



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

Seguimos con la serie de artículos que analizan los problemas sensoriales que se pueden producir durante la elaboración de derivados cárnicos tratados por el calor; enfocándonos ahora en los problemas de deformación del producto o de los envases, de la adhesión de la carne a la tripa/bolsa y los producidos por una distribución heterogénea de los ingredientes.

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

1.11 Deformación

1.11.1 Del producto

1.11.1.1 Cupping

El *cupping* es un problema frecuente en *toppings* (e.g. pepperoni). Al calentar las pizzas, las lonchas se calientan más en la parte superior que en la que está en contacto con la pizza. Los laterales de la loncha tienen una mayor relación superficie/volumen y tienden a alejarse de la pizza mientras que el centro permanece en contacto con la base dando lugar a una forma de copa (**imágenes 27a, b**). Es decir, el *cupping* se hace en la dirección de la fuente de calor, produciéndose desprendimiento de grasa y reacción de Maillard en los bordes (pardeamiento).



Imagen 27a. *Cupping*.



Imagen 27b. *Cupping*.

Para disminuir la reacción de Maillard deben añadirse azúcares fermentables y procurar que se agoten en el proceso de fermentación, y si no hay fermentación debe evitarse la adición de azúcares reductores. Cuanto más gruesa es la loncha mayor es la diferencia de calentamiento (dentro de un cierto margen) y mayor el *cupping*. En lonchas extrafinas apenas se produce ya que este efecto no es capaz de vencer la gravedad y la adherencia a la base. Si la loncha es muy gruesa se dificulta la curvatura, y si el diámetro es amplio también. El flujo en “U” de la embutidora facilita el *cupping* en la dirección de embutición. Si el diámetro del embudo es cercano al del embutido y la pasta se posiciona directamente en el embutido, sin que se produzca retroceso (*back-rolling*, *back-curling*) se produce menos *cupping* (Feiner, 2016). Para cambiar la dinámica se pueden hacer agujeros al final del embudo. Newkirk *et al.* (1995) encontraron que la refrigeración con nie-



Imagen 27c. Contracción de la tripa al cocer.

ve carbónica de 5 °C hasta -5 °C previo al mezclado con los ingredientes dio lugar a menos *cupping* que la que dio la mezcla a 0 °C o a 5 °C. El encostrado (Hoogenkamp, 1989), la extracción de mucha proteína y el uso de tripa natural lo aumentan, y el secado tipo QDS process® (*Quick-Dry-Slice Process*) lo disminuye. El aumento del contenido de grasa, la adición de cortezas cocidas y carragenatos disminuyen el problema. La adición de tejido conjuntivo crudo puede aumentar el problema, ya que se contrae al cocer (la carne denervada, e.g. con Baader, da menos problemas). En los productos cocidos el problema es menor si el colágeno se ha solubilizado, y será mayor si tan sólo se ha desnaturalizado la miosina por efecto de cocción a unos 60 °C, debido al aumento de la cohesividad (Newkirk *et al.*, 1995). Un incremento del *cupping* puede favorecer la formación de aminas heterocíclicas en los *toppings* de pizzas durante el horneado (Gibis & Weiss, 2013).

1.11.1.2 Encogimiento de la tripa durante la cocción

El encogimiento de la tripa al cocer, en que una parte de la masa embutida queda fuera (**imagen 27c**), es debido a que al cocer la masa embutida no frena la contracción de la tripa debido a insuficiente extracción de proteína miofibrilar en la pasta para que ligue la tripa al cocer, o a la presencia de grasa en la interfase masa/tripa (embarrado o fusión de grasa) o gelatina que dificultan la interacción proteína miofibrilar/tripa. Por otro lado, el uso de tripas naturales gruesas favorece su retracción durante la cocción.

La formación de gas durante la fermentación y la falta de vacío durante el amasado y embutición pueden provocar que el producto tenga gas, que se dilate al cocer y rompa la estructura y facilite el encogimiento.

1.11.1.3 Estallido de la tripa al cocer

Las tripas naturales o colágenas comestibles que se usan para salchichas, longanizas o butifarras cocidas a veces revientan al cocer antes de su consumo (**imagen 27d**), lo cual puede ser debido a una cocción agresiva, presencia de aire (por insuficiente vacío en el amasado y embutición (**imagen 27e**)) o formación de gas (por fermentación) que dilata y presiona la tripa, especialmente si está muy llena, y también por falta de adhesión de la masa a la tripa (que permite una contracción importante que facilita la rotura) debido a: i) insuficiente extracción de proteína miofibrilar que pueda actuar como adhesivo entre la masa y la tripa; ii) exceso de grasa, embarrado de la pasta o emulsión deficiente de la grasa. Hay que tener en cuenta que la presión de rotura es directamente proporcional al espesor de la piel e inversamente proporcional al diámetro de la salchicha (fórmula de Barlow), y que si no se supera el límite elástico las salchichas vuelven a la forma original tras la cocción.

1.11.1.4 Pelado de salchichas

Las salchichas tipo frankfurt embutidas en tripa celulósica normalmente sufren un proceso de pelado antes de su envasado final. La peladora consta de una cuchilla que corta longitudinalmente la tripa y un sistema de separación de la salchicha de la misma. Las ristras de salchichas se introducen por un lado y salen peladas por el otro. El corte de la tripa se manifiesta en las salchichas como un pequeño corte longitudinal (**imagen 28a**) que no está presente en las salchichas que se elaboran sin tripa (**imagen 28b**).



Imagen 27d. Rotura de la tripa al cocer.



Imagen 27e. Diferencias de densidad entre salchichas de un mismo envase.

Sin embargo, a veces se producen roturas de salchichas o parte de la pasta queda adherida a la tripa dificultándose el pelado (*"cling"*) (**imagen 28c**). Según

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

 **Agujas Inyectora**

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



Imagen 28a. Marca de colgado (C) y corte de la salchicha producida durante el pelado.



Imagen 28b. Aspecto de salchichas elaboradas sin tripa.



Imagen 28c. Pérdida de masa de una salchicha durante el pelado ("cling").

Tauber (1958) y Wilson (1960) (citados por Carpenter & Saffle, 1963), debe tenerse en cuenta que hay dos factores clave relacionados con la facilidad de pelado de las salchichas tipo frankfurt: i) coagulación, por acción del calor, de las proteínas solubles superficiales que permite la formación de una piel y ii) la relación entre el contenido de agua de la superficie de la salchicha y la de la tripa. Así pues, la formulación del producto debe tener suficiente proteína funcional para permitir la formación de la piel. Según Saffle (1968) las salchichas con elevado contenido de tejido conectivo (e.g. 10 % piel de cerdo) son más difíciles de pelar, especialmente si se procesa inicialmente a baja temperatura (55 °C) que si se hace a alta (82 °C), lo cual podría deberse a que a temperatura alta el colágeno se contraiga al inicio del tratamiento térmico y endurezca, mientras que con tratamientos más suaves al inicio se puede convertir paulatinamente en gelatina que se adhiere a la tripa. Según dicho autor, en tripas de 21 mm el tratamiento térmico suave al inicio facilita la formación de una piel suave que facilita el pelado en comparación con una temperatura elevada. Por otro lado, la coagulación proteica se facilita mediante contacto con ácidos y aldehídos

(e.g. los procedentes del ahumado) (Toth & Potthast, 1984). El incremento del contenido de grasa y/o su migración a la interfase piel/tripa facilita el pelado. Una presión elevada de embutición (sobreembutido) puede incrementar las interacciones tripa salchicha y dificultar la pelabilidad. La variabilidad de la densidad de las salchichas debe reducirse para tener un producto homogéneo y que se pele de forma homogénea (**imagen 27e**). Debe tenerse en cuenta si el tipo de tripa es normal o de alta pelabilidad, ya que ello exige condiciones de procesado distintas.

Las salchichas son difíciles de pelar tras el tratamiento térmico a menos que se introduzcan en agua, salmuera o en una cámara muy húmeda. Dado que la presencia de humedad en la interfase entre la tripa y el producto debilita las interacciones que se han formado previamente en dicha interfase y facilita la pelabilidad, la inclusión de un paso en que se produzca cocción a una HR superior a la actividad de agua superficial multiplicada por cien ($100 \cdot a_{ws}$), el tratamiento con agua tibia o la aplicación de vapor a las tripas antes de pelar y la adición de sustancias con buen poder humectante (e.g. azúcares, sorbitol) y carboximetilcelulosa a la formulación facilitará la pelabilidad. La carboximetilcelulosa hace una pequeña capa entre la tripa y la masa que disminuye la pegajosidad y facilita el pelado.

Duchar el producto con agua fría antes de iniciar el proceso, especialmente cuando los tiempos de espera entre las primeras y las últimas salchichas antes de ahumado son largos, permite estandarizar las condiciones superficiales y de la interfase producto/tripa y uniformizar el producto.

Así pues, debe buscarse un equilibrio entre condiciones secas y húmedas. Las condiciones secas facilitan el desarrollo del color ahumado, reacción de Maillard, aroma y textura superficial firme, mientras que unas condiciones húmedas facilitan la absorción del humo, dan lugar a una superficie tierna, mejores rendimientos y pelabilidad, una temperatura más uniforme y reducción del tiempo de cocción.

Finalmente debe destacarse que para facilitar el pelado y reducir roturas es conveniente que las salchichas estén rígidas, lo cual puede lograrse mediante baño con salmuera muy fría. Además, debe realizarse un buen mantenimiento del equipo de pelado y calibrarse teniendo en cuenta las dimensiones finales de las salchichas que se ven afectadas por los cambios de densidad y la presión de embutición.

1.11.1.5 Incremento de altura (*doming*)

Durante la cocción de las hamburguesas y *burger meat* se produce con frecuencia una contracción (**imagen 29a**) con incremento en la altura del producto (*doming*) y el desarrollo de cavidades en el interior del mismo (**imagen 29b**) que dan lugar al desprendimiento de líquido (*welling*) (**imagen 29c**) al pinchar (Sheard, 2002). La disminución de tamaño en la dimensión plana del producto (superficie) sugiere al consumidor una porción menor que la esperada, generándose un aumento de altura. Un aumento del *doming* no siempre va asociado a un aumento del *welling*. Cuando la carne se cuece, se produce el ligado/gelificación de las proteínas miofibrilares y la contracción del colágeno, por otro lado, la evaporación del agua y la pérdida de grasa produce una reducción del volumen.

Además de los factores mencionados anteriormente, el sistema y la temperatura de cocción y el espesor también son factores importantes (Campbell & Mandigo, 1978; Campbell *et al.*, 1977). Los productos de mayor espesor son más susceptibles a aumentar su altura, especialmente cuando la cocción se realiza a temperatura elevada. La adición de proteína de soja texturizada y algunas fibras vegetales reduce la contracción. Jones *et al.* (1985) observó una tendencia a aumentar el *doming* al aumentar el contenido de tejido conjuntivo en la composición, pero en este caso suele haber también una tendencia a un picado más fino, que también hace aumentar el *doming*.

En hamburguesas de pequeño grosor y sin sal añadida a la masa, se observa menos formación de exudado al pinchar después de cocer, ya que el agua se evapora con mayor facilidad, y el tiempo de cocción es menor que en las más gruesas. Al producirse la coagulación externa, la migración del agua se ve dificultada. Por otra parte, la adición de carne congelada o agua facilitaría la formación de exudado interno, mientras que la adición de sal, féculas y fibras lo disminuiría.

1.11.1.6 Contracción lateral

Algunos derivados cárnicos (e.g. hamburguesas, *burger meat* y reestructurados), experimentan un cambio dimensional en una dirección predominante durante el tratamiento térmico, adoptando una forma ovalada (Mounsdon & Jolley, 1987). Dichos autores demostraron, usando luz ultravioleta, que la



Imagen 29a. Contracción de hamburguesa durante la cocción.



Imagen 29b. Formación de jugo y desligado en el interior de una hamburguesa.



Imagen 29c. Formación de jugo durante la cocción.

contracción lateral es debida al alineamiento del tejido conectivo en la superficie del producto durante su formateado, lo cual parece debido al tipo de formateadora utilizada (Jolley and Rangeley, 1986). Durante la cocción se produce contracción del co-



Imagen 30a. Rotura de la estructura interna de un paté en forma de pequeños cortes perpendiculares al eje del bote por descompresión excesivamente rápida.



Imagen 30b. Marcas de tenderización en jamón cocido reducido en sal y baja capacidad de retención de agua.

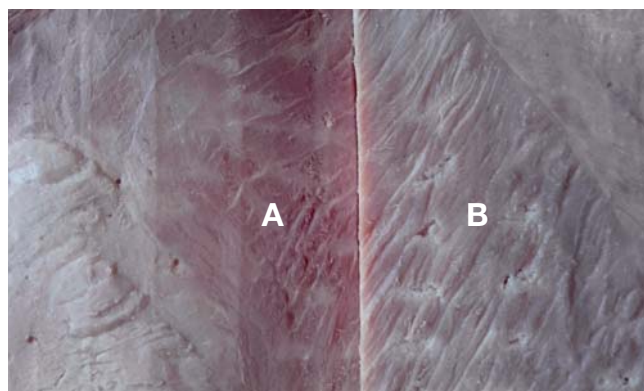


Imagen 30c. Marcas de tenderización en jamón cocido reducido en sal. Zona de pH bajo (B) y zona de pH alto (A).



Imagen 30d. Agujero interno en jamón cocido.

nectivo que da lugar a una contracción más importante en la dirección del alineamiento, que puede generar al mismo tiempo un aumento de altura del producto. Jolley & Rangelley (1986) observaron menos distorsión y *doming* al disminuir el contenido de grasa, pero al disminuir la sal aumentó la distorsión. Dichos autores también estudiaron el efecto de la temperatura de picado y del tiempo de reposo entre mezclado y formateado, obteniendo resultados variables según el tipo de maquinaria utilizada.

1.11.1.7 Grietas

Internas:

La formación de grietas puede ser debida a cambios bruscos de presión durante la despresurización después de la esterilización en autoclave. Si la temperatura en el interior del envase es superior a 100 °C en algún punto del producto, al pasar a presión atmosférica se produce la formación de

vapor y se rompe la estructura (**imagen 30a**). Las grietas se forman en la dirección perpendicular a las tensiones.

También pueden formarse grietas en zonas tenderizadas en productos con baja CRA. Si la proteína extraída es suficientemente funcional tapa los agujeros que se producen en el tenderizado, mientras que si es poco funcional no lo logra (**imágenes 30b, c**).

En productos a los que se les añade gelatina debe intentarse evitar trabajar entre la temperatura de gelificación (Tg) y la de fusión para reducir el riesgo de tener problemas de gelificación, ya que es donde se estructuran las moléculas del gel y cogen la estructura definitiva. Interesa que la gelatina enfrie lentamente hasta que esté por debajo de la Tg y que después lo haga rápidamente.

La adición de trozos de carne cocida, que se hayan secado durante la cocción, al centro del paté,

puede generar grietas de forma hexagonal, ya que la carne cocida absorbe agua de la masa o de la gelatina y la tensión formándose grietas de forma perpendicular a las tensiones sufridas.

En los jamones cocidos, especialmente si son sin fosfatos añadidos y con bajas inyecciones, es frecuente encontrar grietas intermusculares, en que se observa falta de ligado con una separación física entre músculos debido a una excesiva sequedad de la carne o rigidez en la embutición que impide que los músculos se adapten a las tripas de plástico y/o moldes, dejando huecos entre ellos (**imagen 30d**). La mejora de la compactación de la carne durante la embutición disminuye de forma significativa la formación de grietas (Xargayó *et al.*, 2009).

Externas:

Se producen en los procesos de cocción muy rápidos o con ventilación muy fuerte (e.g. patés co-

cidos en hornos utilizando moldes sin protección) o por dilatación durante la esterilización (**imagen 30e**). La adición de una cantidad importante de huevo o clara de huevo puede facilitar este problema. Regulando las condiciones de cocción se pueden evitar.

1.11.1.8 Agujeros/huecos

En el caso del jamón cocido la presencia de agujeros internos o huecos puede ser debida a:

- i) falta de funcionalidad de la carne. Esta es máxima en la carne en estado prerigor, disminuye al alcanzar el rigor, sufre una pérdida adicional al congelar, especialmente si es por largos períodos, y la peor de las situaciones se da en las carnes PSE. Una mejora de la plasticidad de la carne (eliminación de la textura dura adquirida en el "rigor mortis" (enrocado)) mediante inyección, tenderización y masaje facilita la adaptación de



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 30e. Rotura de las puntas de salchichas durante la esterilización.



Imagen 30f. Agujero externo en jamón cocido.

las piezas entre ellas y reduce las tensiones durante la cocción.

- ii) insuficiente extracción de proteínas miofibrilares por parte de la sal y los fosfatos, y un masaje/tenderización insuficientes (**imagen 30f**). El aumento del masaje ayuda a solubilizar las proteínas cárnicas miofibrilares y facilita el ligado de las piezas. La adición de proteínas no funcionales en polvo en el masaje puede producir desligamiento entre piezas por falta de funcionalidad. La adición de algunas proteínas funcionales puede contribuir a reducir el problema. Si el producto, en las etapas finales del masaje, tiene una apariencia muy seca, se recomienda adicionar una pequeña cantidad de salmuera, lo cual facilitará la extracción proteica y el ligado de las piezas.



Imagen 30g. Pequeños agujeros externos producidos por insuficiente vacío.

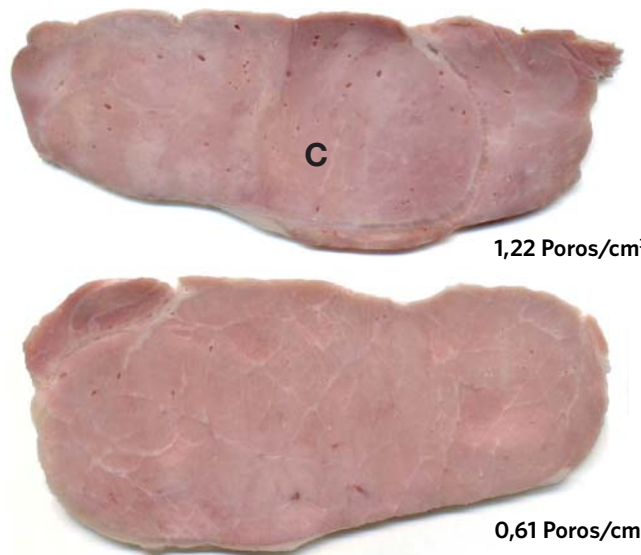


Imagen 30h. Formación de agujeros en producto cocido con altos recuentos de bacterias lácticas heterofermentativas (C) y efecto de la adición del cultivo SafePro® ImPorous.

- iii) pulido deficiente de la grasa intermuscular, lo cual dificulta el ligado de las piezas y del conectivo, lo cual también dificulta una buena extracción proteica y produce contracción en la cocción. El pulido, aparte de mejorar el ligado, mejora el aspecto del corte. En el caso de las piezas en que sea difícil realizar un buen pulido (e.g. muslos y pechugas de aves) la tenderización profunda o la doble tenderización puede representar una solución adecuada frente al picado, que originaría un aspecto roto del producto.
- iv) falta de vacío (**imagen 30g**) o producción de gas (**imagen 30h**). Cuando son agujeros de pequeño tamaño hay que averiguar si se han producido por desprendimiento de gas debido a una fermentación no deseada o por un contenido excesivo de aire en la masa. El tamaño y localización pueden ayudar a discernir la causa. En caso de que sean debidas a formación de gas es conveniente reducir la carga microbiana de la materia

prima (evaluar si hay efecto proveedor), monitorizar la temperatura de proceso y asegurar que el tratamiento térmico sea adecuado. Cuando los agujeros están entre piezas y no hay exudado, el problema suele ser debido a la falta de vacío en masaje y/o embutición. Durante la embutición es mejor que la tolva de embutición tenga un buen vacío. Cuando los agujeros son pequeños y están en el interior del músculo inyectado suelen ser por la formación de gas, debido a que el producto tiene una gran carga bacteriana de tipo heterofermentativo o a que la cocción es muy lenta. En el caso de productos picados o emulsionados, una distribución homogénea de los agujeros induce a pensar que se trate de falta de vacío, mientras que una distribución heterogénea (por ejemplo, más en el interior que en el exterior) induce a pensar que sea debido a un origen microbiano. Se ha propuesto el uso de cultivos ini-

ciadores (e.g. SafePro® ImPorous de Chr. Hansen www.chr-hansen.com) como sistema para limitar la formación de pequeños poros sin que se vea afectada la calidad (**imagen 30h**).

- v) exceso de merma por falta de compactación (Xargayó *et al.*, 2009).
- vi) cocción excesiva, que puede disminuir la CRA y facilitar el desprendimiento de agua. Por otra parte, si los exudados que se forman durante la cocción no se pueden evacuar se llenarán las cavidades de dicho jugo, mientras que, si se pueden evacuar, al enfriar, la gelatina formada tenderá a unir las piezas.

1.11.1.9 Puntas secas

En los lineales de los puntos de venta, las bandejas de productos loncheados suelen estar sometidas a una iluminación que puede aumentar la temperatura del envase y del producto en contacto con él.

Mejore la apariencia y calidad de los productos cocidos con SafePro® ImPorous de Chr. Hansen

Junto con el sabor, la apariencia de los productos cocidos es uno de los principales componentes en la decisión de compra. Un producto con poros puede influir negativamente en la experiencia del consumidor.

La presencia de bacterias heterofermentativas productoras de gas, incluso en bajas concentraciones (10^2 CFU/g carne) en la materia prima, es una de las causas principales de este defecto en los productos cocidos como el jamón.

SafePro® ImPorous de Chr. Hansen, es un cultivo natural que añadido de forma simple a sus salmueras y sin cambiar el proceso, reduce la aparición de poros entre un 50% y un 75%.

Chr. Hansen es una empresa global de biotecnología con más de 145 años de experiencia que desarrolla soluciones naturales para la industria alimentaria. Nuestros cultivos bacterianos ofrecen soluciones a nuestros clientes para fabricar productos más sostenibles y etiquetas más limpias.

Más información:
Chr. Hansen, S.L – Tel.: +34 91 806 09 30 – espoba@chr-hansen.com



Izquierda: Producto cocido con una alta concentración de bacterias heterofermentativas añadidas.
Derecha: producto tratado con SafePro® ImPorous.

CHR HANSEN

Improving food & health



Imagen 31a. Plegado de la piel durante la comercialización por absorción de agua dentro del envase.



Imagen 32a. Arrugado de salchichas envasadas.



Imagen 31b. Plegado de la piel durante la comercialización por absorción de agua dentro del envase.



Imagen 32b. Arrugado de salchichas envasadas.

Al mismo tiempo, la otra cara de la bandeja se ve sometida a una corriente de aire que enfría el envase, con lo cual, se produce un secado en la zona caliente y una condensación de agua en la superficie fría del envase. Por otra parte, para visualizar mejor el envase, se colocan algunos de ellos en posición vertical, y en consecuencia se produce un drenaje, hacia el fondo del envase, del agua que ha condensado. Con este proceso, se seca el producto, especialmente las puntas y las lonchas más finas de las zonas más calientes o de mayor espacio de cabeza, aumentando en ellas el sabor salado y disminuyendo la estabilidad microbiológica de la zona inferior en contacto con el agua de drenaje, particularmente si tiene lugar un abuso de temperatura.

Por lo tanto, para mantener mejor la calidad del producto, es conveniente reducir el espacio de cabe-

za (menor entrada de gas seco y menor espacio de evaporación), conseguir una buena adaptación entre la forma de las lonchas y la del envase (se reduce el espacio, no hay tanto movimiento de vapor de agua y las condensaciones se reabsorben mejor) y mantener el envase en posición horizontal y a una temperatura homogénea. Para ello, se deben alejar los focos de luz del producto y utilizar lineales cerrables, o en el caso de lineales abiertos colocarlos en zonas donde apenas haya circulación de aire externo.

1.11.1.10 Arrugado de la piel en loncheados

Se produce por hidratación de la piel en loncheados debido a que tiene mayor capacidad de retención de agua que la carne (**imágenes 31a, b**).

1.11.1.11 Arrugado de salchichas

El arrugado de salchichas tipo frankfurt (**imágenes 32a, b**) puede deberse a subbembutición, secado excesivo, vacío insuficiente y oscilaciones de temperatura durante su conservación si se mantienen en congelación. La densidad de las salchichas es variable, incluso aquellas que están dentro de un mismo

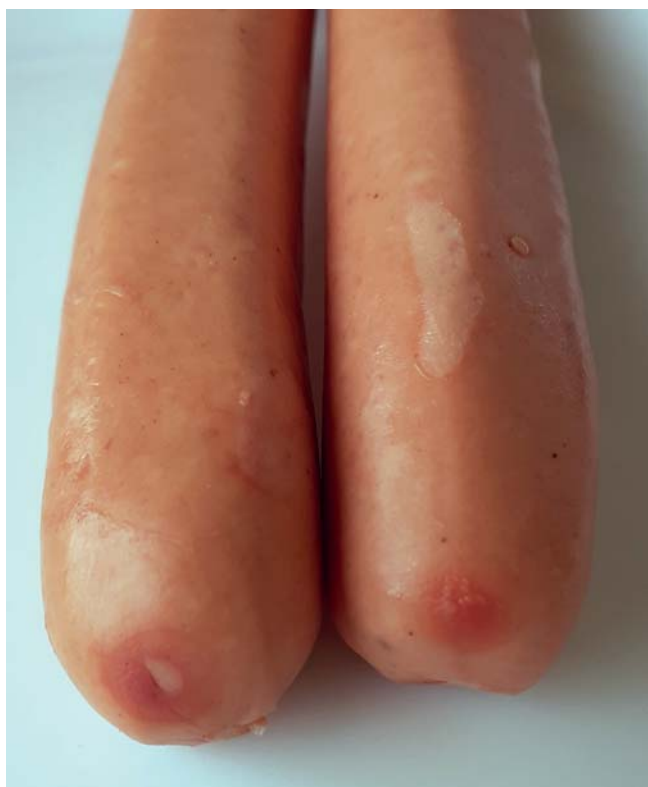


Imagen 33a. Gota de humo en la zona inferior de las salchichas.



Imagen 33b. Zona de contacto entre salchichas durante el ahumado.

envase (**imagen 27e**), lo cual se debe principalmente al nivel de vacío alcanzado antes de embutir.

1.11.1.12 Marcas de torsión, pelado y contacto en salchichas tipo frankfurt

En las puntas de las salchichas embutidas en tripas celulósicas se produce la marca del torsionador (**imagen 27e**) y de la peladora (**imagen 28a**), mientras que en aquellas que se producen por extrusión dicha marca no aparece (**imagen 28b**). En las tripas naturales o colágenas la marca del torsionador apenas se ve por el efecto de la contracción de la tripa durante la cocción (**imagen 33a**). Si durante



Imagen 34a. Arrugado, desprendimiento de agua y decoloración de origen microbiano de un jamón cocido.



Imagen 34b. Arrugado y oxidación durante la cocción.

el proceso de ahumado se produce contacto entre salchichas, en el producto final se detecta dicha zona de contacto (**imagen 33b**)

1.11.2 De los envases

1.11.2.1 Arrugado del envase

La presencia de arrugas o pliegues en las bolsas (**imágenes 34a, b**) se ve favorecida por el uso de bolsas de tamaño grande. Si por el contrario la bolsa es excesivamente pequeña, no se adaptará a la forma del molde y dará lugar a esquinas redondeadas. El retractilado ayuda a eliminar las arrugas en bolsas retráctiles. Cuando se realiza un correcto retractilado (adecuación del tamaño de la bolsa al producto, tiempo y temperatura de retractilado, etc.) en bolsas retráctiles, la reducción del material plástico sobrante reduce la presencia de arrugas y, en consecuencia, disminuye el riesgo de que los jugos del producto se acumulen en esta zona, y con ello



Imagen 34c. Formación de gas de origen microbiano.



Imagen 34d. Formación de gas y exudado lechoso de origen microbiano en salchichas de Frankfurt envasadas al vacío.

se mejora la apariencia y la vida útil. Cierta tensión del envase debería contribuir a mejorar la adhesión a la carne, pero si se produce desnaturalización de la capa proteica superficial durante el retractilado, no mejorará la adhesión, en todo caso la empeorará. En productos tipo “strip off” se puede hacer retractilado a temperatura elevada para eliminar correctamente las arrugas, mientras que en los productos “ship in” se hace a unos 70 °C para no afectar negativamente a la adhesión de la carne. La subembutición, la falta

de vacío y la refrigeración rápida después de cocción contribuye al arrugado del envase.

Los envases retractilables deben almacenarse a temperaturas que no superen los 45 °C, para evitar que se active dicha propiedad de forma prematura.

1.11.2.2 Colapso del envase

En productos loncheados envasados en atmósfera modificada a los que se añade CO₂ se puede producir un colapso del envase, que puede relacionarse con la cantidad de CO₂ absorbido por el producto. La solubilidad del CO₂ en el músculo a 0 °C es de 1.040 mL CO₂/kg, mientras que la grasa tan sólo absorbe 600 mL CO₂/kg a 0 °C. La absorción de CO₂ sigue la ley de Henry, por lo que depende de la presión parcial del CO₂ en la atmósfera del envase. La solubilidad del CO₂ en la carne aumenta en 360 mL/kg por cada unidad de pH y disminuye en 19 mL/kg por cada 1 °C que se aumenta. La solubilidad en la grasa aumenta por encima de 2 °C y disminuye por debajo. Si la grasa es insaturada el aumento de la solubilidad es mayor. Cuanto mayor sea la superficie de contacto de las lonchas con la atmósfera más rápidamente se producirá el colapso. La inyección de una cantidad de gas elevada de forma que genere una ligera sobrepresión (*ballooning*) pero sin afectar a la soldadura, si bien hace aumentar la absorción de CO₂ puede ayudar a disminuir el colapso.

1.11.2.3 Hinchazón del envase

Los productos envasados al vacío que tengan cierta porosidad (e.g. salchichas de frankfurt), al tratar por alta presión se produce una migración de gas al exterior dando la impresión de que se ha perdido el vacío. Para evitarlo, se recomienda hacer un buen vacío en la amasadora o previo a la embutición (ya que en la embutidora es insuficiente para extraer todo el aire), y reducir el tiempo entre embutido y cocción para que disminuya el riesgo de formación de gas por la microbiota heterofermentativa. La formación de gas e hinchazón del envase también puede tener lugar en el producto cocido y envasado (**imágenes 34 c, d**) (ver apartado 1.18).

1.11.2.4 Rotura de soldaduras

La rotura de las soldaduras (**imagen 35**) puede deberse a factores intrínsecos del propio material (e.g. tratamiento corona excesivo) o extrínsecos producidos durante el proceso de envasado (e.g.

temperatura de sellado inadecuada, contaminación de la soldadura, tratamiento térmico excesivo durante el retractilado) o post envasado (ej. manejo inadecuado tras el sellado, tratamiento térmico excesivo durante la cocción, tensión mecánica en la zona de soldadura durante la cocción por vacío insuficiente o formación de gas) e incluso pudiendo algunos ingredientes añadidos durante la formulación del producto contribuir a fragilizar la soldadura.

1.12 Adhesión de la carne a la tripa/bolsa (*cling*)

En los embutidos cocidos se usan diferentes tipos de envase en función del producto deseado. Por ejemplo, el jamón merma cero (*cook-in-ship-in*) requerirá una elevada adherencia para prevenir la pérdida de jugos entre el producto y el envase, mientras que un producto de pollo con piel requerirá poca adherencia entre el film y la piel para evitar que la piel se separe de la carne al sacar el producto del envase. Por otra parte, para la elaboración de productos que posteriormente serán loncheados (*cook-in-strip-off*) se busca tan sólo una pequeña adhesión que evite mermas de jugos pero que permita que el envase se separe fácilmente, mientras que en los productos que se venden como piezas enteras se desea que el film permanezca pegado al producto durante su vida comercial, pero que permita una separación fácil sin que se produzca arrastre de pasta del embutido (*cling*). Así pues, es importante tener en cuenta que una buena adhesión de la masa al envase dificulta la sinéresis del agua.

Se considera que la temperatura de cocción no suele ser suficiente para romper o crear enlaces covalentes, por lo que se supone que la adhesión se debe fundamentalmente a enlaces por puentes de hidrógeno e interacciones hidrofóbicas. La adhesión entre carne y film se puede evaluar mediante el método de pelado (Rosinski *et al.*, 1989, 1990), pero se debe asegurar que la carne y el film estén separados en la interfase, ya que si no, el test evaluará la cohesión de la propia carne.

A pesar de la importancia de la adhesión de la carne a los materiales de envasado, los estudios existentes (Clardy *et al.*, 1995; Kücükpınar & Langowski, (2012); Michalski *et al.*, 1997; Terlizzi *et al.*, 1984; Piette *et al.*, 1998) no han permitido establecer unas bases científicas suficientemente claras de los mecanismos implicados.



Imagen 35. Rotura de soldadura.

La adhesión de la masa a la tripa/bolsa y su facilidad de separación depende de:

- 1) El tipo de material de la tripa/bolsa. Así, por ejemplo, existen algunos materiales con tratamientos antiadherentes que facilitan el pelado en los productos destinados al loncheado. Las tripas naturales frágiles se pelan mal, y las gruesas se pelan mejor que las finas. La tripa de colágeno, debido a su naturaleza proteica, se adhiere a la carne mejor que la fibrosa, y su adhesión depende de la orientación y distribución de las fibras de colágeno (Yang *et al.*, 2016). Cuando la superficie de la película interna del envase es una olefina (e.g. PE, PP), se puede mejorar la adhesión mediante tratamiento corona, que cambia la estructura de la superficie del envase, aumenta la energía superficial mediante la introducción de grupos polares, facilita la adhesión de la carne durante la cocción y mejora la capacidad de impresión de las tintas (Brewis & Briggs, 1981; O'Hare *et al.*, 2002b; Baldan, 2004; O'Hare, Leadley, & Parbhoo, 2002a; Pocius, 1997; Sun, Zhang, & Wadsworth, 1999). Este efecto se pierde con el tiempo, por lo que la adhesión puede disminuir. Además, si se aumenta el tratamiento corona para aumentar la adhesión, la consecuencia es que disminuye la resistencia de las soldaduras (Brewis & Briggs, 1981). Las propiedades de adhesión son más variables cuando se hace tratamiento corona que cuando se utilizan compuestos con propiedades polares como: EAA (copolímeros de etileno-ácido acrílico), EMA (metacrilato de etileno) y Surlyn™ (ionómero con Zn). En general se ha visto que los films con mayor humectabilidad tales



Imagen 36a. Marcas producidas por la tenderización de cortes.



Imagen 36c. Distribución heterogénea de los ingredientes.



Imagen 36b. Distribución heterogénea de los ingredientes.

como las poliamidas (PA) muestran mejor adhesión que aquellos con baja humectabilidad. Las poliamidas y los ionómeros se adhieren más que el polietileno y el polipropileno. Además, los ionómeros neutralizados con Zn se adhieren más que los no neutralizados (Damo, 2014). Nishino *et al.* (1990, 1991) observaron que, si bien la rugosidad superficial aumentaba la adhesión en algunos casos, lo hacía en menor cuantía que los factores químicos. Además, la fécula de patata generaba una mayor adhesividad que el almidón de trigo o de maíz.

Así pues, las tripas de PA en la capa interna son una buena opción para la mayoría de los casos. En los casos en que se precisara una mayor adhesión, por ejemplo, cuando se aumenta el contenido de grasa, la tripa PA + Surlyn™ sería una

opción mejor, y cuando no se precise adhesión la mejor alternativa es el PE.

- 2) La cantidad de proteína cárnica no desnaturalizada extraída por la sal (fundamentalmente mio-sina) es esencial, ya que el producto se adhiere a la tripa en las fases iniciales del tratamiento térmico (Terlizzi *et al.*, 1984). La carne sin sal o la carne salada cocida no tienen adherencia (Rosinski *et al.*, 1990). Una mayor extracción proteica por acción del tenderizado, picado, amasado y masaje o la adición de algunas proteínas funcionales favorecerá la interacción entre la masa y la tripa, tanto en tripas naturales, como en colágenas y plásticas. Sin embargo, en la mayoría de los casos, la extracción de una pequeña cantidad de proteína es suficiente para tener una buena adhesión, por lo que un aumento de extracción probablemente no suponga una mejora en la adhesión. Las proteínas desnaturalizadas (e.g. proteína de carne en polvo, carne cocida...) dificultan la ligazón, por lo que en los productos una vez cocidos, y en los que se hace cambio de bolsa, no tiene sentido utilizar bolsas con buena adhesión, ya que la proteína superficial está desnaturalizada.
- 3) Composición de la interfase tripa-producto: los sólidos insolubles o la presencia de proteínas desnaturalizadas (e.g. cocidas) que frenan la interacción masa-tripa favorecen la separación (Rosinski, 1990). La presencia, en la interfase tripa-masa, de grasa y la de sus productos de hidró-

lisis (ácidos grasos) o de oleoresina de pimentón facilitan la separación. Los nervios y tendones pueden contraerse al cocer y afectar negativamente la adhesión provocada por la coagulación de las proteínas miofibrilares. En las tripas naturales, una baja humedad de la tripa en el producto acabado dificulta el pelado. Por eso, humedecer la tripa es un sistema que puede utilizarse para facilitar el pelado (ver 1.11.1.4).

- 4) Factores mecánicos: el embutido flojo de la pieza o cuando queda aire entre la tripa y la masa favorecen la separación, por lo que un aumento del nivel de vacío favorece la adhesión (Rosinski *et al.*, 1989). Durante la embutición, los trozos de mayor tamaño tienden a ir hacia el interior debido a su mayor energía cinética, y las fracciones más finas se concentran en la periferia para formar la interfase film/producto donde se iniciará la adherencia (Piette *et al.*, 1998). Una consistencia elevada del producto facilita la separación de la tripa, ya que el ligado entre el producto y el film se rompe por el punto más débil (Piette *et al.*, 1998). El retractado, si bien mejora el aspecto externo, no mejora la adhesión, en todo caso la empeora, ya que se generan tensiones al mismo tiempo que parte de la proteína de la interfase film-carne se desnaturaliza.

1.13 Distribución heterogénea de los ingredientes

1.13.1 Ingredientes disueltos/dispersados en agua

En los productos inyectados, la distribución de los ingredientes (disueltos o dispersados en agua) viene condicionada por el tipo de inyectora utilizada (Xargayó *et al.*, 2013), la cantidad de salmuera inyectada, la presión de inyección (Freixenet, 1994), la acción mecánica (tenderización (**imágenes 30c, 36a, g**), masaje) y el tiempo para lograr la difusión (**imagen 36b**). Los ingredientes solubles de pequeño peso molecular se distribuyen más rápidamente que los de mayor tamaño molecular (**imagen 36c**). La distribución de ingredientes es más homogénea cuando se inyectan que cuando se añaden directamente al bombo de masaje.

En los productos en los que se extrae mucha proteína durante el tratamiento mecánico o en los que se adiciona un elevado contenido de proteína o sólidos insolubles (e.g. féculas) en el masaje, se observa la presencia de pasta intermuscular (**imá-**

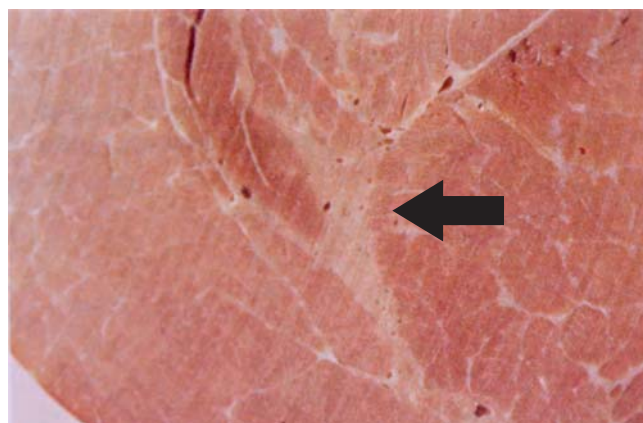


Imagen 36d. Pasta de relleno entre distintas piezas.



Imagen 36e. Estriado producido por ingredientes de la salmuera.

genes 36d, f). Cuanta más salmuera sobrenadante se añada mayor es el tiempo de masaje para absorberla y peor el aspecto final del producto debido al aumento de pasta intermuscular. En este caso la solubilización de las proteínas miofibrilares de la carne empieza antes de que se absorba la salmuera, con lo cual aumenta su viscosidad y cuesta más de absorber. En estos casos un masaje intensivo facilita la absorción de salmuera (Xargayó *et al.*, 2018). En el caso de las féculas, el tipo, la distribución y la granulometría pueden afectar al aspecto (**imagen 36e**).

1.13.2 Ingredientes sólidos

Interesa que los adornos que se añaden a los productos cocidos (dados de grasa, olivas, queso, trozos de carne...) tengan una distribución homo-



Imagen 36f. Estriado y coloraciones producidas por ingredientes de la salmuera.



Imagen 37a. Zonas con presencia de huevo coagulado.



Imagen 36g. Aspecto de jamón tras tenderizar.

génea. Para lo cual deben tenerse en cuenta factores hidrodinámicos durante la embutición (e.g. las partículas grandes tienden a ir al centro del envase/tripa y las partes más finas se concentran en la periferia (Piette *et al.*, 1998) durante el paso por el embudo), el nivel de vacío durante el amasado y embutición (e.g. para reducir la separación de las aceitunas), y también del movimiento que está afectado por la viscosidad, el radio de las partículas y las diferencias de densidad entre fases, y que viene descrito por la ecuación de Stokes, (i.e. $v = (d_1 - d_2) \cdot 2gR^2 / 9\eta$) donde “v” es la velocidad de movimiento de la partícula, grasa, aceituna, queso, aire... d_1 y d_2 son las densidades de la fase dispersa y de la fase continua, g es la aceleración de

la gravedad, R es el radio de la partícula de la fase dispersa y “ η ” la viscosidad de la fase continua.

La adición de una pequeña cantidad de polimetáfosfatos puede ayudar a reducir el problema. En el caso de las olivas es muy importante hacer un buen vacío para que el agujero de la aceituna se llene, además conviene lavarlas bien para que se desalen y pierdan su acidez. En el caso de la grasa, un tratamiento térmico previo a una temperatura superior a la que se cocerá el producto final evita que se produzcan contracciones del conectivo durante la cocción del producto. Después es conveniente que los dados de grasa se laven y centrifuguen para que no haya grasa fundida en la superficie externa que facilite el movimiento.

1.13.3 Ingredientes líquidos

Cuando se añaden cantidades importantes de ingredientes líquidos como la sangre en las morcillas y butifarras de sangre o el huevo líquido en las butifarras de huevo la viscosidad disminuye, y en lugar de obtener un corte homogéneo en el que la carne se integra con los ingredientes líquidos, se observa cierta separación de fases (**imagen 37a**). Para disminuir este problema se recomienda realizar acciones que aumenten la consistencia de la masa antes de embutir, como, por ejemplo, picar más fino, amasar durante más tiempo la carne fresca para extraer proteína, después añadir los huevos para integrarlos y la carne cocida picada simplemente para distribuirla. La consistencia aumenta si se realiza un reposo de 24 horas o se añaden ingredientes que aumenten la viscosidad/consistencia. **e**

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