecto antilisteria en salchichas de pavo recubiertas con zeína (Z), con nisina (N), diacetato sódico (D) y/o lactato sódico (L). Después de 28 días de almacenaje no se detectó presencia de *L. monocytogenes* en las salchichas recubiertas con Z-N-D y Z-N-D-L. Finalmente, Natrajan y Sheldon (2000) obtuvieron una reducción de la población de *Salmonella Thyphimurium* en pollo envasado con láminas de alginato y agar con nisina incorporada como agente antimicrobiano.

Combinación de Tecnologías de Conservación

La contaminación final de un producto cárnico es la consecuencia del crecimiento de microorganismos alterantes y/o patógenos durante su vida útil. Estos microorganismos provienen de las materias primas contaminadas, y han sobrevivido al procesado, o son contaminantes introducidos durante el procesado. Las condiciones físicoquímicas (temperatura, pH, nutrientes, aw y composición de las atmósferas) aplicadas durante el proceso constituyen barreras que juegan un papel crucial en el crecimiento de los microorganismos contaminantes.

Los productos cárnicos listos para el consumo son productos que van a ser consumidos sin cocción adicional. Si a ello sumamos que las características de los productos fermentados de baja acidez y los productos cocidos loncheados suponen débiles barreras al crecimiento microbiano, surge la necesidad de aplicar tecnologías adecuadas que sirvan de obstáculos al crecimiento de microorganismos patógenos y deteriorantes.

El concepto de la combinación de obstáculos, tal y como se ha comentado anteriormente, es un concepto tradicionalmente utilizado para la obtención de productos cárnicos fermentados (Leistner y Gorris, 1995). Resulta especialmente interesante su aplicación en el caso de las tecnologías emergentes de conservación que buscan un procesado mínimo de los alimentos (Leistner, 2000). La combinación de tratamientos no térmicos con otras tecnologías de conservación puede: (1) producir un efecto aditivo o sinérgico de los tratamientos, (2) reducir la intensidad de los tratamientos individuales para conseguir la inactivación, y/o (3) prevenir la proliferación de supervivientes durante el almacenamiento del alimento (Raso y Barbosa-Canovas, 2003).

En este sentido, se ha demostrado una mayor sensibilidad a las bacteriocinas de las células dañadas subletalmente (Kalchayanand y col., 1992). La mayor efectividad del uso combinado de la APH y las bacteriocinas se ha demostrado *in vitro* (Kalchayanand y col., 1994) y en productos cárnicos (Garriga y col., 2002b; Aymerich y col., 2005).

Fuente:

Marcos-Muntal, B. **Mejora de la Seguridad Alimentaria en Productos Cárnicos Listos para el Consumo Mediante la Aplicación Combinada de Tecnologías de Conservación Emergentes.** Tesis Doctoral. págs 19-28. Universitat de Girona. Girona, Mayo 2007
