

> **Aditivos e ingredientes en la fabricación de productos carnicos cocidos de músculo entero**

| **Llorenç Freixanet**

Departamento de Inteligencia de METALQUIMIA, S.A. | Intelligence Department of METALQUIMIA, S.A.

| **INTRODUCCION**

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 consumidores de cada país. La descripción de las propiedades y características bioquímicas de la carne no 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.

> **Additives and ingredients in the manufacture of whole muscle cooked meat products**

| **INTRODUCTION**

This article gives a description of the additives and ingredients that can be used in manufacturing whole muscle cooked meat products. The ingredients and additives described are perfectly applicable to ham and shoulder, as well as to cold cuts and other cooked meat products included within the same manufacturing philosophy. Throughout the article, this entire range of products will be referred to with the generic name of cooked ham.

We make a distinction between ingredients and additives as the constituents of cooked ham. When we talk about ingredients, we mean those constituents which are present in nature and are consumed as a matter of course in a normal diet, while additives are to be understood as any substance not normally consumed which is added intentionally for technological or organoleptic purposes.

Although there are many existing texts on food additives and ingredients in general, few have dedicated special attention to describing which of these products are useful and how they should be used in the manufacture of cooked ham.

This article describes, in summarized fashion, the principal additives and ingredients commonly used in this field and their functional properties.

| **INGREDIENTS**

Meat

The meat used in the manufacture of whole muscle cooked meat products may be ham or shoulder, bone-in or boneless, skin-on or skinless, and with varying degrees of fat, nerves and tendons trimmed, which will depend on the product to be produced and on the consumer tastes of each particular country. The description of meat's biochemical properties and characteristics is not part of this article's objective, and therefore no further details are outlined here.

Meat preparation varies widely depending on production goals, ranging from bone-in, skin-on ham with no trimming whatsoever, to products completely cut into separate muscles or smaller pieces, completely trimmed of all fat, tendons and nerves.

Water

In most cooked ham products, the second most important ingredient is the water added. Technologically, the water in brine preparations must comply with a number of requirements:

First, it must be hygienic, sanitary water of high chemical quality, given its use in a food product destined for human consumption.

Des del punto de vista tecnològic, el aigua ha de ser lo m s blanda possible (lible de ions Ca^{2+} , Mg^{2+} y metalls pesats). Conocer el *grado de dureza del aigua* que va ser usada es molt important ja que una concentración alta de ions pot afectar negativament la capacitat de retención de aigua del producte final. Per altra part, la presencia en solución de sals de ferro, coure y altres metalls, adem s de riscos toxicològics, pot destruir parcialment el ascorbat, present en la salmuera com a antioxidant, com veurem m s adelante, afectant a la estabilitat del color del producte final.

Sal

La sal común o clorur sòdic se veu usant des de temps remots en el processat de carn, gr cias a la seva capacitat de reduir la activitat de aigua, facilitant aix i la seva conservación, adem s de contribuir a la sapidesa.

Actualment, se usa en jamón cudit en concentracions que oscillen en torno al 2% y el seu us se restringeix únicament en productes dietètics en els que se proclama un baix contingut en sodi. En el cas del jamón cudit dietètic, la sal se substitueix parcialment per clorur potàssic, producte amb semblant capacitat depressora de la activitat de aigua, pero que dona al jamón un sabor acre y met lic que ha de ser contrarestat amb aromatitzants, habent-se utilitzat amb aquest objecte el jugo de pina, amb un èxit destacat.

Adem s de les funcions ja mencionades, tecnològicament la sal juga un paper important en la solubilitzaci n de les prote ines càrniques y en la expansión de les estructures cuaternaries, ja que suposa el principal aport de la forca i nica del producte, debilitant les unions electrostàtiques existents entre els grups $-\text{COO}^-$ y $-\text{NH}_4^+$, contribuint, per tant, a la retención de aigua y a la lligaz n entre els músculs en el producte acabat.

Az cars

Los oligosacáridos o az cars se usen en el jamón cudit bàsicament com a depressors de la activitat de aigua, si bien tenen tamb n un efecte important sobre la sapidesa del producte. Los az cars se solen usar en forma de mesclatges de diferent composición según els efectes buscats en el producte acabat. Se resumeix a continuación les propietats funcionals y efectes dels az cars de us común en la fabricación de jamón cudit.

- **Sacarosa:** La sacarosa o azúcar tindrà com a misión principal en les mesclatges d'az cars per al jamón cudit, contribuir a la sapidesa del producte acabat, ja que el seu us com a depressor de la activitat de aigua està limitat pel seu poder edulcorant, sent la concentración límite a la que se pot arribar en el jamón cudit de 0.8-0.9%. Concentraci ns superiors resalten un sabor dolc anòmal que no pot ser compensat amb l'addici n de sal. En menor proporción (alrededor del 0.5%), permet compensar concentracions relativament altes de sal, que per si soles, donarien sabor salat al jamón y li confereixen un agradable sabor de fons.
- **Dextrosa:** La dextrosa o glucosa tindrà un poder edulcorant molt menor que el azúcar y una major pressi n osmòtica en solución, per lo que es molt usat com a carga depressora de la activitat de aigua. Amb salmuerses equilibrades se poden aconseguir concentracions en el producte acabat superiors al 3% sense afectar negativament al sabor del producte acabat. El principal inconvenient per a l'us de dextrosa, se presenta en països de clima càlid en els que no se pot assegurar una bona cadena de fred.



From a technological point of view, the water must be as soft as possible (free of Ca^{2+} and Mg^{2+} ions and heavy metals). Knowing the *degree of hardness of the water* to be used is very important, since a high concentration of ions can negatively affect the water holding capacity of the finished product. Also, the presence of iron, copper and other metals in saline solutions, in addition to the toxicological risks, can partially destroy the ascorbate, present in brine as an antioxidant, and affect color stability in the finished product.

Salt

Table salt or sodium chloride has been used since ancient times in the preparation of meat, thanks to its capacity to reduce water activity, facilitating product preservation as well as contributing to its flavor.

Salt is now used in cooked ham in concentrations that fluctuate around 2%, and its use is restricted only in those dietetic products labeled as having a low sodium content. In the case of cooked dietetic ham, salt is partially replaced by other ingredients, in particular potassium chloride, a product with a similar water activity depressor capacity but which gives the ham a bitter metallic taste that must be counteracted with flavoring agents.

In addition to the above-mentioned functions, technologically salt plays an important role in solubilizing meat proteins and expanding their quaternary structures, since it provides the principal aid to the product's ionic strength, weakening the electrostatic unions existing among the groups carboxyl and ammonium and therefore contributing to water holding capacity and muscular binding in the finished cooked meat product.

Sugars

Sugars are used in cooked ham basically as water activity depressors, although they also play an important role in product taste. Sugars are usually used in mixtures with compositions that vary according to what effects are desired in the finished cooked product. The properties and effects of the sugars commonly used in manufacturing cooked ham are summarized below.

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
- **Saccharose:** The principal mission of sucrose, or sugar, in sugar mixtures for cooked ham is to contribute to the finished product's flavor, since its use as a water activity depressor is limited by its sweetening power. In cooked ham its concentration must not exceed 0.8-0.9%, higher concentrations result in an abnormally sweet taste that cannot be counteracted by the addition of salt. A lesser proportion (about 0.5%) compensates for relatively high salt concentrations, which alone would make the ham too salty, and gives the product a pleasant background flavor.
- **Dextrose:** Because dextrose, or glucose, has much less sweetening capacity than sugar and a greater osmotic pressure in solution, it is commonly used as a water activity depressor in brine. With well-balanced brines, it can reach concentrations of more than 3% in the finished product without negatively affecting the product's taste. The main disadvantage of using dextrose occurs in countries with a hot climate in which proper refrigerating facilities cannot be guaranteed throughout the duration of product storage. Dextrose is a monosaccharide which is digested directly by many microorganisms, including lactobacilli, thereby accelerating their growth rate, especially if refrigeration is inadequate, shortening the product's shelf life and presenting problems of excessive acidity caused by lactic acid.
- **Lactose:** Its use and characteristics are very similar to those of dextrose, although it has a somewhat different taste which is reminiscent of its original source, milk. One of its forms, α -lactose, is also digested directly by lactobacilli, so that there is also some risk in using lactose in countries with a hot climate.
- **Fructose:** The use of fructose is limited because its sweetening effect is much more powerful than sugar's.



| Sistema automático de preparación de salmuera: BRINMIX
| Automatic Brine Preparation System: BRINMIX

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 contenido 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

• **Glucose syrups:** Glucose syrups are sugar mixtures obtained by hydrolysis of starches. The principal ingredient in these mixtures is dextrose, in proportions that range from 30% to 60%, and the remainder is composed of monosaccharides and oligosaccharides with varying chain sizes. Their use and characteristics are similar to those of dextrose and glucose, although their use involves less bacteriological risk in countries with insufficient cooling facilities. Another basic advantage of glucose syrups, as compared to dextrose and glucose, is that they are usually significantly more economical. They are sold in a caramel-colored liquid syrup form, with about 50% solid content, or they are also sold desiccated in powdered form.

• **Dextrins:** Dextrins are also produced by starch hydrolysis, usually thermal hydrolysis, and differ from glucose syrups in that they are higher in the content of oligosaccharides with a higher molecular weight. The dextrose content of these products is usually between 2% and 20%. Their use in manufacturing cooked ham has the disadvantage of sometimes causing colorings with iodine/potassium iodide solution, similar to those of starches, so that their use in non-starch products is limited to such small amounts that they serve little purpose. They are not very useful in starch products either, since they lose their gelling capacity during the hydrolysis process.

Proteins

Proteins and hydrolyzed proteins are used in cooked ham for two main reasons: to increase the finished product's protein content, and for their water holding capacity. Their use can be limited by legislation as well, due to organoleptic reasons (because of the flavor they confer to the cooked product). As functional proteins, the most commonly used in the manufacture of cooked ham are:

Milk Proteins:

- **Milk wheys:** These correspond to the soluble fraction of milk proteins and present concentrations of 10% to 40%, otherwise made up mainly of lactose. They have the disadvantage of a low protein content and little (compared to other proteins) water holding capacity. They have the advantage of causing little alteration to the finished product's flavor.
- **Lactoalbumins:** These are milk wheys purified by ultrafiltration, in which protein concentrations can reach up to 80%. Also with little effect on the product's flavor, a better water holding capacity is attained with their use than with normal milk wheys. They have the disadvantage of a high capacity for emulsifying air and forming stable foams, and they are expensive.

• **Caseinates:** With a moderate water holding capacity, they contribute well to protein content, due to protein concentrations of over 90%. They give a pleasant taste to cooked ham, but have the disadvantage of interfering with solubilization of muscular proteins, when used in high concentrations, which can give rise to poor binding. They are also expensive.

Blood proteins:

- **Blood plasma:** Due to its coagulative properties, blood plasma has an improved water holding capacity and an acceptable level of protein content (about 70-80% in powdered form).

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 Genéticamente 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 aporte 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°C, siendo la temperatura de gelificación dependiente también del tamaño de partícula que presenten.

When liquid or frozen blood plasma is used, there are serious microbiological risks that require very careful handling of the product. These risks disappear when sterilized powdered plasma is used, but the desiccation process results in an unpleasant flavor, noticeable in cooked ham with high concentrations of powdered blood plasma.

Collagen protein:

- **Partially hydrolyzed collagen:** This is obtained by the partial hydrolysis of collagen. In contrast with natural collagen, these proteins are soluble in water or brine and have a high protein content (84-90%). Their use in cooked meat products is due to their water holding capacity, their gelling properties and their high protein content.

- **Dried skin powder:** Made from dehydrated ground pork skin, it has a good water holding capacity and a high protein content (over 80%) because it is basically collagen that still retains its functional properties. The main disadvantage is that the proteins are basically insoluble and therefore, not easily incorporated into injection brines without obstructing filters and needles of injection equipment.

Egg proteins:

Egg albumins can be used in cooked meat products: They have a good water holding capacity, gelling power and high protein content (over 85%). They also confer good flavor to the finished product, but are expensive.

Vegetable proteins:

The most commonly used vegetable proteins are soy proteins, either as isolates or in concentrates. Isolate proteins offer a number of advantages over concentrates: Higher protein content (90% as compared to 60-70%), better solubility (concentrates usually have a significant amount of insoluble substances, which can cause blockage of equipment during the injection process), and better flavor. Soy proteins have an improved water holding capacity and are fairly inexpensive, making them widely used in those products in which their addition is permitted by law. They have the disadvantage of sometimes giving the ham a disagreeable flavor when used in high concentrations. Due to the controversy that has arisen in regard to GMO (Genetically Modified Organisms), the use of soy proteins has been affected, and in some products their use is avoided altogether.

In general, all the above-mentioned proteins have both positive and negative effects, so that they are best used in cooked ham in mixtures that combine the desirable properties in such a way that their negative effects are reduced to a minimum.

Protein hydrolysates:

Because hydrolyzed proteins have no water holding capacity, except for their effect as water activity depressors, their function is limited to protein addition and flavoring. The most commonly used for their contribution to protein content are hydrolyzed collagens and proteins from mechanically-recovered meat. Collagen contributes more than 100% in proteins, since in the analysis of collagen the nitrogen must be multiplied by 5.5 in order to obtain the total protein, while in the meat products the nitrogen content is multiplied by 6.25, and the hydrolyzed collagens usually have more than 90% in proteins.



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°C) 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°C. 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.

I ADITIVOS

Colorantes

El Carmín de Cochinilla es el colorante más utilizado universalmente en la fabricación de jamón cocido, ya que el

Hydrolyzed vegetable proteins are also used in small doses for their contribution to flavor, and so are considered within the group of flavorings.

Starches

In high-yield products, and in countries where their use is permitted by law, starches are used for their water holding capacity. Normally used in cooked ham without chemical modifications, these starch products are polysaccharides that gel when exposed to heat, forming a three-dimensional network that holds great amounts of water. Most starches gel at temperatures of between 65 and 75°C, the gelling temperature depending on the size of particles.

The most commonly used starches are those derived from wheat, potato, corn and manioc. Wheat starch, with a gelling temperature of 65°C, has the advantages of giving good flavor and providing good product texture. Potato starch, with a gelling point of around 70°C, has a very high water holding capacity, but results in a rather unpleasant product flavor and not very satisfactory texture. Corn starch and starches derived from yucca or manioc, widely used in Latin America, all have properties somewhere in between those of the two above-mentioned starches.

It must be kept in mind that, in general, starches do not withstand excessively high temperatures or prolonged cooking, and they have the problem of retrogradation. To solve these inconveniences, modified starches have been developed, in which their natural chemical structure has been modified in order to reinforce the bonding between different chains and thereby obtain more thermally stable, less fragile products and to minimize the phenomena of retrogradation.

Fibers

Vegetable fibers are understood as various types of polysaccharides, other than starches, that constitute the cellular walls of cereals and vegetables, and which cannot be assimilated by the human digestive system. Depending on the raw material and on the extraction process, they include cellulose, hemicellulose, pectins, lignin, etc., in quantities that can range from 55 to 85%. Thanks to their chemical structure, vegetable fibers provide a number of advantages from a technological point of view, such as a good water holding capacity and improved product texture. They are currently in use in meat products as a substitute for fatty material, to reduce their caloric value.

Flavorings

The last ingredients used in manufacturing cooked ham are flavorings. The types of flavoring used vary widely and include liqueurs and wines, fruit juices, hydrolyzed vegetable proteins, Maillard reaction products, oleoresins derived from natural spices, fruits, vegetable and spice infusions, smoke extracts, etc.

I ADDITIVES

Colorings

Cochineal Carmine is universally the coloring most commonly used in the manufacture of cooked ham, since it gives the ham a natural-looking pink tone. It is a natural red coloring extracted from the desiccated bodies of female insects of

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 g 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 aluminico-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.

Más 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, amarrándose 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.

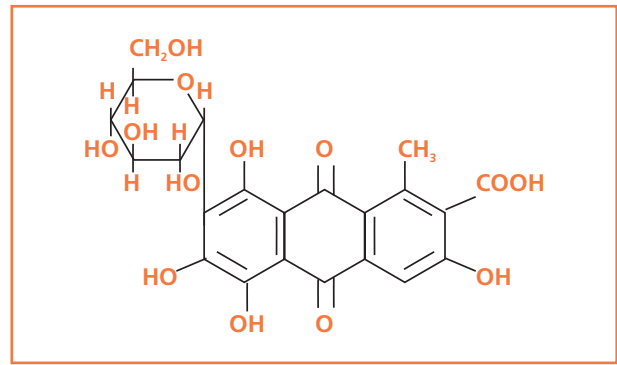
Nitritos

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 nítrico. Ésta se forma a partir de nitrito según las siguientes reacciones:



El óxido nítrico 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 nítrico no



the *Coccus Cacti* Species, grown on the cactus, *Nopalea coccinellifera*, which is found in Peru, Guatemala, Mexico and the Canary Islands. It takes 140,000 insects to obtain 200 g of Cochineal carmine with a 50% concentration. The main coloring agent present in carmine is carminic acid ($C_{22}H_{20}O_{13}$).

Its most advantageous characteristic is its capacity to remain stable when exposed to light, pH variations, and thermal processes. It is usually extracted from carminic acid in the form of aluminum-calcium lake, with a minimum carminic acid content of 50%. Since this form is not water-soluble, in order to be used in brines it must first undergo dissolution in diluted alkalis, such as ammonia or carbonate.

It is easier to use in the water-soluble forms that are made from this lake and usually have a carminic acid content of between 21% and 50%.

The main coloring agent in the water-soluble extract from bija, or annatto, is norbixin sodium salt, a coloring that belongs to the carotenoid group. In spite of its orange color, it is redder than most other carotenenes, and for this reason is sometimes used in meat products. One disadvantage, when used in cooked ham, is that at the pH usually present in this product it becomes yellowish and unstable when exposed to light. It also has the problem of causing coloration of the fatty tissues.

Beet Red, made up principally of Betanin, has the disadvantage of poor stability when exposed to light and heat.

Stabilized hemoglobin, sterilized and dehydrated, is also sometimes used in cooked ham. Its main disadvantage is that when used in sufficient amounts to have a visible effect on the finished product's color, it has poor stability when exposed to light and oxygen, causing the slice to become brownish within minutes.

Caramel is used in cooked ham as a coloring only in the product's outer gelatin covering or as a simulated smoke substitute.

Like the rest of artificial coloring agents (Red 2G, Red 40, Ponceau 4R, etc.), its use is becoming more restricted all the time, given the worldwide tendency to prohibit the use of artificial colorings in cooked ham.

Nitrites

Although its action is basically as a preservative, nitrite has a variety of effects on cooked ham.

Nitrite as such does not act on the meat. It is the nitrous oxide molecule that is the principal agent responsible for the

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 nitrosomio-cromógeno 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 65°C 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 botulinum*. 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

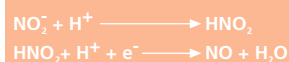
El nitrato potásico fue el primer agente nitrificante usado en la fabricación de salazones de productos cárnicos. Esta sustancia se encuentra presente a nivel de impureza en las sales de roca usadas antiguamente para salazones.

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, 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

effects produced. This molecule is formed from nitrite in the following chemical reactions:



Free nitrous oxide formed in this way is highly reactive and partially reacts with myoglobin to form nitrosomyoglobin, the pigment responsible for cooked ham's characteristic pinkish color. The rest of the nitrous oxide, not fixed by the myoglobin, undergoes a number of different processes: A part is lost through direct evaporation, while another part continues the reduction process until nitrogen is formed and evaporates as well. Another part reacts with the muscular proteins and fats. The remaining reacts with the antioxidizing additives, especially with ascorbate and erythorbate.

The proportion of nitrous oxide that decomposes without directly intervening in color formation depends on the characteristics of the brine used and the processing conditions, among other factors. Because of this decomposition, additional nitrite, from 125 to 250 ppm depending on the type of ham being processed, must be supplied to the product in order to guarantee good color stability. Usually the higher the product yield, the greater the level of nitrites required. In any case, the brine must be balanced in such a way that the nitrite concentration does not exceed the limits, of 125 ppm in final product, demanded by existing legislation.

Color formation begins when nitrous oxide reacts with the myoglobin to form nitrosomyoglobin, which subsequently decomposes into globin and nitrosomyochromogen, the real coloring agent responsible for the pinkish color typical of these products. This group is produced by fixation of nitrous oxide to the myoglobin's central tetrapyrrolic ring, which is released by the protein. Nitrosomyochromogen is also generated from the remains of hemoglobin present in the meat, contributing as well to the finished product color. This pigment as such is unstable when exposed to light and oxygen. Its stability is increased by high-temperature cooking (a minimum of 65°C is required to acquire minimal stability), by a finished product pH that is not excessively high, and by the presence of antioxidants in brine.

Although the chemical process involved in making nitrite an effective preservative is not fully understood, nitrite has a proven bacteriostatic effect on Enterobacteria, *Clostridium Perfringens* and *Staphylococcus Aureus*, and is particularly lethal for *Clostridium Botulinum*. Since the latter microorganism is very resistant to thermal processing, the addition of nitrite is practically the only way to prevent transmission of botulism through meat products.



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 patógenas como *E. coli*, *C. botulinum*, *L. monocytogenes*.

Nitrates

Potassium nitrate was the first nitrifying agent to be used in manufacturing salted meat products. This substance is found, in small amounts, in rock salts used in ancient times for salting meat.

Nitrate as such does not have a nitrifying action on meat. Its effects are derived from its transformation into nitrite through the action of nitrate-reductases, enzymes produced by lactobacilli, enterobacteria, and other microorganisms.

The use of nitrate in cooked ham has often been questioned since, during the cooking process, the nitrate-reductase-forming bacteria are reduced to a very low level and, at the same time, maturation times prior to cooking tend to be very short, 72 hours at most, so that the conversion of nitrate to nitrite is minimal.

In any case, cooking destroys most, but not all, of the bacterial flora. A minimal formation of nitrites from nitrates continues after cooking cycle, providing an important and progressive contribution during the product's shelf-life. This newly-forming nitrite allows a certain regeneration of the pigment, contributing to color stability. For this reason, combined curing with mixtures of nitrate and nitrite, using nitrate levels of between 75 and 150 ppm, is a common practice in the manufacture of cooked ham.

Preservatives

The use of preservatives represents one of the earliest preservation methods used, but thanks to advances in thermal processing, refrigerating networks and improved manufacturing conditions, the need for their use has been reduced and most legislation is very restrictive in this respect.

In some countries, preserving salts of sorbic or benzoic acid are still used. Sorbates, usually potassium sorbate, have little



| Molino-triturador para la preparación de salmuera: MOLISTICK
| Crushing mill for brine preparation: MOLISTICK

Recientemente, en algunos países se ha aprobado la utilización del diacetato de sodio en productos cárnicos, como agente antibacterianos, 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.

effect on the normal pH levels of cooked ham. They are good inhibitors of mould growth, but are much less effective with yeasts and bacteria. Benzoates are even less effective than sorbates, since their only active form, benzoic acid, is significantly present only at pH levels of less than 4. In fact, both sorbates and benzoates are of very doubtful use in manufacturing cooked ham, even though they continue to be used in many places, perhaps for historical reasons.

At present, other types of more natural preservatives are being used, such as those derived from lactic acid (sodium lactate and potassium lactate). These compounds are able to reduce water activity in the product, and also have antimicrobial properties against pathogenic bacteria such as *E. coli*, *C. botulinum* and *L. monocytogenes*.

Recently, in some countries, sodium diacetate has been approved for use in meat products as an antibacterial agent, principally against *Listeria monocytogenes*. It can be used alone, but in many cases it is used in combination with other compounds such as sodium or potassium lactate.

Due to the growing demand of consumers for less industrialized, more natural and healthier products, much research has been done on the use of new substances like plant extracts and essential oils. These substances that come from plants, herbs and vegetables contain active principles characterized by their antimicrobial and antioxidant properties. Because of their plant origin, there is no legal limit to their use, but in low doses they have no preserving effect and very high doses can result in a series of organoleptic characteristics that make the food product unfit for consumption.

Studies have also been done concerning biopreservation (extending the shelf life of food products by means of natural microflora or its metabolites) with lactic acid bacteria that produce bacteriocins (natural antibiotics). At present, there is no legal limit to their use, but among other inconveniences is the fact that they can cause allergic reactions and the appearance of microbial resistance to these bacteriocins. In addition, they do not withstand strong technological processing, such as thermal treatment, so that their use is not viable in the manufacturing of cooked ham.

Antioxidants

Of all the antioxidants authorized for use in cooked ham by differing legislation, the most universally used are sodium L-ascorbate and its optical isomer, sodium erythorbate. Of the two, the former is permitted by all existing legislation, while the latter is not authorized in some countries. The argument for such prohibition is that the former is a product consumed in a normal diet as vitamin C or ascorbic acid, whereas the latter is not and has only 5% the vitamin action of ascorbate.

Since the technological action of both products is identical, everything described below in regard to the properties and functions of ascorbate is equally applicable to erythorbate, the basic difference being that the latter is less costly.

Sodium ascorbate has three basic functions in its application to the manufacture of cooked ham, which are derived from its chemical behavior as a powerful reducing agent.

The first of these functions is its action as a nitrite reducer. Ascorbate reduces nitrite to nitrous oxide, facilitating



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 óxido 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.

nitrosomyoglobin formation, and thereby accelerating the formation of the pink color. Without the presence of ascorbate, this reaction would be produced in the same way, by the natural reducing agents existing in the meat, but this would require much longer maturation periods and much greater amounts of nitrite in order to obtain a satisfactory color. It is easily demonstrated by analytical tests that residual nitrite levels are much lower in the finished product when ascorbate is used in the formulation.

Secondly, ascorbate contributes decisively to color stability in the finished meat product. This can be attributed to its reducing properties (antioxidizing effect), which act to inhibit the formation of peroxide radicals in the product's surface when exposed to ultraviolet light and oxygen. It is these radicals that are principally responsible for pigment decomposition. In addition, ascorbate's accelerating effect on nitrous oxide formation contributes to retarding pigment decomposition, simply because of the change in equilibrium that takes place in this reaction when nitrous oxide is released.

Finally, ascorbate contributes to preventing the formation of cancer-promoting nitrosamines by blocking the formation of nitrosating agents (N_2O_3) being originated from the nitrous oxide.

In manufacturing cooked ham, the addition of ascorbate should always be done in the form of salt. Even though the addition of ascorbic acid to injection brines, which usually have slightly alkaline pH, would serve to make sodium ascorbate effective in the solution, using the acid form in brines requires a great deal of caution, so that it should be ruled out. The reason for this is that nitrite reacts very violently with ascorbic acid in an acid medium, producing irritating nitrous vapors, so that ascorbic acid addition should be avoided once the nitrite has been dissolved in the brine, already having an alkaline pH as a result of phosphate action. Even so, a small amount of nitrous vapors is produced.

Because sodium ascorbate is insoluble in fatty tissues, it has little antioxidant effect on them. In manufacturing cooked ham, the types of antioxidants for fat, such as tocopherols, butyl-hydroxianisole (BHA), or butyl-hydroxitoluene (BHT), are not usually used.

Of the substances classified as antioxidant reinforcing agents, the only ones used in cooked ham are tri-sodium citrate and sodium lactate. The former is used primarily for its buffering and chelating properties, and the latter for its action as a water activity depressor agent and for its inhibiting effects on bacterial growth, in particular, on lactobacilli.

Phosphates

Phosphates have two basic functions in cooked ham. They produce a spectacular increase in water holding capacity, and

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

they facilitate solubilization and extraction of myofibrillar proteins, responsible for intermuscular binding in cooked ham.

Current knowledge of the mechanisms of phosphate action is insufficient to fully explain the spectacular effects produced. The polypeptidic chains of proteins are joined together in their tertiary and quaternary structures by electrostatic bonds, hydrogen bridges, disulfide bridges, and bridges made up of divalent cations, especially calcium and magnesium. The protein's hydrating capacity (and therefore, its water holding capacity during the cooking process) will usually increase proportionally as this tertiary and quaternary structure becomes less compact (in the same way a sponge, with the meat's proteins being like a squeezed sponge, must be allowed to expand in order to be able to retain water). This expansion is obtained by breaking the greatest number possible of these bonds. The reduction of the electrostatic bonds is achieved by increasing the medium's ionic strength, basically through the action of salt. One of the known mechanisms of phosphates is their chelating action on calcium and magnesium, loosening the bonds formed by these metals and allowing protein expansion.

Phosphates have various other known actions that facilitate solubilization and extraction of myofibrillar proteins. Myofibrillar proteins, actin and myosin, constitute approximately 50% of the total meat proteins, and their water holding capacity is much greater than that of sarcoplasmic proteins. Myofibrillar proteins are found in muscle, together in the form of actomyosin, which is insoluble. In live animals there exists a continual equilibrium of association and disassociation between actin and myosin to form actomyosin. The displacements of this equilibrium are responsible for muscular contraction and relaxation. Actomyosin disassociation is produced with the consumption of ATP (Adenosinetriphosphate), which acts as the medium for energy transmission in living bodies. Once the animal has died, ATP continues to be consumed in this reaction until it has run out, the moment in which the muscles become fixed in a contracted state ("Rigor mortis"). The process of protein solubilization constitutes, in a certain sense, an inversion of this "rigor mortis" process. Actin and myosin are found joined together in actomyosin mostly by calcium bonds, on which phosphates seem to act.

When actin and myosin are separated, they find an optimum medium for solubilization, with the help of a mechanical process (massaging), in the saline and pH conditions of brine. Phosphates also act to influence the pH conditions. Even though in concentrations commonly used, the injected mass's pH increases no more than 0.5 points, phosphates contribute with their buffering effect to homogenizing the pH in different muscles, lessening the exudative effects of PSE (Pale, Soft, Exudative) muscles.

Even so, the buffering and chelating actions of phosphates seem too weak to account for phosphate effectiveness (products with a much greater chelating capacity have little effect on water holding and solubilization of actin and myosin), which indicates that phosphates may exercise some action similar to that exercised by ATP in live muscle tissue (in tests conducted by the Technology Department of METALQUIMIA, S.A., the results of adding ATP to brines have been comparable to results obtained by pyrophosphate addition). However, this is no more than a supposition, and in the literature on this subject there are no studies that prove or disprove this theory, which continues to be open to discussion.

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 hexametrafosfato. 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 g/kg 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 son 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 alginico 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 salmuera 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

As for the type of phosphates to be used, it is generally accepted that effective action is produced only in the form of pyrophosphate (diphosphate). Because this product is highly insoluble in water (and more so in the saline conditions of brine), mixtures of tripolyphosphate, pyrophosphate and hexametaphosphate are usually used in cooked ham. Both the former and the latter hydrolyze in aqueous mediums, gradually releasing pyrophosphate. Depending on the characteristics of the product being manufactured, various combinations of these phosphates are used, in any of their forms such as sodium, potassium or acid salts. Orthophosphate has practically no effect on water holding capacity, which partially confirms the theory that it is pyrophosphate which is responsible for effective action, given that two orthophosphate molecules cannot join together to form one pyrophosphate molecule in a brine environment.

Good effectiveness is usually achieved with doses of no more than 5 g/kg phosphate added, although the mixture's proportions must be controlled carefully depending on product objectives.

Stabilizers

Both carrageenans and alginates are algae extracts. Carrageenans (derived from red algae) are polysaccharides formed by linear galactose chains with varying degrees of sulfation that determine different fractions (Kappa, Lambda and Iota carrageenans). They are obtained by boiling the algae in water or alkaline solutions for several hours, followed by drying or alcohol precipitation. Alginates, extracted from brown algae, are polysaccharides formed by linear chains of D- Mannuronic and L-Guluronic acids. To obtain these polysaccharides, the algae are treated in an acid medium in order to eliminate the calcium which insolubilizes alginates, then dissolved by an alkaline treatment to obtain sodium alginate, which can then be transformed into alginic acid or calcium alginate.

Of these substances, the most commonly used in the manufacture of cooked ham are carrageenans. Commercial mixtures are usually made up of varying proportions of the three fractions, Kappa, Lambda, and Iota, complemented by small amounts of gums and some salt, usually potassium chloride.

The properties of these mixtures and, therefore their applications, vary according to their compositions. Some mixtures have an enhanced viscosity so that they can be used as brine stabilizers. Other mixtures are formulated to produce the opposite effect that is, to increase brine viscosity as little as possible in order to take advantage of the carrageenans' water holding capacity (stabilizing effect) without damaging the ham's muscular structure. Mixtures of the latter type are used for certain products in which injection of excessively viscous brines leads to the formation of brine deposits and pockets between the muscular fibers, deposits which cannot be distributed by mechanical massaging action and appear in the finished product as transparent gelled zones between the open fibers.

Carrageenan mixtures are used in injection brines as well as being added during the massaging phase. The main purpose of their use is their stabilizing effect. Carrageenans gel, retaining a great deal of water in the gels that are formed.

The mixture's composition decisively affects the characteristics of the gel formed, influencing its hardness, flexibility, transparency, color and syneresis. For example, including potassium chloride in the mixture will significantly increase the gel's hardness.

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 a concentraciones entre 1 y 5 g/kg 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 galactoma-nanos, 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 xantana es una goma de origen microbiano. Con un poder espesante mayor que los galactomananos manifiesta con estos 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 aquellos.

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 g/kg 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.



Carrageenans also have synergic effects with some gums, such as caruba gum, which greatly increases the water holding capacity of carrageenan gels, as well as reducing syneresis. For this function, as water retainers, carrageenans are usually used in concentrations of between 1 and 5 g/kg in the finished cooked meat product.

Gums are commonly used as stabilizers in brine. Chemically, they are also saccharides, but usually have a branched structure, and are derived from various sources. Arabic gum (produced by acacias) and tragacanth gum, both vegetable exudates, are rarely used in manufacturing cooked ham. Some gums are extracted from grains, such as caruba gum (extracted from carob trees) and guar gum (extracted from guar seeds). Both are generically galactomannans, that is, linear mannose chains with galactose branches, and both are frequently used in high yield cooked ham due to their strong stabilizing effect. They do not have gelling properties and, in excessive concentrations, can hinder the gelling of myofibrillar proteins, causing increased cooking loss and even muscular unbinding in cooked ham. Xanthan gum is a gum of microbial origin. It has a stabilizing capacity, greater than that of galactomannans, together with a synergic effect, and is especially useful in cooked ham when combined with guar gum. Like the galactomannans, xanthan gum has no gelling capacity and must be used with the same precautions.

Flavor enhancers

Flavor enhancers are substances that, without altering the product's innate flavor, increase the smell and taste of this flavor. The mechanism that produces this phenomenon is not at all clear. On the one hand, it seems that they act directly on the nerve endings, making them especially sensitive to flavors, but on the other hand, it can be demonstrated that they have no effect whatsoever on the four basic flavors (sweet, salty, acid, and bitter).

The most universally used flavor enhancer is monosodium glutamate, industrially produced by fermentation of molasses. In cooked ham, doses of between 0.2 and 1 g/kg finished product are used.

Other flavor enhancers that produce good results are sodium inosinate and sodium guanylate. These nucleotides have greater flavor enhancing power than glutamate and their combinations have interesting synergic effects that allow them to be used in doses considerably smaller than glutamate. They are not often used in cooked ham, basically because of their high cost.