

ADITIVOS ALIMENTICIOS: Parte I

Orlando Muñoz*

Resumen

Se describe a continuación un resumen acerca de las numerosas estructuras químicas que contribuyen al mejoramiento tecnológico de los procesos industriales de los alimentos: "los aditivos químicos". Se describen en algunos casos los problemas inherentes a su inocuidad y/o toxicidad y a la necesidad o conveniencia tecnológica de utilizar muchos de ellos y satisfacer mas bien demandas de mercados.

Palabras claves: aditivos, colorantes, saborizantes, antioxidantes, edulcorantes.

Abstract

In this text are described many chemical structures which contribute to improve the technological industrial process in the food, they are the "food additives". This text mention the problems related whit their eventually hazard and the must of using them to satisfy market needs.

Key words: food additives, colorants, flavors, antioxidants, sweeteners.

I. Introducción

Muchas sustancias se incorporan a los alimentos para propósitos funcionales y en muchos casos estos ingredientes están ya presentes en forma natural en el alimento mismo. Sin embargo, cuando estos ingredientes se incorporan a alimentos procesados se habla de "Aditivos Alimenticios". En estos contexto, un aditivo, generalmente mejora la calidad, realza al valor alimentario, aumenta y mejora la calidad del proceso de fabricación, incrementa su estabilidad, evita el daño o descomposición, exalta sus propiedades visuales, texturas, presentación, sabor, e incluso se logra abaratar en muchos casos altos costos de producción y facilita su mercado.

Es esta situación, la que provoca el desbalance de los llamados "Aditivos Alimenticios". En efecto: el azúcar y la sal son los aditivos más comunes y los más importantes en la conservación de alimentos. Pero un exceso de sal puede producir hipertensión con todo lo que ello significa. Un exceso de azúcar provoca caries dentales, obesidad, es decir, si bien es cierto estos

aditivos son valiosos, ellos deben tener un consumo moderado.

Durante siglos se ha acostumbrado a agregar sustancias químicas a los alimentos con distintas finalidades. *Los aditivos alimenticios son compuestos químicos que se añaden para evitar o retrasar la descomposición de los alimentos, o bien, para aumentar el sabor, la textura y la calidad nutritiva.*

Estos objetivos que eran en un principio biológicamente aceptables se han ido degradando hasta extremos sumamente peligrosos, ya que en una sociedad altamente tecnificada como la nuestra son muchas las industrias alimenticias que persiguen un alto grado de beneficios a costa de unos bienes de consumo que en teoría deberían de estar lejos de toda manipulación económica.

Los aditivos químicos se utilizan hoy, además para realzar el aspecto o el sabor de productos alimenticios, para adulterar comidas con rellenos de bajo costo y en muchos casos para disfrazar alimentos en estado insano. Esta nueva orientación en el empleo de aditivos ha hecho que su número aumente de forma considerable debido al incremento en el consumo de *alimentos instantáneos y preparados.* (Farré-Rovira R.1982)

La presentación y comercialización de los alimentos en la actualidad se caracteriza por un abuso de las sustancias que mejoran la estética de los alimentos o que permiten que se conserven más tiempo. Aromatizantes, edulcorantes, antioxidantes, gelificantes y estabilizantes son algunos de los productos que mejoran la textura, evitan la formación de grumos y cristalizaciones o el exceso y defecto de humedad. Gracias a estas sustancias, algunos productos inútiles se pueden convertir en bienes baratos y atractivos para su comercialización. (Coultate, 2002).

El empleo de los colorantes por ejemplo, no presenta ningún interés tecnológico ni fisiológico, este está motivado por la demanda del consumidor. En general, la gente otorga más importancia a las apariencias que al esencia de las cosas. Ejemplo, las truchas asalmonadas: se sabe que estas procedían antiguamente de aguas limpias y claras donde se alimentaban de pequeños crustáceos cuyo pigmento no sólo las coloreaba sino que le daba un sabor particular muy preciado. Este hizo

* U. de Chile Facultad de Ciencias Dpto. Química Casilla 653.Santiago.omunoz@uchile.cl

que el color rosa se convirtiera en signo de calidad, Hoy en día para emularlo se agrega un colorante químico a las truchas de vivero: así cuanto más salmonadas tanto más apreciadas es por el consumidor. Ejemplos hay muchos más: las yemas de huevo “de campo”; mientras más rojas, más “vitaminizado” según la creencia popular. La realidad es “más carotenos” agregados a la alimentación de las aves (Farré-Rovira, 1982).

El caso de las mantequillas es otro ejemplo, las vacas que se alimentan con cierta clase de forraje suelen originar la mantequilla blanca, sin embargo, la creencia popular es pensar que cuanto más amarilla es la mantequilla, tanto mejor es ésta. El fabricante sin embargo, las colorea para emular esta creencia utilizando carotenos y el diacetilo (aromatizante): otro ejemplo, son los aceites vegetales y subproductos lácteos a los que se les inyecta hidrógeno gaseoso, añadiendo color, sabor y emulsionantes, se fabrica una mantequilla mejorada que conocemos como margarina (Hannsen, 1990).

Las papas fritas en bolsas constituyen otro caso; se pelan con agua y soda cáustica a presión. Se frien con aceite vegetal y se les añaden sabores artificiales de jamón, de queso, etc., además de colorantes y antioxidantes. Finalmente, se envasan en una bolsa de plástico aluminizada. El resultado es un producto 300 veces más caro que su costo real.

La industria de la transformación alimentaria es un conjunto de industrias diversas. Si aceptamos que abarca desde el origen de los alimentos hasta su consumo, son muy pocos los productos que no hayan recibido algún tratamiento. Además, excepto ciertas frutas y los componentes de las ensaladas, prácticamente no hay alimento que se coma tal cual sale del campo; todos necesitan un tratamiento al menos que los transforme en “apetecibles” y “digeribles”.

Aparte de que ya desde el principio, en la mayoría de los preparados modernos se mezclan indistintamente productos de origen vegetal y animal, las cualidades físicas de un determinado alimento dependen de la destreza del personal de la fábrica y del cuidado de los distribuidores y vendedores, pero también de los productores y de sus conocimientos sobre los animales y vegetales a su cargo.

Pero hoy es habitual pensar que la forma más común de deterioro de los alimentos se debe a los seres vivos (bacterias, levaduras y hongos), en lugar de considerar que es la *precaria salud* o lo *mortecino* del alimento lo que propicia tales ataques. Es lógico, pues, que se cifre toda la conservación en la búsqueda de los medios para combatir la actividad de tales organismos (Fennema, 1996).

II. La conservación de los alimentos.

La mejor conservación y la más simple consiste, en la *desección* a luz solar, con la que los alimentos pierden agua hasta un punto en que los microorganismos no pueden crecer. Así se hacía con los cereales, con delgados trozos de carne y con el pescado. Luego se fueron desarrollando otros métodos, que se siguen empleando en la actualidad aunque modificados. Por ejemplo, si la salazón inicial consistía en mezclar los alimentos con las sales del mar, hoy se utilizan sales sódicas (nitritos y nitratos principalmente), y ácidos inorgánicos.

En el ahumado de los alimentos se añaden productos químicos, antibióticos y oxidantes. En el adobado y en la fermentación, un cambio en la acidez del alimento detiene el crecimiento de microorganismos perjudiciales; hoy se dispone de un gran número de sustancias químicas con las que conseguir una acidez exacta y duradera, y además la adición de otras sustancias químicas que favorecen y mantienen la homogeneización permite incluir carnes, pescados y vegetales dentro de un mismo elemento adobado (Fennema, 1996).

La evolución industrial del último siglo ha traído novedades: la *congelación* a baja temperatura, conocida inicialmente en los climas fríos. Debido a los avances en refrigeración, es quizá el método más usado por las naciones desarrolladas. Cada tipo de alimento se congela de forma distinta: (CEE, 1985).

Los tejidos vegetales corren el riesgo de perder turgescencia y mucho líquido libre durante el descongelado, lo cual favorece el ataque de los microorganismos; por esto se escaldan con vapor o agua caliente durante un breve período antes de la congelación. Para las carnes se ha de establecer el *rigor mortis* antes de la congelación, con el fin de suavizar la tendencia del músculo a contraerse y volverse duro. Además, en todos los casos la congelación debe ser rápida para que no se formen cristales de hielo que romperían las paredes de las células, escapándose su contenido (Schierberle, 2004).

Los alimentos se han de descongelar sólo una vez antes de su consumo, ya que al volver a congelar, además de producirse desnaturalizaciones proteicas, ocurren contaminaciones por bacterias. De ahí la importancia en el control de la temperatura de mantenimiento de los productos congelados en los comercios y distribuidores (Mazza, 1998).

Otro método que ha experimentado grandes cambios ha sido el *enlatado*. Se inventó en el siglo pasado en Inglaterra y Francia, y se ha generalizado hoy al aplicarse

distintos preservantes y tratamientos térmicos.

Los alimentos resisten durante largo tiempo prácticamente cualquier tipo de transporte y almacenamiento. Todo consiste en cerrarlos herméticamente al vacío y luego calentarlos a una temperatura característica del producto en cuestión, de tal forma que se destruya cualquier microorganismo patógeno que pudiera existir (a este tratamiento se le denominó pasteurización) (Coulteat, 2002).

También el método de secado se ha modernizado con distintas técnicas de deshidratación. Además de la preparación de leches en polvos, té, café, etc., este proceso se utiliza en el enlatado, envasado y congelado, empleándose desde aire caliente hasta el secado por vacío (Mazza, 1993).

Algunos aditivos están prohibidos en determinados países por su comprobada toxicidad a largo plazo. Este es el caso de los nitritos que se utilizan para conservar la carne, y de los cuales se cree son cancerígenos.

Otro caso lo constituye el pan blanco. Fabricado mediante el proceso de panificación Chorleywood, inventado en el año 1960, se consigue un pan con una gran cantidad de agua, mucho aire y que se conserva más tiempo sin secarse. Sin embargo, su valor nutritivo es muy inferior al del pan amasado con harina integral (Schierberle, 2004).

III. Aditivos en la industria de alimentos.

Según el diccionario adulterar es "viciar o falsificar alguna cosa". Pues bien, hay numerosos aditivos que sustituyen a las sustancias naturales. Por ejemplo, son muchos los jugos de fruta en los que la fruta brilla por su ausencia. Pero para eso están los *ésteres* más importantes que imitan esencias de frutas en los jugos del comercio: - *Albaricoque*: butiratos de etilo y amilo. - *Manzana*: isovalerianato de isoamilo, butirato, y propionato de etilo. - *Durazno*: formiato, butirato e isovalerianato de etilo. - *Naranja*: acetato de octilo. - *Pera*: acetato de isoamilo. *Piña*: butiratos de metilo, etilo, butilo e isoamilo. - *Plátano*: acetatos de amilo e isoamilo isovalerianato de isoamilo. - *Uva*: Formiato y heptanoato de etilo. - *Frambuesa*: formiato y acetato de isobutilo. - *Membrillo*: nonilato de etilo. - *Cañac* y *vinos*: eter enántico heptoato de etilo - *Ron*: formiato de etilo. - *Rosas*: butirato y nonilato de etilo, y undecilato de amilo. - *Wintergreen* o *gaulteria*: salicitato de metilo (Smith, 1996).

Los alimentos preparados modernos, muertos como están, necesitan varios conservantes para no ser descompuestos por los microorganismos.

Aunque la legislación vigente autoriza numerosos aditivos, desde el punto de vista del ser humano es

inadmisible que bajo la denominación de alimento "natural" haya que ingerir con él sustancias químicas añadidas artificialmente.

Veamos a continuación qué aditivos existen según la función que realizan. Los alimentos que contienen grasas o aceites corren el peligro de enranciarse si se exponen al aire, la humedad o el calor, debido a reacciones en las que los lípidos simples se descomponen para formar ácidos grasos de olor desagradable. Por otra parte, la descomposición bacteriana de los alimentos que contienen azúcares o proteínas ocasiona decoloración y olores molestos. Para evitar o retrasar estos procesos se emplean los *antioxidantes*, y sus *sinergistas* (Schierberle, 2004).

Ácidos L-ascórbico, sus sales y ésteres; tocoferoles, lecitina, galatos (100 mg/kg); butilhidroxi-anisol: BHT (200 mg/kg); butilhidroxi-tolueno: BHT (200 mg/kg); butilhidroquinona terciaria: (BHTQ) (200 mg/kg); citrato de mono-isopropilo (100 mg/kg); etilendiamino-tetraacetato (EDTA), sal disódica (250 mg/kg).

Para impedir el desarrollo de bacterias y mohos en los alimentos con alto contenido de humedad (la OMS y la FAO calculan que las pérdidas anuales mundiales son del orden del 20% en alimentos por esta causa), se aplican los *preservantes* ó antisépticos *conservantes*

A la lista anterior se agregan; ácidos láctico, sórbico, y benzoico, EDTA (etilendiamintetraacético) y sus sales sódicas, ésteres del ácido para hidroxibenzoico y sus respectivas sales; todos hasta 1 g/kg; nitratos; hasta 500 mg; nitritos hasta 125 mg/kg (sorbatos; hasta 2 g/kg)

Los saborizantes: Sustancias que proporcionan sabores y olores singulares a las comidas por ejemplo, sabor ácido: ácido láctico, cítrico, tartárico, málico, fumárico, adípico, glucono-delta-lactona. Sabor salino: cloruro de sodio, glutamato de sodio (hasta 1,5 g/kg). Sabor dulce: Edulcorantes calóricos, naturales y sintéticos. Sabor amargo que es una característica deseable en algunos tipos de cerveza; se consigue añadiendo lúpulo al "mosto de cerveza", es decir, al extracto de azúcares de la malta antes de haber sido hervido y posteriormente enfriado en la etapa anterior a la fermentación. El lúpulo se añade en forma de flores desecada de la planta del lúpulo *Humulus lupulus* y que contiene gran cantidad de compuestos volátiles que aportan a la cerveza su característica aroma, junto con resinas que contienen las sustancias amargas. Los principales compuestos responsable del sabor amargo son los α -ácidos: como la *humulona* y la *adhumulona*. Sabor "picante" conseguido con los capsacinoides.

Los *edulcorantes* (para endulzar) más empleados en la actualidad son la sacarosa y la sacarina. En la década de los 60 ambos fueron desplazados por los mucho más

económicos ciclamatos, pero se comprobó que eran muy peligrosos. La medición del poder edulcorante de una sustancia es altamente problemática. No existen instrumentos de laboratorio para ejecutar esta tarea ni tampoco unidades absolutas o arbitrarias para medir el dulzor.; sólo las papilas gustativas de la lengua son capaces de percibirle, por ello se eligen unidades relativas respecto a la sacarosa. La tabla siguiente señala el dulzor relativo de sustancia edulcorante respecto a la sacarosa (Coultrate,2002).

Tabla 1 :Dulzor de Azúcares y endulzantes sintéticos respecto a la sacarosa

Edulzantes	Dulzor Relativo
Sacarosa	1.00
Glucosa	0.76
Fructosa	1.52
Galactosa	0.50
Lactosa	0.33
Ciclamato de Sodio	30
Acesulfamo K	140
Aspartamo	200
Sacarina	350
Neohesperidin dihidrochalcona	1000

Los **estabilizantes**, fabricados a base de sales poco ionizables de aniones complejos, como citratos, tartratos, lactatos y especialmente los diversos tipos de fosfatos de sodio y potasio. Estas sustancias actúan como intercambiadores iónicos solubles o como secuestrantes por quelación (de chelas=garra, por la estructura de los complejos resultantes) inactivan iones metálicos polivalentes que pueden perturbar los procesos de elaboración de algunos productos.

Los siguientes fosfatos suelen ser utilizados como estabilizantes en la industria de alimentos:

Ortofosfatos: ortofosfato monosódico y monopotásico, llamados también monofosfatos primarios: NaH_2PO_4 y KH_2PO_4 .

Ortofosfato disódico y dipotásico o monofosfatos secundarios: Na_2HPO_4 y K_2HPO_4 . Ortofosfatos trisódico y tripotásico o monofosfatos terciarios: Na_3PO_4 y K_3PO_4 .

Polifosfatos: se derivan de la fórmula general: $\text{Na}_{n+2}\text{P}_n\text{O}_{3n+1}$. Si n es igual a 1 resulta el ortofosfato terciario Na_3PO_4 pero ya en el valor de n=2 resulta el di-o pirofosfato $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$, en n=3, el tripolifosfato: $\text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$ y tetrapolifosfato: $\text{Na}_6\text{P}_4\text{O}_{13}$ (n=4) (Fennema 1996).

Los **polifosfatos** se obtienen a partir de los monofosfatos primarios o secundarios por tratamiento térmico con fusión y enfriamiento controlados.

Sólo el di y el trifosfato, ya mencionados, son compuestos definidos con textura cristalina. Los de mayor masa molar son mezclas amorfas de polifosfatos con diferente longitud de cadena según sus condiciones de preparación.

Las propiedades y la acción de los fosfatos dependen de su grado de condensación. Así los monofosfatos y los polifosfatos de cadena corta deben su acción estabilizante sobre las emulsiones a su propiedad de crear condiciones óptimas de pH, por su carácter de tampones. En cambio, los polifosfatos de mayor condensación se disocian menos y por ejemplo, la **Sal de Graham** ya no actúa como tampón, pues se comporta como sal de un ácido fuerte. Además, los fosfatos son capaces de actuar sobre las proteínas favoreciendo su dispersión, peptonización, hidratación e hinchamiento, aumentando con ello también la estabilización de emulsiones y capacidad de retención de agua y de jugos celulares (agentes humectantes) (Schierberle,2004).

Por otra parte, la acción secuestrante de los polifosfatos sobre cationes polivalentes no se debe a la formación de complejos quelantes, sino a su comportamiento como intercambiadores iónicos solubles (por ejemplo frente a Ca) se emplean para espesar, dar cuerpo o aglutinar. Se obtienen de árboles y algas. El agar-agar, los alginatos y la carragenina son algunos de ellos. Estas sustancias pueden unir el aceite, que es repelente del agua (hidrofóbico), con el agua, que es lipofóbica (repelente de las grasas) y mezclarlos de forma que no se separen formando capas distintas. Algunos emulsionantes son sustancias extraídas de gomas de origen vegetal otros son productos químicos y otros son derivados sintéticos (Coultrate,2002).

Los **emulsionantes**: son de dos tipos:

Agentes tensioactivos: los cuales, al disminuir la tensión interfacial son capaces de formar sistemas finamente dispersos, a partir de fases no miscibles. La estabilidad que comunican a una emulsión impide la aglutinación, separación y/o coalescencia (o nueva reunión) de partículas. Son monoglicéridos, diglicéridos y polisorbatos. Pertenecen a este grupo las lecitinas, mono y diglicéridos y sus ésteres. Lectina, mono y di-glicéridos y sus ésteres con los ácidos comestibles (acético, cítrico, tartárico, láctico); ésteres del poliglicerol, del propilenglicol y de la sacarosa con ácidos grasos comestibles (5 g/kg), estearil-lactilato de sodio y calcio (5 g/kg). Fosfatos diversos y polifosfatos (5 g/kg). aumentan la mezcla entre los aceites y el agua, o bien evitan o producen espumas.

El segundo tipo son los estabilizantes citratos, tartratos, lactatos y fosfatos ya mencionados.

Los **antiaglutinantes**, son sustancias con propiedades deslizantes y antihumectantes (para mantener sueltas partículas de sales y polvos). Aditivos utilizados para conservar alimentos cristalinos o en polvo, tales como sal de mesa, azúcar molida etc. para que permanezcan secos y fluyan libremente. Estos aditivos absorben la humedad que haría que las partículas de los alimentos se agrupen. Al igual que los humectantes, pueden absorber muchas veces su propia masa en agua. Ej. silicato de calcio, de magnesio, aluminio, silicato de sodio, estearatos (estearato de calcio, potasio, sodio) $Mg CO_3$, diorto fosfato tricálcico

Los **suavizantes** son alcoholes polihidroxílicos como el manitol, el sorbitol o la glicerina, y se usan para modificar la textura.

Los **quelantes** o secuestrantes se añaden generalmente a las conservas de lata para que reaccionen con los metales que pudieran producir descomposiciones y descoloraciones. El EDTA, libre o como metales tóxicos libres como el cadmio, hierro y cinc, formando con ellos compuestos estables.

Los **acidulantes** y **alcalinizantes** se emplean para modificar la acidez y la basicidad en los alimentos. Tanto los ácidos orgánicos como inorgánicos cumplen una variedad de roles en las sustancias naturales que varían desde metabolitos intermedios a componentes de síntesis. El uso de ácidos y sales ácidas en las fermentaciones químicas, inhibidores microbiales en la preservación de alimentos y su participación como agentes quelantes o secuestrantes es clave. Ácidos como el cítrico, se agregan a los frutos ácidos y vegetales para bajar el pH a valores menores 4,5. En el envasado de alimento esto permite la esterilización en condición menos severa que la térmica ya que ayuda a inhibir microorganismos peligrosos como por ejemplo: *clostridium botulinum*.

El tartrato de potasio ácido, se utiliza en la fabricación de azúcar en pastas y mermeladas para inducir hidrólisis suave (conversión) de azúcar; que origina fructuosa y glucosa lo que mejora la textura, ya que inhibe la formación de cristales de azúcar. Lo monosacáridos inhiben la cristalización. Además, tienen la propiedad de producir sabores ácidos o amargos. Modifica la intensidad de la percepción del gusto de otros agentes saborizantes. Ejemplo el ácido butírico en concentraciones relativamente alta contribuye fuertemente al sabor rancio de las mantequillas. Ejemplos adicionales de los ácidos orgánicos utilizados en la industria de alimentos son: ácido láctico, ácido cítrico, ácido málico, ácido sórbico

El tratamiento alcalino se utiliza para preservar el color y el sabor de los alimentos. Las aceitunas son tratadas con NaOH (0,25-2%) para ayudar a remover los principios

amargos y fijar el color oscuro del producto.

Las masas moldeadas se sumergen en disolución del 1,25% de NaOH a 85°C a fin de que adquieran la superficie parda y brillante característico del horneado.

Chocolates: utiliza $NaHCO_3$ para obtener chocolates oscuros y amargos

Agentes antiespumantes: Dimetilpolisiloxano (silicona) para ciertas bebidas, mermeladas y aceites comestibles (10-100 ppm). Son sustancias que se añaden a los alimentos para evitar que se forme excesiva espuma al hervirlos o para reducir la formación de una telilla o capa sólida en la parte superior o para evitar que se derramen los líquidos al hervirlos; en general son silicona inerte .

Mejorantes del poder panificador y agentes de blanqueo de harinas:

- Ácido ascórbico, bromato de potasio (hasta 50 mg/kg), cisteína, cistina.

- Azodicarbonamida (hasta 45 mg/kg), peróxido de benzoilo (hasta 40 mg/kg).

Agentes leudantes o polvos de hornear (para fermentar la masa): Levadura fresca y/o comprimida: NH_4HCO_3 etc.

Bibliografía

CEE. Guía de aditivos, conservantes y colorantes en alimentación 3° Ed. Ed. Obelesco Madrid España.1985

Coulter T P. Food. The Chemistry of its components. p. 148.4th Ed. London: Royal Society of Chemistry. 2002.

Farré-Rovira R. Los colorantes alimentarios de los alimentos. Alimentaria. 387, p. 21-32., 1982.

Fennema, O. Editor 3th Ed. Marcel Dekker Food Chemistry. 1996

Hanssen A., Marsden H. E. para aditivos guía de los números. Ed. Edaf Barcelona.1990.

Mazza G, Miniati E. Anthocyanins in fruits, vegetables and grains. Boca Raton, FL: CRC Press. 1993.

Mazza G., Girard B., Functional grape and citrus products. en: Mazza G. (Ed.) Functional food: Biochemical and processing aspects. p. 139-191. Lancaster: Technomic Publ.1998.

Schieberle P., Burghagen, M.M., Grosch, W., Belitz, H.D. Food Chemistry, Third Edition.2004

Smith R., Neeuberne, P., Adams, T. B. , Ford, R. A., Hallagan, J and the FEMA Expert panel. GRAS Flavoniring Substances 17, Food Technol., p. 72 - 81,1996.