

Problemas de los embutidos crudos curados

Pese a los avances registrados en la maduración y secado de los embutidos crudos curados, estos no siempre presentan las características sensoriales deseadas; las causas de ello se encuentran en la materia prima, los ingredientes y aditivos o los procesos de elaboración. En el siguiente artículo se presentan algunos de los principales problemas de aspecto, textura y flavor que pueden encontrarse en los embutidos crudos curados.

Jacint Arnau

IRTA
Finca Camps i Armet, s/n
17121 Monells
Girona (España)

Introducción

Los embutidos cárnicos crudos curados son productos que tradicionalmente servían para la conservación de la carne mediante fermentación y/o secado. Actualmente, se pretende obtener productos con valor añadido, cómodos y que sean apreciados por su aspecto, textura y flavor. A pesar de que en las últimas décadas se han realizado importantes avances en el conocimiento de los procesos de maduración y secado, los productos obtenidos no presentan siempre las características sensoriales deseadas. Las causas de ello hay que buscarlas tanto en la materia prima, ingredientes y aditivos como en los procesos de elaboración utilizados.

A continuación se detallan algunos problemas de aspecto, textura y flavor que se pueden encontrar en los embutidos crudos curados.

Problemas de aspecto

Embarrado

Se entiende por embarrado el proceso por el que se produce la rotura de un número importante de células grasas (adipocitos), dando lugar al desprendimiento de grasa y su distribución sobre las partículas de carne durante el tratamiento mecánico de la pasta (picado,

amasado o embutido), lo cual confiere a la pasta un aspecto pálido y grasiento (**figura 1**). Como causas del embarrado podemos destacar:

- La adición de grasas blandas o de punto de fusión bajo.
- Una temperatura media elevada o poco homogénea de la carne. Elementos de picado o superficies de máquinas (picadora, amasadora, embutidora) insuficientemente refrigeradas.
- Un tratamiento mecánico inadecuado: afilado inadecuado de las cuchillas, mala alimentación de la picadora, mal amasado, palas de embutidora gastadas, pastas poco fluidas, pastas recicladas procedentes de tripas rotas, etc.

Como consecuencia del embarrado el color es más pálido, el aspecto es grasiento, se observa fusión de la grasa, disminuye el ligado de los componentes, el secado es más lento y puede producirse una reducción de los colorantes azoicos (por ejemplo E-124 que pasa de color rojo a amarillo) o una disminución del color nitrificado típico. El embarrado es muy negativo en los embutidos de calibre grande que se venden al corte, pero en embutidos de pequeño calibre, donde el color puede estabilizarse por otras vías (por ejemplo pimentón), un cierto embarrado puede contribuir a frenar el secado del producto y facilitar su disgregación al masticar.

Figuras 1, 2 y 3. Problemas de los embutidos crudos curados



Figura 1. Embutido embarrado.



Figura 2a. Defectos de coloración seriados debidos a algún problema de embudidora (embarrado).



Figura 2b. Defectos de coloración seriados debidos a algún problema de embudidora (embarrado).



Figura 2c. Defectos de coloración seriados debidos a algún problema de embudidora (embarrado).

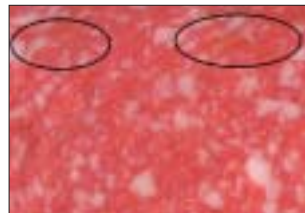


Figura 2d. Defectos de coloración seriados debidos a algún problema de embudidora (flujo de aceite).



Figura 3. Coloración grisácea/verdosa producida por el nitrito.

Problemas debidos al proceso de embutición

Tal como se ha mencionado anteriormente durante el embutido puede producirse un embarrado de la pasta debido a la fricción de la pasta con los elementos de la embudidora. Este problema es especialmente evidente cuando se producen defectos de coloración seriados (**figura 2a, b, c**), como por ejemplo los debidos al embarrado producido por algunas palas o a la contaminación del rotor por aceite (**figura 2d**). Estos problemas son más evidentes en embutidos que endurecen mucho al reposar y que contienen colorantes rojos azoicos (por ejemplo E-124), que son reducidos y pierden su color debido a la acción de bacterias con capacidad azoreductasa. En algunos casos la decoloración se observa después del estufaje y en otros durante el secado.

Problemas de nitrificación

Color verde-gris en el exterior

Se produce en la superficie de los embutidos cuando el óxido nítrico (NO), procedente de la reducción del nitrito, reacciona con el oxígeno dando dióxido de ni-

trógeno (NO₂), el cual produce una coloración grisácea/verdosa (**figura 3**). Este problema no se observa cuando se usa nitrato como agente nitrificante debido a que, cuando el nitrato se reduce a nitrito, en la superficie del embutido, hay unos contajes de microorganismos muy elevados que pueden consumir el oxígeno que se absorbe en la superficie, y no permiten la reacción del oxígeno con el óxido nítrico procedente de la reducción del nitrito.

La coloración grisácea también se puede producir por la oxidación superficial del pigmento de curado (nitrosilmioglobina) (**figura 4a**). Para evitarlo debe mantenerse la superficie con una humedad suficientemente baja (evitando el encostrado) para reducir la absorción de oxígeno y utilizar cultivos microbianos con capacidad estabilizadora del color (por ejemplo *Staphylococcus xylosus*, *S. carnosus*). En los productos con pimentón también es común este problema (**figura 4b**), especialmente si están envasados con un cierto residual de oxígeno. En este caso, para evitarlo, además deben añadirse antioxidantes (por ejemplo extracto de romero desodorizado) y, si se envasan, deben ponerse las condiciones para frenar el crecimiento en superficie de bacterias lácticas productoras de peróxidos.

Figuras 4, 5, 6 y 7. Problemas de los embutidos crudos curados



Figura 4a. Oxidación superficial.



Figura 4b. Oxidación superficial.



Figura 5a. Transformación de nitrato a nitrito deficiente.



Figura 5b. Efecto de la adición de una solución de 0,1 g/l de nitrito a un embutido sin transformación de nitrato a nitrito.



Figura 5c. Halo de nitrificación en lomo curado.



Figura 6. Irisaciones.



Figura 7a. Precipitados de fosfato.



Figura 7b. Precipitados de fosfato.



Figura 7c. Precipitados de fosfato.

Insuficiente transformación del nitrato a nitrito

En los embutidos crudos curados en los que se añade sólo nitrato debe evitarse una acidificación rápida, ya que cuando el pH es inferior a 5,4 no se produce la reducción del nitrato a nitrito por acción de las bacterias con capacidad nitrato reductasa. Tal como se observa en la **figura 5a**, se puede producir nitrificación en la zona externa que es más propicia al crecimiento de bacterias con capacidad nitrato reductasa (más aerobia y de pH superior), y en cambio no se produce nitrificación en las zonas más anaerobias y ácidas del interior. Si al aplicar al embutido una solución acuosa que contenga 0,1 g/l de nitrito se observa un cambio de color de gris a rojo es un indicio claro de insuficiente transformación de nitrato a nitrito (**figura 5b**).

Halos de nitrificación

Los halos de nitrificación, si bien son muy frecuentes en jamones curados (Arnau *et al.*, 2003), no se observan en productos picados, pero pueden observarse ocasionalmente en lomos de pH bajo a los que se ha añadido una cantidad de nitrito baja (**figura 5c**).

Coloración grisácea de las lonchas

En los productos loncheados envasados en atmósfera modificada puede producirse la oxidación del color del curado (nitrosilmioglobina) cuando hay una combinación de luz y oxígeno. Para evitarlo se recomienda reducir el contenido de oxígeno del interior del envase a concentraciones inferiores al 0,15%.

Irisaciones

Coloraciones verde-anaranjadas que suelen ser debidas a la difracción microestructural. Es común en chorrizo de picado grueso y en lomo curado (**figura 6**).

La incidencia disminuye con el contenido de grasa intramuscular y aumenta a medida que disminuye la capacidad de retención de agua del músculo. La intensidad tiende a aumentar cuando se tratan los productos por alta presión (Fulladosa *et al.*, 2009). La máxima irisación se observa si el ángulo del corte con relación a la dirección de las fibras es de 90 grados y desaparece si es inferior a 40 grados.

Formación de precipitados

Precipitados de fosfato

La formación de cristales de fosfato ($\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ y $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$) (**figura 7a, b, c**) se ve favorecida por

un pH elevado, una baja temperatura de almacenamiento, y una elevada concentración de sodio y fosfato en relación al contenido de agua del producto (Arnau *et al.*, 1993, 1997). Estos cristales se confunden a menudo con cristales de sal, sin embargo su sabor es fresco, apenas salado y distinto al de la sal común. Confieren a los embutidos una crujencia similar a la que se esperaría si hubieran cristales de hielo. Si el producto está envasado al vacío, al pasar de temperatura de refrigeración a ambiental, los cristales se disuelven en el agua de hidratación. La disminución del pH del embutido y de las relaciones P_2O_5 /humedad y sodio/humedad, el aumento de la temperatura de almacenamiento, y el envasado en atmósfera modificada con CO_2 pueden frenar la formación de cristales de fosfato.

Precipitados de creatina

La creatina es un compuesto presente de forma natural en la carne. Su contenido en la carne de cerdo suele estar



NOVEDAD



CUCHILLAS PARA ENVASE Y EMBALAJE

C/ Baró de Coubertin, 6 • 17800 OLOT (Girona)

Apartado de correos 209 – P.O. Box 209
17800 OLOT (ESPAÑA / SPAIN)

Tel: (34) 972 27 10 09

Fax: (34) 972 27 01 18

info@olotinox.com

www.olotinox.com



Figuras 8, 9, 10, 11 y 12. Problemas de los embutidos crudos curados



Figura 8a. Precipitados de creatina (velo superficial).



Figura 8b. Precipitados de creatina (velo superficial).



Figura 8c. Precipitados de creatina (pintas de creatina superficiales).



Figura 9a. Precipitados de lactato magnésico.



Figura 9b. Precipitados de lactato magnésico.



Figura 9c. Precipitados de lactato magnésico.



Figura 10. Precipitados de sal en tripa cular.



Figura 11. Precipitados de cloruro potásico.



Figura 12. Precipitados de tirosina.

alrededor del 0,4% (Mora *et al.*, 2008), pero durante el secado aumenta hasta alcanzar concentraciones superiores a su solubilidad en fase acuosa. Dicha solubilidad depende de la temperatura (2,36 g/100 g de solución a 36 °C y 0,54 a 0,5 °C). Por tanto es de esperar que se produzca su precipitación cuando se almacenan los embutidos a temperaturas de refrigeración (Arnaú *et al.*, 2002). El precipitado de color blanco, adherido a la tripa (**figura 8a, b**) se produce en forma de creatina monohidrato, lo cual es visible, en forma de velo blanco, en los embutidos que no poseen cobertura de mohos y se deshidratan de forma importante. Una forma de disminuir dicha problemática es mediante el frotado de los embutidos con aceite (por ejemplo girasol) con lo cual se da un cierto brillo y se disimula su aspecto blanquecino. En ocasiones pueden observarse en forma de pintas en la superficie de salazones cárnicas o embutidos muy magros (**figura 8c**).

Precipitados de lactato magnésico

La precipitación de lactato magnésico se produce por la presencia simultánea de lactato y magnesio. Cuando se supera su solubilidad precipita en forma de concreciones en la superficie del embutido que pueden ser confundidas con mohos (**figura 9a, b, c**) (Arnaú *et al.*, 2002). A diferencia de la creatina, un aumento de temperatura apenas disuelve este precipitado, debido a que la solubilidad del lactato magnésico disminuye menos con la temperatura que la de la creatina (de 7,19 g/100 ml de solución a 29,8 °C a 6,21 a 0,3 °C). El magnesio puede provenir de las especias, la sal, el agua, los medios para cultivos iniciadores y otros ingredientes. La reducción del contenido de lactato es útil, ya que afecta de forma cuadrática al producto de solubilidad (K_{ps}) del lactato magnésico. El lactato pro-

viene de la propia carne, de la fermentación de los azúcares y del que se pueda añadir. Así pues una menor producción de ácido láctico en el embutido (acidificación) frenaría el problema, pero aumentaría el riesgo de formación de cristales de fosfato.

Precipitados de sal (NaCl)

La cristalización del NaCl tiene lugar cuando se produce un secado muy rápido de la superficie del embutido hasta valores de actividad de agua (a_w) inferiores a 0,75 (Comaposada *et al.*, 2000) especialmente en zonas que quedan aisladas anatómicamente (figura 10).

Precipitados de cloruro potásico (KCl)

El KCl es una de las sustancias que ha sido propuesta como sustituto parcial del NaCl en embutidos con un contenido de sodio reducido. La cristalización del KCl (figura 11) tiene lugar cuando se produce un secado muy rápido de la

superficie del embutido hasta valores de a_w inferiores a 0,877 a 5 °C o $a_w < 0,843$ a 25 °C (Comaposada *et al.*, 2007).

Precipitados de tirosina

La presencia de precipitados de tirosina es muy común en jamón curado (figura 12) pero poco en embutidos crudos curados. Un pH bajo, junto con un reducido contenido de sal, humedad elevada, congelación previa del producto y temperatura elevada pueden favorecer su formación. Por otra parte, en los productos en los que hay flora fúngica externa, cuando se envasan tiernos al vacío, se produce una proteólisis importante en la superficie que puede generar precipitados de tirosina.

Oxidación del color

En el exterior del embutido la oxidación del color puede verse inducida por el oxígeno (el cual se disuelve más fácilmente si se rehumedece el embutido, o se produce



Ice for Life.

PRODUCTORES DE HIELO DE CALIDAD PARA PRODUCTOS CÁRNICOS.

HIELO GRANULADO Y EN ESCAMAS.

ITV es fabricante de maquinas de hielo para la elaboración de productos dentro de la industria cárnica.

Embutidos, fiambre de carne, mortadelas, salchichas, chorizo vela, chopped, carne picada, salmueras, pastas finas...



ICE QUEEN HIELO GRANULADO



SCALA ESCAMAS



PRESUPUESTE LA MÁQUINA DE HIELO PARA SU INDUSTRIA SIN COMPROMISO.

INDUSTRIA TECNICA VALENCIANA, S.L.
 POL. IND. SECTOR 13, AVDA. DE LOS HOSTALEROS, 2
 46190 RIBARROJA DEL TURIA - VALENCIA - SPAIN
 APDO. CORREOS 245
 TEL.INT.: 34-96 166 75 75 - FAX: 34-96 166 81 00
 www.itv.es/e-mail:itv@itv.es



Figuras 13, 14 y 15. Problemas de los embutidos crudos curados



Figura 13a. Oxidación del color en una zona intermedia del embutido.



Figura 13b. Oxidación del color en una zona intermedia del embutido.



Figura 13c. Oxidación del interior del embutido.



Figura 13d. Oxidación del interior del embutido.



Figura 14. Oxidación por contacto con oxígeno.



Figura 15. Prevención de la oxidación mediante extracto de romero.

quemadura de congelación durante el almacenamiento en congelación) y por el uso de carnes, grasas u otros ingredientes oxidados o fácilmente oxidables. En el interior del embutido, la adición de ingredientes oxidados facilita la oxidación del color en toda la masa.

Por otra parte, las bacterias productoras de peróxidos pueden oxidar el color en zonas cercanas a la superficie que poseen ambiente microaerófilo (**figura 13a, b, c, d**) o en la superficie si se envasa al vacío. En los productos de pH elevado es frecuente el deterioro del color en el interior del embutido debido a la entrada de oxígeno (**figura 14**), que se produce cuando existe una tensión debida a la corteza reseca y un ligado insuficiente del interior del producto (efecto similar al que se produce en algunos tubos de dentífrico). La adición de extracto de romero desodorizado evita la oxidación del pimentón (**figura 15**) y es una buena alternativa a los antioxidantes sintéticos tales como el butilhidro-

xitolueno (BHT) y el butilhidroxianisol (BHA). En los productos loncheados envasados en atmósfera modificada es aconsejable mantener el mínimo espacio de cabeza, un residual de oxígeno inferior a 0,15 % y evitar el contacto con la luz.

Reducción del color

Cuando se añaden colorantes azoicos (por ejemplo E-124) el color rojo puede desaparecer debido a una reducción del grupo diazo, lo cual se produce cuando en el interior del embutido, especialmente en las zonas embarradas, tiene lugar el crecimiento de determinadas bacterias lácticas con capacidad azoreductora (**figura 16a, b**). Por otra parte, la reducción del color también se puede producir cuando, junto con los colorantes azoicos (por ejemplo E-124), se añaden pequeñas cantidades de sulfito (presente en ocasiones en pequeñas cantidades en alguno de los ingredientes). El sulfito reduce el grupo diazo y el color rojo desaparece (**figura 16c**).

Exudado de grasa

El exudado de aceite en el exterior del embutido constituye un problema importante especialmente en embutidos grasos. Dicho exudado se ve favorecido por la adición de grasas de bajo punto de fusión,

el embarrado de la masa y una temperatura elevada. Dado que la mayor parte del agua del tejido graso está asociada con las membranas de los adipocitos, una disminución del contenido de agua puede dañar su estructura y facilitar el exudado de grasa. Así por ejemplo, el secado a una humedad relativa (HR) <75 % produce la rotura de los adipocitos y la consecuente exudación de grasa, especialmente en las puntas de los embutidos (**figura 17**) (Arnau y Gou, 2001).

La aplicación de ingredientes o aditivos que a HR <75% tienen una humedad de equilibrio superior al NaCl (por ejemplo lactato potásico) (Arnau *et al.*, 2011) y el crecimiento de levaduras en superficie (Sánchez-Molinero y Arnau, 2008a) frenan el exudado de grasa. Por otra parte, en el interior del embutido las tensiones producidas por el secado del magro pueden generar una presión elevada sobre la grasa que origine el exudado de aceite en el interior (Ten Cate, 1969).

Crecimiento indeseado de mohos

Cuando en los embutidos crudos curados se desea el crecimiento de mohos se suele realizar una siembra previa con una suspensión de esporas de *Penicillium* evitando contaminaciones cruzadas con otros embutidos que tengan crecimiento indeseado (figura 18). En los embutidos en los que no se realiza siembra se puede producir un crecimiento de flora salvaje, que puede generar un aroma desagradable en el embutido si la HR es elevada. Para evitar el crecimiento de mohos, los embutidos se tratan con antifúngicos (pimaricina...), se desinfectan los secaderos, se ahúman, se evita la contaminación durante el proceso, se mantiene a una temperatura y HR bajas, y finalmente el producto se envasa en atmósfera sin oxígeno residual. El sorbato si bien es efectivo para frenar el crecimiento de mohos, puede metabolizarse a 1,3-pentadieno que confiere al embutido un aroma desagradable a queroseno.

Manchas negras

Algunos mohos como *Cladosporium herbarum* son de color oscuro y pueden producir pequeñas manchas negras (Leistner y Ayres, 1969). Por otra parte Hugas y Arnau (1987) describen otra problemática de manchas marrones que pasan rápidamente a negras (figura 19a, b, c, d). Arnau y Garriga (1993) demostraron que dichas manchas negras se producían por acción de un microorganismo cuando crecía en un medio aerobio que contenía alguno de los siguientes azúcares: glucosa, maltosa, jarabes de glucosa o dextrinas.

Por otra parte los ácidos, el nitrito, la cisteína, el sulfito y el metabisulfito inhiben dicho pardeamiento. Este microorganismo fue clasificado como una especie nueva denominada *Carnimonas nigrificans* (Garriga et al., 1998) capaz de producir pardeamiento en soluciones acuosas de glucosa y glutamato (Arnau y Garriga, 2000).

Para eliminar esta problemática, en primer lugar, se debe localizar su origen, que con frecuencia puede ser detectado por la situación y forma de las manchas. En segundo lugar se deben incrementar las medidas higiénicas y

Figuras 16, 17, 18 y 19. Problemas de los embutidos crudos curados



Figura 16a. Reducción del colorante E-124.



Figura 16b. Decoloración del colorante E-124 después del estufaje.



Figura 16c. Decoloración del colorante E-124 por residuos de sulfito.



Figura 17. Exudación de grasa en las puntas.



Figura 18. Flora fúngica indeseada (*Aspergillus ochraceus*).



Figura 19a. Manchas negras producidas por *Carnimonas nigrificans*.



Figura 19b. Manchas negras producidas por *Carnimonas nigrificans*.



Figura 19c. Manchas negras producidas por *Carnimonas nigrificans*.



Figura 19d. Manchas negras producidas por *Carnimonas nigrificans*.



Figura 19e. Pardeamiento producido por *Carnimonas nigrificans* que ennegrece en pocas horas.

Figuras 20 y 21. Problemas de los embutidos crudos curados



Figura 20a. Ácaro.



Figura 20b. Embutido con ácaros.



Figura 21. Agujeros.

utilizar desinfectantes de amplio espectro. Los amonios cuaternarios deben evitarse ya que pueden favorecer este problema. Los productos en proceso pueden constituir un foco de contaminación mientras la superficie esté húmeda, especialmente cuando tiene una coloración marrón o se observa limo blanco en la superficie (**figura 19 c, d, e**) pero deja de ser un foco de contaminación en estadios más avanzados cuando la superficie está seca.

Desprendimiento de la tripa

En los embutidos crudos curados se usan diferentes tipos de tripas en función del producto deseado. Mientras que para la elaboración de productos loncheados envasados se desea que la tripa se separe fácilmente y no se considera un defecto que la tripa esté separada, en los productos que se venden como piezas enteras se desea que la tripa permanezca pegada al embutido, pero que su separación sea fácil. La adhesión de la masa a la tripa y su facilidad de pelado depende de:

- El tipo de tripa. Así por ejemplo, existen algunas con tratamientos antiadherentes que facilitan el pelado en los productos destinados al loncheado. Las tripas gruesas se pelan mejor y las frágiles peor. La tripa fresca pierde adherencia si se sala o deshidrata.
- La cantidad de proteína soluble que interacciona con la tripa al secar. Una mayor extracción proteica en el amasado o la adición de algunas proteínas o hidrolizados favorecen la interacción masa-tripa.
- Los sólidos insolubles que frenan la interacción masa-tripa favoreciendo la separación.
- La presencia de grasa y la de sus productos de hidrólisis y la oleorresina en la interfase tripa-masa que facilitan la separación.
- Embutido flojo de la pieza, de forma que queda aire entre la tripa y la masa.
- La humedad de la tripa. Una baja humedad dificulta el pelado. Por eso el humedecer la tripa es un sis-

tema que puede utilizarse para facilitar el pelado.

- La consistencia elevada de la loncha evita que esta se rompa y se logra que la tripa se separe con mayor facilidad.
- La formación de precipitados de fosfato bajo la tripa favorece su separación.

Ácaros

Los ácaros (**figura 20a**) pueden observarse en algunas ocasiones en embutidos crudos curados (**figura 20b**), especialmente en los de larga curación. Existen distintos estudios sobre métodos para eliminar los ácaros (Lorenzo y Flores, 1988; Arnau y Guerrero, 1994; Guerrero y Arnau, 1995; Schmidt, 1996), sin embargo, no existe ningún método que combine al mismo tiempo eficacia contra todos los estadios de desarrollo de los ácaros, facilidad de aplicación, inocuidad para el consumidor y ausencia de efectos dañinos en los embutidos. El mejor método de lucha sigue siendo la prevención a través del plan de limpieza, disminución de la humedad relativa ambiental y aislamiento de los secaderos (Arnau *et al.*, 1987; Schmidt, 1996).

Agujeros

Los agujeros en el interior de los embutidos pueden deberse a:

- La presencia de aire debido a un vacío insuficiente durante la embutición, a pastas muy duras, muy frías ($T < -4^{\circ}\text{C}$) o con poca plasticidad (**figura 21**).
- La formación de gas producido por bacterias heterofermentativas. En productos no ácidos el reposo de la pasta previo al embutido y el secado muy lento favorecen la formación de gas.
- El encostrado, en productos de pH elevado que estén insuficientemente ligados.

Remelo

Se entiende por remelo el limo superficial que se forma cuando la velocidad de deshidratación es muy baja. Este defecto se produce con más facilidad y es más problemático en embutidos sin azúcares añadidos. En los embutidos en los que se forma limo, se favorece el desarrollo de la flora salvaje en superficie, se frena el secado y se producen desviaciones en el aroma del producto final.

Coloración violeta

Es un problema común en alimentos amiláceos, pero poco común en embutidos crudos curados. Es producida por *Serratia rubidae* (Benezet *et al.*, 2001) (**figura 22**). En carne fresca se ha observado ocasionalmente una coloración azul (**figura 23**) producida por *Pseudomonas fluorescens* y *P. libanensis* (Cantoni *et al.*, 2008), pero no hay referencias de que produzca problemas en productos curados.

Arrugado del embutido

El plegado o arrugado del embutido es común en los embutidos crudos curados que no sufren acidificación (**figura 24**). En este caso, suele considerarse un rasgo deseable. Se produce debido a las diferencias de consistencia entre el exterior y el interior del embutido.

En este caso si se desea evitar el arrugado se deberá proceder a un secado lento, preferentemente a temperatura baja o bien realizar una fermentación o tratamiento térmico que coagule las proteínas y dé consistencia a todo el embutido.

Exudado limoso en el interior del embutido

La presencia de exudado limoso que forma hilos adherentes al separar determinados trozos de magro o grasa puede ser un problema de contaminación por bacterias lácticas capaces de producir polisacáridos de aspecto hiloso (**figura 25**).

Biamex[®]



Fargo[®]



Con nuestros productos Biamex y Fargo:

Alargamos la vida útil de Cárnicos y Platos Preparados

Prevenimos hinchazón de envases, acidificación, enranciamiento y pérdida de color



www.laboratoriosamerex.es
Tfno: 91 845 42 14

Distribuidor exclusivo de



Figuras 22, 23, 24 y 25. Problemas de los embutidos crudos curados



Figura 22. Coloración violeta producida por *Serratia rubidae*.



Figura 23. Carne con coloración azul producida por *Pseudomonas libanensis*.



Figura 24. Embutido arrugado/plegado por efecto del secado.



Figura 25. Exudado límoso en el interior del embutido.

Decoloración de las especias de cobertura

La decoloración de las especias de verde a pardo se debe a la inestabilidad de la clorofila a pH ácido.

Formación de gas

La formación de gas suele ser producido por bacterias heterofermentativas. En productos no ácidos el reposo de la pasta previo al embutido y el secado lento muy favorecen dicha formación. Cuando se envasan piezas tiernas al vacío es frecuente que se produzca gas. Para evitarlo el tratamiento por altas presiones una vez envasado es de mucha utilidad.

Problemas de textura

Encostrado

Se entiende por encostrado la presencia de una zona superficial reseca mientras que el embutido está aún tierno en su interior. Cuando se efectúa un secado muy rápido de la superficie la migración del agua del interior no es suficiente para compensar la deshidratación superficial y se produce la formación de una costra reseca. Un pH superficial elevado favorece el encostrado

ya que la carne a este pH es más blanda a altos contenidos de agua (no hay gelificación de las proteínas) y más dura a un contenido de agua bajo debido a una menor proteólisis (Ruiz-Ramírez *et al.*, 2006). En los embutidos acidificados el secado antes y durante el estufaje debe ser muy suave para evitar que frene la acidificación en la zona superficial (actividad de agua superficial ($a_{ws} > 0.92$), mientras que en los embutidos no acidificados es conveniente, para evitar el crecimiento de microorganismos indeseados, secar rápidamente la superficie en las primeras horas, y posteriormente realizar un secado suave durante el resto del proceso para evitar el encostrado. También debe evitarse el remelo ya que aumenta el pH superficial. La composición del embutido afectará al contenido de agua en el equilibrio en la superficie que alcanza un embutido secado a una HR determinada y por tanto al encostrado. Así por ejemplo, a humedades ambientales inferiores a 75% la adición de lactato

potásico produce un mayor aumento del contenido de agua en el equilibrio que la adición de sal (Muñoz *et al.*, 2009). Una humedad excesivamente elevada en el estufaje debe también evitarse ya que, la condensación de agua en superficie, podría arrastrar sales de la superficie y disminuir, por ello, el contenido de agua en el equilibrio. En caso de que se produzca encostrado es recomendable aumentar la humedad relativa para facilitar el homogeneizado del producto, disminuir la velocidad del aire para reducir la transferencia externa, y disminuir la temperatura para reducir la transferencia externa y el crecimiento indeseado de microorganismos y aumentar el contenido de agua en el equilibrio.

Textura blanda

En los embutidos acidificados se desea una textura firme, que es diferente de la que se obtiene en los de pH más elevado. En ocasiones la fermentación puede inhibirse por la presencia de fagos en los cultivos microbianos (en este caso sería más probable que afectara a toda una partida), residuos de antibióticos (fallos de fermentación alrededor de los trozos de carne afectados) o desinfectantes (por ejemplo en el caso de la embutidora afectaría a los primeros salchichones embutidos) o falta de homogeneidad de la pasta (los factores que retrasan la fermentación como por ejemplo los depresores de la a_w pueden estar en va-

lores localmente altos que retrasen la fermentación). A igual pH final de un embutido, una caída lenta de pH da lugar a una consistencia más blanda que una caída rápida, quizás debido a la acción de determinados enzimas proteolíticos, a cambios en la estructura, potencial redox etc. Asimismo, el encostrado contribuye a hacer que el embutido sea más blando en el interior.

Por otra parte, en los embutidos con flora fúngica externa, cuando se envasan tiernos al vacío, se produce una proteólisis importante en la superficie que confiere al embutido una textura blanda en la parte más externa.

Falta de ligado

La falta de ligado (**figura 26**) puede ser debida a una insuficiente extracción de proteínas durante el amasado, la presencia de sólidos insolubles como el pimentón, el embarrado, la falta de plasticidad de los trozos de carne (en picado grueso), los dados de grasa subcutánea, el encostrado, la formación de gas y todas aquellas acciones mecánicas que puedan romper el gel después del estufaje. En los embutidos acidificados el ligado se logra en toda la masa del embutido durante el estufaje, sin embargo en los de pH elevado el ligado se logra durante el secado por disminución del contenido de agua. Por tanto, en este último caso tan solo se logra un buen ligado cuando se ha producido un secado suficiente en el interior del embutido. La adición de transglutaminasa, si bien mejora el ligado, hace que el embutido sea más difícil de masticar.

Gomosidad

En los embutidos muy magros, el producto queda muy gomoso y muy duro al secar. Para reducir este problema se suelen consumir tiernos. También puede ser de interés añadir algo de grasa o aceite o bien producir un ligero embarrado que reduzca el ligado y facilite la masticación. La adición

de aceite de oliva virgen sobre las lonchas de producto, bien sea antes de envasar al vacío o al prepararlo para consumir mejora el aroma y la jugosidad, especialmente en los productos magros (**figura 27**).

Problemas de flavor

Ácido

En los embutidos crudos curados si bien se desea una cierta acidificación que produzca el ligado de los componentes, no se desea que el flavor sea excesivamente

Cuchillas especiales, de empaquetado, industriales y circulares

mercafilo, s.l.
 c/ Ciudad del aprendiz, 17 - 46017 Valencia - Spain
 t. +34 96 341 0335 - f. +34 96 380 5750
 www.mercafilo.es - info@mercafilo.es

Figuras 26, 27 y 28. Problemas de los embutidos crudos curados

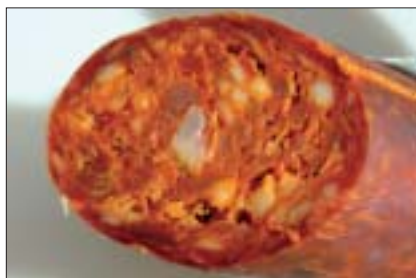


Figura 26. Embutido desligado.



Figura 27. Mejora de la jugosidad y del aroma de un producto magro mediante aceite de oliva virgen.



Figura 28. Coloración producida por bacterias halófilas.

ácido. En los productos acidificados se desea un sabor ácido suave, procedente del ácido láctico y con poca presencia de ácidos volátiles (por ejemplo acético).

El tipo y la cantidad de azúcares así como los cultivos iniciadores determinan en buena parte la acidificación de los embutidos. Por otra parte un elevado contenido de agua, un calibre grande, una temperatura y humedad relativa de secado elevadas y la ausencia de flora externa facilitan la acidificación. En los embutidos en los que se produce un elevado gradiente de secado entre el exterior y el interior, el ácido se acumula en el interior (para equilibrar la relación ácido/agua) dando lugar a un producto más ácido de lo que hubiera sido con un secado homogéneo. Durante la comercialización de los productos envasados al vacío o en atmósfera protectora el proceso de acidificación puede continuar si el embutido tiene un alto contenido de humedad. Esta acidificación aumenta con la temperatura. Para lograr embutidos madurados en los que no se desea acidificación se recomienda utilizar alguna o varias de las siguientes posibilidades: no utilizar azúcares fermentables o hacerlo en cantidades pequeñas, partir de una actividad de agua baja en la masa inicial, recuentos iniciales de flora láctica bajos, añadir conservadores que frenen las bacterias lácticas, utilizar tripas de calibre pequeño, realizar el secado a baja temperatura y sembrar flora fúngica de cobertura (Arnau, 2000).

Salado

El sabor salado suele ser debido a un exceso de sal en algún punto del producto. Si el proceso de secado es muy rápido se produce un gradiente de agua que hace que el interior del producto tenga un mayor contenido de sal que el exterior.

En este caso el sabor salado se reducirá si se reduce el gradiente, bien sea mediante un secado más lento o

mediante envasado permitiendo su homogeneización. Por otra parte el uso de tripas naturales insuficientemente desaladas también contribuye a aumentar el contenido de sal en el producto.

La aplicación de tratamientos térmicos y el procesado por altas presiones hacen aumentar el sabor salado sin que se modifique el contenido de sal. En el envasado en atmósfera modificada puede aumentar el sabor salado debido a la pérdida local de agua que sufren algunas lonchas especialmente cuando el espacio de cabeza es elevado.

Amargo

El sabor amargo no suele ser común en embutidos crudos curados. Puede darse si se produce una proteólisis intensa o se añaden cantidades importantes de sales de potasio o magnesio.

Rancio

El flavor rancio es una nota indeseable en los embutidos crudos curados. Su aparición se favorece con el uso de carne con grasas insaturadas y que contenga pocos antioxidantes, especialmente si se ha mantenido congelada por un largo período de tiempo. Las tripas pueden conferir notas rancias si han estado almacenadas durante mucho tiempo en contacto con el aire. La adición de antioxidantes y de cultivos apropiados a la masa retrasa el enranciamiento, mientras que la luz, las temperaturas elevadas y el envasado en atmósfera con oxígeno lo favorecen.

Floral

Es un olor atípico que lo pueden generar algunas bacterias lácticas, y suele ser común en los embutidos cru-

dos curados poco ácidos, y en jamones curados (Sánchez-Moliner y Arnau, 2008b). Es una nota que se intensifica al cabo de unas horas de cortar el embutido y no se la considera típica del producto. Uno de los compuestos responsables es el fenilacetaldehído, que es una sustancia que deriva del aminoácido fenilalanina.

Amoniaco

Es un olor que se observa en ocasiones especialmente en embutidos de pH elevado con flora de cobertura y almacenados en condiciones de humedad elevada.

Olor a queroseno

Olor a queroseno perceptible al masticar debido a la presencia de 1,3-pentadieno procedente de la metabolización del sorbato/ácido sórbico añadido a algunos embutidos.

Tripa

Se debe al uso de tripas insuficientemente limpias o desodorizadas. El uso de una flora de cobertura adecuada (por ej. *Penicillium candidum*) reduce el olor a tripa. Las tripas naturales saladas deben almacenarse siempre a una temperatura inferior a 7 °C para evitar el crecimiento de halófilos (**figura 28**) que producen olores desagradables y coloraciones rosáceas.

Excrementos

El olor a excrementos o a cuadra puede ser debido a falta de limpieza de las tripas. Por otra parte, el olor a excremento de caballo se asocia a la degradación de la pimienta blanca.

Viejo


El olor a viejo se observa cuando el tiempo de curación es muy prolongado, pero puede verse favorecido por la presencia de ácaros, por la adición de carne con remelo, tripas viejas y exceso de

humedad durante alguna fase del proceso. Cuando los productos curados permanecen durante largos períodos envasados al vacío se genera un aroma atípico desagradable. En caso que deban guardarse dichos productos envasados durante largos períodos la mejor opción es congelarlos envasados. Con ello no se genera dicho aroma extraño y se reduce la pérdida del aroma natural del producto.


Falta de aroma

La falta de aroma se puede deber, bien a que se hayan generado pocos componentes volátiles durante el

NOVEDAD:
VISCOFAN ahora tiene COFFINET



Además de las tripas plásticas, fibrosas, de celulosa y de colágeno, ahora ofrecemos también el Coffi plisado con red.



Viscofan

VISCOFAN, S.A.
Tlf.: +34 948 188 444
Fax: +34 948 188 430
www.viscofan.com

proceso (por ejemplo falta de fermentación), o a que se hayan perdido posteriormente. Para lograr un aroma adecuado hacen falta notas de especias, de fermentación producidas por bacterias lácticas y otras producidas por cocos gram + catalasa +, mohos, levaduras y otras reacciones debidas a procesos proteolíticos y lipolíticos.

La adición de algunos aromas que están disponibles comercialmente permite producir un producto equilibrado y con el sabor adecuado. Asimismo, la adición de unas gotas de un buen aceite de oliva virgen sobre las lonchas, protege de la oxidación, mejora la jugosidad y aporta aroma, y desarrolla el aroma si se añade antes de envasar las lonchas al vacío. Es importante tener en cuenta que se pierden sustancias aromáticas volátiles durante la conservación del producto congelado no envasado al vacío, y también se pierde aroma, en los procesos de envasado al vacío, y en la adición de atmósfera modificada. Es por esta razón que los productos recién cortados tienen un aroma superior a los loncheados envasados, y que los productos envasados en atmósfera modificada suelen tener un aroma inferior al del mismo producto envasado al vacío.

Conclusión

Los embutidos crudos curados poseen una gran riqueza de matices sensoriales. Un mayor conocimiento del efecto de la materia prima, la flora microbiana, los distintos ingredientes y aditivos y las variables de proceso en la apariencia, textura y flavor permitiría reducir algunos de los problemas que se encuentran en estos productos y mejorar su calidad sensorial.

Agradecimientos

Parte de este trabajo está enmarcado dentro del proyecto Q-PORKCHAINS (Integrated Project: Q-PORKCHAINS FOOD-CT-2007-036245), financiado por el Sixth Framework Programme for Research Technological Development and Demonstration Activities de la Comisión Europea. El contenido del artículo refleja sólo el punto de vista del autor. La Unión Europea no se hace responsable del uso de la información contenida en el mismo.

Bibliografía

- **Arnau, J., Gou, P. y Alvarez, F.** (2002). White precipitates formed on the surface of "chorizo". *48th International Congress of Meat Science and Technology*, pp. 300-301.
- **Arnau, J.** (2000). Modulación de la acidificación en embutidos crudos curados madurados. *euročarne* 88: 63-66.
- **Arnau, J. y Garriga, M.** (2000). The effect of certain amino acids and browning inhibitors on the "black spot" phenomenon produced by *Carnimonas nigrificans*. *J. of the Science of Food and Agriculture* 80(11): 1655-1658.
- **Arnau, J. y Guerrero, L.** (1994). Physical methods to control mites in dry-cured ham. *Fleischwirtschaft* 74: 1334-1336.
- **Arnau, J., Maneja, E., Guerrero, L. y Monfort, J.M.** (1993). Phosphate crystals in dry-cured ham. *Fleischwirtschaft* 8: 875-876.
- **Arnau, J., Guerrero, L. y Gou, P.** (1997). The precipitation of phosphates in meat products. *Fleischwirtschaft*. 77(10): 923-925.
- **Arnau, J. y Garriga, M.** (1993). "Black spot" in cured meat products. *Fleischwirtschaft* 73(12): 1412-1413.
- **Arnau, J. y Gou, P.** (2001). Effect of air relative humidity on ham rind and subcutaneous salted fat during the resting period. *Meat Science* 58(1): 65-68.
- **Arnau, J., Gou, P. y Comaposada** (2003). Effect of relative humidity of drying air during the resting period on the composition and appearance of dry-cured ham surface. *Meat Science* 65(4): 1275-1280.
- **Arnau, J., Guerrero, L. and Gou, P.** (2003). Effect of meat pH and the amount of added nitrite and nitrate on colour uniformity of dry-cured hams. *Fleischwirtschaft International* 1: 31-32.
- **Arnau, J., Hugas, M. y Monfort, J. M.** (1987). Medidas preventivas para la lucha contra los parásitos del jamón curado. En: *El jamón curado: aspectos técnicos*. Institut de Recerca i Tecnologia Agroalimentàries. pp. 215-219.
- **Arnau, J., Muñoz, I. y Gou, P.** (submitted). The effect of air relative humidities on the appearance and structure of subcutaneous pork fat unsalted or treated with NaCl, KCl or K-lactate. *Meat Science*.
- **Benezet, A., Botas, M., Olmo, N., Pedregal, E., y Flórez, P.** (2001). Coloración anormal de un embutido por causas microbiológicas. *Alimentaria* 326: 45-47.
- **Cantoni, C., Milesi, S., Pirani, S., Iacumin, L., y Comi, G.** (2008). Cause delle chiazze blu di prodotti carnei. *Industria Alimentari*, 47(476): 29-32.
- **Comaposada, J., Gou, P. y Arnau, J.** (2000). The effect of sodium chloride content and temperature on pork meat isotherms. *Meat Science* 55(3): 291-295.
- **Comaposada, J., Arnau, J. y Gou, P.** (2007). Sorption isotherms of salted minced pork and of lean surface of dry-cured hams at the end of the resting period using KCl as substitute for NaCl. *Meat Science* 77(4): 643-648.

Detección de patógenos alimentarios

mediante PCR a tiempo real

Las ventajas de
la tecnología

ADIAFOOD®

¡Liberar sus productos
en menos de 24 h!

2 h 30 tras el enriquecimiento

Listo para usar,
robusto y automatizado

Aplicación Inmediata

Cadencia analítica
flexible

de 1 a 88 muestras/PCR



Posibilidad de detección simultánea
de *Listeria monocytogenes* y *Salmonella* en
menos de 24 horas con simplicidad y fiabilidad.

- Fulladosa, E., Serra, X., Gou, P., y Arnau, J. (2009). Effects of potassium lactate and high pressure on transglutaminase restructured dry-cured hams with reduced salt content. *Meat Science* 82: 213-218.
- Garriga, M., Ehrmann, M.A., Arnau, J., Hugas, M. y Vogel, R.F. (1998). *Carnimonas nigrificans* gen. nov., sp. nov., a bacterial causative agent for black spot formation on cured meat products. *Int. J. Syst. Bacteriol.* 48: 677-686.
- Guerrero, L. y Arnau, J. (1995). Chemical methods to control mites in dry-cured ham. *Fleischwirtschaft.* 75(4): 449-450.
- Hugas, M. y Arnau, J. (1987). Aparición de manchas de color marrón en la corteza y grasa del jamón durante el post-salado: En: *Jamón curado: aspectos técnicos*. Arnau, J., Hugas, M., y Monfort, J.M. Institut de Recerca i Tecnologia Agroalimentàries. Barcelona pp. 179-182.
- Leistner, L. y Ayres, J.C. (1968). Molds and meats. *Fleischwirtschaft* 48: 62-65.
- Lorenzo, P. y Flores, J. (1988). Ein aktuelles Problem ohne zufriedenstellende Lösung. Der Milbenbefall bei Rohschinken. *Fleischerei* 39: 779-780, 782.
- Mora, L., Sentandreu, M.A. y Toldrá, F. (2008). Contents of creatine, creatinine and carnosine in porcine muscles of different metabolic types. *Meat Science*, 79(4): 709-715.
- Muñoz, I., Arnau, J., Costa-Corredor, A. y Gou, P. (2009). Desorption isotherms of salted minced pork using K-lactate as a substitute for NaCl. *Meat Science*. 83(4): 642-646.
- Ruiz-Ramírez, J., Arnau, J., Serra, X. y Gou, P. (2006). Effect of pH24, NaCl content and proteolysis index on the relationship between water content and texture parameters in *biceps femoris* and *semimembranosus* muscles in dry-cured ham. *Meat Science* 72(2): 185-194.
- Sánchez-Molinero, F. and Arnau, J. (2008a). Effect of the inoculation of a starter culture and vacuum packaging (during resting stage) on the appearance and some microbiological and physicochemical parameters of dry-cured ham. *Meat Science* 79:29-38.
- Sánchez-Molinero, J. and Arnau, J. (2008b). Effect of the inoculation of a starter culture and vacuum packaging during resting stage on sensory traits of dry-cured ham. *Meat Science* 80(4): 1225-1230.
- Schmidt, U. (1996). Die Milbenbekämpfung in der Fleischwirtschaft. *Mitteilungsblatt der Bundesanstalt für Fleischforschung*. Kulmbach. 133: 262-267.
- Ten Cate, C.L. (1969). Fettauswischen bei Rohwurst: Schrumpfspannungen während des Eintrockens. *Fleischwirtschaft.* 5: 583-593. ■

AES 
CHEMUNEX
The Rapid Microbiology Company
www.aeschemunex.com
info@aeschemunex.es