

Modernizando la industria

Masajeo computerizado de la carne

Marta Xargayó y Josep Lagares



Los autores presentan los fundamentos de los sistemas de vanguardia de masajeo computerizado para productos cárnicos cocidos y demuestran las ventajas competitivas que ofrecen al procesador.

INTRODUCCIÓN

Teniendo en cuenta todas las características relacionadas con la fase de masaje, del artículo de “Procesos de fabricación de productos cárnicos cocidos de músculo entero III: Masaje”, que nos muestra la necesidad del masaje para la obtención del ligado muscular y la retención de agua en los productos cocidos, se concluye que es indispensable conocer muy bien todas las alternativas posibles, especialmente, la efectividad y versatilidad de los sistemas, para procesar un gran número de productos diferentes, ya que cada uno de ellos requiere un ciclo de masajeo distinto, sujeto a alteraciones importantes según sea la categoría del producto terminado.

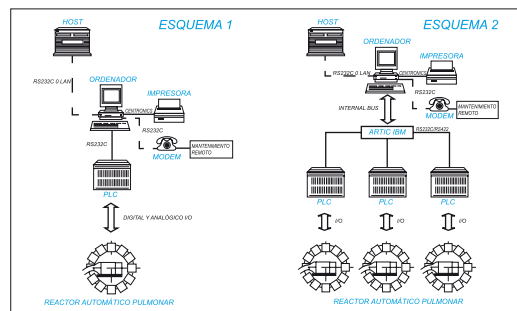
En todo caso, el logro de un buen producto cárnico cocido, acertado desde el punto de vista tecnológico, no es fruto del azar y la fase de masajeo juega un papel importante en la obtención del resultado deseado. Los equipos encargados del proceso descrito anteriormente deben ser capaces de hacer frente a un importante número de variables, que definirán cada uno de los productos cárnicos, de una manera tan particular como si fueran un documento de identidad. La satisfacción de tales especificaciones conducirá a un producto estándar, de una calidad definida, facilitándole a los fabricantes de productos cárnicos, un control riguroso de los procesos, con un mínimo de riesgos durante la fase productiva. Los equipos masajeadores o reactores, han evolucionado en respuesta a los requisitos y demandas de los productos y del mercado. Actualmente, prácticamente todas las máquinas tienen un sistema de vacío; pero todavía están muy limitadas en cuanto a la versatilidad y automatización, lo cual dificulta la producción de la planta.

La automatización del masajeo de la carne es muy importante si se quiere evitar el desperdicio innecesario de tiempo y, especialmente, prevenir errores humanos. Estos objetivos se pueden alcanzar por medio de la entrada de los datos sobre el masajeo, en la memoria de una computadora, encargada de regular la operación de la máquina durante las 24 horas del día.

Debido a la amplia variedad de productos y a los requisitos particulares de cada uno de ellos, es de gran importancia escoger un sistema modelo que cubra todos los casos posibles, no sólo los existentes en el momento de la adquisición sino, también, los productos futuros que determine el mercado.

MASAJEO COMPUTERIZADO

En los últimos años, la maquinaria para el procesamiento de la carne se ha ido mejorando con la aplicación de los adelantos de la ciencia electrónica de vanguardia. El masajeo de productos cárnicos no se ha escapado de esta situación y, tanto la automatización como la computerización, han penetrado en esta parte de la industria. Hoy por hoy, existen sistemas controlados totalmente por computadoras, que no requieren ayuda de operarios. El funcionamiento de esas máquinas, Reactores Pulmonares Automáticos (Automatic Pulmonary reactors - APR), es controlado por medio de Computadoras Personales (Personal Computers - PC) y Controladores de Lógica Programada (Programmable Logic Controllers - PLC), instalados



▲ Esquemas 1 y 2.

en los centros de control de producción. En los esquemas 1 y 2 se pueden apreciar los diagramas de arquitectura hardware de dos sistemas computerizados. En ellos se pueden ver, por otra parte, características estructurales especiales, como son las conexiones de la Red del Area Local (Local Area Network - LAN), de líneas telefónicas, etc.

Los distintos parámetros que definen cada uno de los productos cárnicos específicos son almacenados en la memoria de una computadora que los recibe/transmite de/a el PLC por medio de una conexión serie (RS 232C o ETHERNET). El PLC se encarga del funcionamiento en tiempo real y del control del APR por medio de un sin fin de entradas y salidas de datos analógicos y digitales.

Estos sistemas tienen, normalmente, un carrusel rodeando al APR donde, después de la fase de inyección, se colocan los tanques de maduración conteniendo los diferentes productos cárnicos, para proceder seguidamente al masajeo. Tan pronto como cada uno de los tanques de maduración es colocado en el carrusel, es necesario introducir a la máquina, los datos confirmando la clase de carne que contiene. La información acerca de cada uno de los productos, que previamente ha sido registrada en la memoria de la computadora, será utilizada por el sistema para completar el trabajo.

Los distintos parámetros o variables que son almacenados en la memoria de la computadora y que definen cada una de las fases de masajeo, son los siguientes:

- **Tiempo de masajeo:** Cuanto más largo sea el tiempo de masajeo, mayores son los efectos en la carne, puesto que se obtendrán incrementos de la solubilización y extracción de proteínas miofibrilares. Sin embargo, el tiempo tiene que ser regulado cuidadosamente, porque si el masajeo es excesivo, los resultados pueden ser contrarios a los deseados, pues se afectan tanto la capacidad de retención de agua como la apariencia del corte.

- **Modelo de masajeo:** Dependiendo del sentido de rotación del APR, la máquina puede producir un efecto por impacto o tumbling y un masajeo por fricción o massage de la carne.

Efecto por impacto o tumbling: En este caso, la carne es elevada, por medio de deflectores, hasta la parte alta de la máquina, de donde cae al fondo y golpea con el grueso del producto, generando un intenso efecto mecánico, muy adecuado para los productos de alto rendimiento. Esta clase de masajeo causa una gran separación celular y consecuentemente una óptima solubilización y extracción proteica.

Masajeo por fricción o massage: El efecto mecánico se lleva a cabo por medio de la fricción de los músculos con las paredes y deflectores de la masajeadora produciendo un efecto mucho más suave que el del modelo por impacto. Este tipo de masajeo es muy adecuado para productos en los cuales debe conservarse la integridad de las piezas y de la estructura muscular, pero consiguiendo, a la vez, una solubilización suficiente de proteínas para lograr el ligado muscular.

Los dos patrones de masajeo corresponden a clases muy diferentes de productos, pero existen muchos otros, con los cuales hay que usar un proceso intermedio, o una combinación de los dos modelos descritos. La selección de la combinación óptima de las dos opciones será necesaria para introducir los datos específicos de cada producto, en la memoria de la computadora.

- **Velocidad de giro del APR:** Además de los diferentes efectos producidos por los diferentes tipos de masajeo explicados anteriormente, su efectividad se verá influenciada por la velocidad a la que gira la máquina. Es evidente que, a una mayor velocidad, se obtendrá una solubilización proteica más alta, pero también una ruptura mayor de los músculos. Por esa razón, es indispensable encontrar un punto de equilibrio para cada producto. Los equipos dan la posibilidad de escoger diferentes clases de movimiento; desde uno de acción violenta, hasta uno suave o muy suave, según la velocidad de rotación del APR.



- **Ambiente interno:** En cuanto a la atmósfera interna de masajeo, es posible escoger entre varias opciones: Vacío de Alta Calidad (menos de 1mm Hg), Presión y Acción Pulmonar (alternancia de vacío y sobrepresión).

- **Temperatura de la carne:** El funcionamiento mecánico del proceso de masajeo tiende a incrementar la temperatura de la carne y, aunque la eficiencia de la operación es mayor a temperaturas altas, eso conlleva el peligro de contaminación bacteriológica. Por esta razón, los sistemas tienen una camisa refrigeradora incorporada (donde circula un agente refrigerante a través de un laberinto instalado alrededor del APR) que garantiza la obtención de la carne masajeada a la temperatura adecuada, evitándose el riesgo de contaminación y dándole al operario la oportunidad de trabajar cómodamente durante la fase de inyección.

Los sistemas realizan el control de la temperatura de cada una de las partidas por separado, mediante unos sensores especiales que miden la temperatura de la carne. La computadora ajusta el tiempo de enfriamiento necesario para mantener la temperatura de la carne dentro de un margen de +/- 0,50°C, respecto a la temperatura de maduración deseada, y a lo largo de todo el proceso.

- **Períodos de maduración:** La combinación de masajeo y maduración resulta en la búsqueda extracción y solubilización de las proteínas

musculares. Es muy importante que el tiempo de maduración sea por lo menos de 24 horas para conseguir buenos resultados del masajeo y de distribución del color. Al combinar cierto tiempo de masajeo con varias horas de reposo se han obtenido excelentes resultados, dando lugar a la solubilización de proteínas, las cuales, como ya se ha dicho, forman el exudado.

- **Tamaño de los lotes/cargas:** El número de tanques de maduración que forman los lotes y que serán cargados automáticamente en el APR es totalmente programable (uno, dos o tres, dependiendo del modelo). El resultado final de todo el proceso de masajeo (especialmente en el caso del masajeo por impacto) dependerá de la altura de la caída de la carne y por lo tanto, el tamaño de la carga o lote a ser procesado, deberá tenerse en cuenta como un factor, antes de proceder con el ciclo de masaje. Esto quiere decir que hay más posibilidades de determinar el masajeo exacto de cada producto, haciendo uso de la misma máquina.

Con todos estos parámetros jugando un papel en la definición del producto terminado, los tecnólogos cárnicos tienen en sus manos un espectro amplio, para hacer selecciones y ajustes de acuerdo a cada producto en particular.

- **Programas complementarios:** Además de las instalaciones de producción descritas en los párrafos anteriores, estos sistemas computerizados pueden hacer uso de programas muy poderosos, que complementan muy bien el proceso de masajeo. Los usuarios de estos sistemas tienen a su disposición, entre otras, las siguientes utilidades:

- **Programas diarios de producción:** Incluye la generación optimizada de cronogramas, horarios e informes diarios de producción. La computadora del sistema puede enviar la información a la computadora principal del establecimiento (ver esquemas 1 y 2).

- **Control a tiempo real de operaciones y procesos:**

El control se realiza con el uso de los programas individuales para cada uno de los productos, almacenados en la memoria del sistema y que pueden ser modificados para manejar lotes/cargas de menos de 900 Kg. Cada programa contiene la información de los parámetros de masajeo y una lista de los productos incompatibles (las incompatibilidades pueden estar basadas en la diferencia de salmueras, variaciones de sabor, origen de la carne, etc.). El acceso a todos estos datos está generalmente protegido por un sistema de contraseñas (password), el cual restringe el acceso a la información sobre los productos a fabricar, pudiendo acceder solamente a ésta los principales responsables del centro productivo, evitándose así errores por parte de los operarios.

- **Proceso automático de limpieza - CIP:**

La computadora detecta las incompatibilidades entre el contenido de los distintos tanques de maduración y el programa especial de limpieza CIP (Cleaning-In-Place), que normalmente es instalado en estos sistemas, inicia la limpieza automática del APR. Normalmente, siempre se ejecuta un proceso de limpieza al final de un ciclo automático de maduración.

- **Control de la temperatura de la carne on-line:**

Una sonda interna controla continuamente la temperatura de la carne y según sea la temperatura de consigna del producto, descrita en la fórmula de masaje, irá activando o desactivando la entrada de refrigerante en la camisa de frío. Es interesante disponer de un sistema de alarmas para que, en el caso que la temperatura no descienda en el tiempo previsto, avise al responsable y puedan actuar en consecuencia.

- **Asistencia de mantenimiento:** Estos sistemas avanzados normalmente funcionan con sensores que cuentan las horas de trabajo. Cuando una operación de mantenimiento es necesaria, por ejemplo, el cambio de aceite hidráulico de una

sección del APR, un mensaje aparece en la pantalla del computador y es impreso en el informe diario de producción. Además la asistencia de mantenimiento suministra instrucciones cuando se le consulta sobre cualquier operación de mantenimiento. La información pertinente puede ser consultada en pantalla o impresa.

- **Servicio de alarma:** El programa es capaz de diagnosticar cualquier operación incorrecta de la máquina. Cuando esto ocurre, la computadora muestra un mensaje de alarma al mismo tiempo que una luz intermitente se enciende en el panel eléctrico. El sistema computerizado ayuda a los operadores a determinar la causa del problema al mismo tiempo que suministra instrucciones en cuanto a cómo proceder para la resolución del mismo.

CONCLUSIONES

En estos últimos años, nuevos métodos de masajeo, técnicas y sistemas han sido desarrollados para la industria de la carne. Los resultados consisten en nuevas tecnologías de masajeo, automatización y computerización. Estos adelantos ofrecen a los nuevos sistemas ventajas competitivas y como consecuencia, un mejor posicionamiento dentro del mercado.

Estas ventajas se manifiestan en la versatilidad, es decir, en la variedad de productos que pueden ser fabricados en la misma línea de producción, asegurando, por lo tanto, una adaptación completa del producto terminado a las demandas específicas de cada mercado. Una ventaja adicional es la regularidad-fiabilidad de funcionamiento del proceso de fabricación de los productos cocidos. Esto significa que siempre se obtendrán los resultados esperados. Es posible que un proceso de fabricación irregular y no fiable, obtenga productos que, al ser analizados, no cumplan con las normas establecidas, mientras que otros pueden excederlas. En ambos casos se ha fracasado, pues las normas reglamentarias no han sido satisfechas. En el caso contrario, el de un sistema que funciona con precisión y fiabilidad, éste proporciona constantemente productos de buena



▲ Unidad computerizada de masaje: THERMOCOMPUTER.

calidad y presentación, algo que los fabricantes estiman mucho, porque refuerza la buena imagen de sus marcas. Otros puntos importantes son los de productividad [una línea de producción altamente eficiente, capaz de producir numerosos productos] y la rentabilidad [cada una de las características mencionadas anteriormente ejerce un efecto positivo en la rentabilidad de la planta procesadora de carne].

Por último, el alto grado de automatización logrado en este campo ha abierto las puertas a la evolución de los productos en cuanto a cualidades estéticas y nutritivas. Por encima de todo, ésto ofrece mayor seguridad al inversionista, con ahorros

considerables debido a la optimización de la producción y costos de mano de obra reducidos.

BIBLIOGRAFÍA

- OCKERMAN H.W., ORGANISCIAK, C.S.: Diffusion of curing brine in tumbled and non-tumbled porcine tissue. J. Food Prot. 41 (1978), 178 - 181
- SIEGEL D.G., THENO D.M., SCHMIDT G.R. : Meat massaging: the effects of salt, phosphate and massaging on the presence of specific skeletal muscle protein in the exudate of a sectionned and formed ham. J. Food Sci. 43 (1978), 327 - 330

- SIEGEL, D.G. ET AL. : Meat massaging: the effects of salt , phosphate and massaging on cooking loss, binding strength and exudate composition in sectioned and formed ham. J. Food Sci. 43 (1978), 331 - 333
- GILLET T.A., CASSIDY R.D., SIMON S.: Ham massaging. Effect of Massaging Cycle, Environmental Temperature and Pump Level on Yield, Bind and color of Intermittently Massaged Hams. J. Food Sci. 47 (1982), 1083 - 1088 & 1095
- SCHEID D. Manufacture of Cook-in-Ham. Fleischwirtsch. 2 (1986), 31 - 34
- CANTONI C. : Il prosciutto cotto. Eurocarni 4 (1988), 58 - 71
- TEIXEIRA A.A., SHOEMAKER CH.F. 1989.: Computerized Food Processing Operations. Van Nostrand Reinhold, New York.
- MULLER W.D.: Tecnología de los productos curados cocidos. Fleischwirtsch. 1 (1990), 66 -70
- MOLINA M, : Fabricación de jamón cocido. La selección de un proceso. (1990).
- XARGAYÓ M. : Proceso de fabricación de jamón y paleta cocidos (III). (1990).
- SOUSSANA 1990.: L'Encyclopedie de la Charcuterie - Système de malaxage contrôlé par ordinateur, 489 -490. 3ème édition, Bar le Duc - France
- FREIXANET LL. : Proceso de fabricación de jamón y paleta cocidos (IV). (1991).
- LAGARES J. : Proceso de fabricación de jamón y paleta cocidos (V). (1991).

AGRADECIMIENTOS

Nos gustaría agradecer al ingeniero Joan Puigferrer y a Mercè Muñoz del Departamento de Ingeniería de METALQUIMIA, así como a Juan Luis Franco del Departamento de Aplicaciones Software de ADASOFT, toda la ayuda prestada en la confección de este artículo.