



Desarrollo y estado actual de los equipos utilizados en el procesamiento térmico de los alimentos

M. M. Vázquez – Aguilar, T. G. Cerón – Carrillo, A. I. Gómez – Sánchez
y V. Rodríguez – Martínez

Departamento de Ingeniería Química y Alimentos, Universidad de las Américas – Puebla. San Andrés Cholula, Pue., México.

Resumen

Se llevó a cabo una revisión acerca del desarrollo y estado actual de los diferentes equipos utilizados en el tratamiento térmico de alimentos: sus antecedentes, principios de operación, ventajas y desventajas. El estudio se desarrolla a partir de dos grandes familias de esterilizadores: esterilizadores discontinuos y esterilizadores continuos. En cuanto a los esterilizadores discontinuos, se revisan: autoclaves de vapor, autoclaves con mezcla de vapor-aire, retorta con esperado de agua, retorta de inmersión completa en agua y retorta crateless. Respecto a los esterilizadores continuos, éstos se dividen en dos tipos: esterilizadores a presión (utilizando vapor de agua o agua caliente), y esterilizadores a presión atmosférica (empleando aire caliente o contacto directo con flama). En cuanto a los esterilizadores continuos a presión, se estudian: calentador-enfriador a presión, los rotatorios, el hidrostático y el Hydrolock. Respecto a los esterilizadores continuos a presión atmosférica, se revisan: esterilizador Ekelund, el Steriflame y el rotatorio a presión atmosférica.

Palabras clave: procesamiento térmico, retortas, esterilizadores.

Abstract

A review about the development and actual condition of different equipments used for food sterilization was realized, including their antecedents, fundamentals of operation, advantages and disadvantages. This study is developed considering two main retort groups: discontinuous and continuous. The discontinuous retort group includes the following equipments: steam retorts, steam-air retort, steam water spray retort, full water immersion retort and crateless retort. The continuous retort group is divided in two types: pressure sterilizers (using water vapor or hot water), and atmospheric pressure sterilizers (using hot air or direct flame contact). Among the continuous pressure sterilizers are: cooker-cooler pressure sterilizer, continuous rotary pressure sterilizers, Hydrostatic and Hydrolock sterilizer. With respect to continuous atmospheric-pressure sterilizers studied, these were: Ekelund, Steriflame and the rotary atmospheric pressure sterilizer.

Keywords: thermal process, retorts, sterilizers.

Introducción

En la conservación de alimentos el tratamiento más usado a lo largo de la historia ha sido el uso de calor, esto debido a que el uso de altas temperaturas inhibe el crecimiento de microorganismos evitando así el deterioro del producto y mejorando su calidad (Jelen, 1985).

El tratamiento térmico de productos envasados ha sido una técnica utilizada desde principios de 1800, como un proceso de conservación que genera un producto auto-estable y vida de anaquel amplia (Jelen, 1985); el procedimiento se basa en colocar el alimento dentro de un envase herméticamente sellado y aplicar calor por un determinado tiempo, hasta alcanzar la esterilidad comercial o eliminación de los microorganismos patógenos y sus esporas en el producto (Jelen, 1985; Fellows, 2000; Sharma et al., 2000).

En la actualidad, no sólo se considera la esterilización comercial como el objetivo principal sino también, minimizar el daño de ciertas características sensoriales y nutritivas del alimento tratado; para lo cual se busca el uso de tratamientos térmicos menos severos y el desarrollo de equipos que preserven la calidad de los alimentos tratados (Jelen, 1985; Fellows, 2000).

En la selección del tratamiento térmico y equipo a utilizar para que cumpla los objetivos mencionados anteriormente es necesario considerar: la acidez del producto, la carga microbiana y sobre todo el microorganismo deteriorativo o patógeno presente; además de la naturaleza del medio de calentamiento; el tamaño, material y conductividad térmica de la lata; así como el tipo de transferencia

(convectiva o conductiva) dentro del alimento (Jelen, 1985; Sharma et al., 2000).

Revisión bibliográfica

Antecedentes

El tratamiento térmico de alimentos empacados surge a principios del siglo XIX, cuando el francés Nicolás Appert desarrolló una técnica de conservación utilizando frascos de vidrio llenados con diferentes alimentos, los cuales eran sellados y posteriormente calentados por un determinado tiempo en un baño de agua hirviendo. Unos años después, en 1810, el inglés Peter Durand realizó la primera patente de la técnica de enlatado tomando como base los conceptos de Appert, pero utilizando como envase una lata de acero cubierta con estaño. En 1860 se realizó una mejora al proceso de enlatado por Isaac Solomon, al agregar cloruro de calcio al baño donde se daba el tratamiento térmico, reduciendo del tiempo de proceso al incrementar la temperatura del medio por arriba de la temperatura de ebullición del agua. (Jelen, 1985; Blumenthal, 1990; Holdsworth, 1992; AMCORE, 2006; Stack, 2006).

El avance tecnológico más importante del siglo XIX fue la invención del cocedor a presión o retorta por A. Shriver en 1874, este equipo permitió el control de la temperatura durante el proceso. En los primeros años del siglo XX, surgieron nuevas patentes de procesos que terminaron en el desarrollo en 1921 del empacado aséptico; una tecnología donde el alimento y su envase son esterilizados por separado, para después en un medio aséptico llevar a cabo el llenado y cerrado

de los envases. Desde entonces y hasta la actualidad, los productos esterilizados han tenido un gran auge, teniendo un amplio desarrollo tanto en equipos como en envases (Holdsworth, 1992; e-CANNED, 2001; Rizvi, 2002).

A partir de la segunda mitad del siglo XX, diversas compañías generaron modificaciones al modelo clásico de la retorta, generando equipos que aseguraban un proceso adecuado para el alimento, al mantener la temperatura asignada de manera uniforme (Ramswamy y Marcotte, 2006).

Métodos de esterilización de alimentos preenvasados

Esterilizadores discontinuos siguen siendo muy utilizados, a pesar de la gran cantidad de mano de obra, energía y agua que requieren en comparación con los esterilizadores de sistemas continuos. Sin embargo pueden albergar envases de tamaños diferentes y emplearse en distintos tipos de proceso. Por su orientación se clasifican en verticales u horizontales, las autoclaves de tipo vertical (carga y descarga por la parte superior) (Fig. 1) requieren menos espacio que las autoclaves horizontales, aunque éstas últimas son más fáciles de cargar y descargar ya que la colocación de la tapa es lateral (Fig. 2). (Brennan et al., 2000).

El uso de este tipo de esterilizadores está recomendado para fabricación de grandes cantidades de alimentos diferentes y cuyo envase es de tamaño variable, ya que aportan la flexibilidad suficiente para responder de forma eficiente a las variaciones de tiempo y temperatura (Brennan et al., 2000).

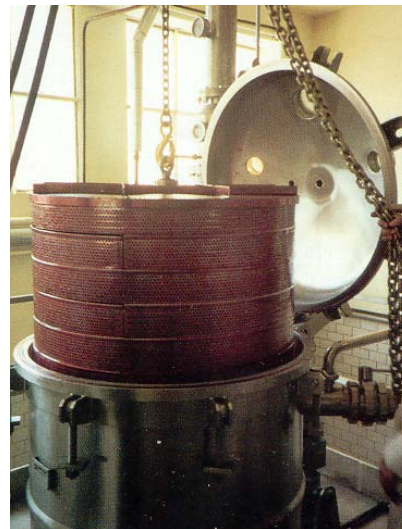


Fig. 1. Autoclave vertical discontinua (Bosques – Molina, 2007).



Fig. 2. Autoclave horizontal discontinua (Bosques – Molina, 2007).

Las autoclaves discontinuas, se clasifican dependiendo del sistema de calentamiento, en:

a) Autoclave de vapor

Algunos equipos discontinuos o intermitentes están hechos de acero inoxidable y emplea como medio de calentamiento vapor de agua, que genera condiciones de sobre-presión al sistema de esterilización con lo que la temperatura aumenta y el tiempo de tratamiento disminuye. Esta versión

simple consta de un controlador para la temperatura de vapor y la presión en el interior; este equipo presenta una excelente distribución de temperatura lo que lo hace apropiada para procesos con latas de aluminio, frascos de vidrio, contenedores de plástico y envases flexibles (Ramswamy y Marcotte, 2006). Un diagrama del equipo y su instrumentación se presenta en la figura 3.

- 1) circulación forzada de vapor-aire para asegurar la uniformidad en la distribución de calor en toda la retorta,
- 2) un proceso de ventado, resultando en un importante ahorro de energía,
- 3) un control preciso de la mezcla de vapor-aire en el proceso, que resulta en un menor tiempo, aumento en la productividad y una calidad consistente,
- 4) un control adecuado de

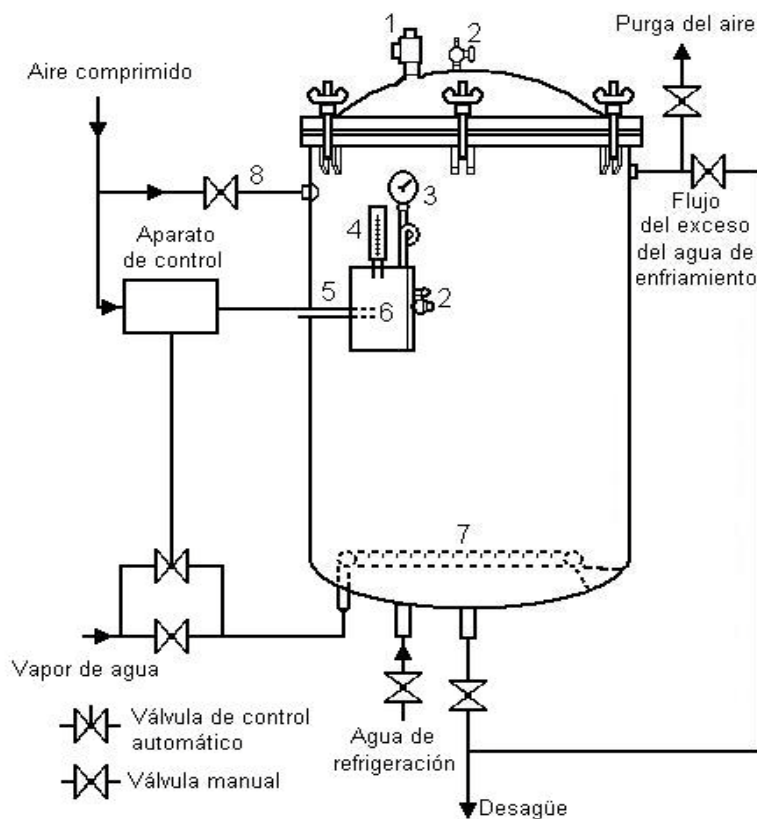


Fig. 3. Autoclave discontinua vertical de vapor. 1. Válvula de seguridad, 2. Válvula de escape para sangrar el vapor de agua durante el procesado, 3. Manómetro, 4. Termómetro, 5. Elemento sensor del aparato de control. 6. Caja con los indicadores de temperatura, 7. Distribuidor del vapor de agua, 8. Entrada de aire a presión para el enfriamiento (Brennan, 2006).

b) Autoclave con mezcla de vapor-aire

El autoclave que opera con una mezcla de vapor de agua y aire como el que se muestra en la figura 4, tiene las siguientes características:

temperatura de agua de enfriamiento manteniendo tasas de recuperación de temperatura y presión compatibles con el proceso, que minimiza la energía empleada y evitan la disminución de presión, y 5) reducción del tiempo de

proceso y las características óptimas de transferencia de calor, que permite al alimento mantener más de sus características naturales (Jackson y Shinn, 1979; Ramswamy y Marcotte, 2006).

circula a través del intercambiador de calor donde es calentada por vapor. La válvula de vapor es automáticamente monitoreada, dependiendo de los parámetros de temperatura programados. El agua condensada es automáticamente es drenada y

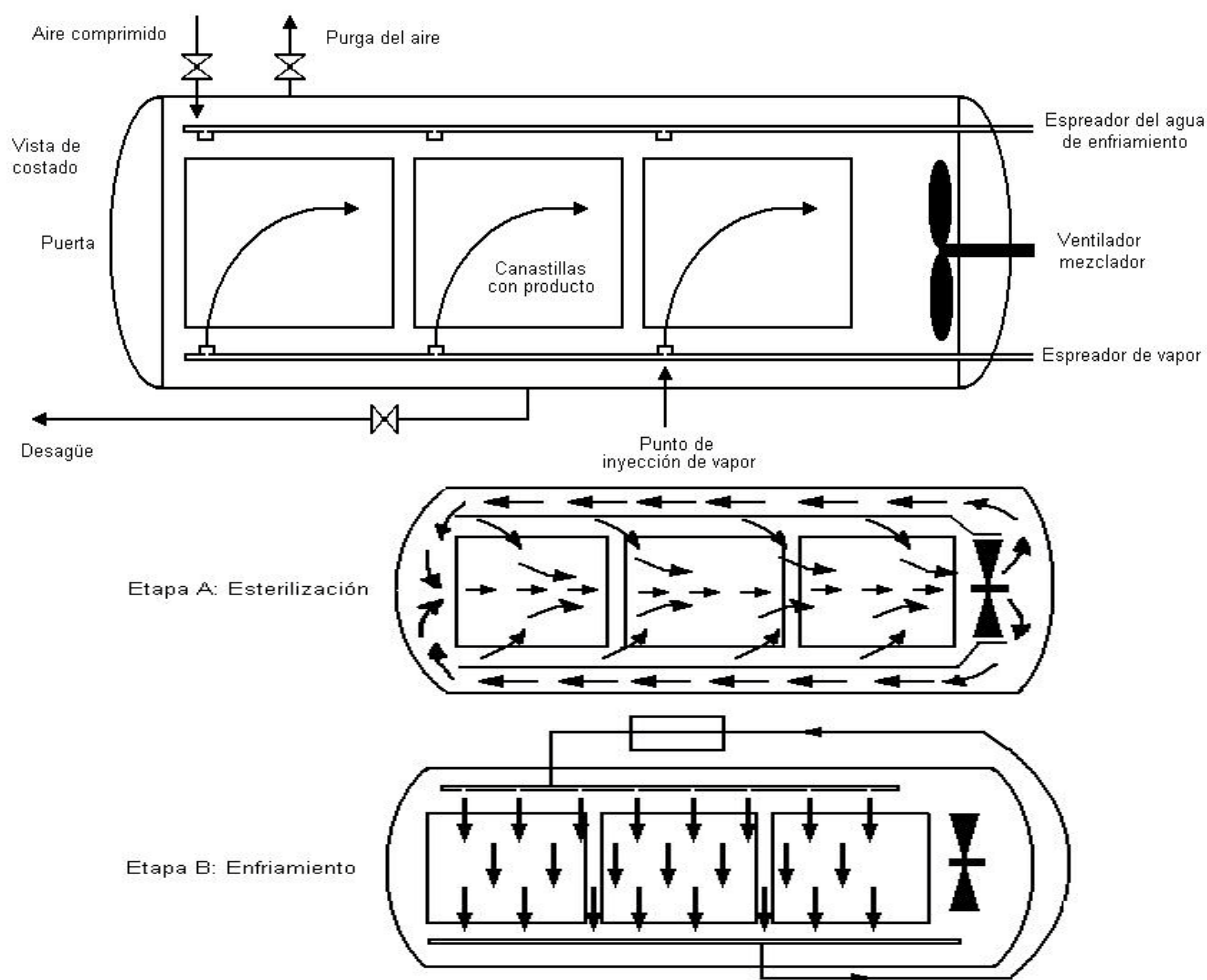


Fig. 4. Autoclave con mezcla de vapor – aire (Holdsworth, 1992; Richardson y Selman, 1991).

c) Retorta con esparado de agua

En la retorta de agua en esparada, como lo muestra en la figura 5, una pequeña cantidad de agua es almacenada en la parte superior de la retorta y circulada por una bomba con un flujo alto y esparada en los contenedores. Esta cantidad de agua

regresada al calentador. La presión es controlada por inyección o venteo de aire comprimido. La cantidad de agua que entra en el sistema y que viene del intercambiador es automáticamente monitoreada, dependiendo de los parámetros programados. El intercambiador permite el uso de varias calidades de agua, si problemas

de mezclarlas con el agua de proceso que esta en contacto con los contenedores (Ramswamy y Marcotte, 2006).



Fig. 5. Autoclave con esperado de agua (FMC Food Tech, 2007)

d) Retorta de inmersión completa en agua

En retorta de inmersión en agua, cierta cantidad de agua precalentada a una temperatura establecida y almacenada es almacenada en el tanque que esta situado encima de la retorta. Después de la colocación del producto, el agua caliente almacenada se transfiere al interior de la retorta. Una parte del agua en el interior de la retorta se recircula con una bomba para ser calentada con vapor y de esta manera mantener la temperatura constante en el interior durante el tiempo de tratamiento. Para el enfriamiento, el agua que se encuentra en la retorta pasa a través de un intercambiador de calor donde es gradualmente enfriada (Lagarde, 2007). Un esquema de este tipo de retorta se muestra en la figura 6.

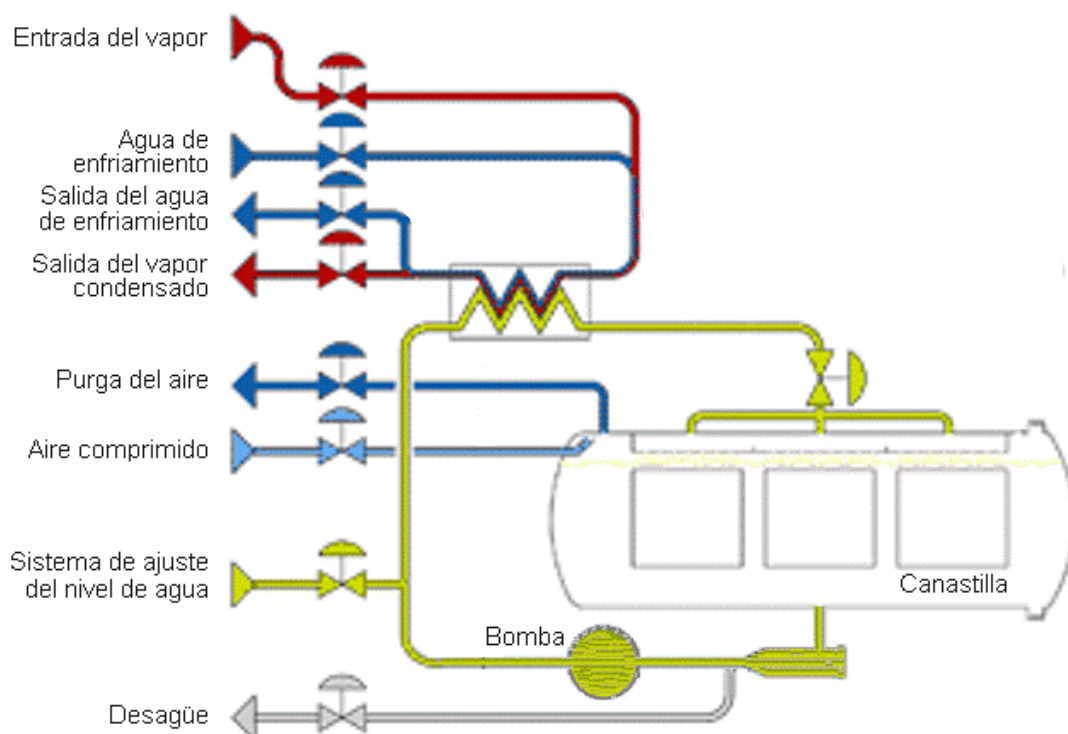


Fig. 6. Autoclave de inmersión completa en agua (Lagarde, 2007).

e) Retorta Crateless

La retorta Crateless, como se muestra en la figura 7, es un sistema semicontinuo que permite seleccionar el tamaño y configuración en función de la velocidad de la línea, el tamaño de lata, los requerimientos de cocción, y disponibilidad de espacio. Esta retorta está diseñada para utilizar temperaturas hasta de 132°C (270°F). Las aplicaciones más comunes son vegetales de baja acidez, tomates, comida para animales, pescado, y productos cárnicos. En la primera etapa del proceso la retorta es llenada con agua para amortiguar, cierta cantidad de ésta es desplazada por las latas al momento del cargado de la autoclave. Las latas son llevadas al interior de la autoclave por medio de una banda transportadora y cuando la autoclave está llena, se reemplaza el agua por vapor e inicia el tratamiento térmico. Una vez terminado el tratamiento, la retorta es nuevamente llenada con agua a presión para llevar a cabo el enfriamiento y finalmente las latas son descargadas al final al sistema de canal para el enfriamiento

final, donde la temperatura es constantemente monitoreada (Málo Inc., 2007; Ramswamy y Marcotte, 2006).

Esterilizadores continuos. Este tipo de esterilizadores puede realizar el tratamiento térmico utilizando vapor de agua o agua caliente a presiones mayores a la atmosférica, o bien a presión atmosférica utilizando aire caliente o flama directa. Los esterilizadores continuos a presión funcionan para varios tipos de latas sin requerir cambios mayores, por otro lado los esterilizadores a presión atmosférica se pueden utilizar para latas pequeñas capaces de soportar las altas presiones desarrolladas en su interior (Ryan et al., 1976; Brennan et al., 2000).

Esterilizadores a presión continuos

- i. *Calentador-enfriador, a presión, continuo* es un esterilizador que no permite la agitación del contenido de los envases. Arrastrados por transportadoras de rodillos o cadenas, los envases atraviesan las secciones de

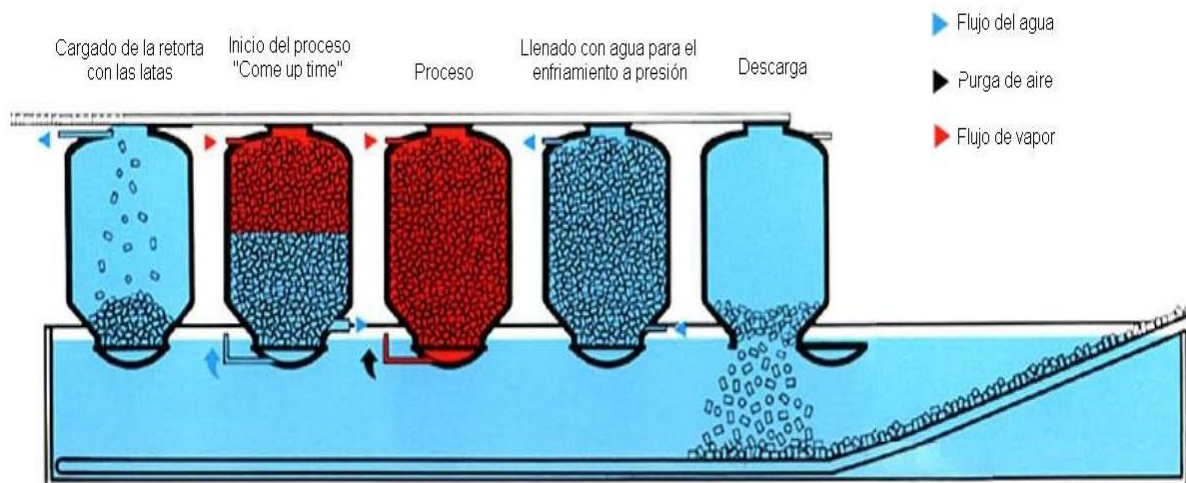


Fig. 7. Retorta Crateless (Málo Inc., 2007).

- precalentamiento, esterilización y enfriamiento. Cada una de estas secciones se encuentra a diferentes presiones (Brennan et al., 2000).
- ii. *Esterilizadores rotatorios*, en este tipo de equipo como se puede apreciar en la figura 8, los envases pasan de manera continua desde la cerradora a una bobina de tipo revolver que gira lentamente desplazando los envases a través de un espiral estático interno. Utilizando un sistema de esclusas de presión para la entrada, la salida y el paso entre una sección y otra. El contenido de los envases se ve agitado por el giro y el desplazamiento, a medida que los envases recorren el espira; lo anterior permite que la penetración de calor en producto sea mayor, reduciendo el tiempo de tratamiento. Una vez terminado el tratamiento térmico, los envases son transportados de la misma manera a una unidad de enfriamiento que utiliza el mismo sistema, haciendo el proceso de enfriamiento más lento. Los esterilizadores rotatorios son adaptables a varios tipos de productos

y tamaños de envase, además de tener una buena capacidad y un procesado uniforme, si se tiene control de la viscosidad del producto y el espacio de cabeza. Sin embargo, cualquier avería es grave debido a la cantidad de envases que se procesa y por otro lado si no se tiene el control adecuado pueden generarse deformaciones en el producto por cambios de presión y choques térmicos (Brennan et al., 2000; Ramswamy y Marcotte, 2006; FMC Food Tech, 2007a).

- iii. *Esterilizador hidrostático*, este tipo de equipo ha incrementado su uso desde 1936, año en que se utilizó por primera vez en Europa. El proceso se efecto desplazando los envases a través de una torre de vapor cuya presión dentro del equipo es soportada por la presión de agua. El sistema de transportación de los envases está constituido por cadenas de rodillos gemelos con soportes transversales, los recipientes son arrastrados en posición horizontal para facilitar la transferencia de calor en el interior. Entre sus ventajas se encuentran: 1) minimizan el choque

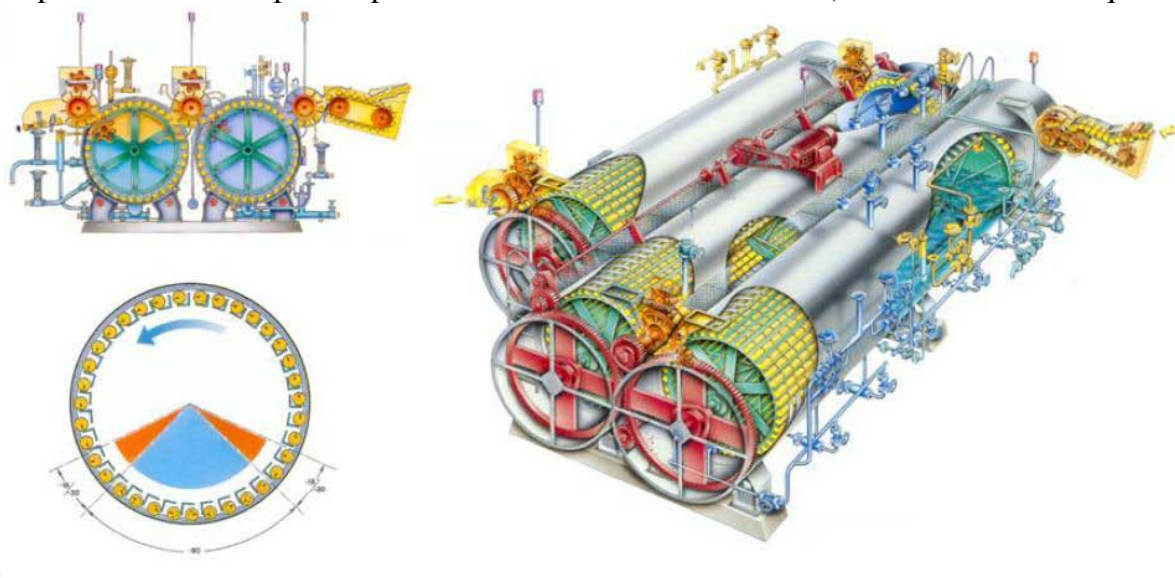


Fig. 8. Esterilizador continuo rotatorio (FMC Food Tech, 2007a).

térmico y por presión del alimento o el envase, 2) permiten un alto grado de automatización, 4) tiene una buena eficiencia en el uso del vapor y el agua, 5) proporcionan control del proceso y un tratamiento térmico uniforme de los envases, 6) las características de los envases que se pueden esterilizar incluyen diferentes tamaños y materiales (plástico, vidrio o metal), 7) requieren superficies no muy grandes sin embargo puede alcanzar 20m o más de altura tal como se muestra en la figura 9, 8) Pueden tener diversas capacidades de entre 60 y 1000 latas por minuto. Algunas marcas como la FMC FoodTech permiten utilizar diseños de cadenas simples, dobles o triples, así como carga y descarga cuidadosa de los envases (Brennan et al., 2000; Ramswamy y Marcotte, 2006; FMC Food Tech, 2007b).

horizontal capaz de soportar altas presiones, a lo largo del cual son arrastrados los recipientes que se encuentran en contenedores movidos por cadenas, como se muestra en la figura 10. Este sistema permite el tratamiento continuo de latas a través de una mezcla vapor aire, de manera similar al esterilizador hidrostático, con la diferencia de que las latas son introducidas y extraídas del ambiente presurizado a través de una válvula rotatoria que lo deposita en un baño de agua y pasan después a la cámara presurizada con vapor. Después de el tiempo de tratamiento térmico, los envases se preenfían y salen a través de la válvula rotatoria para el enfriamiento atmosférico antes de la descarga. Esta máquina permite economizar vapor, espacio, mano de obra y agua sin embargo la válvula rotatoria puede generar daño en la lata



Fig. 9. Esterilizador hidrostático (FMC Food Tech, 2007b).

- iv. *Esterilizador Hydrolock* Introducido a mediados de la década de los sesenta, consta de un recipiente cilíndrico

por la presión ejercida durante la carga y descarga (Brennan et al., 2000).

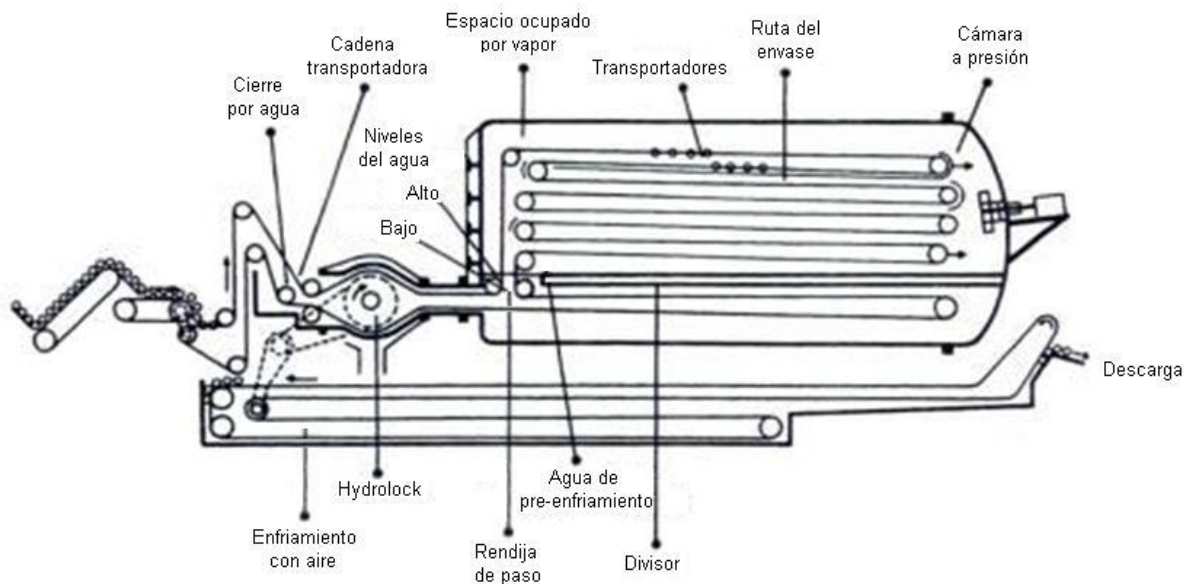


Fig. 10. Esterilizador Hydrolock (Karel y Lund, 2003).

Tanto el esterilizador hidrostático como el Hydrolock los envases que contienen a los alimentos son procesados horizontalmente para asegurar que la agitación del contenido permita un calentamiento uniforme (Fellows, 2000).

Esterilizadores continuos a presión atmosférica

- i. Esterilizador Ekelund de aire caliente ha sido utilizado para esterilizar leche en envases metálicos, en países como Suecia. El proceso involucra precalentamiento de la leche y posteriormente se envasa en latas estériles que después de cerrarlas se transportan a la parte más alta de una cámara, calentada a 145°C por convección forzada con aire, de donde a través de rieles bajan rodando. El tratamiento térmico se da en un tiempo de 15 minutos, después de los cuales los envases son enfriados con agua (Brennan et al., 2000).
- ii. Esterilización a la flama (Steriflame), es un proceso de calentamiento rápido en el cual los envases metálicos son

precalentados en una cámara con vapor de agua y pasan a la cámara de esterilización (tal como se muestra en la figura 11) a través de un movimiento rotatorio (120 rpm) entrando en contacto directo con una flama producida por la combustión de un gas a una temperatura de entre 1300 y 1770 °C. Los envases se calientan hasta de 97°C a 125°C en aproximadamente 45 segundos y después pasan a una cámara de retención la cual esta calentada con vapor y posteriormente son enfriados con agua. El corto tiempo de procesamiento genera alimentos de alta calidad y reduce el consumo de energía en un 20%, en comparación con el enlatado comercial. Sin embargo este tipo de esterilización es sólo recomendada para alimentos líquidos y determinados productos en salmuera, jarabe o jugo envasados en latas pequeñas, ya que la presión generada dentro del producto (275×10^3 Pa a 130°C) puede generar la explosión del envase; además a diferencia de los sistemas calentados

por vapor o aire, el proceso no tiene un control tan exacto (Brennan et al., 2000; Fellows, 2000; Pflug y Gould, 2000).



Fig. 11. Esterilizador a la flama vista externa e interna (Jorgensen Engineering, 2007).

- iii. Esterilizador rotatorio a presión atmosférica, como se puede ver en la figura 12, es un sistema que de manera automática y continua puede esterilizar productos alimenticios envasados en contenedores cilíndricos. Consiste en una coraza de calentamiento y otra de enfriamiento, independientemente controladas, donde los envases son ingresados a través de un riel de tipo revolver que los transporta por el interior iniciando la agitación del producto lo que incrementa el intercambio de calor, alcanzando hasta

temperaturas de hasta 100°C. Una vez realizado el calentamiento, los envases son transportados a una segunda coraza donde el enfriamiento se da de manera similar (Ramswamy y Marcotte, 2006; FMC Food Tech, 2007c).

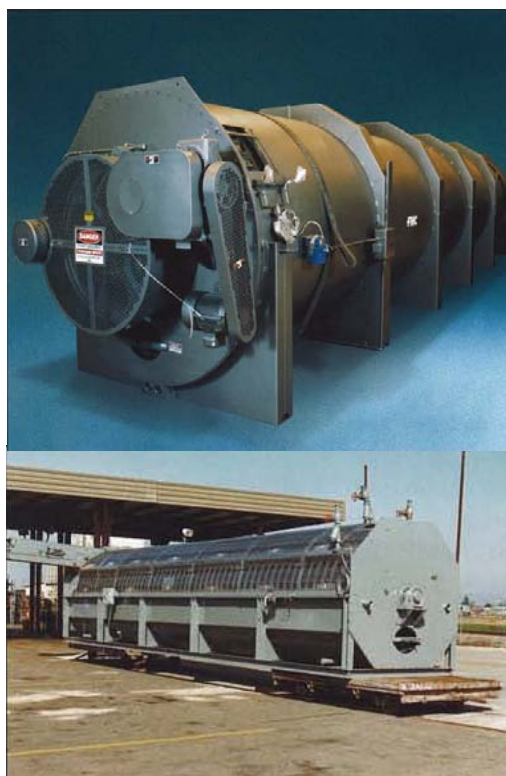


Fig. 12. Esterilizador rotatorio a presión atmosférica (FMC Food Tech, 2007c).

Conclusiones

Realizando una comparación entre los esterilizadores discontinuos y los esterilizadores continuos, se puede decir que: los esterilizadores discontinuos han sido hasta la fecha los más utilizados en la industria procesadora de alimentos por calor, a pesar de consumir mayor cantidad de mano de obra, energía y agua. Asimismo, en los esterilizadores discontinuos y continuos a presión se pueden procesar envases de tamaños diferentes y emplearse en distintos tipos de procesos, a diferencia de los

esterilizadores continuos a presión atmosférica en los cuales se usan latas pequeñas generalmente.

Los esterilizadores continuos tienen una capacidad de proceso mayor que los esterilizadores discontinuos y una mayor posibilidad de proporcionar un procesado uniforme en el producto, beneficiando a la calidad del mismo. Sin embargo, las deformaciones debidas a la presión y el choque térmico pueden ser más frecuentes, y las consecuencias en caso de ésta o de una avería son muy graves, debido a la gran cantidad de envases procesados.

En cuanto a costos, los esterilizadores continuos son de significativamente mayor costo que los esterilizadores discontinuos. A pesar de ello, su uso se está incrementando cada vez más, debido a las necesidades actuales de los consumidores hacia los productos procesados térmicamente, las cuales exigen un producto seguro, con características sensoriales y nutrimentales satisfactorias.

Referencias

- AMCOR. 2006. *The history of Canning*. <http://www.can-news.com.au/files/library/pdfs/History-can.pdf>, accesada 16/10/2007.
- Blumenthal, D. 1990. *The Canning Process: Old Presercation Technique Goes Modern*. FDA Consumer Magazine, No. 7 <http://www.fda.gov/bbs/topics/CONSUMER/CN00042a.html>, accesada 15/10/2007.
- Bosques – Molina, E. 2007. *Autoclave, apuntes de tecnología de frutas y hortalizas I*. Universidad Autonoma Metropolitana. Inédito. <http://docencia.izt.uam.mx/elbm/233210/index.htm>, accesada 15/10/2007.
- Brennan, J. G. (Ed.). 2006. *Food processing handbook*. Wiley-VCH. Alemania. pp. 53 – 63.
- Brennan, J. G., Butters, J. R., Cowell, N.D., Lilley, A. E. V. 1998. *Las operaciones de la ingeniería de los alimentos*. 3ª edición. Editorial Acribia. España. pp.319 – 332.
- e-CANNED. 2001. *Current State Assessment Report, Deliverable 2.1*. <http://www.anfaco.es/ecanned/docs/D2.1.pdf> pp. 4 – 6, accesada 16/10/2007.
- Felows, P. J. 2000. *Food processing technology. Principles and practice*. Woodhead Publishing Limited. 2a edición. Inglaterra. pp. 250 – 253.
- FMC Food Tech. 2007. *Steam Water Spray™ Automated Batch Retort*. http://www.fmctechnologies.com/upload/sws_spanish.pdf, accesada 02/11/2007.
- FMC Food Tech. 2007a. *Continous Rotary Pressure Sterilizer*. <http://www.fmctechnologies.com/upload/rotaryrps.pdf>, accesada 03/11/07.
- FMC Food Tech. 2007b. *Hydrostatic Sterilizer*. http://www.fmctechnologies.com/upload/hydrostatic_001.pdf, accesada 03/11/07.
- FMC Food Tech. 2007c. *Continuous Rotary Atmospheric Sterilizer*. [http://www.fmctechnologies.com/upload/rotaryatmospheric\(pdf,411kb\).pdf](http://www.fmctechnologies.com/upload/rotaryatmospheric(pdf,411kb).pdf), accesada 03/11/07.
- Holdsworth, S. D. 1992. *Aseptic processing and packaging of food products*. Elseviere Science Publishing Co. Gran Bretaña. pp. 10 – 15.
- Jackson, J. M. y Shinn, B. M. 1979. *Fundamentals of food canning technology*. Editorial AVI publishing Company. Connecticut, E.E.U.U. pp. 174 – 178.
- Jelen, P. 1985. *Introduction to Food Processing*. Reston Prentice Hall, Inc. Nueva Jersy, E.E.U.U. pp. 236 – 241.
- Jorgensen Engineering. 2007. *Filling lines for sweetened condensed milk*. <http://www.jorgensen.dk/solutions.php?id=scm>, accesada 03/11/2007.
- Karel, M. y Lund, D. B. 2003. *Physical Principels of Food Preservation*. 2a Edición. CRC Press- Nueva York, E.E. U.U. p. 230.
- Lagarde. 2007. *Full Water Immersion/ Technology*. <http://www.lagarde-autoclaves.com/php-gb/fo/page.php?page=techno1.htm>, accesada 02/11/2007.
- Mãlo Inc. 2007. *Mãlo Crateless Retort*. <http://maloinc.com/crateless-retort.htm>, accesada 02/11/2007.
- Pflug, I. J. y Gould, G. W. 2000. *Heat treatmen*. En B. M. Lund, A. C. Baird – Parker y G. W. Gould. *The microbiological safety and quality of food*. Vol. I Aspen Publisher. Maryland, E.E. U.U. p 55.

- Ramswamy, H. y Marcotte, M. 2006. *Food Processing. Principles and Applications*. Taylor & Francis. Nueva York. pp. 126 – 127.
- Richardson, P. S. y Selman, J. D. 1991. Heat processing equipment. En J. A. G. Rees y J. Bettison. *Processing and packaging of heat preserved foods*. AVI publishing. Nueva York. p. 53.
- Rizvi, S. 2002. *Food Processing and Preservation Technologies*. Cornell University. <http://ip.cals.cornell.edu/courses/intag402/readings/processingtech.pdf>, accesada 15/10/2007.
- Ryan J. P., Barrera E. A., Laymon R. T. y Ziemba J. V. 1976. 3-in-1 hydrostatic cooker replaces 33 retorts. *Food Process*. 37(2): 54 – 56.
- Sharma, S. K., Mulvaney, S. J. y Rizvi, S. S. H. 2000. *Food Process Engineering. Theory and laboratory experiments*. Wiley-Interscience. A John Wilwy & Sons, Inc., Publication. Canada. pp.96 – 97.