



Principales problemas sensoriales en la elaboración de derivados cárnicos tratados por el calor (VI)

En este artículo, el sexto de la serie sobre problemas sensoriales en la elaboración de derivados cárnicos tratados por el calor, se abordan los problemas de textura, relacionados con el ligado, la crujencia o la falta de ternura entre otros.

Jacint Arnau

IRTA-Programa de Tecnología Alimentaria
Finca Camps i Armet, s/n
17121 Monells (Girona)
E-mails: Jacint.arnau@irta.cat
ciarar@outlook.com

2. Textura

La textura de los productos cocidos depende de las materias primas, de los ingredientes no cárnicos, del proceso de elaboración y del tratamiento posterior que hayan sufrido.

El efecto de la materia prima en la textura viene condicionado por el contenido de tejido conjuntivo y su grado de reticulación, por el contenido de grasa (Cofrades *et al.*, 1997) y su composición, por el estado de las proteínas de la carne (pH (**imagen 41a**), grado de oxidación (Bao & Ertbjerg, 2019), características PSE, grado de desnaturalización y proteólisis, y por la longitud de los sarcómeros que depende de la tensión que sufre el músculo en la canal (e.g. suspensión pélvica (*tenderstretching*))



Imagen 41a Equipo para clasificar jamones en base al pH.

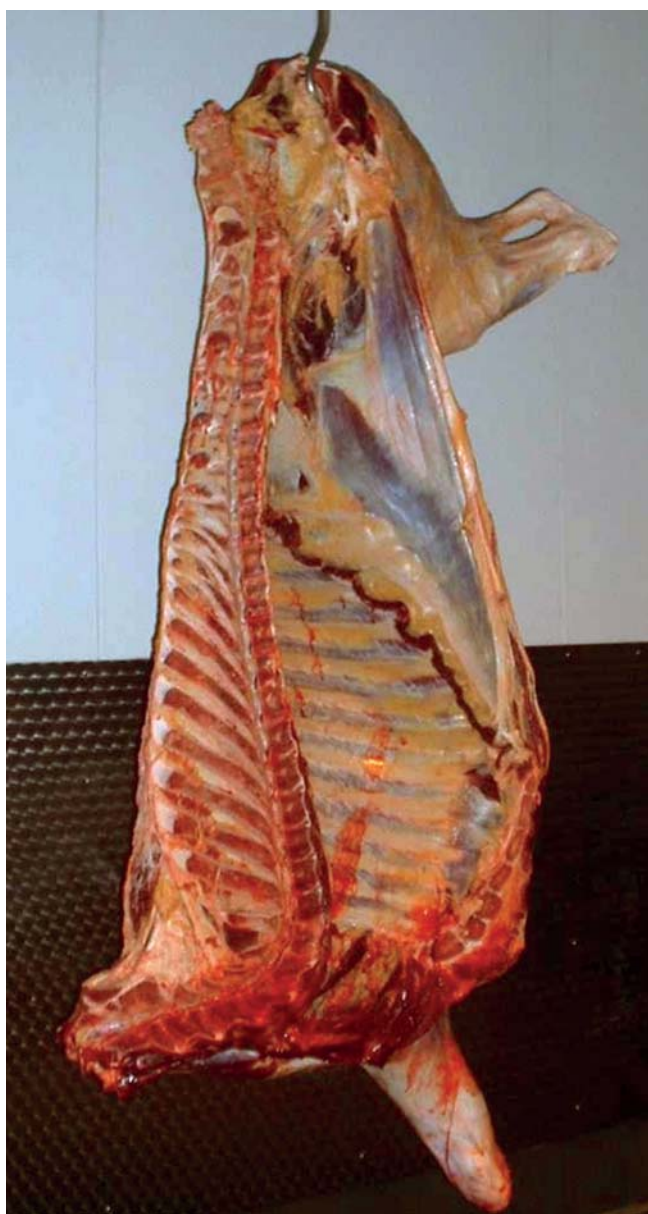


Imagen 41b. Suspensión pélvica en prerigor (45-90 min. *post-mortem*): mejora la ternura en algunos músculos, (equivalente a 21 días de maduración).

(imagen 41b), corte vertebral entre las vértebras torácicas (12/13 (*tendercut*) Ludwig *et al.*, 1997; Sørheim & Hildrum, 2002 (imagen 41c), situación del músculo en la canal...) y la velocidad de refrigeración (endurecimiento por el frío o por rigor) (Ertbjerg & Puolanne, 2017)). En general, la oxidación de las proteínas aumenta la dureza de la carne bien sea por entrecruzamiento de proteínas o una reducción de la proteólisis en las proteínas que tienen una función estructural (Bao & Ertbjerg, 2019).

Dentro de los ingredientes podemos destacar aquellos que afectan directamente a la textura de las proteínas cárnicas (sal, fosfatos, transglutaminasa), los que dan textura por sí mismos tras hidratación, tratamiento térmico y refrigeración (proteínas no cárnicas, hidrocoloides, almidones, féculas y fibras) y el agua (que a bajas dosis ejerce un efecto positivo y a altas dosis diluye y debilita la textura).

Dentro de los factores de proceso podemos señalar como factores importantes que afectan a la textura: i) la distribución homogénea de los ingredientes añadidos para evitar que haya zonas sin aditar en las que las proteínas de la carne no den la funcionalidad deseada, ii) la extracción de las proteínas miofibrilares durante el masaje, picado y amasado, que se considera clave tanto para lograr una buena emulsión/ligado de la grasa como para obtener una gelificación proteica al cocer, iii) nivel de vacío (Tantikarnjathep *et al.*, 1983), iv) el proceso de cocción y su duración, v) la velocidad de enfriamiento y la temperatura y tiempo de almacenamiento antes de su consumo y vi) los tratamientos térmicos o de alta presión posteriores al envasado, así como el tipo de loncheado y las condiciones en las que se consuma el producto cárnico.

Durante el proceso de cocción tienen lugar una serie de transformaciones en las proteínas de la carne que han sido revisadas por diversos autores (Tornberg, 2005; Baldwin, 2012; Santhi *et al.*, 2017; Domínguez-Hernández, *et al.*, 2018).

Las proteínas de la carne se pueden subdividir en tres grandes grupos: miofibrilares (miosina, actina...), sarcoplasmáticas (enzimas, mioglobina...) y tejido conjuntivo (colágeno, elastina...), que tienen un comportamiento diferente durante el tratamiento térmico. Mientras que la miosina, la actina y el colágeno se contraen al cocer, las proteínas sarcoplasmáticas se expanden.

Dentro de las proteínas miofibrilares, la miosina es la que representa un porcentaje mayor, seguida de la actina. Las cabezas globulares de la miosina empiezan a desnaturalizarse a 40 °C (Warner, Kauffman, & Greaser, 1997) y por encima de 53 °C tiene lugar una desnaturalización total de la miosina (Berhe *et al.*, 2014; Brüggemann *et al.*, 2010). Por otra parte, la actina se desnaturaliza a temperaturas superiores, entre 68 y 80 °C (Berhe *et al.*, 2014).

La agregación y gelificación de las proteínas sarcoplasmáticas empieza a unos 40 °C y continua hasta unos 60 °C. Antes de que se hayan inhibido, algunos de los enzimas de la propia carne pueden mejorar su terneza. Así, por ejemplo, según Tornberg (2005) entre 55 y 60 °C algunas colagenasas siguen activas y aumentan la terneza después de 6 h de cocción.

El tejido conjuntivo inicia su retracción a unos 57 °C (Brüggemann *et al.*, 2010), pero la contracción es más importante a partir de 65 °C. Paulatinamente el colágeno se solubiliza y transforma en gelatina.

El tratamiento térmico en el que el producto se mantiene durante períodos prolongados entre 50 y 65 °C (“*low-temperature long-time (LTLT) cooking*”) mejora la terneza y el aroma, y da un aspecto más cocido que a tiempos cortos (Domínguez-Hernández *et al.*, (2018).

A continuación, se detallan los principales problemas de textura que se encuentran en los productos cárnicos tratados por el calor.

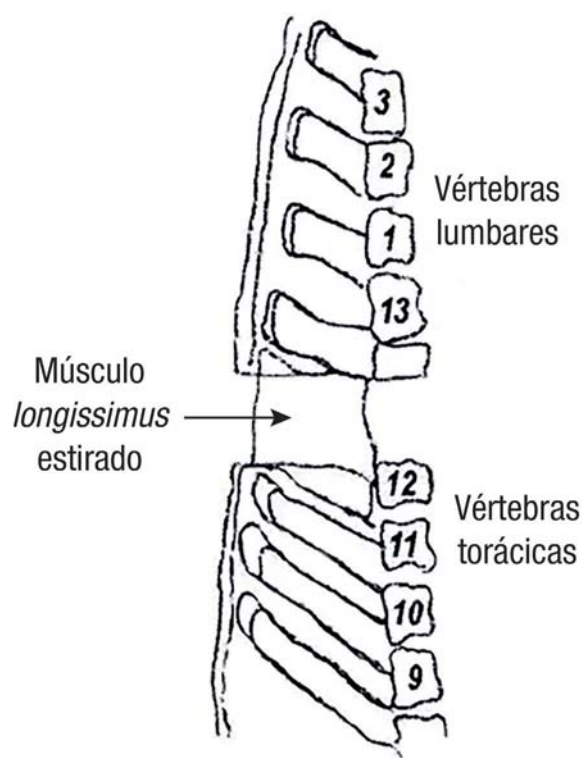


Imagen 41c. El corte vertebral entre las vértebras torácicas 12 y 13 en estado prerigor mejora la terneza del lomo (Claus, 2002).

2.1 Ligado

2.1.1 Desligado del magro

La falta de ligado puede ser debida al uso de carne en la que la proteína se haya desnaturalizado (e.g. carnes PSE, acidificación...) o haya perdido propiedades funcionales (e.g. quemadura de congelación), a un pulido incorrecto en productos elaborados a

ESPECIALIZADOS EN EL SECTOR ALIMENTARIO Y FARMACÉUTICO

Las mejores agujas al mejor precio

Diseño personalizado, nos adaptamos a sus necesidades



AL MEJOR
PRECIO



PRODUCTO
DE CALIDAD



DISEÑO
PERSONALIZADO

III Agujas inyectora

Contacte con nosotros sin compromiso: www.agujasinyectora.com · info@agujasinyectora.com · +34 972 579 094

partir de piezas, a una insuficiente extracción de proteínas por formulación deficiente o falta de masaje/amasado, la presencia de sólidos insolubles, el embarrado, la falta de plasticidad de los trozos de carne, la formación de gas, la acidificación durante la cocción (e.g. cocciones largas a baja temperatura con recuentos de bacterias lácticas elevados de inicio) y todos aquellos aspectos que dificulten la formación de un gel cohesivo durante la cocción y enfriamiento.

Los jamones cocidos presentan muchos problemas de cohesión de las lonchas, dependiendo de la consistencia de los músculos y la cohesión entre ellos

La adición de transglutaminasa (ver 2.2) y proteínas funcionales mejoran el ligado. El reposo después de la cocción durante 1-2 semanas permite una mayor estructuración de la grasa tanto intramuscular como intermuscular (Himawan *et al.*, 2006), que pasa de formas alfa a beta, mejorando la integridad de la loncha (e.g. bacon). Si la textura es pastosa puede ser debido a una falta de proteínas funcionales que den un buen ligado, o a un exceso de fécula. En los productos reestructurados en frío (e.g. alginato) se debe extraer proteína para que se produzca una buena coagulación y no se separen las fases en la cocción debido a la contracción de los trozos de carne.

2.1.2 Desligado de la grasa

Ver 1.10.4

2.1.3 Cohesión de la loncha: loncheabilidad

La loncheabilidad se podría definir como la facilidad de loncheado manual o mecánico para obtener unas lonchas de un espesor definido a una temperatura dada. En el loncheado mecánico se relaciona con el porcentaje de lonchas correctas, es decir, de espesor homogéneo, que no se arruguen o desgaren durante el loncheado. A medida que disminuye el espesor de la loncha la loncheabilidad disminuye, por lo que se podría establecer un espesor mínimo para alcanzar una loncheabilidad óptima para cada producto (Gou *et al.*, 2008). La loncheabilidad mejora si la temperatura de la pieza o de su parte externa

está por debajo de su punto de congelación; para lograrlo se suele pasar por un túnel de congelación que endurece la parte externa del producto y de esta forma puede aguantar el proceso de loncheado sin que se produzcan desgarros ni desfibrado. Así pues, es conveniente que los contenidos de humedad y de sal sean homogéneos en las distintas zonas de la pieza para que tengan un punto de congelación similar. Para el loncheado a temperatura superior al punto de congelación (e.g. en el punto de venta), la homogeneidad de textura ayuda a obtener lonchas homogéneas, y el disminuir la temperatura por debajo del punto de solidificación de la grasa también contribuye a mejorar la loncheabilidad.

La loncha debe mantener una buena cohesión durante su vida útil, para lo cual es importante que tanto el magro como la grasa del producto estén bien ligados. El reposo durante varios días/semanas antes del loncheado mejora la cohesión de las lonchas, especialmente en los productos grasos.

En los productos con un elevado contenido de salmuera añadida, la adición de emulsión de corteza cruda contribuye a dar consistencia al producto al enfriar.

Los jamones cocidos están entre los productos que presentan más problemas de cohesión de las lonchas. En ellos, ésta depende de la cohesión entre los músculos y de la consistencia de los diferentes músculos. La cohesión entre músculos depende de las proteínas miofibrilares extraídas, que gelifican al cocer y realizan un efecto encolante. La extracción proteica se favorece por acción de algunos ingredientes de la salmuera (i.e. sal y fosfatos) y por la tenderización y masaje. La realización de multitud de cortes aumenta la superficie de contacto entre los músculos, facilita la rotura de fibras y disminuye los problemas de carnes exudativas, con lo cual disminuye el número de lonchas defectuosas por falta de cohesión o de consistencia del músculo (Xargayó *et al.*, 2007). La adición de TGasa mejora la cohesión de las lonchas.

Las lonchas tienden a adherirse unas con otras si sufren cierta presión (e.g. envasado al vacío, colapso del envase en MAP, tratamiento por alta presión) lo cual da la impresión de falta de cohesión de las lonchas. La grasa si no está bien emulsionada tiende a aumentar la adhesión de las lonchas, y el uso de kappa carragenato al dar un gel más rígido facilita la separación de las lonchas.

2.1.4 Desgranado/desfibrado de la carne

En algunos productos cárnicos cocidos se busca que la carne se disgregue fácilmente, para poderla utilizar como *topping* (e.g. pizza), en otros casos se desea que se desfibre con facilidad para lograr un efecto “*pulled*” (imagen 41d).

Para lograr una buena separación de las partículas de carne se recomienda utilizar una carne con poco conectivo, realizar un asado exterior para desarrollar productos de Maillard y cocido interno hasta unos 65 °C, picar al grano deseado y añadirle en la amasadora los demás ingredientes (e.g. cebolla cocida, especias, sal, fosfatos u otro sinérgico antioxidante y aroma) que junto al asado frenen la formación de sabores a WOF (ver 3.1.4), se embute y cuece de nuevo.

Para obtener el efecto *pulled* se debe cocer la carne durante periodos largos a temperaturas moderadas/bajas, preferentemente al vacío, hasta que se disuelva el tejido conectivo, dando lugar a una carne tierna y melosa. Posteriormente, la carne se desmigaja mediante maquinaria específica¹.

Para facilitar la disolución del tejido conjuntivo puede ser útil inyectar previamente la carne con una solución que facilite la disolución del colágeno al cocer y con enzimas colagenasas (e.g. actinidina) (Hofer *et al.*, 2018).

2.2 Mordiente cárnico

Un buen mordiente del producto se asocia con una buena calidad. Puede incluso darse el caso de que el producto tenga buena textura para ser loncheado, pero le falte mordiente cárnico, esto es debido a falta de proteínas cárnicas, lo cual se puede mitigar mediante:

- Adición de más carne.
- Aumento de la funcionalidad mediante un buen masaje inicial para extraer el máximo posible de proteína cárnica, no añadir toda la salmuera de una vez, y añadir el almidón al final con el agua necesaria. El trabajar la carne con una cantidad de sal cercana al 5 % no sólo aumenta la capacidad de retención de agua y el ligado de la grasa, sino que también contribuye a dar la estructura y el mordiente adecuados.
- Substitución de parte del tripolifosfato por pirofosfato tetrasódico/tetrapotásico.



Imagen 41d. Desfibrado de carne sometida a un proceso de cocción largo que gelatiniza el tejido conectivo (“*pulled*”).

- Optimización de las mezclas de hidrocoloides: e.g. combinar el carragenato con goma garrofin.
- Adición de proteínas funcionales (e.g. plasmáticas).
- Añadir tejido conjuntivo finamente picado (e.g. cortezas, telillas), pero no en exceso.
- Añadir transglutaminasa (TGasa) en el amasado final tras activar la proteína superficial de los trozos de carne y modificar el proceso una vez embutido para que la TGasa pueda actuar de forma más efectiva (aumentar el vacío, flexibilizar la carne para reducir tensiones, reducir embarrado y el porcentaje de grasa no ligada, aumentar el tiempo de permanencia a la temperatura de actividad óptima de la TGasa).
- Procurar que la temperatura de mezclado no supere los 7-8 °C.
- En productos con mucha grasa el hacer una preemulsión de la misma permite que queden más proteínas cárnicas para la formación de una estructura gelificada.

¹: <https://www.youtube.com/watch?v=nK1UNTWUBi4>

2.3. Crujencia

En los embutidos tipo *snack* y en las salchichas cocidas se busca una cierta crujencia al morder/masticar el producto. La crujencia la puede dar la propia tripa, el grado de secado (a mayor merma mayor crujencia), la piel producida por el ahumado y la propia formulación (Bartenschläger-Blässing, 1979). La adición de telillas y tendones picados mejora la mordida de las salchichas (Savic & Savic, 2016), y la sustitución de parte de las cortezas por dichas telillas también mejora la crujencia. Los aldehídos y ácidos del humo junto con el secado apropiado son, en buena parte, los responsables de la crujencia (“*snap*”, “*knack*”) de los productos ahumados. En el caso de productos destinados a freír, las tripas utilizadas deben tener un buen comportamiento a la fritura.

Cuando las tripas son muy duras y/o el tratamiento de ahumado muy intenso, la piel es difícil de masticar y se separa de la masa interna, lo cual genera una pérdida de crujencia. El uso de hemopigmentos en la masa permite obtener un color adecuado reduciendo el tiempo de ahumado.

En los productos de músculo entero la textura reseca puede deberse a factores relacionados con la materia prima y los ingredientes añadidos y a una excesiva pérdida de agua durante la cocción

2.4 Plasticidad/gomosidad

La textura gomosa suele ser debida a un exceso de masaje, que produce una elevada solubilización de proteínas, que al cocer da una consistencia gomosa. El exceso de algunas proteínas funcionales o carragenatos también pueden producir esta sensación de plasticidad. Un exceso de cortezas también genera una textura gomosa. En productos picados, la reducción del contenido de magro y/o conectivo o la reducción del nivel de vacío al cuterar ayuda a reducir dicho problema¹.

¹ <http://webdoc.sub.gwdg.de/ebook/diss/2003/fu-berlin/2001/281/kap4.pdf>

2.5 Acortezado

Un producto (e.g. salchicha tipo frankfurt) se considera acortezado cuando al consumirlo hay una fase dura externa excesiva y una blanda en el interior. Esto es debido a un exceso de deshidratación del producto durante su estufaje, ahumado y posterior cocción, para lo cual se deben adecuar los programas de las distintas fases. Si el problema es debido a un excesivo tiempo de espera antes de cocción de algunos carros, se deberían uniformizar los productos dentro del horno justo antes de hacer el estufaje mediante HR cercana al 100 % hasta que los productos estén homogéneos.

2.6 Textura reseca, estropajosa, falta de ternura

En la mayoría de los productos cocidos una textura reseca se considera un problema. En los productos de músculo entero puede deberse a factores relacionados con la materia prima y los ingredientes añadidos y a una excesiva pérdida de agua durante la cocción. La adición de transglutaminasa puede generar una textura más difícil de masticar.

En la carne, el contenido de grasa afecta a la textura, ternura, flavor y jugosidad. Incluso algunos autores sugieren que se requiere un umbral mínimo de grasa para asegurar que la carne cocida sea aceptable (DeVol *et al.*, 1988; Fortin *et al.*, 2005). La maduración de la carne (Wood *et al.*, 1996, Wheeler *et al.*, 2000; Zhang *et al.*, 2006), la velocidad de caída del pH (Gardner *et al.*, 2005), el tipo de músculo (Klont *et al.*, 1998; Melody *et al.*, 2004), y la raza (van Laack *et al.*, 2001) también afectan a la textura. Lonergan *et al.* (2007) observaron que el pH final tiene un papel importante en la textura de la carne de lomo de cerdo. Un aumento del contenido de grasa intramuscular mejoró ligeramente la textura y ternura del lomo de cerdo cuando los valores de pH eran intermedios (entre 5,5 y 5,8). Sin embargo, un aumento del contenido de grasa no mejoró la calidad de la carne cuando el pH era muy bajo (< 5,5) debido a la baja calidad que presentaron, o cuando el pH era elevado (> 5,8) ya que en este caso se observó siempre una buena calidad.

La adición de ingredientes que mejoren la capacidad de retención de agua y unas condiciones de cocción menos agresivas mejorarán la textura de la carne (ver 1.9).

En las salchichas cocidas es importante que la tripa sea tierna y masticable. Esto depende de la especie y edad del animal. La tripa de vaca, debido a su grosor, es la menos tierna, aunque es más adecuada para una embutición rápida, y la de cerdo es menos tierna que la de ovino. Las tripas de los animales de más edad suelen ser menos tiernas, pero más resistentes a la embutición.

2.7 Untabilidad

En los productos untables (e.g. paté de hígado) la grasa se cuece en primer lugar, en caldera o en la propia cúter, se pica y después se le añade líquido y un agente emulsionante para obtener la fracción de grasa caliente. Después, a dicha fracción, se le añade el hígado junto con la sal y el nitrito para obtener la masa final de aspecto líquido viscoso. Dicha masa es una emulsión de aceite en agua, en que las gotitas de aceite y grasa están dispersas

en una fase continua líquida en la que las proteínas del hígado rodean las partículas de grasa. Después de la cocción y enfriamiento se obtiene el producto untable. El tipo de ingredientes y la cantidad usada afecta a la estabilidad de las emulsiones en productos untables. Así, por ejemplo, Hammer (1981, 1988a, b) observó que para reducir la separación de gelatina era conveniente aumentar el contenido de grasa, y para evitar la separación de grasa se debía aumentar la cantidad de hígado. Según Steen *et al.* (2014) una disminución de la proporción de hígado/grasa da lugar a la formación de una microestructura más heterogénea con presencia de zonas emulsionadas y no emulsionadas. Por otra parte, Xiong *et al.* (2020) observaron una mejor capacidad emulsionante utilizando hígados normales de pollo en lugar de hígados pálidos. Según Nuckles *et al.* (1990), las proteínas del hígado de cerdo contienen 76,1 % de proteínas solubles en agua,



LAPEG 1000 HYBRID

Producto orientado, sin moldes y versátil

Embuchadora de músculo entero que permite posicionar y orientar la carne para la elaboración de productos homogéneos y de calidad gourmet.



El sistema automático para carnes Gourmet



PONEMOS A TU DISPOSICIÓN NUESTRA PLANTA PILOTO

pujolas.com



Imagen 41e. Paleta cocida con abundante tejido conjuntivo.

14,8 % de proteínas solubles en sal y un 9 % de proteínas insolubles. Según Steen *et al.*, (2016) tanto las primeras como las segundas poseen buenas propiedades emulsionantes y espumantes, pero las propiedades gelificantes son limitadas.

Para conseguir la untabilidad es necesario trabajar la masa por encima del punto de fusión de la grasa y siempre por debajo de la temperatura de gelificación o desnaturalización de las proteínas, con ello se logra cierta emulsión y una buena retención de la grasa que evita que se produzcan desprendimientos. La estructura de los productos untables inicia su fijación durante la cocción y termina durante el enfriamiento cuando se produce la cristalización de la grasa (Katsaras *et al.*, 1987; Cheong and Fischer, 1993; Delgado-Pando *et al.*, 2012). La dureza de un sistema lipídico es, entre otras cosas, función de su contenido de grasa sólida y de los factores microestructurales asociados a él. Además, hay que tener en cuenta que a pesar de que la grasa se calienta para preparar el paté, algunos adipocitos pueden permanecer intactos tras el procesado (Steen *et al.*, 2014) contribuyendo a la granulosidad del producto.

2.8 Residuo de conectivo

La carne con tejido conectivo deja un residual que es visible al corte y se nota al final de la masticación (imagen 41e). Este residuo puede reducirse utilizando un separador de nervios en el picado, o pasando la carne por un separador tipo Baader. Por tanto, el añadir a la cúter una parte de carne fresca picada utilizando separador de nervios o carne Baader permitirá reducir este problema. El picado fino en cúter disminuye el tamaño y lo hace menos perceptible, y el amasado posterior de la carne picada en cúter también lo disimula visualmente. En los productos en base a hígado el separador tipo Baader permite además eliminar la red de vasos sanguíneos.

2.9 Harinosidad

La harinosidad suele estar producida por la adición de una elevada cantidad de fécula, almidón o harina. La temperatura de cocción debe ser apropiada al tipo de almidón utilizado

2.10 Presencia de huesos en carne MDM

La presencia de pequeñas partículas de hueso es debida al uso de carne recuperada mecánicamente (MDM) que los contenga.

2.11 Sensación astringente

Algunos productos cárnicos presentan cierta astringencia que se manifiesta tras su consumo. En jamón cocido, Serra *et al.* (2019) encontraron que el uso de carne en *postrigor* daba lugar a un producto más astringente que cuando se usaba carne *pre-rigor*. Se trata de sensaciones táctiles relacionadas con la película salivar. Así, por ejemplo, los polifenoles interaccionan con las proteínas salivares para formar complejos polifenol-proteína que precipitan, alterando la estructura de la película salivar y la lubricación oral. De forma similar, algunas personas sensibles afirman notar una sensación parecida en la raíz de los dientes en productos con fosfatos añadidos, lo cual podría ser debido al efecto del tripolifosfato sódico (STPP) en la película salivar observado por Ash *et al.* (2014) o a una disolución incompleta de dichos fosfatos añadidos. Por otra parte, Smith *et al.* (1984) detectaron notas metálicas y a jabón en productos a los que se les añadió STPP. e

(Concluye en el próximo número de **euromcarne**).