Aditivos e ingredientes en la fabricación de productos cárnicos cocidos de músculo entero

Llorenç Freixanet



INTRODUCCIÓN

El presente artículo se dedica a describir aditivos e ingredientes que se pueden emplear en la fabricación de productos cárnicos cocidos de músculo entero. Los aquí descritos son perfectamente aplicables tanto a jamones y paletas como a fiambres y otros productos que entren dentro de la filosofía de fabricación de estos. De ahora en adelante nos referiremos a todos estos productos con el nombre genérico de jamón cocido.

Se ha hecho una diferenciación de los constituyentes del jamón cocido entre ingredientes y aditivos. Cuando hablamos de ingredientes nos referimos a aquellos constituyentes presentes en la naturaleza y que son consumidos habitualmente dentro de una dieta normal, mientras que entendemos por aditivos toda sustancia no consumida normalmente que es adicionada intencionadamente con fines tecnológicos u organolépticos.

A pesar de que existen abundantes textos sobre aditivos e ingredientes alimentarios en general, pocos son los que dedican una especial atención a describir cuales de estos productos son útiles y en que forma deben usarse en la fabricación de jamón cocido.

Este artículo se ocupa de describir de una forma resumida los principales aditivos e ingredientes de uso corriente en este campo y sus propiedades funcionales.

INGREDIENTES

Carne

La carne usada en la preparación de productos cocidos de músculo entero, será pulpa de jamón o paleta, con o sin hueso, con o sin piel y con distintos niveles de limpieza de grasa, nervios y tendones que dependerán del tipo de producto que se pretenda hacer y de los gustos de los consumidore de cada país. La descripción de las propiedades y características bioquímicas de la carne es parte de los objetivos de este artículo, por lo que no se va a profundizar en ello.

La preparación de la carne variará mucho según el objetivo que se persiga, yendo desde el jamón con hueso y piel sin ningún tipo de pulido interior hasta el producto completamente despiezado en músculos separados o incluso troceados, completamente limpios de grasa, tendones y nervios.

Agua

En la mayoría de los jamones cocidos, el segundo ingrediente en importancia es el agua añadida. El agua de preparación de salmueras debe cumplir con una serie de requisitos:

En primer lugar, debe ser agua de alta calidad química, higiénica y sanitaria dado el uso alimentario al que va a ser destinada.

Desde el punto de vista tecnológico, el agua debe ser lo más blanda posible (libre de iones Ca^{2}+, Mg^{2}+ y metales pesados). Conocer el *grado de dureza del agua* que va ser usada es muy importante ya que una concentración alta de iones puede afectar negativamente la capacidad de retención de agua del producto final. Por otra parte, la presencia en solución de sales de hierro, cobre y otros metales, además de riesgos toxicológicos, puede destruir parcialmente el ascorbato, presente en la salmuera como antioxidante, como veremos más adelante, afectando a la estabilidad del color del producto final.

Sal

La sal común o cloruro sódico se viene usando desde tiempos remotos en el procesado de carne, gracias a su capacidad de reducir la actividad de agua, facilitando así su conservación, además de contribuir a la sapidez.

Actualmente, se usa en jamón cocido en concentraciones que oscilan en torno al 2 % y su uso se restringe únicamente en productos dietéticos en

los que se proclama un bajo contenido en sodio. En el caso del jamón cocido dietético, la sal se sustituye parcialmente por cloruro potásico, producto con parecida capacidad depresora de la actividad de agua, pero que da al jamón un sabor acre y metálico que debe ser contrarrestado con aromatizantes, habiéndose utilizado con este objeto el jugo de piña, con un éxito remarcable.

Además de las funciones ya mencionadas, tecnológicamente la sal juega un papel importante en la solubilización de las proteínas cárnicas y en la expansión de sus estructuras cuaternarias, ya que supone el principal aporte a la fuerza iónica del producto, debilitando las uniones electrostáticas existentes entre los grupos $-COO^-$ y $-NH4^+$, contribuyendo, por tanto, a la retención de agua y a la ligazón entre los músculos en el producto terminado.

Azúcares

Los oligosacáridos o azúcares se usan en el jamón cocido básicamente como depresores de la actividad de agua, si bien tienen también un efecto importante sobre la sapidez del producto. Los azúcares se suelen usar en forma de mezclas de distinta composición según los efectos buscados en el producto terminado. Se resumen a continuación las propiedades funcionales y efectos de los azúcares de uso corriente en la fabricación de jamón cocido.

• **Sacarosa:** La sacarosa o azúcar tiene como misión principal en las mezclas de azúcares para jamón cocido contribuir a la sapidez del producto terminado, ya que su uso como depresor de la actividad de agua es limitado por su poder edulcorante, siendo la concentración límite a la que se puede llegar en jamón cocido de 0.8-0.9 %. Concentraciones superiores resaltan un sabor dulce anómalo que no puede ser compensado con adición de sal. En menor proporción (alrededor del 0.5 %), permite compensar concentraciones relativamente altas de sal, que por si solas, darían sabor salado al jamón y le confiere un agradable sabor de fondo.

• **Dextrosa:** La dextrosa o glucosa tiene un poder edulcorante mucho menor que el azúcar y una mayor presión osmótica en solución, por lo que es

▼ Sistema automático de preparación de salmuera: BRINMIX.



muy usado como carga depresora de la actividad de agua. Con salmueras equilibradas se pueden alcanzar concentraciones en producto terminado superiores al 3 % sin afectar negativamente al sabor del producto terminado. El principal inconveniente para la utilización de dextrosa, se presenta en países de clima cálido en que no se pueda asegurar una buena cadena de frío durante toda la vida comercial del producto. La dextrosa es un monosacárido de digestión directa por parte de muchos microorganismos, entre ellos los lactobacilos, por lo que acelera su crecimiento, especialmente si las condiciones de refrigeración no son adecuadas, acortando la conservación del producto, especialmente presentando problemas de acidez por ácido láctico.

• **Lactosa:** De uso y características muy similares a la dextrosa, tiene un sabor algo distinto que recuerda su procedencia, la leche. Una de sus formas, la α-lactosa, es también directamente digerible por los lactobacilos, por lo que su utilización entraña también algún riesgo en países de clima cálido.

• **Fructosa:** La fructosa tiene un poder edulcorante muy superior al azúcar por lo que su uso es muy limitado.

• **Jarabes de glucosa:** Los jarabes de glucosa son mezclas de azúcares obtenidas por hidrólisis de almidones. El principal componente de estas mezclas es la dextrosa, con proporciones que oscilan entre 30 y 60 %, estando constituido el resto por mono y oligosacáridos con distintos tamaños de cadena. Su uso y propiedades son parecidas a los de dextrosa y glucosa, si bien conlleva menores riesgos bacteriológicos en países con redes de frío deficientes. Otra ventaja fundamental que tienen sobre dextrosa y glucosa es que en la mayoría de los casos son significativamente más económicos. Se comercializan tanto en forma de jarabes líquidos de color acaramelado, con contenidos de sólidos de alrededor del 50 %, como desecados en forma de polvo.

• **Dextrinas:** Las dextrinas son también producto de hidrólisis de almidones, generalmente de hidrólisis térmicas, y se diferencian de los jarabes de glucosa en su mayor contenido en oligosacáridos de elevado peso molecular. Los contenidos de dextrosa de estos productos suelen estar entre el 2 y el 20 %. En la fabricación de jamón cocido tienen el inconveniente de que pueden dar coloraciones con lugol parecidas a las de las féculas, por lo que su uso en productos en los que las féculas no están autorizadas está limitado a cantidades pequeñas, siendo poco útiles. En productos con féculas su uso tampoco tiene demasiado sentido, ya que por el proceso de hidrólisis pierden su capacidad gelificante.

Proteínas

Las proteínas e hidrolizados son usados en jamón cocido por dos razones: Para incrementar el contenido proteico del producto terminado y por su capacidad para retener agua. Su uso está limitado legislativamente y por el sabor que pueden conferir al producto. Como proteínas funcionales, las más usadas en la fabricación de jamón cocido son:

Proteínas de leche:

• **Lactosueros:** Corresponde a la fracción soluble de las proteínas de la leche y presentan concentraciones de proteína entre el 10 y el 40 %, estando constituido el resto mayoritariamente por lactosa. Tienen el inconveniente de su bajo contenido proteico y de su escasa (comparativamente a otras proteínas) capacidad de retención de agua. Tienen la ventaja de que alteran poco el sabor del producto terminado.

• **Lactoalbúminas:** Son en realidad lactosueros purificados por ultrafiltración, que presentan concentraciones de proteínas que pueden alcanzar el 80 %. Se consigue con ellas una mejor retención de agua que con los lactosueros normales y afectan también poco al sabor. Tienen el inconveniente de una alta capacidad de emulsionar el aire y formar espumas estables y su elevado valor comercial.

• **Caseinatos:** Con una capacidad de retención

de agua moderada son un buen aporte proteico al presentarse con concentraciones de proteína superiores al 90 %. Dan un sabor agradable al jamón cocido, pero tienen como inconvenientes los hechos de que a concentraciones elevadas interfieren con la solubilización de proteínas musculares, pudiendo dar problemas de desligado y de que tienen precios elevados.

Proteínas de sangre:

• **Plasma:** El plasma tiene, por sus propiedades coagulantes, una gran capacidad de retención de agua y un nivel aceptable de aporte proteico: alrededor del 70-80 % en su presentación en polvo. Usado como plasma líquido o congelado, tiene importantes riesgos microbiológicos que exigen una muy cuidadosa manipulación del producto. En forma de plasma en polvo esterilizado desaparecen estos riesgos pero el proceso de secado le da un sabor desagradable que se resalta en el jamón cocido a concentraciones elevadas.

Proteínas de colágeno:

• **Colágeno parcialmente hidrolizado:** Se obtiene por la hidrólisis parcial del colágeno. A diferencia del colágeno nativo, estas proteínas son solubles en agua o en salmuera y poseen un elevado contenido proteico (84-90%). Su utilización en productos cárnicos cocidos se debe a su capacidad de retención de agua, a sus propiedades gelificantes y a su alto contendido en proteína.

• **Corteza en polvo:** Se trata de cortezas de cerdo deshidratadas y molidas. Al tratarse básicamente de colágeno que conserva aún sus propiedades funcionales, tiene una gran capacidad de retención de agua y un alto contenido proteico (superior al 80 %). El principal inconveniente estriba en que, al ser básicamente proteínas insolubles, es bastante complicado incorporarlas a las salmueras de inyección sin que obturen los filtros y agujas.

Proteínas de huevo:

En productos cárnicos cocidos se pueden utilizar las ovoalbúminas, las cuales presentan buena capacidad de retención de agua, poder gelificante y un alto aporte proteico (más del 85 %). Además dan buen sabor al producto terminado, pero tienen un coste alto.

Proteínas vegetales:

Como proteínas vegetales se usan básicamente las proteínas de soja, en forma de concentrados o aislados. Los aislados ofrecen varias ventajas sobre los concentrados: Mayor contenido proteico (90 % frente a 60-70 %), mejor solubilidad (los concentrados suelen tener una cantidad importante de insolubles que pueden dar problemas de taponamiento de filtros y agujas en las inyectoras) y mejor sabor. Las proteínas de soja tienen una elevada capacidad de retención de agua y son bastante económicas, por lo que su uso está muy extendido en aquellos productos en los que la ley lo permite. Tienen el inconveniente de que concentraciones altas transmiten un sabor desagradable al jamón. Debido a la polémica surgida acerca de los OGM (Organismos Geneticamente Modificados) el uso de las proteínas de soja se ha visto afectado y en algunos productos se evita su uso.

En general, todas las proteínas mencionadas tienen efectos positivos y negativos, por lo que para usarlas en jamón cocido resulta muy interesante utilizar mezclas que combinen las buenas propiedades que presentan, reduciendo a un mínimo la incidencia de las malas.

Hidrolizados de proteína:

Los hidrolizados de proteínas no tienen capacidad de retención de agua, salvo por su efecto depresor de la actividad de agua, por lo que su uso se limita a funciones de aporte proteico y de saborización. Como aporte proteico los más empleados son los hidrolizados de colágeno y los de carne de recuperación. El colágeno realiza un aporte de más del 100 % en proteínas,

ya que en el análisis de colágeno el nitrógeno debe multiplicarse por 5.5 para obtener la proteína total mientras que en el producto cárnico el contenido de nitrógeno se multiplica por 6.25 y los hidrolizados de colágeno suelen tener más del 90 % en proteínas.

Los hidrolizados de proteínas vegetales se usan también en pequeñas dosis por su aportación de sabor y deberían contemplarse dentro del grupo de saborizantes.

Féculas

En productos de alto rendimiento se usan, para la retención de agua, almidones y féculas. Estos productos, que suelen ser utilizados en jamón cocido sin modificaciones químicas, son polisacáridos que gelifican por acción del calor formando una trama tridimensional que retiene abundantes cantidades de agua.

La mayoría de almidones gelifican a temperaturas entre 65 y 75 ºC, siendo la temperatura de gelificación dependiente también del tamaño de partícula que presenten.

Los más usados son los almidones de trigo, patata, maíz y mandioca. El almidón de trigo tiene la ventaja de que tiene buen sabor y gelifica a temperatura baja (65 ºC) dando al producto una buena textura. La fécula de patata tiene un poder de retención de agua muy elevado pero transmite al producto un sabor no muy agradable y una textura no demasiado satisfactoria, con un punto de gelificación de alrededor de 70 ºC. Tanto el almidón de maíz como el de yuca o mandioca tienen propiedades intermedias entre los dos mencionados y son muy usados en Sudamérica.

Se debe tener en cuenta que, en general, los almidones soportan mal las temperaturas excesivamente elevadas, las cocciones prolongadas y tienen el problema de la retrogradación. Para solventar estos inconvenientes se han desarrollado los almidones modificados, en los cuales se ha modificado su estructura química nativa con el fin de reforzar los enlaces entre las distintas cadenas, y conseguir así, productos térmicamente más estables, menos frágiles y para minimizar los fenómenos de retrogradación.



Fibras

Como fibras vegetales entendemos a varios tipos de polisacáridos, distintos del almidón, que constituyen las paredes celulares de los cereales y vegetales y que no son asimilables por el sistema digestivo humano. Dependiendo de la materia prima y del proceso de extracción encontramos celulosa, hemicelulosa, pectinas, lignina, etc., en cantidades que pueden ir del 55 al 85%. Gracias a su estructura química, las fibras vegetales proporcionan una serie de ventajas desde el punto de vista tecnológico, como una buena capacidad de retención de agua y una mejora en la textura de los productos. Actualmente están siendo utilizadas en productos cárnicos como sustitutos de materia grasa, para reducir el aporte calórico.

Saborizantes

Los últimos ingredientes usados en la fabricación de jamón cocido son los saborizantes. Los tipos de saborizantes usados son muy variados e incluyen licores y vinos, jugos de frutas, hidrolizados de proteína vegetal, condensados de Maillard, oleoresinas de especias naturales, infusiones de especias, verduras y frutas, extractos de humo, etc.

ADITIVOS

Colorantes

El Carmín de Cochinilla es el colorante más utilizado universalmente en la fabricación de jamón cocido, ya que el tono rosado que confiere al jamón es bastante natural. Es un colorante natural rojo extraído de los cuerpos desecados de las hembras del insecto *Coccus Cacti*, cultivados sobre el cacto *Nopalea coccinellifera* presente en Perú, Guatemala, México y Canarias. Unos 140.000 insectos son necesarios para obtener 200 gr de carmín de cochinilla al 50 %. El principal colorante presente en el carmín es el ácido carmínico ($C_{22}H_{20}O_{13}$). Su mejor característica es la gran estabilidad a la luz, a la variación de pH y al tratamiento térmico.

Suele presentarse como la laca alumínico-cálcica del ácido carmínico, forma en la cual se extrae, con un contenido mínimo en ácido carmínico del 50 %. Esta forma es insoluble en agua, con lo que para utilizarla en salmuera hay que proceder primero a su disolución en álcalis diluidos, como amoníaco o carbonatos.

Mas cómoda es la utilización de las formas hidrosolubles preparadas a partir de esta laca. Las concentraciones a las que se suelen presentar son del 21 % y del 50 % en ácido carmínico.

El extracto de bija o annato hidrosoluble tiene como principal agente colorante a la sal sódica de la norbixina, colorante del grupo de los carotenoides. A pesar de ser un colorante anaranjado, es más rojizo que la mayoría de los carotenos, por lo cual ha sido empleado en alguna ocasión en productos cárnicos. Para jamón cocido tiene el inconveniente de que a los pH habituales en este producto presenta una coloración amarillenta y muy poco estable a la luz. Tiene además el problema de que colorea las grasas.

El rojo remolacha está constituido básicamente por Betanina, teniendo el inconveniente de su baja estabilidad a la luz y al calor.

La hemoglobina estabilizada, esterilizada y deshidratada se ha usado también como materia colorante en jamón cocido. El principal inconveniente que presenta es que si se usa en cantidades suficientes como para tener un efecto visible en el color del producto terminado, su estabilidad a la luz y al oxígeno es mala, amarronándose el corte en cuestión de minutos.

El caramelo se usa en jamones cocidos únicamente para colorear gelatinas de recubrimiento o para simular sucedáneos de humo.

En referencia a los colorantes artificiales (Rojo 2G, Rojo 40, Ponceau 4R, etc.), su uso es cada vez más restringido dada la tendencia existente en todo el mundo a ir prohibiendo el uso de colorantes artificiales en jamón cocido.

Nitritos

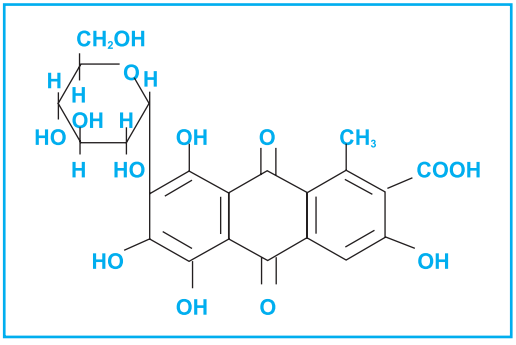
Aunque de acción básicamente conservadora, varios son los efectos del nitrito en el jamón cocido.

El nitrito no actúa sobre la carne como tal, sino que la principal responsable de los efectos producidos es la molécula de óxido nitroso. Ésta se forma a partir de nitrito según las siguientes reacciones:

$$NO_2^- + H^+ \longrightarrow HNO_2$$
$$HNO_2 + H^+ + e^- \longrightarrow NO + H_2O$$

El óxido nitroso libre así formado es sumamente reactivo y reacciona parcialmente con la mioglobina formando nitrosomioglobina, pigmento responsable del característico color rosado del jamón cocido. El resto de óxido nitroso no fijado por la mioglobina tiene diferentes destinos: Una parte se pierde por evaporación directa, y otra, prosigue el proceso de reducción hasta formación de nitrógeno que también se evapora. Parte reacciona con las proteínas musculares y con las grasas. Otra parte reacciona con los aditivos antioxidantes, especialmente con ascorbato y eritorbato.

La proporción de óxido nitroso que se descompone sin intervenir directamente en la formación de color, puede variar según las características de la salmuera empleada y las condiciones de proceso, entre otros factores. Esta descomposición obliga a adicionar al producto niveles de 125 hasta 250 ppm de nitrito, según el tipo de jamón de que se



trate, a fin de garantizar una buena estabilidad del color. Experimentalmente suele suceder que cuanto mayor es el rendimiento del producto, mayor es el



nivel de nitritos requerido. En cualquier caso, debe equilibrarse la salmuera para que la concentración de nitrito no rebase las casi universalmente autorizadas 125 ppm en el producto terminado.

La formación de color empieza con la reacción del óxido nitroso con la mioglobina para formar nitrosomioglobina, que se descompone posteriormente en globina y nitrosomiocromógeno, verdadero responsable del color rosado. Este grupo se produce por fijación del óxido nitroso al anillo tetrapirrólico central de la mioglobina, que se desprende de la proteína. El nitrosomiocromógeno se genera también a partir de los restos de hemoglobina presentes en la carne, contribuyendo también al color final. Este pigmento es en sí inestable, siendo atacado por acción de la luz y del oxígeno del aire. Su estabilidad se verá incrementada por una cocción a temperatura elevada (se requiere un mínimo de 65ºC para que sea mínimamente estable), por un pH del producto terminado no excesivamente elevado y por la presencia en salmuera de antioxidantes.

Desde el punto de vista de su efecto conservante, los mecanismos de acción del nitrito no están muy claros, si bien está demostrado su efecto bacteriostático sobre enterobacterias, *Clostridium perfringens* y *Staphylococcus aureus*, siendo especialmente letal para el *Clostridium botullinum*. Al ser este microorganismo muy resistente al tratamiento térmico, la adición de nitrito se convierte prácticamente en el único medio para evitar la transmisión del botulismo a través de productos cárnicos.

Nitratos

El nitrato potásico fue el primer agente nitrificante usado en la fabricación de salazones de productos cárnicos. Esta sustancia se encuentra presente a nivel de impureza en las sales de roca usadas antiguamente para salazones.

El nitrato como tal no tiene acción nitrificante sobre la carne, sino que sus efectos son debidos a su transformación en nitritos por acción de las nitrato-reductasas, enzimas producidos por lactobacilos y enterobacterias, entre otros.

Muy discutida ha sido su utilización en el jamón cocido, ya que con la cocción, el nivel de bacterias formadoras de nitrato-reductasas queda reducido a niveles muy bajos y, por otro lado, los tiempos de maduración antes de cocción suelen ser muy cortos, 72 horas a lo sumo,

▼ Molino-triturador para la preparación de salmuera: MOLISTICK.





con lo cual la conversión de nitrato a nitrito es pequeña.

En cualquier caso, la cocción destruye gran parte de la flora bacteriana, aunque no toda, manteniéndose un mínimo nivel de formación de nitritos a partir de nitratos, que suponen un aporte progresivo muy importante durante la vida útil del producto. Este nitrito de nueva formación, permite una cierta regeneración del pigmento contribuyendo a la estabilidad del color, por lo que es una práctica habitual en la fabricación de jamón cocido la curación mixta con mezclas de nitrato y nitrito, usándose el nitrato a niveles que oscilan entre las 75 y 150 ppm.

Conservantes

El uso de conservantes forma parte de los primeros métodos de conservación utilizados, pero gracias a los avances en los tratamientos térmicos, cadenas de refrigeración y mejores condiciones de fabricación, su necesidad se ha ido reduciendo y la mayoría de las legislaciones son muy restrictivas al respecto.

En algunos países aún siguen utilizándose como conservantes sales del ácido sórbico o benzoico. Los sorbatos, básicamente sorbato potásico, son poco efectivos a los pH normales del jamón cocido. Son buenos inhibidores del crecimiento de mohos, pero su efectividad es mucho menor con levaduras y bacterias. Los benzoatos son aún menos eficaces que los sorbatos, ya que su única forma activa es el ácido benzoico, presente de manera significativa únicamente a pH inferiores a 4. De hecho, tanto sorbatos como benzoatos tienen una utilidad muy dudosa en la fabricación de jamón cocido, a pesar de que se sigan utilizando en muchos lugares, tal vez por razones históricas.

En la actualidad se están utilizando otros tipos de conservantes más naturales, como los derivados del ácido láctico (lactato sódico y lactato potásico). Estos compuestos, tienen la capacidad de reducir la actividad de agua del producto, además de tener propiedades antimicrobianas contra bacterias patogénicas como *E. coli*, *C. botulinum*, *L. monocytogenes*.

Recientemente, en algunos países se ha aprobado la utilización del diacetato de sodio en productos cárnicos, como agente antibacteriano, principalmente contra *Listeria monocytogenes*. Se puede utilizar de forma individual, pero en muchos casos, se utiliza en combinación con otros compuestos como el lactato sódico o potásico.

Debido a la creciente demanda de los consumidores por productos menos industrializados, más naturales y saludables, se ha investigado mucho sobre la utilización de nuevas sustancias como los extractos de plantas y los aceites esenciales. Estas sustancias procedentes de plantas, hierbas y vegetales, contienen principios activos que se caracterizan por sus propiedades antimicrobianas y antioxidantes. Como proceden de plantas no tienen límites legales de utilización, pero en dosis bajas, no tienen ningún efecto conservador y en dosis muy altas, pueden aportar al alimento una serie de características organolépticas que lo hacen no apto para el consumo.

También se han realizado estudios de bioconservación (extensión de la vida útil de los alimentos mediante la microflora natural o sus metabolitos) con bacterias lácticas productoras de bacteriocinas (antibióticos naturales). Actualmente no existen límites legales de utilización pero, entre los inconvenientes que presentan, está el hecho de que pueden provocar reacciones alérgicas y la aparición de resistencias microbianas a estas bacteriocinas. Además, no resisten tratamientos tecnológicos fuertes como por ejemplo el calor, con lo que su utilización no es viable durante la fabricación del jamón cocido.

Antioxidantes

De todos los antioxidantes permitidos en las diferentes legislaciones para jamón cocido los que se usan universalmente son el L-ascorbato de sodio y su isómero óptico el eritorbato sódico. De ellos, el primero está aceptado en todas las legislaciones mientras que

el segundo no está autorizado en algunos países. El argumento esgrimido es que el primero es un producto habitual en nuestra dieta: vitamina C o ácido ascórbico, mientras que el segundo no, teniendo una acción vitamínica únicamente del 5 % de la que presenta el ascorbato.

En cualquier caso, la acción tecnológica de ambos productos es idéntica, por lo que todas las propiedades y funciones descritas a continuación sobre el ascorbato son perfectamente aplicables al eritorbato, siendo la diferencia básica el precio más económico de este último.

El ascorbato sódico tiene tres funciones básicas en su aplicación a la fabricación de jamón cocido, las cuales derivan de su comportamiento químico como potente reductor.

En primer lugar, destaca su actuación como tal reductor frente al nitrito. El ascorbato reduce el nitrito a óxido nitroso facilitando la formación de nitrosomioglobina y, por tanto, acelerando la formación del color rosado. Sin la presencia de ascorbato, esta reacción se produciría de la misma forma, por acción de los reductores naturales presentes en la carne, pero exigiría tiempos de maduración mucho más largos y cantidades de nitrito muy superiores, para obtener un color satisfactorio. Puede comprobarse fácilmente por análisis, que los niveles de nitritos residuales en producto terminado, son mucho más bajos si se emplea ascorbato en la formulación.

En segundo lugar, el ascorbato contribuye decisivamente a la estabilidad del color en el producto terminado. Esto puede atribuirse a sus propiedades reductoras (efecto antioxidante), que inhiben la formación de radicales peróxido en la superficie, por acción de la luz ultravioleta y el oxígeno del aire.
Recordemos que estos radicales son los principales responsables de la descomposición del pigmento.
Adicionalmente, su efecto acelerador de la formación de óxido nitroso contribuye a retardar la descomposición del pigmento, por simple desplazamiento del equilibrio de esta reacción, que se produce con liberación de oxido nitroso.

Por último, contribuye también a evitar la formación de las ya mencionadas nitrosaminas cancerígenas, bloqueando la formación de agentes nitrosantes (N_2O_3) a partir del óxido nitroso.

En la fabricación de jamón cocido, la adición de ascorbato debe hacerse siempre en forma de sal. Si bien a los pH habituales de las salmueras de inyección (normalmente ligeramente alcalinos), harían que la adición de ácido ascórbico redundase en la presencia efectiva de ascorbato sódico, en solución, el empleo



de la forma ácida requiere de mucho cuidado a la hora de emplearlo en salmueras, por lo que su uso es descartable. La razón de esto es que la reacción del nitrito con ácido ascórbico en medio ácido es muy violenta, con formación de vapores nitrosos irritantes, por lo que debería cuidarse de añadir el ácido ascórbico una vez el nitrito está ya disuelto en salmuera, y ésta tenga un pH ya alcalino por la acción de los fosfatos. Aún así, se produce una pequeña emisión de vapores nitrosos.

El ascorbato sódico tiene poco efecto antioxidante sobre las grasas, dada su insolubilidad en éstas. De cualquier manera, no suele utilizarse en la fabricación de jamón cocido ningún tipo de antioxidantes para grasas como tocoferoles, butilhidroxianisol (BHA) o butilhidroxitoluol (BHT).
Dentro de las sustancias clasificadas como reforzadoras de acción de los antioxidantes, se usan en jamón cocido únicamente el citrato trisódico y el lactato sódico, si bien el primero se utiliza más por sus propiedades como tamponante y quelante, y el segundo, por su actividad depresora de la actividad de agua y por sus efectos de inhibición del crecimiento bacteriano, en especial de los lactobacilos.

Fosfatos

Los fosfatos cumplen en el jamón cocido básicamente dos funciones, por un lado aumentan de forma espectacular la capacidad de retención de agua y por el otro favorecen la solubilización y extracción de proteínas miofibrilares, responsables de la ligazón intermuscular que presenta el jamón cocido.

Los mecanismos de acción de los fosfatos conocidos en la actualidad, son insuficientes para explicar los espectaculares efectos producidos. Las cadenas polipeptídicas de proteínas están unidas en sus estructuras terciaria y cuaternaria por enlaces electrostáticos, puentes de hidrógeno, puentes disulfuro y puentes formados por cationes divalentes, especialmente calcio y magnesio. La capacidad de hidratación de la proteína (y, por tanto, su capacidad de retención de agua durante la cocción) suele ser tanto mayor cuanto menos compacta sea esta estructura terciaria o cuaternaria (Puede hacerse el símil con una esponja, estando las proteínas en la carne como una esponja estrujada, debiendo permitirse que la esponja se expanda para que sea capaz de retener agua). Esta expansión se consigue rompiendo el mayor número posible de estos enlaces. Así, la disminución de los enlaces electrostáticos se consigue aumentando la fuerza iónica del medio, básicamente por acción de la sal. Uno de los mecanismos reconocidos de acción de los fosfatos es su acción quelante sobre calcio y magnesio, liberando los enlaces debidos a estos metales y permitiendo la expansión de la proteína.

Para solubilizar y extraer las proteínas miofibrilares hay también varias acciones reconocidas de los fosfatos. Las proteínas miofibrilares, actina y miosina, constituyen aproximadamente el 50 % de las proteínas cárnicas totales y su capacidad de retención de agua, es muy superior a las proteínas sarcoplasmáticas.
Las proteínas miofibrilares se encuentran en el músculo unidas formando actomiosina, que es insoluble. En la carne viva existe un equilibrio continuado de asociación y disociación entre actina y miosina para formar actomiosina. Los desplazamientos de este equilibrio son los responsables de las contracciones y relajaciones musculares. La disociación de la actomiosina se produce con consumo de ATP (Adenosintrifosfato), intermedio de transmisión de energía en los cuerpos vivos. Una vez el animal muere, el ATP se sigue consumiendo en esta reacción hasta agotarse, momento en que los músculos quedan en estado de contracción ("Rigor mortis"). El proceso de solubilización de proteínas constituye, de alguna manera, una inversión de este proceso de "rigor". Actina y miosina se encuentran unidas en la actomiosina mayoritariamente por puentes de calcio, por lo que nuevamente la acción de los fosfatos parece orientarse en este sentido.

La actina y miosina separadas encuentran un

medio óptimo para solubilizarse, con ayuda de un tratamiento mecánico (Masaje), en las condiciones salinas y de pH aportadas por la salmuera. Es en las condiciones de pH donde también los fosfatos juegan su papel, ya que, aunque en las concentraciones normales de uso, el pH de la masa inyectada no aumente más de 0.5 puntos, si contribuyen con su efecto tamponante a homogeneizar los pH de los distintos músculos, aminorando los efectos exudativos de músculos PSE (Pale, Soft, Exudative).

De cualquier manera, las acciones tamponantes y quelantes de los fosfatos parecen muy débiles para explicar sus efectos (Productos de capacidad quelante muy superior tienen pocos efectos sobre la retención de agua y solubilización de actina y miosina), por lo que cabe suponer que los fosfatos ejercen alguna acción similar a las ejercidas por el ATP en el músculo vivo (En pruebas realizadas en el departamento tecnológico de METALQUIMIA, S.A., los resultados de añadir ATP en salmueras han sido comparables a los obtenidos por acción de pirofosfato), pero esto no es más que una suposición y no se encuentran en la literatura sobre el tema, trabajos que confirmen o desmientan este extremo, que continúa siendo un campo abierto a la discusión.

En cuanto al tipo de fosfatos a utilizar, parece aceptado que la acción de los fosfatos se produce únicamente cuando están en forma de pirofosfato (difosfato). La elevada insolubilidad en agua de este producto (aumentada en las condiciones de salinidad de la salmuera) hace que normalmente en jamón cocido se usen mezclas de tripolifosfato, pirofosfato y hexametafosfato. Tanto el primero como el último se hidrolizan en medio acuoso liberando pirofosfato de forma paulatina. Según las características del producto a elaborar se usarán distintas combinaciones de estos fosfatos, en cualquiera de sus formas como sales sódicas, potásicas o ácidas. El ortofosfato prácticamente no tiene efectos sobre el poder de retención de agua, lo que confirmaría en parte la teoría de que el verdadero responsable es el pirofosfato, ya que en las condiciones de la salmuera dos moléculas de ortofosfato no pueden unirse para formar una de pirofosfato.

Para conseguir una buena efectividad no suele ser necesario usar dosis superiores a los 5 gr/kgr de fosfatos añadidos, si bien deben cuidarse las proporciones de la mezcla según los objetivos que se persigan.

Estabilizantes y espesantes

Tanto carragenatos como alginatos son extractos de algas. Los carragenatos (procedentes de algas rojas) son polisacáridos formados por cadenas lineales de galactosa con diversos grados de sulfatación que determinan distintas fracciones (Kappa-, Lambda- y Iota-carragenatos). Se obtienen por ebullición de las algas en agua o en soluciones alcalinas durante varias horas y por posterior secado o precipitación con alcohol. Los alginatos, son extractos de algas pardas, químicamente polisacáridos formados por cadenas lineales de ácidos D-Manurónico y L-gulurónico. Para obtener estos polisacáridos, las algas se tratan en medio ácido para eliminar el calcio que insolubiliza los alginatos, que se disuelven después por tratamiento alcalino, obteniéndose así alginato sódico, que puede ser transformado después en ácido algínico o en alginato de calcio.

Los más usados en la fabricación de jamón cocido son los carragenatos. Las mezclas comerciales suelen estar constituidas por distintas proporciones de las tres fracciones Kappa, Lambda y Iota, complementadas con pequeñas proporciones de gomas y alguna sal, normalmente cloruro potásico.

Según la composición variarán las propiedades de estas mezclas y, por tanto, sus aplicaciones. Algunas mezclas tienen una viscosidad potenciada a fin de poder usarse como espesantes de salmuera. En otras mezclas se busca el efecto contrario, es decir, que incrementen lo mínimo posible la viscosidad de la salmuera a fin de aprovechar la capacidad de retención de agua de los carragenatos (efecto estabilizante) sin

ocasionar daños a la estructura muscular del jamón. Estas últimas suelen ser indicadas para productos de una cierta calidad en los que la inyección de salmueras excesivamente viscosas conduce a la formación de depósitos de salmuera entre las fibras musculares, depósitos que no se consiguen repartir con la acción mecánica del masaje y que aparecen en el producto terminado en forma de gelificaciones transparentes entre las fibras abiertas.

Las mezclas de carragenatos se usan tanto en salmueras de inyección como adicionándose al masaje. El motivo principal de su uso es su efecto estabilizante. Los carragenatos gelifican reteniendo gran cantidad de agua en los geles que forman. La composición de la mezcla afecta de forma decisiva a las características del gel formado, afectando su dureza, flexibilidad, transparencia, color y sinéresis. Así, por ejemplo, la incorporación a la mezcla de cloruro potásico aumenta de forma notable la dureza del gel.
Los carragenatos tienen también efectos sinérgicos con algunas gomas, como el garrofín, que aumenta mucho la capacidad de retención de agua de los geles de carragenato, disminuyendo también la sinéresis. Para esta función de retentores de agua, los carragenatos suelen usarse en concentraciones entre 1 y 5 gr/kgr de producto terminado.

Las gomas son usadas habitualmente como espesantes en salmuera. Químicamente son también polisacáridos pero de estructura normalmente ramificada y los hay de distintos orígenes. Dentro de los exudados de vegetales, encontramos la goma arábiga (producida por acacias) y la goma tragacanto. Ambas son raramente usadas en la fabricación de jamón cocido. Algunas gomas son extraídas de granos, como la goma garrofín (extraída del algarrobo) y la goma guar (extraída de las semillas de guar). Ambas son genéricamente galactomananos, es decir, cadenas lineales de manosa con ramificaciones de galactosa. Ambas son muy usadas en jamones cocidos de alto rendimiento por su gran capacidad espesante. No tienen propiedades gelificantes y en concentraciones excesivas, pueden dificultar la gelificación de las proteínas miofibrilares provocando un aumento de la merma en cocción e incluso el desligado de los músculos en el jamón cocido. La goma xanthana es una goma de origen microbiano. Con un poder espesante mayor que los galactomananos manifiesta con éstos un efecto sinérgico, siendo especialmente útil en jamón cocido la combinación de goma xantana y goma guar. Como los galactomananos, no tiene tampoco capacidad gelificante, debiéndose aplicar para su uso las mismas precauciones que con aquéllos.

Potenciadores del sabor

Los potenciadores del sabor son sustancias que, sin modificar el sabor propio del producto, exaltan la percepción olfato-gustativa de este sabor. El mecanismo por el que se produce este fenómeno no está nada claro. Por un lado parece ser que actúan directamente sobre las terminaciones nerviosas haciéndolas especialmente sensibles a los sabores, pero por otro lado se puede comprobar que no tienen efecto alguno sobre los cuatro sabores de base (Dulce, salado, ácido y amargo).

El más universalmente utilizado es el glutamato monosódico, producido industrialmente por fermentación de melazas. En jamón cocido se usa en dosis que oscilan entre 0.2 y 1 gr/kgr de producto terminado.



Otros potenciadores que dan buenos resultados son el inosinato sódico y el guanilato sódico. Estos nucleótidos tienen un poder potenciante del sabor mayor que el glutamato y sus combinaciones tienen interesantes efectos sinérgicos que permiten su uso en dosis bastante más pequeñas que el glutamato. No son muy usados en jamón cocido básicamente por su elevado precio.