

# UTILIZACIÓN DE LOS TRATAMIENTOS POR ALTA PRESIÓN PARA LA CONSERVACIÓN DE ALIMENTOS

BUENAVENTURA GUAMIS

Departament de Patologia i de Producció Animals,  
Universitat Autònoma de Barcelona

**L** *A creciente demanda de productos idénticos a los «frescos» pero con garantías sanitarias suficientes y a ser posible de prolongada conservación, está influyendo en el desarrollo de las industrias procesadoras de alimentos. Una de sus consecuencias es la reducción de los tratamientos térmicos sustituyéndolos por técnicas de conservación que no tengan los inconvenientes que éstos presentan.*

En la década de los 90 asistimos a los cambios que se van produciendo incorporando nuevos sistemas o adaptando otros que aunque ya eran conocidos se han hecho viables gracias al desarrollo tecnológico actual.

Los nuevos procesos tienden a utilizar tratamientos de conservación no térmicos tales como campos magnéticos o eléctricos, radiación por microondas, ionización, pulsos luminicos, altas presiones isobáricas, ultrasonidos y aplicación de agentes químicos como el dióxido de carbono, polímeros policatiónicos y enzimas líticos (Mertens y Knorr, 1992).

Ya en 1899, Hite investigó los efectos de alta presión sobre la leche, pero la imposibilidad técnica de trabajar a nivel industrial

restó interés en dicho tratamiento. Casi un siglo más tarde, y gracias a los avances realizados por la industria cerámica y metalúrgica en la utilización de técnicas de alta presión durante los años setenta y ochenta, se ha abierto la posibilidad de tratar los alimentos por este método a nivel industrial (Hoover y col. 1989).

Así, a partir de un multiproyecto subvencionado por el gobierno japonés en 1989 y apoyado por las principales empresas de alimentación japone-

***A partir de un multiproyecto subvencionado por el gobierno japonés en 1989 se impulsó el desarrollo de productos tratados por alta presión.***

sas, se impulsó el desarrollo de productos tratados por alta presión cuyo primer fruto fue la comercialización en abril de 1990 de mermelada por parte de la empresa Meidiya (Grupo Mitsubishi). Esta iniciativa fue seguida por la comercialización de otros productos de diferentes empresas, apreciándose por parte del público un creciente interés, que quiere alimentos de alta calidad por encima de alimentos que hayan sufrido sobrecalentamientos o autoclavados.

Este público valora las características organolépticas de los productos tratados por presión, asociándolos a productos naturales con muy poca transformación (Hayashi, 1992).

En Europa la primera reunión científica sobre alta presión se realizó en Montpellier en 1992, tras la cual y con el apoyo de la Unión Europea, diferentes grupos de investigadores se centraron a estudiar este siste-

**En Europa la primera reunión científica sobre alta presión se realizó en Montpellier en 1992.**

ma de tratamiento y sus posibles aplicaciones en el mercado alimentario europeo. En concreto, en el Reino Unido, se creó en agosto de 1992 un consorcio formado por dos industrias de transformación de alimentos y un fabricante

de equipos, para el desarrollo de la alta presión. En Francia, dos proyectos han impulsado el desarrollo: el primero es apoyado por el Ministerio Francés de Investigación y Tecnología y reúne diez grupos investigadores. El segundo reúne tres grandes transformadores de alimentos (Boin Grain, BSN, Pernod-Ricard), con el objetivo de aplicar la alta presión a un reducido número de alimentos (Chefftel, 1992).

---

## EQUIPOS DE TRATAMIENTO Y ENVASES

---

El tratamiento por alta presión se realiza en dos tipos de equipos en función del producto a tratar: normalmente se utiliza de tipo discontinuo para productos sólidos o líquidos ya envasados, y de tipo semicontinuo para líquidos no envasados.

Los equipos de alta presión discontinuos consisten en un cilindro que contiene en su interior agua potable.

El primer paso para el tratamiento consiste en introducir dentro del cilindro el producto ya envasado, obteniéndose una relación de volumen de producto envasado respecto al volumen del cilindro de hasta el 75 %. Una vez realizada la carga, un par de bombas se encargan de inyectar agua dentro del cilindro hasta alcanzar la presión adecuada (habitualmente hasta 6000 kg/cm<sup>2</sup>, manteniendo la presión durante unos minutos (de 5 a 30), para pasar finalmente a la descompresión. El cilindro puede llevar un sistema para regular la temperatura durante el tratamiento (Byrne, 1993).

Los envases utilizados deben ser flexibles (a 4000 kg/cm<sup>2</sup> y temperatura ambiente, el volumen del agua se reduce en un 11,5 %), y cerrados con sello térmico, el cual garantiza la estanqueidad en estas condiciones. El producto debe ocupar todo el envase pues la presencia de bolsas de aire, reduce significativamente la eficacia del tratamiento (Mertens, 1993 b).

Los equipos de tipo semicontinuo tienen mejor rendimiento volumétrico y mejor aprovechamiento de la energía utilizada, con el inconveniente de un coste inicial mayor. En general los costes derivados de la construcción de la máquina son bastante altos debido a la falta de mercado. El coste por volumen de alimento tratado disminuye en gran medida al utilizar máquinas con cilindros de elevado volumen.

Este nuevo sistema de tratamiento puede tomarse por «ecológico», pues minimiza el agua necesaria para tratar los alimentos, limitando así la creación de efluentes contaminantes.

**El tratamiento por alta presión se realiza en dos tipos de equipos en función del producto a tratar: normalmente se utiliza de tipo discontinuo para productos sólidos o líquidos ya envasados, y de tipo semicontinuo para líquidos no envasados.**

---

## EFFECTOS DE LA ALTA PRESIÓN SOBRE LOS COMPONENTES DE LOS ALIMENTOS

---

Se han realizado estudios de los efectos de las altas presiones sobre los componentes

***La alta presión no afecta los enlaces fuertes (enlaces covalentes) de las proteínas, pero sí provoca la rotura o creación de enlaces débiles (puentes de hidrógeno, Fuerzas de Vander Waals).***

de los alimentos, su incidencia sobre microorganismos y enzimas y modificaciones que se producen a nivel nutricional y organoléptico (Cheftel, 1992).

En general, se puede afirmar que la alta presión no afecta los enlaces fuertes (enlaces covalentes) de las proteínas, pero sí provoca la rotura o creación de enlaces débiles (puentes de hidrógeno, Fuerzas de

Vander Waals), en función de la reordenación espacial de la proteína, que tiende a cambiar de forma para reducir su volumen. Esto se traduce en un efecto distinto para cada proteína, y según para cada tipo de tratamiento (presión, tiempo y temperatura del tratamiento) (Cheftel, 1991).

Asimismo, se han realizado estudios sobre el efecto de la alta presión en las proteínas y en las grasas.

En el caso de las enzimas, este cambio conformacional se traduce en una activación o inactivación, que tiene como factor de especial importancia el origen del enzima. A

este respecto, estudios realizados sobre polifenoloxidasas vegetales corroboran las importantes variaciones de actividad para un mismo tratamiento según el tipo de planta de la cual proceden. En el caso de producirse la gelificación de proteínas (ovoalbúmina, proteínas séricas de la leche), se observa que estos geles tienen una textura diferente de los producidos por calor: son más brillantes, suaves, blandos

y elásticos que los conseguidos por calor. Asimismo, mantienen mejor el color y sabor original.

En los estudios realizados sobre las grasas, especialmente sobre las de origen láctico, se puede observar su cristalización al ser tratadas (2000-3000 kg/cm<sup>2</sup>, temperatura ambiente). En general ni las vitaminas ni los

azúcares simples son afectados por el tratamiento. Respecto a los almidones, gelatinizan al ser tratados con presión, pero con características diferentes de los tratados por calor: los gránulos de almidón no son disueltos sino que sólo aumentan de tamaño. Aún así, son muy digestibles a enzimas amilolíticas como la alfa-amilasa.

## **EFFECTO DE LA ALTA PRESIÓN SOBRE LOS MICROORGANISMOS**

Se han realizado numerosos estudios sobre los efectos de las altas presiones sobre los microorganismos y la viabilidad celular. Así se han observado alteraciones morfológicas, como compresión de vacuolas gaseosas y alargamiento celular, también ha sido constatado que aparece un espacio entre pared y membrana celular. La membrana celular es muy sensible a la presión y el volumen de la doble capa de la membrana constituida por fosfolípidos y proteínas disminuye a medida que la presión aumenta. También disminuye la fluidez de los fosfolípidos de la membrana. Las modificaciones resultantes de la permeabilidad celular afecta a los intercambios salinos y respiratorios y provocan la muerte de ciertos microorganismos más rápidamente que la provocada por inactivación de enzimas o la inhibición de síntesis de proteínas (Cheftel, 1991).

Las altas presiones pueden ser utilizadas para extraer o separar proteínas o enzimas intracelulares microbianos.

A pesar de que la conformación de los ácidos nucleicos permanece estable a 10 Kbar (la estructura helicoidal del DNA depende sobre todo de puentes de hidrógeno), los fenómenos enzimáticos de replicación del ADN, transcripción del ARN y traducción en proteínas, son sensibles a la presión. La inhibición de la síntesis proteica parece que se debe a las perturbaciones que afectan a la estructura del ribosoma (subunidad 30S), a la fijación de los ribosomas al ARNm, a la fijación del aminoacil t-ARN y/o a la formación de los enlaces peptídicos (Hoover y col., 1989).

***La resistencia de los microorganismos a la presión es muy variable.***

La resistencia de los microorganismos a la presión es muy variable. Las células en fase logarítmica de crecimiento son las menos resistentes. Las esporas bacterianas son siempre más resistentes que las células vegetativas y pueden sobrevivir a presiones de 10 Kbares. La presión necesaria para provocar la destrucción progresiva de un microorganismo es siempre más elevada que la que impide su crecimiento (Butz y Ludwig, 1986).

La temperatura el pH y la composición del medio influyen en la resistencia a la presión (Butz y col., 1990).

Numerosos microorganismos pueden ser destruidos a presiones comprendidas entre 1.5 y 4 Kbares y temperaturas entre 25 y 60 °C, siendo la duración del tratamiento entre 1 y 5 horas (Cheftel, 1991).

Se ha estudiado el efecto de las altas presiones sobre los virus comprobándose que algunos se inactivan parcialmente (Brauck, 1990; Carl y Ludwig, 1991).

---

## APLICACIONES DE LA ALTA PRESIÓN EN LOS ALIMENTOS

---

En la actualidad se realizan o se han realizado estudios sobre el efecto de la alta presión en una gran variedad de alimentos, aunque desconocemos en realidad muchos aspectos de los cambios en la textura, color, carga microbiana o actividad enzimática que se producen en los alimentos al ser tratados.

Al tratar leche se observa una disminución en su blancura debida a cambios en la conformación de las caseínas. Asimismo, al producir geles a partir de la leche tratada, éstos tienen mayor rigidez (hasta 8 veces), y aumenta la fuerza de rotura (hasta 5 veces). Cuando tratamos carne fresca observamos la pérdida de color rojo, la coagulación de las proteínas y el aumento de la digestibilidad a la tripsina. Estos cambios se realizan sin modificaciones de sabor. También puede ser un eficaz sistema de tenderización cuando se tratan las muestras a 1500 kg/cm<sup>2</sup>.

Los geles a base de pescado tienen las mismas características diferenciadoras que los geles de huevo o proteínas séricas de la leche. Las ostras pueden tratarse a 300-400 kg/cm<sup>2</sup> sin perder el gusto ni olor y sin una deformación significativa.

En zumos, el tratamiento es eficaz para conseguir la inactivación de todos los micro-

organismos capaces de crecer en este medio ácido, pero no inactiva totalmente la pectinestearasa, lo cual reduce la vida útil del producto. En mermeladas también se consigue inactivar los microorganismos deterioradores sin alterar su gusto original.

Zumos y mermeladas son los productos tratados por alta presión que más se comercializaron en Japón, principalmente por las empresas Meidi-Ya, Pokka corp. y Wakayama Food Ind. Actualmente también se comercializan otros productos como frutos tropicales en azúcar o jamón curado de vacuno. Meidi-Ya tuvo en 1992 unas ventas aproximadas de 240 x 10(6) yens en este tipo de productos, y preveía aumentarlas a 360 x 10(6) en 1993. En ese año el precio de los productos tratados por alta presión era aproximadamente el doble de los tratados por calor.

---

## FUTURO

---

En el sector de la alimentación, la alta presión no es una alternativa global a los tratamientos por calor, pero puede ser rentable en productos que tengan un alto valor añadido. Se prevé su aplicación en productos que sufran importantes cambios en las características organolépticas al ser tratados por calor, o en las cuales las modificaciones acaecidas al ser tratados por alta presión sean apreciadas positivamente por el consumidor. Por poner un ejemplo, podemos suponer que la alta presión difícilmente substituirá al tratamiento UHT en el tratamiento de leches de consumo de larga duración, pero podría ser una alternativa de conservación a un producto tipo foie-grass.

***En el sector de la alimentación, la alta presión no es una alternativa global a los tratamientos por calor, pero puede ser rentable en productos que tengan un alto valor añadido.***

---

## OTROS CAMBIOS

---

Por otra parte, la alta presión también puede tener aplicaciones en el campo médi-

co y farmacéutico. Una de las aplicaciones prometedoras sería la conservación de órganos bajo presión, pues al parecer se limita la degradación celular. También hay interés por

parte de ciertas compañías farmacéuticas en la síntesis de nuevas moléculas bajo la alta presión y en la esterilización de productos que no soportan el tratamiento por calor.

## BIBLIOGRAFÍA

---

- M. BYRNE. The heat is off!. *Food Engineering International*. February (1993) p. 35-38.
- J. C. CHEFTEL. Applications des hautes pressions en technologie alimentaire. *Actualités des industries alimentaires et agro-alimentaires*. Mars (1991), p. 141-153.
- J. C. CHEFTEL. Efects of hidrostatic pressure on food constituents: an overview. *Actas del primer seminario europeo sobre alta presión y biotecnología*. Septiembre (1992), p. 195-209.
- D. FARR. High pressure tecnology in the food industry. *Trends in Food Science & Technology*. July, 7 (1990), p. 14-16.
- D. G. HOOVER; C. METRICK; A. M. PAPINEAU; D. F. FARKAS and D. KNORR. Biological effects of high hidrostatic pressure on food microorganisms. *Food Technology*. March (1989), p. 99-107.
- D. E. JOHNSTON; B. A. AUSTIN and R. J. MYRPHY. Properties of acid-set gels prepared from high pressure treated skim milk. *Milchwissenschaft*, 48 (1993), p. 206-209.
- K. KIMURA. Development of a new fruit processing method by high hidrostatic pressure. *First European meeting (1992)*.
- M. MASUNDA; Y. SAITO; T. IWANAMI and Y. HIRAI. Effects of hydrostatic pressure on packaging materials for food. *First European meeting (1992)*.
- B. MERTENS et al. Developments in high pressure food processing (Part. 1), *ZFL*, 44 (1993), p. 100-104.
- B. MERTENS and G. DEPLACE. Engineering Aspects of High-Pressure Technology in the Food Industry. *Food Tech.*, June (1993), p. 164-169.
- Y. SHIBAUCHI; H. YAMAMOTO and Y. SAGARA. Conformational change of casein micelles by high pressure treatment. *First European meeting (1992)*.
- A. SUZUKI; M. WATANABE and Y. IKEUCHI. Effects of high-pressure treatment on the ultrastructure and thermal behaviour of beef intramuscular collagen. *Meat Science*, 35 (1993), p. 17-25.
- S. WADA. Quality and lipid change of sardine meat by high pressure treatment. *First European meeting (1992)*.
- A. YASUDA and K. MOCHIZUKI. The behavior of triglicerides under high pressure: the high pressure can stably crystallize cocoa butter in chocolate. *First European meeting (1992)*.