



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

Les ofrecemos un capítulo más de la serie sobre los principales problemas sensoriales que se pueden originar durante la elaboración de derivados cárnicos tratados por el calor; atendiendo en esta entrega a los precipitados y a los problemas producidos por desprendimiento de agua, gelatina o grasa.

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

1.7 Precipitados

1.7.1 Fosfatos

Tripolifosfato de magnesio y sodio

La adición de tripolifosfato pentasódico (Na_5TPP) a los productos cocidos puede generar la formación de pequeños cristales blancos de tripolifosfato de magnesio y sodio (MgNa_3TPP) si existe suficiente cantidad de magnesio (Mg) en el producto (**imágenes 24a, b**). Por otro lado, el contenido de sodio (Na) afecta de forma cúbica al producto de solubilidad del MgNa_3TPP y por tanto a su precipitación. Un enfriamiento a baja temperatura también favorece su formación. Normalmente, el primer paso es

Abril 2023



Imagen 24a. Precipitado de tripolifosfato de magnesio y sodio en salchichas cocidas.



Imagen 24c. Precipitado de $\text{Na}_2\text{PO}_4\text{H}$.



Imagen 24b. Precipitado de tripolifosfato de magnesio y sodio en bacon.



Imagen 24d. Precipitado de $\text{Na}_2\text{PO}_4\text{H}$.

reducir la cantidad de Na_5TPP añadido. Si no es suficiente para eliminar el problema debe buscarse el origen del Mg (agua, especias...) y finalmente reducir el sodio añadido.

Fosfato dibásico de sodio

La formación de precipitados de fosfato (Na_2HPO_4) (**imágenes 24c, d**) es muy común en productos curado-madurados (Arnau, 2022), pero también se ha observado en productos cocidos (Rozier & Durand, 1969). Estos cristales se confunden a menudo con cristales de sal común. Sin embargo, tanto el tipo de cristal como su sabor, que es fresco y ligeramente salino, son distintos a los de la sal común. Se observa cuando el producto se almacena a baja temperatura, y está favorecido por un pH elevado y una elevada relación fosfato/agua y sodio/agua (Arnau *et al.*, 1993; Arnau *et al.*, 1997b). En productos envasados en atmósfera modificada

se ve favorecido cuando se producen puntas secas (ver 1.11.1.9).

Dichos cristales se producen a partir del fosfato presente en la carne de forma natural y por el pirofosfato y tripolifosfato hidrolizados a ortofosfato por las fosfatasa de la carne. La actividad tripolifosfatasa (TPPasa) es superior a la pirofosfatasa en la carne (Mihalyi-Kengyel & Kormendy, 1973; Neraal & Hamm, 1977a, b; Sutton, 1973) y parece debida a la actividad TPPasa de la miosina (Yamazaki *et al.*, 2010). En los productos inyectados, una inyección irregular o la adición de fosfato durante el masaje pueden generar variaciones locales en el contenido de fosfato que favorezcan la precipitación. El contenido de fosfato en el músculo puede aumentar debido a la menor relación fosfato/agua presente en el exudado que se produce en la cocción (Vendeuvre, 1984) y a la concentración fruto del secado que tiene lugar durante el ahumado u horneado. La piel del animal es especialmente sensible a la

formación de dichos precipitados debido a su pH elevado.

El uso de una atmósfera modificada que contenga CO_2 disminuye el pH del producto y frena ligeramente su formación.

Fosfato cálcico

Pueden formarse precipitados de fosfato cálcico en las salchichas comercializadas en salmuera debido al uso de aguas duras y elevado contenido de calcio en la masa (**imagen 24e**).

1.7.2 Lactatos de magnesio y de calcio

La precipitación de lactato magnésico se produce por la presencia simultánea de lactato y magnesio. Se ha observado en productos cocidos que sufren cierta deshidratación (e.g. morcillas (**imagen 24f**)) cuando se supera su solubilidad en la fase acuosa, de forma que precipita en la superficie del embutido y puede confundirse con un enmohecimiento del producto (Arnau *et al.*, 2002). La solubilidad del lactato magnésico aumenta con la temperatura (de 6,21 a 0,3 °C hasta 7,19 g/100 ml de solución a 29,8 °C).

El magnesio puede provenir de las especias, la carne, las tripas, la sal, el agua y otros ingredientes. Su complejación mediante quelantes alimentarios (difosfato (4,5 g/kg) y hexametáfosfato (2,8 g/kg)) disminuiría el problema (Walz *et al.*, 2017), pero podrían aumentar los precipitados de Na_2HPO_4 si hubiese hidrólisis y el pH fuese elevado.

La reducción del contenido de lactato es útil, ya que afecta de forma cuadrática al producto de so-



Imagen 24e. Precipitado de fosfato cálcico en la salmuera de un bote de salchichas.



Imagen 24f. Precipitado de lactato de magnesio en morcilla.

lubilidad del lactato magnésico. El lactato proviene de la propia carne (los músculos blancos contienen más lactato) y del que se pueda añadir. Así pues, una selección de magros más rojos frenaría el problema, pero aumentaría el riesgo de formación de cristales de fosfato. En productos ahumados el aumento del tiempo de ahumado disminuye la formación de precipitado de lactato magnésico, quizás debido a que se genera una barrera a la difusión del lactato y del magnesio, a la disminución de pH en

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



Imagen 24g. Precipitado de tirosina en foie de pato.

superficie y a la acción complejante de los fenoles del humo (Walz *et al.*, 2019).

La presencia simultánea de lactato y calcio puede dar lugar a la precipitación de lactato de calcio. Cuando su solubilidad en agua (3,38, 4,04 y 6,41 g de lactato cálcico por 100 g de agua a 4 °C, 10 °C y 24 °C, respectivamente) se supera, precipita. Lo más probable es que el origen del calcio esté relacionado con el agua añadida, la carne separada mecánicamente, el CaCl_2 en tripas de alginato y proteínas de la leche u otros ingredientes. También pueden darse precipitados mixtos de lactatos de calcio y lactato de magnesio.

1.7.3 Tirosina

La presencia de precipitados de tirosina es muy común en jamón curado, pero apenas se observa en productos cocidos. Se ha observado presencia de precipitados de tirosina en foie de pato (**imagen 24g**), en el que debido a la riqueza enzimática del hígado hay una elevada proteólisis durante el proceso.

1.7.4 Puntos blancos de grasa

En productos en base a hígado de pato, Lainé *et al.* (2000) observaron unos puntos blancos de 1-4 mm de diámetro en la superficie y parte interna del producto, compuestos mayoritariamente de triglicéridos que no eran visibles después de cocer y que se desarrollaban durante el almacenamiento (a partir de la semana 24). Un enfriamiento lento (12-24 h) después de cocción unido a un almacenamiento a una temperatura constante de 15 °C

generaba la aparición del problema, mientras que si la temperatura oscilaba durante el almacenamiento (20/30 o 15/40 °C) no aparecían los puntos blancos (pero afectaba negativamente a la textura y al aspecto). Por otra parte, un enfriamiento rápido de una hora de duración no generaba puntos blancos independientemente de las condiciones de almacenamiento. Esto es debido a que mientras un enfriamiento lento después del tratamiento térmico permite un fraccionamiento de las grasas que cristalizan selectivamente según el punto de fusión, un enfriamiento rápido produce un fraccionamiento menor, y el almacenaje a temperatura ambiente no es suficiente para iniciar la cristalización y formación de puntos blancos de grasa. Dichos autores no detectaron efecto alguno del agua, sal y condimentos añadidos en la aparición del problema.

1.8 Puntos blancos en productos tratados por alta presión

Al tratar por alta presión productos envasados en atmósfera protectora o productos envasados al vacío a los que no se les haya hecho suficiente vacío durante el amasado/embutido, se observa la formación de pequeños puntos blancos. Al aumentar la presión, el gas presente en el interior del producto o envase se comprime, cambia de estado (según presión, temperatura y tipo de gas) y se acumula en un espacio muy pequeño de la interfase producto/envase en forma de puntos o bandas. Al finalizar el tratamiento por alta presión se produce una descompresión brusca, por lo que tiene lugar una disminución local de temperatura y arrastre de agua que genera una quemadura similar a la quemadura de congelación, que desaparece en 1-2 días. Para el CO_2 , nitrógeno y oxígeno, las presiones críticas son 73, 33,5 y 50,4 bar y las temperaturas críticas 31, -147,1 y -118,6 °C, respectivamente. En la **imagen 25a** se observa la presencia de puntos blancos en muestras amasadas haciendo un vacío del 75 % o del 90 %, mientras que cuando el vacío fue del 99,9 % los puntos blancos no se formaron. La **imagen 25b** muestra la presencia de una banda blanquecina formada en una arruga del envase. En las **imágenes 25c, d** se muestra la presencia de puntos blancos en jamón cocido loncheado envasado en atmósfera protectora. Así pues, la aplicación industrial de vacío al proceso de amasado y embutido final de salchi-

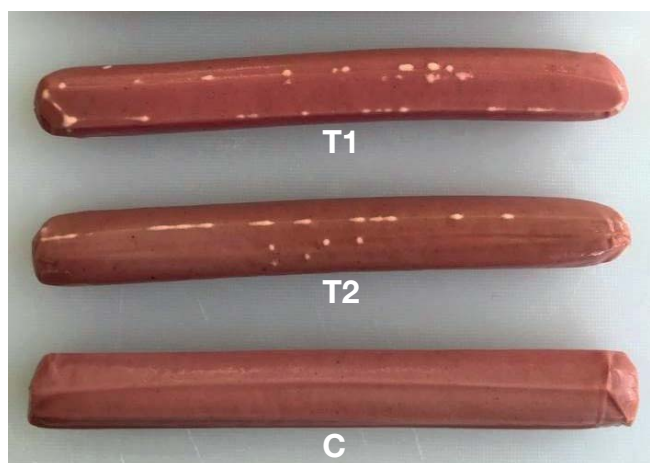


Imagen 25a. Presencia de puntos blancos en muestras de salchichas tratadas por alta presión (amasadas haciendo un vacío del 75 % (T1) y 90 % (T2)). No se observan puntos blancos cuando el vacío es del 99,9 % (C).



Imagen 25b. Bandas blancas en salchichas tratadas por alta presión.

chas es una modificación que posibilita por un lado el uso de altas presiones como método de higienización post letal, y contribuye a mantener una menor presión parcial de aire dentro del envase, necesaria para asegurar una mejor estabilidad sensorial a lo largo de la vida comercial (mejor estabilidad del color, menor oxidación de la grasa).

1.9 Desprendimiento de agua y gelatina

1.9.1 Factores de materia prima e ingredientes

La capacidad de retención de agua (CRA) de la carne es un factor clave en la retención de agua del producto, ya que indica el grado de desnaturalización de las proteínas de la carne. La máxima retención de agua en productos cocidos se obtendría utilizando carne en estado pre-rigor (Serra *et al.*, 2019). A medida que disminuye el pH se observa una disminución de la CRA. Esta disminución es especialmente importante en el caso en que se haya producido de forma rápida en los 45 minu-



Imagen 25c. Puntos blancos en jamón cocido loncheado envasado en atmósfera protectora y tratado por alta presión.



Imagen 25d. Puntos blancos en jamón cocido loncheado envasado en atmósfera protectora y tratado por alta presión.

tos posteriores al sacrificio, ya que una degradación rápida del glucógeno va acompañada de un incremento de temperatura que en condiciones de pH bajo produce la desnaturalización de las proteínas de la carne y origina carnes pálidas, blandas y exudativas (PSE) (Stabursvik, *et al.*, 1984). Estas carnes además absorben mal la salmuera inyectada con lo cual el problema de exceso de merma se agrava aún más (**imagen 26a**). De cara a disminuir el problema de las carnes PSE se debería: i) tomar medidas a nivel de granja y matadero, ya que es un problema que depende de la susceptibilidad genética, del estrés que sufre el animal antes y durante el sacrificio y de la cantidad de glucógeno disponible en el músculo (los músculos con mucha energía son más susceptibles a dar carnes PSE, mientras que en aquellos en los que la energía se ha agotado dan valores de pH elevado; ii) refrigerar rápidamen-



Imagen 26a. Desprendimiento de agua en jamón procedente de carne muy exudativa.

te las canales, abriendo las piezas grandes (e.g. jamones) en la medida de lo posible, para que su interior se enfríe y dañe menos las proteínas, y iii) seleccionar las materias primas, especialmente las destinadas a la elaboración de piezas enteras poco aditivadas, separando aquellas piezas o partes de ellas que tengan características PSE.

El uso de carnes congeladas también disminuye la CRA, y esta disminución es mayor cuanto mayor es el tiempo de almacenamiento en congelación, cuando hay oscilaciones térmicas durante el almacenamiento congelado y si la congelación y/o descongelación son muy lentas (Leygonie *et al.*, 2012). Se debe procurar que el centro de la pieza cárnica esté descongelado sin que la superficie haya sufrido un abuso de temperatura. La descongelación en bombos con vacío permite aportar vapor sin que se produzca cocción superficial de la carne. Para acelerar la descongelación se puede atemperar mediante tratamiento por microondas o bien separar las piezas con una prensa o cortar con guillotina (Xargayó *et al.*, 2020).

La presencia de aire en el tejido intermuscular, por ejemplo, en la panceta (**imagen 10d**), debido al sistema de despiece utilizado, aumenta la cantidad de salmuera retenida a nivel local, lo cual deriva en un aumento del exudado de la pieza.

En el caso del jamón y paleta cocidos es importante que las piezas estén bien pulidas para reducir tensiones al cocer y facilitar una buena exudación de proteína que posteriormente favorezca el ligado entre las piezas y con el envase, de forma que se minimice la exudación. El uso de carne picada aumenta la superficie de extracción de proteína y puede reducir el exudado. En general un buen ligado entre músculos dificulta el desprendimiento local de agua.

La adición de sal y polifosfatos hace aumentar la CRA de las proteínas cárnicas que no se han desnaturalizado y disminuye la merma. Por otra parte, los fosfatos contribuyen a homogeneizar el pH de los distintos músculos de la pieza. Los hidrocoloides (e.g. carragenatos) se disuelven al calentar y forman un gel al enfriar que retiene una gran cantidad de agua. La presencia de sales de potasio endurece los geles de carragenato,

pero producen un aumento de la sinéresis de agua. Esto se evita utilizando goma de garrofin, que tiene una acción sinérgica con el carragenato. La adición de carragenato en etapas avanzadas del masaje permite que se sitúe en la periferia de los trozos de carne dificultando las pérdidas de agua. Las proteínas funcionales añadidas (e.g. plasma, lactosuero...) forman un gel al cocer que atrapa agua. En el caso del plasma también se comercializa en forma congelada, por lo que se puede añadir a la salmuera o en pequeñas dosis directamente al bombo. Finalmente, los almidones y féculas absorben cantidades importantes de agua al cocer que permiten reducir/eliminar las pérdidas de agua. La fécula de patata es una de las más usadas, y se combina con otras, cuando el contenido de féculas es elevado, para que no se note tanto su sabor.

1.9.2 Factores de proceso

La uniformidad de inyección entre piezas y dentro de una misma pieza es clave para que los ingredientes faciliten una buena CRA, posteriormente la tenderización debe facilitar: i) la rotura de bolsas de salmuera que se hayan formado, ii) el aumento de la superficie de contacto con la salmuera exudada, iii) la exudación de proteína cárnica, y iv) el corte del tejido conjuntivo y la reducción de tensiones al cocer. El masaje contribuye también a la difusión de los ingredientes de la salmuera solubles en agua, y a desenrocar el producto, es decir, que pierda la dureza provocada por el “rigor mortis”. La compactación del producto durante la embutición contribuye a evitar la formación de grietas y agujeros donde puede tener lugar la formación de desprendimientos de agua y gelatina.

La adición de salmuera no inyectada para ajustar el peso debe ser la mínima posible, ya que es

más difícil su difusión al interior de la carne y hace que el masaje sea menos efectivo. También es recomendable añadir los ingredientes líquidos (e.g. lactato) a la salmuera en lugar de hacerlo al bombo de masaje, ya que así se logra una mejor distribución y se reduce el efecto negativo en la exudación de proteínas.

Una buena distribución de salmuera inyectada dentro de la carne reduce la exudación y facilita la extracción de proteína.

La desnaturalización proteica puede tener lugar en el masaje si se hace a temperatura elevada y/o se produce crecimiento microbiano que acidifique la superficie de la pieza.

En los productos gelatinosos que han sido previamente cocidos, se debe embutir el producto caliente para reducir los huecos en el producto, en los que se podría generar desprendimiento de agua al cocer.

El proceso de cocción debe adaptarse a cada caso. En los productos a los que no se les añaden fosfatos, proteínas o féculas, un incremento de temperatura de cocción hace aumentar las pérdidas por exudado. A un mismo valor final de valor de pasteurización, el aumento de la temperatura de cocción produce un aumento de merma más importante que si se logra dicho valor de pasteurización alargando el tiempo de cocción a una temperatura inferior.

La cantidad de exudado desprendido durante la cocción depende de la evolución de la capacidad de retención de agua de la matriz durante la cocción. La composición de los ingredientes solubles en agua en la fase acuosa del exudado es similar a la composición en la fase acuosa del magro (e.g. (sal/agua) exudado = (sal/agua) magro). Por otra parte, la composición de la fracción nitrogenada en el exudado desprendido dependerá del momento



El sistema automático para carnes Gourmet



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.



PONEMOS A TU DISPOSICIÓN NUESTRA PLANTA PILOTO

pujolas.com

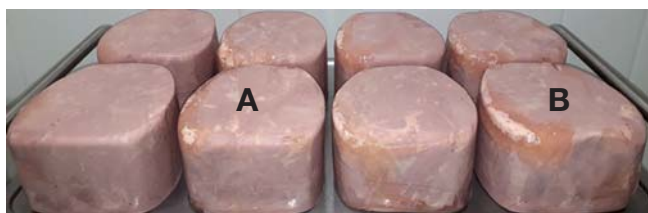


Imagen 26b. Desprendimiento de agua y gelatina (A) y de proteínas sarcoplasmáticas y miofibrilares que coagularon durante la cocción (B).



Imagen 26c. Coloración marrón entre tripa y magro debido a proteínas precipitadas en el exudado acuoso durante la cocción.

en que, durante la cocción, se produzca su pérdida. Si se forma exudado a baja temperatura, por ejemplo antes de la desnaturalización de la miosina (i.e 55-60 °C), la proteína soluble en agua o en sal que no haya desnaturalizado puede desnaturalizarse en el propio exudado y dar un aspecto blanquecino (**imagen 26b**). En algunos productos cocidos embutidos en tripa natural se pierde el agua desprendida y las proteínas solubles en agua, y permanecen las proteínas precipitadas (**imagen 26c**). Si la pieza es muy pulida (6D), es decir, casi sin tejido conjuntivo externo (epimisio) entre músculos, el contenido de gelatina en el exudado será menor; si por el contrario no está pulida, se mantiene la piel y hay músculos con mucho conectivo, el contenido de gelatina será más elevado, especialmente en cocciones largas y si se aumenta la temperatura.

Para conocer la temperatura a la que ha sido sometido un producto cárnico se puede hacer una extracción en agua con sal (2 %) y calentar de forma paulatina la solución. La temperatura a la que se empieza a detectar cierta turbidez en la solución indica la temperatura final alcanzada en la cocción del producto.

El almacenamiento de las piezas cocidas debe hacerse a temperatura superior al punto de con-



Imagen 26d. Condensación de agua en el interior del envase.



Imagen 26e. Condensación de agua en el interior del envase.

gelación del producto, ya que si no la CRA podría verse afectada negativamente.

1.9.3 Envasado

Se recomienda hacer un buen vacío, para evitar que haya espacios en los que la salmuera pueda depositarse y que dificulte la adhesión al plástico. El material de envasado debe presentar una buena adhesión a la carne y debe adaptarse al producto antes de que se inicie la desnaturalización proteica superficial; para ello es conveniente ajustar el tamaño de la bolsa al del producto, evitando usar bolsas excesivamente grandes. El espacio entre el producto y la soldadura debe ser el menor posible para evitar que se produzca desprendimiento de líquido en dicha zona. El tiempo de retractilado previo a la cocción debe ser el mínimo posible que permita eliminar las arrugas y tensionar el envase. Un aumento innecesario del tiempo de retractilado daría lugar durante la manipulación posterior a una pérdida de adhesión, y como consecuencia facilitaría el desprendimiento de agua. Una vez efectuado el retractilado debe evitarse que al manipular las bolsas se generen tensiones internas.

En los productos termoformados, se puede producir desprendimiento de agua en la zona de soldadura debido a la separación que se produce originada por tensiones locales.

La pasteurización del producto cocido reenvasado puede facilitar el desprendimiento de gelatina

si se hace a temperatura elevada durante tiempos prolongados.

El producto envasado en MAP tendrá menos exudado cuanto más se adapte la forma del producto a la del envase. Un gran espacio de cabeza con elevada relación gas/producto facilita la evaporación y condensación en las paredes del envase, mientras que una baja relación gas/producto y contacto de las lonchas con el film facilita la absorción del agua condensada. Un aumento de presión sobre las lonchas en el encajado, por colapso del envase debido a un alto porcentaje de CO₂ o por apilado excesivo, genera formación de salmuera especialmente en los productos con menor retención de agua. En los lineales, la colocación del envase en posición vertical y las oscilaciones importantes de temperatura generan condensaciones (**imágenes 26d, e**) que van al fondo del envase. El agua puede condensar ligeramente antes del punto de rocío, ya que las par-

tículas flotantes actúan de núcleos higroscópicos que facilitan la condensación.

La acidificación del producto, bien sea por la atmósfera de CO₂ o debido a la fermentación de los azúcares por acción de las bacterias lácticas, también disminuye la CRA y facilita la formación de exudado.

El tratamiento por alta presión también puede dar lugar a un aumento del exudado.

1.10 Desprendimiento de grasa

1.10.1 En el interior del producto

En los productos picados cocidos se produce desprendimiento de grasa cuando esta está insuficientemente ligada o emulsionada y la estructura facilita su movimiento (**imagen 26f**).

El hecho que la grasa esté insuficientemente ligada bien sea como emulsión o por atrapamiento en la estructura puede deberse a:



C/ Baró de Coubertin, 6 - 17800 OLOT (Girona) Spain - P.O. Box 209 - T_ +34 972 27 10 09 - F_ +34 972 27 01 18 _ info@olotinox.com _ www.olotinox.com



Imagen 26f. Desprendimiento de grasa en el interior del producto durante la cocción.

- i) Solubilización insuficiente de proteínas miofibrilares, ya sea por una formulación de ingredientes deficiente (falta de sal, fosfatos, proteínas funcionales) o por falta de acción mecánica (e.g. poco amasado o coterado). Si la emulsión final es muy líquida, es preferible realizar la emulsión inicialmente con tan sólo una parte del líquido en la cutter, para que así sea más viscosa y mejore la acción mecánica, y añadir el resto del líquido al final una vez obtenida la emulsión. El presalado de la carne con un 4-5 % de sal aumenta la funcionalidad de las proteínas miofibrilares. Posteriormente, una vez que se dispone de una buena extracción proteica, se puede añadir más agua. Si se hace el coterado en vacío se dispone de más proteínas para emulsionar las grasas que cuando hay incorporación de aire, el gel es más compacto y hay menor dilatación durante la cocción y contracción durante el enfriamiento, con lo cual se obtiene un mejor ligado de la grasa.
- ii) Hidratación insuficiente de las proteínas no cárnicas que han sido añadidas en polvo. Es decir, se ha añadido poca agua o se ha realizado poca acción mecánica para que se hidraten y puedan expresar su acción emulsionante.
- iii) Desnaturalización de las proteínas (temperatura de coterado o de molino excesiva). Se recomienda que la temperatura no supere los 12 °C en productos sin fosfatos o los 18 °C en productos con fosfatos. En emulsiones realizadas en caliente se puede aumentar la temperatura evitando superar el valor en que se inicia la coagulación proteica. El uso de carnes exudativas o almacenadas durante tiempo en congelación puede producir desnaturalización parcial de las proteínas y pérdida de funcionalidad (Zhang *et al.*, 2021; Wagner & Anon, 1985).

iv) Dados de grasa no escaldados. Hay que tener en cuenta que los dados de grasa congelada durante mucho tiempo sufren más daños en la estructura, y en ellos es más fácil que se produzca exudación de grasa. La exudación de grasa en la zona adyacente a los dados de grasa (e.g. mortadela boloñesa) indican un escaldado deficiente de estos, bien sea por poca temperatura, poco tiempo o mal centrifugado.

v) Hígado poco fresco en aquellos productos que lo contengan. Hay que tener en cuenta que el hígado de animales recién sacrificados tiene mayor poder emulsionante, y que la congelación durante períodos largos reduce su funcionalidad.

Si la estructura de la masa permite el movimiento de la grasa es más fácil que se produzca desprendimiento de la misma. Si se hace coterado o amasado en vacío se emulsiona más aceite/grasa (Tantikarnjathep *et al.*, 1983), el gel es más compacto y hay menos dilatación durante la cocción, con lo cual se obtiene un mayor ligado de la grasa. Una estructura viscosa dificulta el movimiento de las gotas de grasa, y la formación de un gel consistente durante la cocción atrapa la grasa dificultando su movimiento. En productos emulsionados magros, la estabilidad de la emulsión y la CRA mejoran al aumentar el contenido de grasa. Así, por ejemplo, Guerra *et al.*, (2011) observaron una mejora en la estabilidad de la emulsión al aumentar la grasa añadida hasta un 30 %.

Cuando el agua está insuficientemente ligada, al desprenderse abre un camino por el que la grasa puede moverse. Por tanto, una mejora en la CRA disminuirá los problemas de desprendimiento de grasa. Así, por ejemplo, en los productos picados tradicionales a los que se añade una parte de carne cocida y que tienen poca retención de agua, se puede mejorar la retención de grasa añadiendo una parte de emulsión o de carne fresca picada en la que se haya realizado un buen masaje con sal y un buen vacío. Si no, se debe pinchar la tripa para que exude la grasa y enfriar rápidamente después de cocer.

1.10.2 En la periferia

Si el desprendimiento de grasa tan solo es en la periferia, aparte de los factores mencionados anteriormente se debe tener en cuenta que cuando se utilizan tripas permeables al vapor de agua si se realiza una cocción a HR < 75 %, o al finalizar la cocción se enfría el producto a temperatura am-



Imagen 26g. Desprendimiento de grasa en un producto cocido que sufrió un secado posterior.

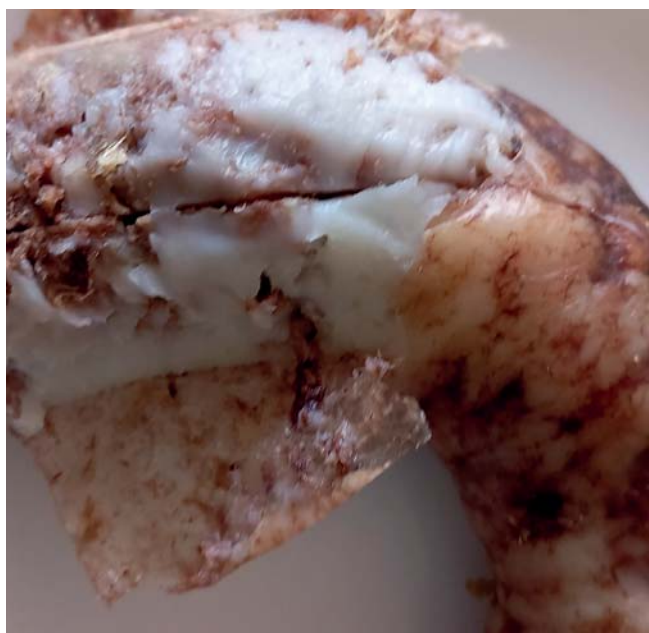


Imagen 26h. Desprendimiento de grasa bajo la tripa.

biente sin previo duchado, puede producirse exudado de grasa en la superficie debido a que el contacto del aire ambiental con la superficie caliente del embutido genera una disminución brusca de la HR superficial que seca el producto, produciéndose rotura de las células grasas superficiales (Arnau & Gou, 2001) y/o de la emulsión. Si el producto se elaborase con KCl en lugar de NaCl, una disminución de la actividad de agua de la superficie del embutido por debajo de 0,877 a 5 °C o 0,843 a 25 °C podría generar exudado de grasa, ya que a valores inferiores a dichas a_w el KCl cristaliza, produciéndose una disminución brusca del contenido de agua en el equilibrio y rotura de las membranas de los adipocitos (Arnau *et al.*, 2012).



Imagen 26i. Desprendimiento de grasa en el exterior del producto durante el tratamiento de pasteurización postenvasado.



Imagen 26j. Desprendimiento de grasa en el exterior del producto durante el tratamiento de pasteurización postenvasado.

En los productos cocidos sometidos a un proceso de secado, las tensiones producidas por el secado del magro pueden generar una presión elevada sobre la grasa que origine el exudado de aceite en su interior (Ten Cate, 1969). Este efecto es más común en la zona más externa, en la que se producen mayores presiones de secado sobre las partículas de grasa, que en la zona interna (**imagen 26g**).

La cocción de productos grasos en tripas colágenas a alta HR puede facilitar la hidratación y expansión de la tripa y la formación de una capa grasa en la interfase tripa/masa. Así mismo, cuando la masa cárnica no se adhiere a la tripa (**imagen 26h**) o está embutido con presión insuficiente, se puede facilitar el desprendimiento de grasa en la interfase entre el producto y la tripa.

1.10.3 Pérdida de grasa durante el tratamiento térmico del producto reenvasado

Para evitar pérdidas de grasa durante el tratamiento térmico posterior a la cocción (e.g. tratamiento térmico después de envasado (**imágenes 26i, j**) o de esterilización (**imagen 26k**) se debe tener un buen ligado de la grasa en el producto y generar una estructura gelificada compacta que atrape la grasa y que dificulte tanto el movimiento de agua como de grasa durante el tratamiento térmico.



Imagen 26k. Desprendimiento de grasa durante el tratamiento de esterilización.



Imagen 26l. Desprendimiento de gránulos de grasa al lonchear debido a un ligado deficiente con la masa cárnica.

En productos tipo morcilla, bulls y aquellos a los que se les añada carne precocida, la adición de hígado/carne picada finamente y bien masajeadas con sal, o la adición de una parte de emulsión que recubra los trozos de grasa picada dificultará el desprendimiento de grasa en el envase al tratar térmicamente. El uso de fécula al retener el agua también dificulta el movimiento de la grasa.

1.10.4 Mal ligado de los dados

En los productos que contienen dados de grasa, estos a veces se separan al lonchear (**imagen 26l**) debido a un ligado deficiente con la masa cárnica.

Debe tenerse en cuenta que lo que liga los tacos de grasa a la carne son las proteínas solubilizadas y lo que desliga es la presencia de grasa fundida y los cambios de tamaño o de estructura.

Para conseguir un buen ligado de las partículas de grasa, de forma que no se separen al lonchear y se mantengan durante la vida útil, se debe tener: i) suficiente proteína cárnica extraída o no cárnica añadida (e.g. gel de caseinato) y realizar un buen vacío de la masa antes de embutir, ii) evitar o reducir el embarrado y la presencia de grasa en la superficie de los dados y iii) mantener en refrigeración suficien-

te tiempo el producto elaborado (e.g. 1-2 semanas) para que las formas alfa de los triglicéridos pasen a formas beta más estables y mejore la consistencia de la grasa. Hay que tener en cuenta que, en las materias primas utilizadas, la grasa fresca liga mejor que la congelada (especialmente cuando lo ha sido por períodos largos) y los magros grasos ligan mejor que la grasa subcutánea. Cuanto mayor es la relación superficie/volumen de los dados de grasa mejor es la cohesión (los trozos grandes de grasa se separan más fácilmente que los pequeños y las formas esféricas lo hacen más que las otras formas, por lo que si están bien dispersos presentarán menos problemas de separación), el amasado facilita la interacción proteína/grasa, el escaldado de los dados de grasa permite eliminar la grasa superficial del dado y facilita la interacción del tejido conjuntivo de la grasa con la proteína de la carne y su ligado (e.g. en mortadela boloñesa). Si la temperatura de escaldado es superior a la de cocción del embutido se evitarán tensiones en el dado. El aclarado de los dados con agua caliente (48-50 °C) después de escaldar y su centrifugado eliminan la grasa de su superficie. Una buena adhesión de los trozos de grasa a la tripa dificulta la exudación de grasa externa, y una mala capacidad de retención de agua de la pasta ayuda a generar desprendimiento de grasa, ya que al perder agua se generan canales por donde la grasa también puede fluir.

La congelación de la grasa durante un tiempo largo favorece la formación de cristales de hielo que crecen con el tiempo y dañan su estructura, favoreciendo la exudación de grasa y el desligado.

El amasado a baja temperatura, estando la grasa aún congelada y sin presencia de sales, puede facilitar la formación de agregados de grasa (“pelotas”) que dificulten una buena distribución de los ingredientes y aditivos.

En los productos con tacos de grasa, se deben evitar oscilaciones importantes de temperatura de los envases de producto loncheado, ya que se facilita la fusión de la grasa y confiere al producto un aspecto untuoso. Dicha fusión se ve favorecida por el uso de grasas insaturadas de bajo punto de fusión que funden cuando aumenta la temperatura y forman pequeños cristales blancos cuando la temperatura disminuye. **e**

(Continúa en el próximo número de **euocarne**).