



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

Finalizamos la serie sobre los problemas sensoriales en la elaboración de derivados cárnicos tratados por el calor detallando los principales problemas que afectan al flavor:

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

3. Flavor

El flavor es una combinación compleja de sensaciones olfativas, gustativas y trigeminales percibidas durante la degustación, que puede estar influido por las propiedades táctiles, térmicas, dolorosas e incluso por efectos cinestésicos. El flavor de los productos cocidos viene determinado por su composición química, estructura, microbiota, ingredientes, aditivos y el proceso de cocción/ahumado/horneado que haya sufrido el producto.

La matriz cárnica está constituida por agua, proteínas, lípidos e hidratos de carbono y micro-

Septiembre 2023

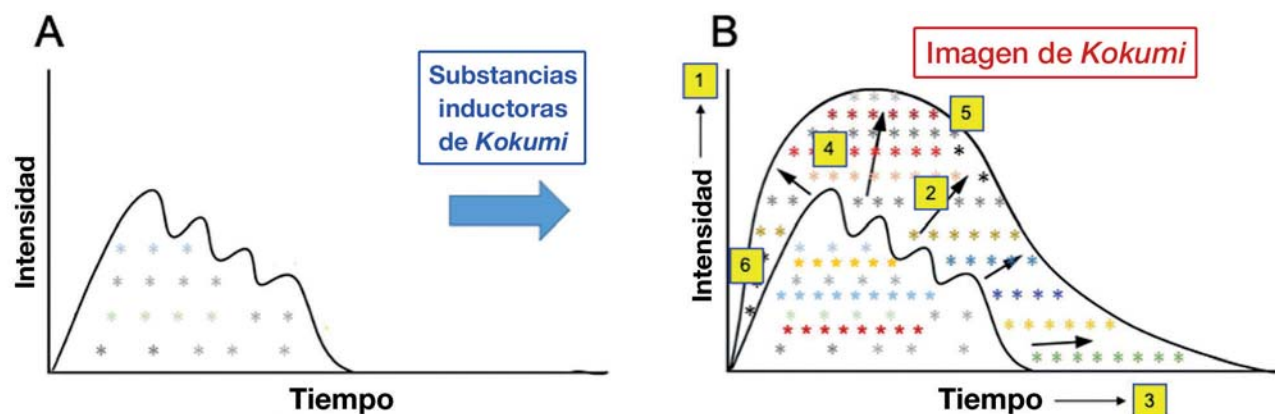


Imagen 42a. Representación teórica de *kokumi* con 6 características relacionadas. Bajo la influencia de sustancias *kokumi* el producto cocido con notas umami y de otras sustancias sápidas (A) mejora en palatabilidad mediante los atributos *kokumi* (B). 1. Intensidad, 2. Sensación de plenitud en boca, 3. Persistencia de la sensación, 4. Riqueza/complejidad, 5. Armonía/equilibrio/redondo, 6. Aumento brusco de intensidad. (Yamamoto & Inui-Yamamoto, 2023).

nutrientes que incluyen vitaminas (especialmente del grupo B), minerales, péptidos, nucleótidos y sus metabolitos. Durante el tratamiento térmico se producen numerosas reacciones químicas que dan lugar a distintas sustancias, algunas de las cuales son volátiles y afectan al aroma, otras son no volátiles y afectan al sabor y otras son potenciadoras del aroma. El tipo de tratamiento térmico afecta al flavor del producto cárnico. En productos de cierta calidad y, sobre todo, los que tienen una capa de piel y grasa, se han detectado cambios en las características sensoriales durante el período posterior a la cocción. De manera simple podría decirse que el producto “se asienta”, dando lugar a una textura más suave y a un mejor desarrollo del aroma. Por eso se recomienda esperar el tiempo óptimo antes de la comercialización, que dependerá de cada tipo de producto.

El aroma de la carne deriva de productos de la reacción de Maillard (i.e., reacción de pardeamiento no enzimático entre grupos amino (e.g. aminoácidos) y grupos carbonilo (e.g. azúcares reductores y carbonilos procedentes de la oxidación de los lípidos), de la oxidación de los lípidos (especialmente fosfolípidos), de la degradación de Strecker y de la degradación de la tiamina y de los carbohidratos. Los productos de oxidación pueden producir aromas agradables como los que se obtienen en los productos fritos, pero algunas reacciones dan lugar a notas negativas. Así pues, existe un delicado equilibrio entre los volátiles generados en la reacción de Maillard y las reacciones de oxidación, las interacciones entre ellas y con el oxígeno. Este

equilibrio es el que hace inclinar la balanza hacia un flavor cárnico deseable o hacia un flavor oxidado/recalentado indeseable (*warmed-over flavor*) (Afzal, *et al.*, 2022; Flores, 2017).

Gusto

El sentido del gusto se sitúa fundamentalmente en la cavidad bucal, especialmente en la lengua, donde se encuentran los receptores específicos. Los gustos o sabores básicos descritos son: el dulce, el salado, el ácido, el amargo y el umami. Últimamente también se evalúa como posible sabor básico el de la grasa, aunque aún no está aceptado como tal. Otros candidatos a sabores son el sabor a calcio, metálico, *kokumi* y carbohidratos (Hartley *et al.*, 2019).

Los receptores de gusto se encuentran, además, en diferentes partes del cuerpo y tienen dos funciones principales: 1) los *inputs* sensoriales afectan a lo que pensamos, decidimos y cómo nos comportamos frente a determinados alimentos tanto de forma consciente como inconsciente, 2) los *inputs* sensoriales afectan a la fisiología y al proceso metabólico, e informan de los nutrientes y toxinas una vez ingeridas. Estas dos funciones sirven para crear nuestras preferencias y hábitos alimentarios (Breslin, 2013).

Gusto umami

El gusto umami (delicioso en japonés) es un sabor básico, y si bien se asocia generalmente al glutamato monosódico libre, hay otras sustancias como las sales del ácido aspártico y otros aminoácidos, así como numerosos péptidos y productos de la re-

acción de Maillard que también proporcionan gusto umami. Por otra parte, existen sustancias que potencian el sabor umami (sinérgicos) como, por ejemplo, algunos péptidos y nucleótidos (IMP, GMP).

El sabor umami estimula el apetito y el flujo salivar (facilita masticación, deglución y limpieza de la boca), favorece la digestión, proporciona saciedad, indica al cuerpo la presencia de aminoácidos accesibles y contribuye a generar una sensación satisfactoria. Los compuestos con sabor umami contribuyen a equilibrar el sabor, hacerlo más sabroso y persistente. Aumentan el sabor salado (a bajas dosis de sal) y el dulce, disminuyen el amargo y matizan el ácido. La estimulación de los receptores umami (presentes en todo el tubo digestivo) puede afectar a la absorción de nutrientes, ya que da información al cerebro y prepara el tracto digestivo para digerir proteínas. Además, sirve de ayuda a las personas con problemas de hipogeusia e hiposalivación.

Así pues, el sabor umami, lo proporcionan los aminoácidos libres y péptidos añadidos o que se generan durante la maduración, fruto de los procesos proteolíticos que tienen lugar de forma natural sobre las proteínas de la carne, hígado... y de las reacciones que sufren las sustancias que de ellas se derivan, como, por ejemplo, la reacción de Maillard que se produce durante la cocción.

Gusto dulce

El gusto dulce se considera una nota positiva, si es poco manifiesto, y suele estar relacionado con

los azúcares residuales presentes en el producto. Incluso la propia sal a baja concentración proporciona sabor dulce.

Gusto a grasa

Se ha localizado un receptor químico (CD36), en las papilas gustativas de la lengua, capaz de reconocer las moléculas de grasa (Laugerette *et al.*, 2005). Se ha detectado también que los individuos con mayor sensibilidad a este sabor tienden a consumir menos grasas que aquellos que no son capaces de detectarlo.

Gusto kokumi

Sabor asociado a ciertas sustancias que activan un receptor de sensibilidad al calcio también sensible al glutatión. Es un conjunto de sensaciones características de los alimentos con sabores ricos, intensos y armónicos. Aún no está aceptado como sabor básico. En la **imagen 42a** se observa una representación teórica del *kokumi* y de sus características. Bajo la influencia de sustancias *kokumi* los productos cocidos con notas umami y otras sustancias sápidas mejoran en palatabilidad mediante los atributos *kokumi* en términos de: intensidad, sensación de plenitud en boca, persistencia de la sensación, riqueza de matices/complejidad, armonía/equilibrio, aumento inicial de la intensidad. Algunas sustancias *kokumi* no tienen sabor, pero su efecto se observa cuando se añaden a alimentos complejos que tengan umami. Es entonces cuando se expresa el concepto *kokumi*,

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

ya que las sustancias umami facilitan la interacción de las sustancias *kokumi* con los receptores *kokumi* (Yamamoto & Inui-Yamamoto, 2023). El *kokumi* es un aspecto cuantitativo del flavor en términos de riqueza/complejidad, armonía, plenitud en boca y persistencia, que se puede obtener mediante la adición de ciertos aromas “kokumi” o a través de cocciones largas debido a la generación de sustancias *kokumi*.

Las tecnologías de procesado actuales, a pesar de tener cierta variabilidad, permiten obtener una gran diversidad de productos seguros y sabrosos, aunque en ocasiones, se observan desviaciones de las características sensoriales deseadas. A continuación, se detallan los principales problemas de flavor que se encuentran en los productos cárnicos tratados por el calor.

El sabor umami lo proporcionan los aminoácidos libres y péptidos añadidos o que se generan durante la maduración, fruto de los procesos proteolíticos que tienen lugar de forma natural sobre las proteínas

3.1 Problemas de flavor/sabor producidos por ingredientes y procesos

3.1.1 Olor y sabor ácidos

En los derivados cárnicos cocidos, el olor y sabor ácidos suelen considerarse un problema. Una excepción a ello sería el caso de los embutidos curado-madurados cocidos. El problema se detecta por un lado en el olor ácido que se presenta al abrir el envase y por otro en el flavor ácido en boca.

La carne contribuye al sabor ácido mediante el ácido láctico producido en la glucólisis *post mortem* y por la cantidad de glucógeno, glucosa y glucosa-6-fosfato aportados por la carne que junto a los azúcares añadidos pueden ser transformados en ácidos por la microbiota acidificante presente en el producto. Así pues, la carne en “pre-rigor” tiene un sabor menos ácido que la carne en “post rigor”. El problema de acidificación puede ocurrir durante el proceso de cocción si este es muy lento y el pro-

ducto tiene un diámetro considerable, pero es especialmente importante en los productos loncheados o en los productos cocidos reenvasados a los que no se les aplica un tratamiento térmico después del envasado o en los que el tratamiento térmico es insuficiente. Además, los lineales comerciales tienen con frecuencia temperaturas que a menudo son inadecuadas para frenar el crecimiento de la microbiota acidificante. De cara a disminuir el problema de acidificación los productos cocidos se lonchean en salas blancas, donde deben tomarse medidas para prevenir la contaminación de las lonchas (Ver 1.18.1).

La acidificación dentro del envase aumenta con el contenido de azúcares residuales fermentables y con la temperatura de almacenamiento, y puede reducirse mediante la aplicación de un tratamiento de alta presión en productos envasados al vacío o en MAP flexible. El uso de conservadores que frenen el crecimiento de las bacterias lácticas, tales como el etil-lauroil-arginato (LAE) (Coronel-León *et al.*, 2016; Magrinyà *et al.*, 2015) y las sales sódicas y potásicas del lactato y acetato es también de utilidad para reducir el problema.

Por tanto, realizar un tratamiento térmico adecuado, mantener la cadena de frío, disminuir la temperatura de almacenamiento a valores próximos a su punto de congelación, evitar recontaminaciones, limitar la dosis de azúcares, usar conservadores adecuados, tratar por alta presión y adecuar la vida útil de los productos reducen el riesgo de acidificación de los derivados cárnicos cocidos.

3.1.2 Sabor salado

La función gustativa principal de la sal es la de potenciador del sabor, y el sabor salado se considera impropio en la mayoría de productos cocidos. La sal ayuda a enmascarar el sabor metálico y amargo y potencia el umami (Zhao *et al.*, 2016).

El sabor salado viene determinado por factores del propio producto tales como el contenido de sal común u otras sales sódicas (e.g. lactato sódico,...), la temperatura a la que ha sido tratado térmicamente el producto y a la que se sirve, el grado de unión que presentan los iones sodio y cloruro con el producto, la heterogeneidad en la distribución de sal dentro del mismo, el contenido de grasa, de la estructura del producto y la sensibilidad del consumidor al gusto salado, la cual se acentúa si disminuye la ingesta de sal en la die-

ta. Algunos estudios sugieren que ciertos aromas pueden aumentar el sabor salado a través de cambios de la percepción del sabor inducidos por el olor (Lawrence *et al.*, 2009). Así, por ejemplo, se ha observado que el aroma a queso (Pionnier *et al.*, 2004) y el de salsa de soja (Djordjevic *et al.*, 2004) aumentan la percepción de la intensidad del sabor salado.

Cuando la distribución de sal es heterogénea, el sabor salado de la loncha lo determina el punto más salado de la misma.

Parece obvio que todo aquello que facilite la disolución de la sal dará lugar a un sabor salado de forma más rápida. La disolución de la sal está relacionada con la textura y estructura del alimento y de cómo éstas cambian al masticar.

Cuando se añade lactato sódico se recomienda disminuir el contenido de sal, de forma que por cada 6 g de lactato sódico se disminuye un gramo de sal.

Los azúcares, maltodextrinas o sorbitol aumentan el sabor dulce que compensa en parte el sabor salado.

En productos con un alto contenido de grasa, la intensidad del sabor salado es menor que en productos magros a una misma concentración de sal. Sin embargo, a una determinada intensidad de sabor salado, un aumento en el contenido de sal se percibe más en productos grasos que en productos magros (Hammer, 1981).

En salchichas cocidas tipo frankfurt el enfriamiento utilizando salmuera facilita la absorción de sal y contribuye a aumentar su contenido, así como el sabor salado. Por otra parte, la comercialización de salchichas en salmuera permite aumentar el contenido de sal en la masa inicial, lo cual mejora la funcionalidad de las proteínas cárnicas (fuerza de gel y capacidad emulsionante), y puede reducirse su contenido posteriormente si se añade menos sal a la salmuera de envasado.



PALETIZADO DE ALTO RENDIMIENTO

Velocidad, fiabilidad, versatilidad
para una mayor productividad



VISÍTANOS
Hall 2-C400
Alimentaria
FOODTECH



PONEMOS A TU DISPOSICIÓN NUESTRA PLANTA PILOTO

pujolas.com

En el envasado en atmósfera modificada puede aumentar el sabor salado debido a la pérdida local de agua que sufren las puntas de las lonchas, especialmente cuando el espacio de cabeza es elevado. Esto aumenta la heterogeneidad en el contenido de sal, que tiene como consecuencia un aumento del sabor salado.

El flavor rancio se favorece con el uso de carne con grasas insaturadas y que contenga pocos antioxidantes, sobre todo si se ha mantenido congelada por un largo período de tiempo

3.1.3 Sabor amargo

El sabor amargo no suele ser común en productos cocidos. Puede darse si se produce una proteólisis intensa o se añaden cantidades importantes de sales de potasio o de magnesio como sustitutos de la sal común. El cloruro potásico es uno de los sustitutos más habituales de la sal común, por lo que, para disminuir su sabor se pueden añadir otras sales, especias, azúcares, polioles, productos con sabor umami, aromas o aniones de gran tamaño que compensen el sabor amargo o lo enmascaren (Cepanec *et al.*, 2017; Tan *et al.*, 2022; Nurmilah *et al.*, 2022).

También se puede detectar un sabor amargo en productos que contengan hígado, si se adiciona un elevado porcentaje de éste, o la limpieza de los conductos biliares es insuficiente. Se recomienda lavar bien los hígados y/o extraer los conductos biliares mediante sistemas mecánicos (e.g. Baader).

3.1.4 Recalentado (*warmed-over flavor*)

El olor a recalentado (en inglés *warmed-over flavor*, *WOF*) se produce, fundamentalmente, en carnes precocinadas, no nitrificadas, que se vuelven a calentar en presencia de oxígeno. Si bien el término "*warmed-over flavor*" es el más usado en la literatura científica, algunos autores han sugerido cambiar el nombre por el de deterioro del flavor de la carne ("*meat flavor deterioration*", *MFD*). Se describe en términos de viejo, cartón, rancio... y se relaciona con el deterioro oxidativo de la carne (Mielche

et al., 1994; Brewer *et al.*, 2007; Pegg *et al.*, 2014). Está provocado por la oxidación catalizada por hierro de los ácidos grasos insaturados, aunque hay evidencias de que la degradación de las proteínas también puede contribuir a ello, especialmente en lo referente a la desaparición de notas positivas de flavor cárnico. La oxidación de los lípidos es debida fundamentalmente a que el hierro está más disponible al desnaturalizarse las proteínas por el calor, y los fosfolípidos son la fracción más afectada, ya que tienen un alto contenido de ácidos grasos insaturados y una mayor proximidad física a las hemoproteínas y al hierro no hémico al desnaturalizarse las membranas. La transformación del Fe (II) a Fe (III) se ve favorecida por el calor y es una de las causas de la rápida oxidación en carnes cocidas. La incorporación de hierro u otros metales (e.g. iones Cu) a través del agua o los elementos de corte facilitan el sabor a recalentado. Así pues, debe tenerse cuidado en la conservación de agujas de inyección, placas y elementos de corte, realizar un buen secado de las máquinas después del lavado, mantener un buen estado de conservación de las máquinas y evitar el goteo sobre la carne de condensaciones producidas sobre elementos metálicos. Por tanto, tal como es de esperar, la adición de quelantes de dichos iones metálicos (e.g. polifosfatos) y antioxidantes reducen el sabor a recalentado. La nitrificación estabiliza el hierro al cocer, de forma que no se produce sabor a recalentado. La inhibición de la oxidación puede ser debida a que el nitrito previene el desprendimiento del hierro del hemo, porque estabiliza los lípidos insaturados de la membrana, hace que el hierro no esté disponible para catalizar la oxidación de los lípidos y liga los radicales libres vía óxido nítrico. El ascorbato/isoascorbato y sus ácidos hacen un efecto sinérgico con otros antioxidantes (e.g. tocoferoles) y con los sinérgicos antioxidantes (e.g. fosfatos, citrato) frente a la oxidación. El uso de ingredientes oxidados y la presencia de restos de desinfectantes oxidantes facilitará el flavor a recalentado. La adición de sal a los derivados frescos y a los destinados a conservar en congelación también facilita la oxidación y el desarrollo del flavor a recalentado (Buckley *et al.*, 1989; Kanner, 1994).

El flavor a recalentado se detecta también en los preparados de carne en los que hay una cantidad importante de metamioglobina. En estos casos incluso se detecta en fresco o justo después de

cocer, es decir, no hace falta recalentar de nuevo. Toda acción que suponga un daño a la estructura celular (e.g. picado, deshuesado, masaje, cocción) facilitará los fenómenos oxidativos. Dentro de una misma especie, el sabor a recalentado es mayor en músculos rojos que en blancos debido al mayor contenido de hierro y de fosfolípidos en los rojos. Se han observado diferencias entre especies, de forma que las carnes que contienen grasas más poliinsaturadas y menos antioxidantes tienden a oxidarse más fácilmente (pavo > pollo > cerdo > buey > cordero) y a desarrollar flavor a recalentado (Cross *et al.*, 1987). La suplementación con vitamina E alarga la frescura del flavor, inhibe el WOF y mejora la terneza y jugosidad, ya que se almacena en las membranas celulares previniendo la oxidación de los fosfolípidos.

Los productos que permanecen durante tiempo en contacto con una fuente de calor (e.g. en *catering* y restaurantes) desarrollan de forma rápida el sabor a recalentado, por lo que debe reducirse al mínimo necesario el tiempo entre cocinado y consumo.

Los productos de reacción de Maillard, que se producen durante la cocción, reducen el sabor a recalentado, por lo que el asado y la adición de azúcares reductores/aminoácidos libres, el aumento del pH y la disminución de la a_w superficial disminuirán el problema de WOF si la temperatura de cocción es adecuada. Por tanto, al aumentar la temperatura, si bien aumentan también los fenómenos de oxidación, aumenta la reacción de Maillard y, en consecuencia, según la composición y condiciones dominará la

acción antioxidante de la reacción de Maillard o la prooxidante del aumento de temperatura. Así, por ejemplo, el calentamiento por microondas favorece la oxidación comparado con el asado.

La reacción de Maillard se produce fundamentalmente en la superficie del producto, y representa una protección frente a la oxidación, por lo cual es recomendable mantener la integridad de dichos productos tanto como se pueda. El loncheado permite el contacto con el oxígeno y hace que la protección que se tenía se pierda, especialmente si no se envasa inmediatamente en atmósfera sin oxígeno.

Alimentaria
FOODTECH

26-29
SEPTIEMBRE 2023

Pabellón 2
Calle C · STAND 601

CHR·SHOW

Compartimos innovación y conocimiento. Ven a descubrirlo.



Hablamos sobre higiene y seguridad alimentaria en nuestro stand

Este año, en el área **CHRISTEYNS Show** de nuestro stand, celebraremos diferentes sesiones dedicadas a la **innovación, sostenibilidad, optimización de consumos, biofilms, higiene y seguridad alimentaria** que no deberías perderte.



Conoce aquí el programa de nuestro CHR Show

Visítanos y recoge GRATIS el libro sobre *Listeria monocytogenes*



FEEL SAFE WITH US

CHRISTEYNS.COM

Los extractos de levaduras y productos derivados también presentan propiedades antioxidantes debido a la presencia de glutatión, productos de reacción de Maillard y aminoácidos sulfurados.

Las sustancias que enmascaran otras notas como la metálica pueden enmascarar las notas de recalentado. Las notas ahumadas, especiadas o picantes captan la atención del consumidor, ya que dominan en el paladar. En las piezas enteras, el marinado es útil para incorporar ingredientes que prevengan o enmascaren el WOF.

Cuando se elabora jamón cocido sin nitrito, no hay suficiente protección antioxidante, por lo que se producen compuestos de oxidación que afectan a su aroma y le confieren un sabor de carne cocida refrigerada

Dado que el oxígeno facilita los procesos de oxidación, se recomienda tener un buen nivel de vacío en los procesos que tienen lugar antes de cocción y reducir el oxígeno presente en las salmueras de inyección para evitar la oxigenación de la carne inyectada y la posterior oxidación del pigmento (**imágenes 7e, 7g**). Además, hay que tener en cuenta que en los productos elaborados envasados en MAP es difícil tener un residual de oxígeno muy bajo en el espacio de cabeza. En este caso, para proteger la carne de la oxidación, puede ser útil recubrirla con una salsa que puede reforzarse con antioxidantes. También pueden utilizarse absorbentes de oxígeno o adicionar cultivos que reduzcan el contenido de oxígeno.

Por tanto, para disminuir el sabor a recalentado se debe inhibir la oxidación lipídica y de las proteínas, para lo cual se recomienda utilizar carnes muy frescas preferentemente con dietas suplementadas con vitamina E (Ashgar *et al.*, 1991) y con un contenido de ácidos grasos poliinsaturados limitado, evitar el contacto con oxígeno durante el procesado y envasado (e.g. cubrir con salsas y utilizar materiales de envasado alta barrera al oxígeno), evitar la luz, cocinar o recalentar al vacío/sin contacto con oxígeno, reducir el tiempo entre la cocción y el con-

sumo, ligar el hierro u otros metales con nitrito y/o quelantes, evitar utilizar ingredientes que contengan metales prooxidantes, añadir antioxidantes o generarlos durante la cocción (reacción de Maillard) y utilizar sustancias enmascaradoras del flavor a recalentado (Brewer & Decker, 2007).

3.1.5 Rancio

El flavor rancio es una nota indeseable en la mayoría de los productos cárnicos cocidos. 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 naturales pueden conferir notas rancias si han estado almacenadas durante mucho tiempo en contacto con el aire. El pimentón si está oxidado también puede conferir notas defectuosas al embutido. El vacío, los films alta barrera al oxígeno, un residual de oxígeno inferior a 0,15 % en el espacio de cabeza, una baja relación gas/producto, el uso de nitrificantes, el ahumado, la generación de productos de la reacción de Maillard y la adición de antioxidantes a la masa retrasa el enranciamiento, mientras que la luz, las temperaturas elevadas y el envasado en atmósfera con oxígeno lo favorecen. En los envases con atmósfera modificada de loncheados finos es más difícil tener un buen nivel de vacío que en los de loncheado estándar, y al sacar del envase su mayor relación superficie/volumen facilita el enranciamiento.

En los embutidos cocidos tradicionales que posteriormente se someten a un proceso de secado (**imagen 26g**), la presencia de una ligera nota rancia en el exterior del embutido se puede considerar algo propio del producto.

3.1.6 Oxidación del aroma por falta de nitrito

Cuando se elabora jamón cocido sin nitrito, no hay suficiente protección antioxidante, por lo que se producen compuestos de oxidación que afectan a su aroma y le confieren un sabor de carne cocida refrigerada. La ausencia de nitrito favorece la oxidación de los ácidos grasos y la producción de aldehídos, que enmascaran el olor de los compuestos sulfurados responsables del aroma típico del jamón cocido (Thomas, 2014). El nitrito es un excelente antioxidante (Macdonald *et al.*, 1980a, b) que actúa según diversos mecanismos:

- Por reacción con el oxígeno. Frena reacciones radiocalarias.
- Por reacción con el hierro de la mioglobina: limita la liberación de hierro libre prooxidante estabilizando el pigmento (Sebranek & Bacus, 2007), y además puede estabilizar el hierro libre.
- Por estabilización de los componentes de la membrana lipídica (Gray & Pearson, 1984).
- Por formación de derivados nitrosados, como la S-nitrosocisteína, que posee propiedades antioxidantes (Andrée *et al.*, 2010).

Según Macdonald *et al.* (1980b), 50 mg·kg⁻¹ de nitrito añadido son suficientes para tener una protección antioxidante suficiente en jamón cocido. Sebranek & Bacus (2007) observaron que la adición de 50 mg·kg⁻¹ de nitrito reducían la oxidación entre el 50 % y el 64 % en relación a la carne no nitrificada. La adición de 100 mg·kg⁻¹ redujo la oxidación entre el 57 % y el 72 %, y cuando se añadieron 200 mg·kg⁻¹ la reducción fue del 91 %. La adición de 40 mg·kg⁻¹ de nitrito permite producir un aroma distinto del de la carne no nitrificada (Pegg *et al.*, 2000), pero se precisan al menos 50 mg·kg⁻¹ de nitrito para el desarrollo del aroma típico de jamón cocido (Macdonald *et al.*, 1980c).

La oxidación se ve afectada por los procesos a los que se ven sometidos los productos cocidos, especialmente si no se añaden antioxidantes: picado, coterado y masaje (mayor si es sin vacío), cocción y

enfriamiento (afectado por el nivel de vacío y la permeabilidad al oxígeno del material de envase).

Según Thomas (2014) la acción conjunta de la adición de tiamina y de antioxidantes (e.g. ascórbico, catequina y quercetina) permitieron obtener jamones no nitrificados con un aroma y estabilidad oxidativa similar a la del jamón cocido nitrificado.

3.1.7 Olor a grasa cocida oxidada

Es un olor que es común en embutidos cocidos escaldados no nitrificados que sufren un período de secado y que normalmente se comercializan a temperatura ambiente y sin envasar. En embutidos curados esta nota se atribuye a fenómenos de oxidación producidos por bacterias lácticas (Ferrini *et al.*, 2014). Para evitar dicho problema, en productos cocidos destinados a secar, es recomendable evitar el uso de carnes y tripas oxidadas, secar, almacenar a baja temperatura y adicionar ingredientes con función antioxidante.

3.1.8 Orina de gato

La presencia de óxido de mesitilo como impureza en el barniz de la costura lateral de las latas, puede ser responsable, tras reaccionar con el H₂S que está presente de forma natural en la carne o se forma en la cocción, de la generación de 4-mercapto-4-metilpentan-2-ona, que es el compuesto responsable del olor a orina de gato (Aylward *et al.*, 1967; Patterson & Rhodes, 1967). El olor se ha observado

JUEL

CONCEPT & CONSULTING



DSI DANTECH

freezing, cooling and heating of quality food



soluciones de tratamiento térmico

Las soluciones de congelación, refrigeración y atemperado más sostenibles y más rentables de la industria alimentaria.

- ❄ **Túnel IQF:** 6 días sin desescarche garantizado
- ❄ **Túnel IQF:** ahorros hasta 100.000€ en menos consumo
- ❄ **Congeladores de placas:** 0,0482 kW/kg (placas) versus 0,18 kW/kg (estático)



JUELCONCEPT, S.L.
Paseo de Gracia 95, 5º, 1ª
08008 Barcelona
T. 93.706.03.97
www.juelconcept.com
sales@juelconcept.com

en carne almacenada en un local recién pintado, en cerveza, en jamón “*cook-in*” (Franz *et al.*, 1990), en otros alimentos ricos en sulfuros y en agua residual. Para prevenir el problema deberían eliminarse del proceso de envasado los precursores directos del óxido de mesitilo, como el alcohol de diacetona, y los indirectos como la acetona, y debería considerarse la capacidad potencial de deshidratación del polímero etilenionómero (Mottram, 1998).

3.1.9 Olor a tripa

El olor a tripa se debe al uso de tripas insuficientemente limpias o desodorizadas. Además, las tripas naturales saladas deben almacenarse siempre a una temperatura inferior a 7 °C para evitar el crecimiento de halófilos que pueden producir olores desagradables y coloraciones rosáceas (**imagen 40e**).

3.1.10 Defectos de ahumado

El uso, para el ahumado, de maderas enmohecidas o impregnadas de determinadas sustancias pueden conferir un aroma desagradable al producto.

3.1.11 Olor a confinado

En algunos embutidos (e.g. pavo) se notan olores sulfhídricos (olor a confinado) al abrir el envase, fruto de la presencia de mercaptanos. Una vez el producto se ha ventilado, el olor deja de notarse. Mantener el producto en el mismo envase de cocción durante unas dos semanas antes de lonchear, permite que dichos compuestos reaccionen con otras sustancias y disminuya el problema. Además, el uso de envases activos y aromas frescos puede contribuir a reducir dicho problema.

3.1.12 Tostado

El sabor a tostado es fruto de la reacción de Maillard que se produce al cocer, siendo la reacción más importante en la parte externa, especialmente cuando se hace a alta temperatura. El hígado, debido a su contenido en glucosa, favorece la reacción de Maillard y la aparición de notas tostado/quemado indeseadas durante el tratamiento térmico de esterilización (Jaud & Fischer, 1994) que pueden intensificarse con los aminoácidos presentes o añadidos (Hilmes & Fischer, 1997a). La adición de 0,15 % de N-Acetil-L-Cisteína a la emulsión reduce dichas notas defectuosas (Hilmes & Fischer, 1997b); Hilmes *et al.*, (1998)).

3.1.13 Olor sexual

El olor desagradable que presenta la carne de algunos machos enteros (**imágenes 42b, c**) es debido fundamentalmente a la presencia de 5 α -androst-16-en-3-ona (olor a urinario de hombres) (Patterson, 1967) y/o escatol (olor fecal) (Hansson *et al.*, 1980), aunque se han encontrado otras sustancias como la 4-fenil-3-buten-2-ona que podrían potenciar el olor a macho entero en muestras con contenido limitado de androstenona y escatol (Rius & García-Regueiro, 2001). Es un problema que se presenta también, en ocasiones, en piezas y embutidos cocidos en los que hay una elevada proporción de carne o grasa procedente de machos enteros. Este problema es mayor en aquellos productos que se calientan antes de consumirlos y en los de picado grueso donde el efecto dilución es menor que en picado fino. En productos de picado muy fino las sustancias responsables del olor se pueden diluir más rápidamente y el problema desaparece si el contenido medio de dichas sustancias en el producto final es inferior al umbral de detección. Si bien la mejor solución para evitar el problema del olor sexual es utilizar carne de hembras o de animales castrados, algunos autores (Squires *et al.*, 2020; Font-i-Furnols *et al.*, 2020; Weiler *et al.*, 2021; Egea *et al.*, 2020; Martínez *et al.*, 2016; Škrlep *et al.*, 2020; Aluwé *et al.*, 2011; Van Wagenberg *et al.*, 2013) han planteado diversas soluciones que permitirían paliar el problema. La dilución recomendada en salchichas es de 1:10 (1 parte de carne + magros de machos enteros descartados por olor sexual y 10 partes de carne + magros de animales sin olor). El efecto enmascarador del olor sexual debido al ahumado tradicional es mayor que el del humo líquido. Dicho efecto enmascarador aumenta con la intensidad de ahumado y el uso de determinadas especias. El aumento del tiempo o la temperatura de cocción y la fermentación no son útiles para reducir el problema del olor sexual (www.boartaint.dk).

3.1.14 Olor a cuadra de cerdos

El olor a cerdo/cuadra es similar al de los cerdos vivos. De los varios centenares de sustancias detectadas en el ambiente y que se han relacionado con el olor a cuadra de cerdo, las que tienen un mayor impacto son los ácidos carboxílicos de cadena corta (e.g. ácido isovalérico), los compuestos azufrados (e.g. metilmercaptano), los fenoles (e.g.

p-cresol (olor a estiércol seco), los indoles (indol y escatol) y las aminas. Por tanto, no debe confundirse el problema del olor a cuadra (aromáticamente complejo y asociado tanto a hembras como a machos, independientemente de si son o no castrados) con el del olor sexual (asociado a los machos enteros y a unas sustancias muy concretas). Si bien se han realizado diversos estudios para reducir el impacto ambiental de los olores derivados de la cría de cerdos y de la gestión de sus residuos (Ni *et al.*, 2012; Koziel *et al.*, 2007; Qu *et al.*, 2004; Liu *et al.*, 2014; Korczyński *et al.*, 2011), apenas se han encontrado estudios publicados en los que se evalúe el impacto directo de dichos olores en la calidad de la carne de cerdos castrados y hembras y de posibles métodos para reducir dicho impacto. Es interesante el estudio de Hansen *et al.* (1994) en el que se afirma que el escatol puede ser absorbido a partir del estiércol, así pues, los cerdos sucios, independientemente del sexo pueden acumular escatol en la grasa, especialmente en el período cálido. Estudios realizados utilizando escatol radiactivo confirmaron que se podía absorber a través de la piel, particularmente en el área de la panceta y a través de los pulmones especialmente a temperatura elevada (Hansen, 1998). De forma análoga es de esperar que otros compuestos relacionados con el olor a cuadra puedan también absorberse especialmente en períodos cálidos.

El olor a cuadra es un problema que se detecta con mayor frecuencia en productos que contienen pieles de cerdo. La limpieza de las pieles (e.g. con una solución de ácido láctico), el lavado de hígados, el ahumado, la oxidación durante el procesado, la reacción de Maillard y la aromatización adecuada reducen este olor. Sería interesante realizar estudios para evaluar el impacto: i) del tiempo de ayuno, ii) de la limpieza de los animales durante los últimos días de vida, en el transporte y antes del aturdimiento, iii) del tipo de escaldado y iv) del lavado de las canales antes y después de la evisceración en la incidencia e intensidad del olor.

3.1.15 Falta de sabor/aroma

En los productos envasados en tripa natural y cocidos en caldera se produce una pérdida importante de sal y otras sustancias sápidas si la cocción se hace con agua nueva. Para evitarlo se debe corregir la sal y usar caldos aromatizados. Alternativamente,

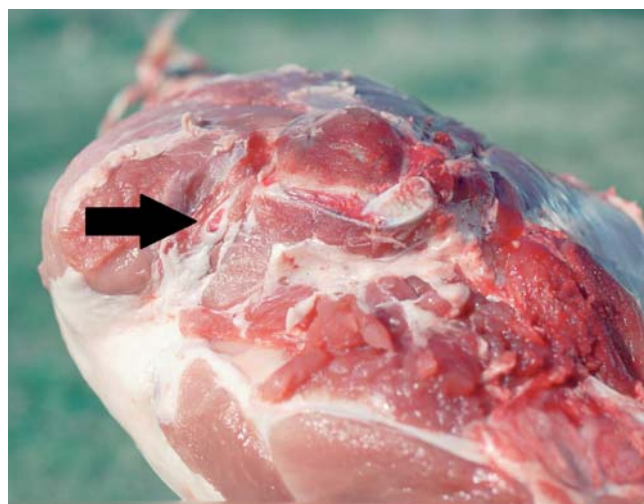


Imagen 42b. Aspecto de un jamón de macho.

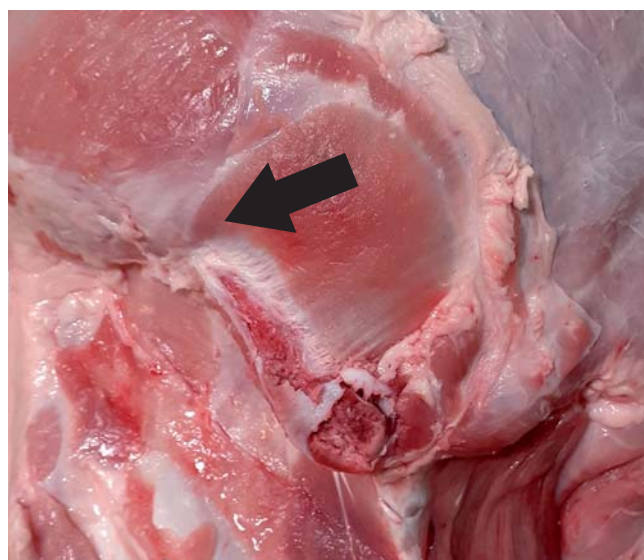


Imagen 42c. Aspecto de un jamón de hembra.

se pueden utilizar tripas impermeables o cocer en horno. En las salchichas tipo frankfurt en salmuera puede ocurrir que pierdan sabor debido a que los ingredientes de dichas salmueras de gobierno no estén bien equilibrados con los ingredientes de las salchichas.

Cuando se conserva un producto cocido sin envasar durante mucho tiempo en congelación, se produce la pérdida paulatina de componentes volátiles responsables del aroma, lo cual reduce la intensidad del mismo.

En el proceso de envasado al vacío se produce una pérdida de volátiles, la cual aumenta con la intensidad de vacío y su duración. Por otra parte,

en el envasado en atmósfera protectora se detecta una mayor pérdida de aroma que cuando se envasa al vacío. En las lonchas muy finas, la elevada superficie de contacto con la atmósfera facilita la pérdida de volátiles responsables del aroma, por lo cual se recomienda un consumo rápido una vez abierto el envase.

3.1.16 Evolución del sabor/aroma

Durante el proceso de cocción tienen lugar diferentes reacciones que generan diversas sustancias que contribuyen al aroma del producto. Una vez enfriado el producto, algunas de las sustancias generadas durante la cocción sufren reacciones posteriores y precisan de cierto tiempo para equilibrarse entre las partes magras y grasas en función del coeficiente de partición de cada sustancia y de su movilidad en la estructura del producto. Por otra parte, se producen cambios de estructura en las fracciones grasas que pueden afectar a la sensación en boca del producto. Así, por ejemplo, en los jamones cocidos en lata es común mantener el producto durante varias semanas macerando para que el aroma se enriquezca y se equilibre.

La reducción del contenido de oxígeno en la masa del embutido mediante la aplicación industrial de vacío al proceso de amasado y embutido final y el uso de materiales alta barrera al oxígeno disminuye la oxidación de la grasa, del aroma y del color, por lo que mejora la estabilidad sensorial a lo largo de la vida comercial, especialmente en los productos más sensibles (e. g. aquellos en los que se busca tener etiquetas limpias y poseen pocos ingredientes no cárnicos y pocos antioxidantes).

La evolución de la microbiota del embutido afectará a la evolución de las características sensoriales durante la vida útil del producto (ver apartado 1.18).

3.1.17 Otros olores extraños

En ocasiones, en los embutidos cocidos se observan olores extraños correspondientes a oxidaciones o crecimientos microbianos indeseados. La microbiota de la materia prima puede afectar a la calidad sensorial del producto, por lo que debe utilizarse carne lo más fresca posible y tener en cuenta que cuanto más manipulada esté la carne, mayor será su contaminación y mayores posibilidades de que surjan olores extraños debidos a crecimiento microbiano y a procesos oxidativos. Así, por ejem-

plo, la contaminación de piezas enteras es inferior a la de los magros, y dentro de estos, los que están más contaminados son los magros de cabeza, diafragma, magros de matadero y la carne separada mecánicamente. Por otra parte, los recortes de panceta de cerdas reproductoras y las papadas pueden estar también más contaminadas. Se debe realizar un programa adecuado de limpieza/desinfección y secado posterior de superficies, eliminación de biofilms y condensaciones para evitar contaminaciones indeseables. El mal estado de las tripas naturales debido a un crecimiento microbiano puede generar olores putrefactos que se transmiten al embutido.

Asimismo, se debe realizar un buen mantenimiento de maquinaria y utensilios para evitar la presencia de superficies oxidadas en contacto con la carne. El reprocesado es una de las fuentes de contaminación que pueden generar desviaciones en la calidad del producto. Dentro del reprocesado podemos distinguir el reprocesado fresco (roturas en la embutición, puntas), el de los productos cocidos manipulados y el de productos que han sufrido procesos de oxidación o crecimiento microbiano indeseado. Los productos que han sufrido procesos de oxidación o crecimiento microbiano pueden afectar negativamente al aroma del producto. Finalmente, es importante señalar que la irradiación altera el aroma de la carne, pero los efectos negativos se pueden reducir en parte disminuyendo la temperatura antes de irradiar (congelando) y envasando sin oxígeno (Brewer, 2009).

4. Conclusión

Los productos cárnicos cocidos poseen una gran riqueza de matices sensoriales. Un mayor conocimiento del efecto de la materia prima, la microbiota, los distintos ingredientes y aditivos y las variables de proceso, de envasado y comercialización en la apariencia, textura, olor y flavor permitiría reducir algunos de los problemas que se encuentran en estos productos y mejorar su calidad sensorial.

5. Bibliografía

Si desea descargar la bibliografía íntegra de esta serie puede hacerlo en la siguiente dirección web: www.eurocarne.com/documentos/bib131902.pdf e