

## TEMA 10. CONTENIDOS BÁSICOS SOBRE MADURACIÓN DE LA CARNE.

### 1-CONCEPTO

Proceso que consiste en mantener la carne (*post-rigor*) a bajas temperaturas durante un periodo de tiempo suficientemente largo con el fin de que se desarrollen diversos cambios en su estructura y composición, de naturaleza principalmente enzimática endógena. Los cambios conducen a una mejora en la calidad sensorial: aumento de la terneza e intensificación del sabor.

El aumento en la terneza es la consecuencia de la actividad proteolítica endógena que desestructura la organización de las proteínas del sistema contráctil. El desarrollo del flavor se debe a la formación de sustancias sápidas y/o aromáticas relacionadas con reacciones biológicas enzimáticas (la proteólisis o la lipólisis) o no enzimáticas como la oxidación de las grasas.

### 2-IMPLICACIONES PRÁCTICAS

- El interés académico por el tratamiento *post mortem* de maduración de la carne comenzó en los años 1970.
- Las quejas por una excesiva dureza de la carne se presentan **principalmente en el vacuno** por lo que la maduración está muy ligada a la carne de esta especie. No obstante, la carne de cerdo y ovino, también se madura, aunque se requieren tiempos menores. El tiempo mínimo de maduración de la carne es de 2 a 3 días en el caso de ovino, cerdo, ternera de leche. En carnes de vacuno de calidad procedente de animales adultos, es muy conveniente realizar una maduración más larga.
- La limitante en el tiempo de maduración es la **alteración de la carne**, que puede ser por formación de aromas y limosidades de origen microbiano, degradación del color, oxidación de las grasas o desecación.
- Una alternativa tecnológica a la maduración natural de la carne poco desarrollada en España es el marinado de la carne con salmueras que contienen productos que ablandan la carne, obteniéndose preparados cárnicos frescos con mayor terneza y de forma rápida.

### 3-ALGUNOS FACTORES RELEVANTES CON EFECTO SOBRE EL ABLANDAMIENTO DE LA CARNE EN LA MADURACIÓN

- **Genética.** Por ejemplo, según sea la raza de vacuno que se considere, así se ablanda la carne durante la maduración (ver tabla sobre maduración y terneza de carne de vacuno).
- **Tiempo de maduración.** El ablandamiento de la carne aumenta progresivamente durante el tiempo de maduración. El descenso de la dureza con el tiempo se asemeja a una curva exponencial (ver tabla sobre maduración y terneza de carne de vacuno).
- **Temperatura de maduración.** La velocidad de ablandamiento de la carne aumenta con la temperatura. Sin embargo, no es práctico desde un punto de vista higiénico-sanitario mantener la carne a temperaturas diferentes a las de refrigeración.
- **Concentración de calcio en el músculo.** La adición de sales con iones  $\text{Ca}^{++}$  aumenta el ablandamiento de la carne durante la maduración debido a una acción estimulante de cierta actividad enzimática proteolítica. **Por**

poner un ejemplo con gran aplicación práctica, la inmersión de la carne en soluciones de calcio o la inyección con esas soluciones produce un ablandamiento de la carne muy significativo.

- Otros

#### **4-MECANISMOS DEL ABLANDAMIENTO**

##### Los agentes implicados

Durante varias décadas el mecanismo de ablandamiento de la carne se ha enfocado a dos sistemas enzimáticos: las catepsinas y las calpaínas, que han sido estudiados extensamente pero sobre los que aún faltan aspectos importantes por conocer para explicar totalmente el fenómeno de ablandamiento madurativo. Actualmente hay tres formas de pensar (paradigmas) respecto a los enzimas responsables del ablandamiento de la carne durante la maduración:

1. La acción de las calpaínas es prácticamente la única responsable del ablandamiento
2. La acción conjunta de calpaínas y catepsinas es la causante de la mayor parte del ablandamiento.
3. El ablandamiento de la carne se debe a una acción multienzimática en la que no sólo intervienen los sistemas enzimáticos anteriores sino que además están implicados otros, como las caspasas o los proteosomas, menos estudiados que los anteriores y por lo tanto su papel es menos conocido.

Calpaínas, agentes indiscutiblemente implicados en el ablandamiento de la maduración. Sistema enzimático activado por el  $\text{Ca}^{2+}$  e inhibido por la calpastatina de la carne.

Catepsinas, enzimas lisosomales encargadas de la degradación de componentes celulares. Son activadas por bajos pHs. [http://www.bioquest.org/bedrock/oklahoma\\_city\\_01\\_05/cathepsin\\_background\\_information.pdf](http://www.bioquest.org/bedrock/oklahoma_city_01_05/cathepsin_background_information.pdf)

Proteosomas, son complejos proteicos que en vivo degradan las proteínas dañadas, presentes en núcleo y citoplasma. <http://homepages.bw.edu/~mbumbuli/cell/protlec/>

Caspasas, proteínas formadas durante la muerte celular programada o apoptosis con capacidad degradativa de estructuras celulares <http://www.caspases.org/>;

<http://www.youtube.com/watch?v=9KTDz-ZisZ0>

<http://www.youtube.com/watch?v=V-NsR-krKME&feature=related>;

<http://www.youtube.com/watch?v=9KTDz-ZisZ0>

##### Evidencias básicas de degradación de las estructuras proteicas musculares observadas en las durante la maduración

Los cambios en la estructura proteica y su relación con el ablandamiento de la carne no están del todo comprendidos o conocidos.

1-Durante la maduración la longitud del sarcómero aumenta ligeramente debido presumiblemente a la degradación o ruptura de proteínas constitutivas del sarcómero.

2-Durante la maduración se aprecia degradación o pérdida de estructura de las proteínas de la banda I del sarcómero, en general, y de la línea Z, en particular.

3-El papel de las calpaínas sobre el ablandamiento parece ser importante por lo siguiente:

- A) Se ha observado que las calpaínas son especialmente activas en la degradación de banda I y línea Z.
- B) El efecto del  $\text{Ca}^{2+}$  sobre el ablandamiento se relaciona con el efecto activador del  $\text{Ca}^{2+}$  sobre las calpaínas.
- C) Se ha correlacionado negativamente la cantidad de calpastatina en la carne procedente de diferentes individuos con la velocidad/intensidad de ablandamiento durante la maduración de esa carne.