

ENFRIAMIENTO Y MADURACIÓN DE CARNE BOVINA

Las exigencias del mercado de Estados Unidos en cuanto a los tiempos de enfriado de carnes y las condiciones de maduración de las mismas ha impuesto exigencias de diversa índole en las instalaciones de enfriado de las plantas de faena.

No solo ha afectado la capacidad física del sector de enfriado de carnes sino que además impone condiciones de funcionamiento diferentes de la instalación frigorífica en cuanto a las temperaturas de evaporación, circulación de aire en las cámaras y condiciones de marcha en la sala de máquinas.

Por otra parte la mayor permanencia de las reses en las cámaras frías (36 horas) puede provocar un incremento en la pérdida de peso por desecación (merma), con lo que se tendría un mayor perjuicio desde el punto de vista económico.

De acuerdo a la experiencia recogida en el Equipo de Proyectos del INAC, creemos que es posible realizar algunos procedimientos que a la vez de contemplar las exigencias de los mercados extranjeros no generan perjuicio sobre el producto.

Los procedimientos que mencionaremos en forma no taxativa, hacen necesario cambiar ciertas prácticas en el manejo de las cámaras de enfriado de reses así como en las instalaciones frigoríficas y, sin duda que merecen para cada caso un estudio específico desde el punto de vista de ingeniería y del diseño del sector de cámaras de enfriado de reses.

Hace ya más de 10 años este Equipo colaboró con el Ing. Ind. Haroldo Capurro, fallecido hace unos años, en la evaluación del funcionamiento de un conjunto de cámaras frías diseñadas para una planta de faena, cuyas hipótesis de funcionamiento eran las siguientes:

- a. utilizar en todo el proceso temperaturas de evaporación¹ cercanas al 0 °C, (- 3 °C como mínimo),
- b. un salto térmico² en el evaporador no mayor a un grado Celsius,
- c. una circulación de aire en cámaras del orden de 220 renovaciones por hora³,
- d. una carga uniformemente distribuida en la cámara fría,
- e. la posibilidad de reducir la circulación de aire a medida que el proceso de enfriamiento avanza,
- f. introducir las medias reses sin escurrir el agua de lavado.
- g. que el sistema sea capaz de absorber una importante carga térmica en las primeras dos horas de marcha del proceso, lapso en el que la carga térmica tiene una importante componente de calor latente⁴.
- h. la temperatura de la superficie de la carcasa en el momento del ingreso a cámaras es de 38 °C
- i. luego de las 18 horas de proceso se deberá alcanzar una temperatura media en la carcasa de 6 °C y en la superficie de la misma de 5 °C

La idea central de este desarrollo era evitar la merma en las medias reses (pérdida de agua propia del producto) en el lapso del proceso de enfriamiento (18 horas) a la vez de lograr una mejor calidad de producto y un descenso de pH adecuado para la correcta conservación de la carne.

La instalación frigorífica funciona por recirculación de NH₃ con un índice de 3:1, y dispone de evaporadores de tubos de acero de $\Phi = 1"$, aletas cuadradas de acero de 60 x 60 mm y de espesor 0,3 mm, tres aletas por pulgada, todo el conjunto galvanizado en caliente. Cada evaporador dispone de un colector distribuidor de NH₃ líquido, desde donde se alimenta a cada circuito a través de un orificio calibrado. El sentido de circulación del refrigerante es desde el punto superior hacia el colector de aspiración ubicado en la parte inferior.

Del análisis de los resultados obtenidos durante el ensayo se obtuvieron las siguientes conclusiones:

1. Durante las dos primeras horas de proceso se retiró una cantidad de calor equivalente a 402 Kcal/h por cada media res.
2. La presencia de agua sobre la superficie de la media res provocó el enfriamiento de la misma por evaporación, disminuyendo así la actividad acuosa (A_w) en superficie, y en consecuencia, dificultando el desarrollo bacteriano sobre la misma.

3. Se pudo manejar la velocidad de enfriamiento de modo de evitar el efecto del acortamiento de la fibra muscular por el frío (cold shortening).
4. Luego de 18 horas de proceso se logró una temperatura final de 6 °C para una media res de 118,5 Kg.
5. La merma se redujo a valores cercanos al cero, (este valor se obtuvo controlando el peso de las medias reses y del agua drenada sobre las bandejas de los evaporadores).
6. Para las condiciones de evaporación $t_e \geq -3$ °C se logró evitar el taponamiento de los evaporadores por escarcha, por lo que no fue necesario detener el proceso de enfriamiento para descongelarlos.
7. El momento de mayor exigencia para la generación de frío fueron las dos horas iniciales, dada la necesidad de absorber una importante producción de vapor de refrigerante para poder mantener estable las condiciones de evaporación y por consiguiente de absorción de calor.

Esta experiencia, entendemos, aporta algunos conceptos interesantes en relación a las actuales exigencias de tiempos y temperaturas para el enfriado de reses bovinas, compatible además con las condiciones de maduración de las reses.

Es posible en consecuencia:

- a. Retirar una importante cantidad de calor en las primeras dos horas de proceso sin provocar el acortamiento por frío,
- b. Generar el enfriamiento superficial de la media res mediante la evaporación del agua de lavado,
- c. Mantener la temperatura de evaporación cercana al 0 °C de modo de evitar el escarchado de los evaporadores. A su vez mantener un salto de temperatura en el evaporador del orden de 1° C, así como entre la temperatura del aire que ingresa y la temperatura del refrigerante a la presión de evaporación, (DT del evaporador). En estas condiciones se logra mantener un ambiente con una humedad relativa elevada, a la vez de evitar la formación de niebla en la cámara y la consecuente condensación sobre muros y la infraestructura. Estas condiciones de marcha se corresponden con una importante superficie de intercambio en los evaporadores.
- d. Controlar el caudal de aire circulado en la cámara fría de modo de reducir la circulación a medida que avanza el proceso de enfriado y como consecuencia disminuir la carga térmica sobre el sistema.

Es posible además utilizar otros procedimientos de pre enfriado de reses bovinas, como por ejemplo la "brumización", o el proceso de pre enfriado rápido en continuo. En todos los casos el objetivo es lograr un proceso de enfriamiento correcto con una óptima calidad del producto y mínima pérdida de peso.

Es obvio que para cada planta de faena se deberá realizar el correspondiente estudio de ingeniería y de diseño que posibilite enfriar las reses de acuerdo a las exigencias de tiempos y temperaturas establecidas.

Los recursos tecnológicos y técnicos (PLC, válvulas pilotadas, etc.) disponibles en la actualidad posibilitan un control más eficiente de las condiciones de funcionamiento del sistema, actuando sobre la generación de frío, los evaporadores y la circulación del aire en las cámaras.

Equipo de Proyectos
de la Dirección de Servicios Técnicos
a la Cadena Agroindustrial
INAC

Notas:

1. Se refiere a la temperatura de evaporación del líquido refrigerante en el interior de los tubos del evaporador a la correspondiente presión de evaporación.
2. Diferencia de temperatura entre el aire que entra al evaporador, y el que sale del mismo.
3. Cantidad de veces que el volumen de aire contenido en la cámara pasa a través del evaporador, por unidad de tiempo.
4. Calor intercambiado sin que se produzca cambio de temperatura. En este caso, calor retirado del aire por el evaporador durante el proceso de condensación del vapor de agua sobre la superficie del evaporador.