

Capítulo 3. Conservación de los alimentos

1. Principales causas de alteración de los alimentos

Para entender la evolución de las distintas prácticas de conservación de los alimentos es necesario conocer las causas del deterioro y su posible prevención. Entre estas causas podemos distinguir, por su origen, las debidas a agentes físicos, químicos y biológicos.

Agentes Físicos	Mecánicas	
	Temperatura	
	Humedad	
	Aire	
	Luz	
	Etc.	
Agentes Químicos	Pardeamiento	
	Enranciamiento	
	Etc.	
Agentes biológicos	Enzimáticos	
	Parásitos	
	Microorganismos	Bacterias
		Hongos
Levaduras		

I- Los agentes físicos suelen actuar durante los procesos de cosecha y los tratamientos posteriores. En general, por sí mismos, no suelen alterar las características nutricionales de los alimentos, pero sí su palatabilidad. El hecho más importante es que pueden significar una vía de entrada a las otras alteraciones. Se destacan:

- a- Las mecánicas, como golpes, cortes, en general sin alteraciones graves, pero que suponen una disminución de la vida útil del alimento.
- b- La temperatura, ya que las actividades químicas y enzimáticas doblan su velocidad cada 10°C, y por lo tanto aceleran los procesos de descomposición. Asimismo, encontramos nutrientes especialmente sensibles al calor (algunas vitaminas), el cual propicia los cambios de estado de emulsiones o mezclas que contengan agua, al facilitar su desecación.
- c- La humedad, facilita el desarrollo de microorganismos
- d- El aire, que por contener oxígeno puede alterar algunas proteínas produciendo cambios de color, facilitando la oxidación, etc.
- e- La luz, que afecta e color y a algunas vitaminas.

II- Los agentes químicos se manifiestan especialmente durante los procesos de almacenamiento de los alimentos. Su efecto puede afectar de forma notable la comestibilidad del alimento: enranciamiento, pardeamiento, etc. Los mas notables:

- a- Pardeamiento no enzimático o reacción de Maillard. Se incluyen aquí una serie de reacciones complejas entre azúcares y compuestos nitrogenados (proteínas), las cuales generan pigmentos marrones. En algunos casos se producen de manera tecnológica (fritos y tostados), pero en otras es espontáneo. El calor y la desecación lo favorecen.

b- Enranciamiento de lípidos, que se produce por reacciones de hidrólisis y oxidación. Se forman compuestos volátiles que dan olores y sabores característicos (a rancio). El enranciamiento es mas frecuente en grasas insaturadas (aceite, pescados y frutos secos)

III- Finalmente, los agentes más importantes alterantes de los alimentos son de origen biológico, entre los que se pueden diferenciar, los intrínsecos, como las enzimas y los extrínsecos, como parásitos o microorganismos.

a- Enzimáticos: algunas enzimas sobreviven a los propios organismos, pudiendo incluso aumentar su actividad. Algunas enzimas cambian la textura de los alimentos (maduración de frutos o reblandecimiento de carne), pero pueden acabar provocando su descomposición. El rigor mortis de los animales, por ejemplo, es debido a cambios enzimáticos ocurridos al faltar la circulación sanguínea y por lo tanto la oxigenación necesaria para el metabolismo aerobio.

b- Parásitos o competidores naturales, como insectos, roedores y pájaros, que compiten directamente por la obtención de alimento.

c- Microorganismos: Son sin duda los que producen las transformaciones mas indeseadas y abundantes. En algunos casos pueden suponer riesgos para la salud de las personas, siendo las infecciones microbianas el problema más grave de la alimentación humana, después del hambre y la sobrealimentación. Cabe destacar que, sin embargo, no todos los efectos son negativos, pues diversos alimentos son producidos total o parcialmente por ellos: los alimentos fermentados. En algunas ocasiones, los microorganismos ya se encuentran en el alimento, en otras, son oportunistas que se encuentran de diversas maneras en el medio que nos rodea (aire, agua, etc.) Entre los más perjudiciales están las bacterias, tanto por su abundancia como por su elevada tasa de reproducción. Pueden producir toxinas (Clostridium) o ser infecciosas por ellas mismas (Salmonella, Listeria). Otro grupo son los mohos, importantes por la producción de toxinas y por su resistencia a las condiciones más extremas; finalmente, las levaduras, con las transformaciones rápidas más relevantes desde el punto de vista fermentativo.

2. Mecanismos de conservación de los alimentos

Los sistemas de conservación de los alimentos son aquellos que evitan que las alteraciones antes mencionadas puedan llegar a producirse. Se expondrán de forma sintética los tratamientos más generales:

Frío	Refrigeración		
	Congelamiento		
	Escaldado		
Calor	Pasteurización		
	Esterilización		
Modificación de la cantidad de agua	Deshidratación		
	Liofilización		
	Concentración		
Métodos químicos	Modifican las propiedades sensoriales	Adición de sales	Salazón
		Componentes del humo	Curado
		Acidificación	Ahumado
			Encurtido
		Adición de azúcar	Escabeches
			Marinada
			Glaseado

		Fermentación	Grajeado Alcoholica Acética Butírica
	No modifican las propiedades sensoriales	Conservantes químicos	
Nuevas tecnologías	Radiaciones	Ionizantes No Ionizantes	
	altas presiones campos eléctricos Campos magnéticos		

I-Frío: El frío produce una disminución de la velocidad de todos los procesos químicos, metabólicos y de crecimiento de microorganismos. Por lo tanto, un descenso de la temperatura produce un retraso de los cambios en los alimentos durante el almacenamiento que será tanto mayor cuanto más baja sea la temperatura. Es necesario destacar que aún a baja temperatura, hay microorganismos que son capaces de sobrevivir, por lo cual es importante no interrumpir la cadena de frío.

La refrigeración es una técnica de conservación a corto plazo basada en las propiedades del frío para impedir la acción de ciertas enzimas y el desarrollo de microbios. Aquí el alimento se conservará en temperaturas próximas a los 0 grados centígrados, pero no por debajo.

La congelación permite la conservación a largo plazo y consiste en convertir el agua de los alimentos en hielo con gran rapidez y en almacenarlo a temperaturas muy bajas (18 grados bajo cero o inferiores).

II-Calor: El efecto del calor se basa en la desnaturalización de proteínas, lo que produce una desactivación de las enzimas, y por lo tanto, la desaparición de los efectos de sus actividades, incluida la paralización y eliminación de los microorganismos. Se puede considerar como uno de los primeros sistemas de conservación de alimentos. Aparte de la cocción y el horneado, que pueden considerarse más bien como sistemas preparativos, las técnicas que utilizan el calor para la conservación son el escaldamiento, la pasteurización y la esterilización, todas ellas muy recientes. Es un sistema seguro, pero destructor desde el punto de vista nutricional.

Escaldado. Es un método que se suele aplicar a las frutas y verduras antes de someterlas a otros procesos de conservación como el enlatado, el congelado, etc. Se usa agua o vapor durante pocos minutos a una temperatura de 95-100°C.

Pasteurización. Este método recibe el nombre en honor al químico francés Louis Pasteur que fue quien, entre otras cosas, desarrolló el proceso de pasteurización para eliminar los microorganismos dañinos de la leche.

Produce una destrucción de los microorganismos dañinos que se encuentren en el alimento. Generalmente se hace de dos formas diferentes: Se usan temperaturas bajas (60-65°C) durante bastante tiempo (3-4 horas) o bien se usan altas temperaturas (75-90°C) durante poco tiempo (2-5 minutos).

Esterilización. Se usa cuando es necesario conservar el alimento durante períodos más prolongados. Recibe también el nombre de "appertización" en recuerdo al pastelero francés Appert, que fue quien primero lo utilizó. Se realiza con alimentos previamente introducidos en recipientes cerrados, que se calientan en un aparato llamado autoclave a temperaturas superiores a los 100°C o se somete al alimento a temperaturas de 120°C de calor húmedo y a grandes presiones. Suele disminuir la calidad del alimento en cuanto a sabor, olor y apariencia (propiedades sensoriales).

En el caso de alimentos líquidos, se utiliza un procedimiento especial de esterilización, denominado UTH que consiste en aplicar temperaturas de 135-150°C durante 4-15 segundos.

III-Modificación de la cantidad de agua: Los alimentos que contienen poca cantidad de agua, como las semillas pueden ser bien conservados. Esto se debe a que la mayoría de los procesos en un ser vivo se realizan en medio acuoso, o utilizando agua como parte de las reacciones. La reducción de la cantidad de agua entonces, es una forma de estabilización del alimento frente a la actividad nociva de enzimas y microorganismos. Los métodos se dividen en desecación (cuando la humedad del alimento se disminuye hasta equilibrarla con la del ambiente) y deshidratación (cuando la eliminación es casi total).

La liofilización, Consiste en someter al alimento a una ultracongelación y a dos procesos de desecación. Es un proceso complicado y por ello resulta caro. Sin embargo, la rehidratación añadiendo agua en el momento de su consumo, permite una rápida recuperación del alimento.

La concentración. Consiste en eliminar el agua de los alimentos líquidos. Esto se consigue con la evaporación, congelación, prensado mecánico o centrifugado, entre otros procesos.

IV-Métodos químicos: El aprovechamiento de las propiedades conservadoras de muchas sustancias químicas ha dado lugar a numerosos métodos de conservación.

Se pueden dividir en dos grandes grupos, los métodos que sólo conservan y los que además de conservar, modifican las propiedades sensoriales del alimento.

1) Métodos que no modifican las propiedades sensoriales

Conservantes químicos, sustancias con actividad antiséptica.

2) Métodos que modifican las propiedades sensoriales

a- Adición de sales: Salazón, Curado. La salazón es uno de los métodos más antiguos utilizados por el ser humano para la conservación de carnes y pescados. El alimento se somete a los efectos del cloruro de sodio, que acciona sobre el sabor, las propiedades del tejido a conservar y los microorganismos; si su uso se combina con pérdida de agua, el método se denomina curado.

b- Empleo de componentes del humo: Ahumado. Es uno de los primeros métodos de conservación, practicado principalmente por los pueblos nórdicos. En un principio se limitó a carnes y pescados, pero en la actualidad se extendió su uso a quesos, embutidos, etc..El humo utilizado se obtiene por combustión lenta e incompleta de maderas duras (castaños, hayas) y a veces se combina con plantas aromáticas como tomillo o laurel. Las sustancias generadas, tienen acción bactericida, antifúngica y cambios sobre el flavor y color del alimento ahumado. Fenoles, ácido fórmico y acético, melanoidinas y productos de reacción de Maillard, son algunas de las sustancias que intervienen en este complejo proceso, que aún no se ha explicado perfectamente.

c- Acidificación por uso de ácidos orgánicos: Encurtidos, escabeches, marinados y adobos. Se denomina **Encurtido** a los alimentos que han sido sumergidos durante algún tiempo en una disolución de vinagre (*ácido acético*) y sal con el objeto de poder extender su conservación. La característica que permite la conservación es el medio ácido del vinagre que posee un pH menor que 4.6 y es suficiente para matar la mayor parte de las necrobacterias. Permite conservar los alimentos durante meses. Se suele añadir a la marinada hierbas y sustancias antimicrobianas, tales como la mostaza, el ajo o la canela. El Adobo es un aliño, salsa o caldo que sirve para condimentar o para

conservar carnes, aves, pescados y otros alimentos. Está compuesta de los siguientes ingredientes: aceite, vinagre (o vino) ajo, sal, algunas hierbas aromáticas y condimentos. Ejemplos de adobos son el escabeche y la marinada. El escabeche consiste básicamente en el precocinado mediante un caldo de vinagre, aceite frito, vino, laurel y pimienta en grano y la posterior conservación dentro de esa mezcla. La **Marinada** es una técnica de cocina mediante la cual se pone un alimento en remojo de un líquido aromático durante un tiempo determinado (desde un día hasta varias semanas), con el objeto de que tras este tiempo sea más tierno o que llegue a estar más aromatizado.

d- Adición de azúcar: Glaseado, grageado. Método que consiste en el recubrimiento del alimento a conservar, de una fina película de azúcar (glaseado) o de otras sustancias (grageado).

e- Métodos biológicos: Fermentaciones: Los alimentos fermentados son aquellos cuyo procesamiento involucra el crecimiento y actividad de microorganismos como mohos, bacterias o levaduras. La fermentación es un proceso catabólico de oxidación incompleta, totalmente anaeróbico, siendo el producto final un compuesto orgánico. Estos productos finales son los que caracterizan los diversos tipos de fermentaciones. Tipos de fermentaciones: Fermentación acética (vinagre), Fermentación alcohólica (cerveza), Fermentación butírica (indeseable de la manteca), Fermentación de la glicerina (cosméticos, jarabes), Fermentación láctica (yogurt), Fermentación pútrida (indeseable de proteínas).

V- Nuevas tecnologías: La demanda creciente de productos alimenticios con características propias de productos frescos, ha introducido nuevas tecnologías en el ámbito de la conservación de alimentos. Así, el uso de radiaciones, tanto ionizante (irradiación), como no ionizante (microondas), altas presiones, campos eléctricos, magnéticos, etc. Estas tecnologías se aplican también al envasado (atmósferas modificadas y controladas, vacío) y almacenamiento

3. Primeros sistemas de conservación

A pesar de que los problemas de conservación de los alimentos son inherentes a éstos, las técnicas de conservación como tales aparecen en forma reciente en la historia. El empleo controlado del fuego (introducido tal vez más de un millón de años antes del presente, que se abrevia 1 MAP), permitió su utilización en el tratamiento de los alimentos, pero su uso se relaciona más con el aumento de digestibilidad que con su conservación, pudiéndose considerar ésta como un efecto secundario. El uso directo del fuego sobre los alimentos produce tres acciones protectoras: debidas al calor, a la evaporación de agua y al ahumado.

La mayor necesidad de conservación de alimentos se produce con el desarrollo de la agricultura hace unos 10.000 años (10 kAP). La producción de excedentes deriva de la producción estacional característica de los cultivos, que implica la necesidad de conservarlos. A pesar de que algunos sirvieron como moneda de intercambio comercial, y por lo tanto de eliminación de excedentes, la perentoriedad de los alimentos era un factor limitante.

Es evidente que en esas primeras épocas la conservación era escasa y su utilización estaba condicionada por el clima. Así, en climas fríos, los inviernos eran épocas de escasez y por lo tanto era difícil incluso alimentar al ganado. Por ello, la llegada de los primeros fríos, suponía también la eliminación de parte de ese ganado, lo que servía de sustento. El rigor invernal, tenía también sus ventajas en la conservación de los alimentos: facilitaba su congelación y su mantenimiento a bajas temperaturas durante

meses. Probablemente el hombre primitivo observó que la carne de los animales sacrificados se mantenía en buenas condiciones para su consumo durante más tiempo si se mantenían en cuevas. Al mismo tiempo, el hombre, sin saberlo, utilizaba otros agentes, distintos al frío, para prolongar la vida útil de su caza. A medida que la carne se enfriaba, se secaba la superficie de la misma (se reducía la actividad del agua), lo que retrasaba el desarrollo de los microorganismos. Por otra parte, al enfriarse la carne, progresaba la glicólisis post mortem que proporcionaba a la carne una mayor resistencia a la alteración. Finalmente, el metabolismo del músculo causaba una caída del potencial de oxidación-reducción restringiendo el crecimiento microbiano a los anaerobios en el interior de los tejidos.

No se sabe cuando el hombre descubrió que la eliminación parcial de agua aumentaba la vida útil de los alimentos pero ya la Biblia menciona a las uvas e higos secos. Sin lugar a dudas el sol fue el primer procedimiento de desecación. Sin embargo, en la Biblia también existen referencias acerca del "maíz tostado" lo que sugiere un procedimiento de desecación distinto al de exposición al sol. Desde los primeros tiempos, el hombre descubrió que se podía prevenir la alteración de los alimentos mediante el secado si se trataban con sal. La adición de sal a las carnes reducía la actividad del agua y, por lo tanto, si se combinaba con la eliminación de agua durante la desecación al sol, se modificaba la flora, evitándose el crecimiento de las pseudomonas, miles de años antes que Leeuwenhoek (siglo XII) diera los primeros pasos que conducirían, más tarde, a la identificación de aquellas bacterias. El secado y la salazón del pescado quedaron recogidos en los jeroglíficos egipcios y las carnes saladas y ahumadas ya existían 3.000 años A.P. Antes incluso de los registros históricos encontrados, el hombre probablemente utilizaba el secado, ahumado, salado y encurtido como medios de conservación, a menudo en forma combinada.

Los métodos de eliminación total del agua (deshidratación de los alimentos) también se utilizan desde hace años. Hace más de 3.000 años que los incas de Perú elaboraban patatas y verduras secas aplicando los principios de la liofilización; proceso que actualmente se considera como una sofisticada tecnología. Las verduras se congelaban durante la noche y después se aplastaban para que exudaran los jugos. Esta operación se repetía con el fin de obtener unas finas capas que posteriormente se secaban al sol. Este proceso se realizaba en las montañas, a alturas superiores a los 3.000 metros y, por ello, la desecación se realizaba a presiones atmosféricas reducidas. De forma similar, las tribus indias de los Sioux y Cree de América del Norte elaboraban un producto denominado *pemmican* cortando carne de búfalo en tiras y golpeándola después; posteriormente la secaban al sol y la mezclaban con ácido procedente de los zumos de moras (o frutas similares) y nueces. Finalmente, las sumergían en grasa. El uso de los ácidos procedentes de las frutas no se utilizaba, sólo como un método de conservación (acidificación), sino en combinación con la desecación.

En climas más cálidos, en cambio, el problema y su solución eran inversos. El invierno no suponía una época de escasez puesto que se contaba con alimentos frescos durante todo el año, aunque en ocasiones, y debido a las elevadas temperaturas, éstos se deterioraban antes de poder ser consumidos. Esta claro que la alternativa, la utilización del frío, no era fácil ni estaba al alcance, por lo que se utilizaban los sistemas de secado, salado, etc., pero muy especialmente las fermentaciones (leches fermentadas, verduras, etc.) y la acidificación (encurtidos) como mecanismos para evitar los microorganismos perjudiciales.

Uno de los primeros cultivos agrícolas fue el de los cereales. Su utilización agrícola y su producción significaban el inicio de los sistemas de conservación a gran escala y su transformación posterior. Dichos procesos caracterizaban a las sociedades que en aquel

momento se convierten en dominantes y favorecieron el desarrollo de las primeras ciudades (en Mesopotamia y Egipto, entre 7000 y 4000 A.P.) El almacenamiento de cereales en silos cerrados para su conservación en seco y con una atmósfera en la que el oxígeno se reducirá pronto al consumirlo la respiración de los granos, significa el primer antecedente de las atmósferas controladas como sistemas de almacenamiento. Su posterior manipulación y fermentación para producir pan o cerveza significa tanto un aumento de digestibilidad de los cereales como su conversión en productos más sanos y duraderos. La aplicación de un método racional para la conservación de granos de cereales, se encuentra documentado por primera vez en la Biblia, donde se relata como un faraón de Egipto ordena a su intendente José que almacene un quinto de cada cosecha para compensar la escasez propia de los tiempos de sequía

Si bien los babilonios y los egipcios sentaron las bases de la conservación de alimentos de forma conciente y voluntaria, su posterior y mayor desarrollo se debe a los romanos. No se pretende aquí desprestigiar el aporte de otras civilizaciones de Oriente Medio, o la griega o la cretense, pero puede seguirse a través del tiempo a la sociedad romana para estudiarse la evolución de los métodos de conservación de los alimentos. De hecho, no puede decirse que los romanos inventaron métodos de conservación de alimentos, pero sí que sistematizaron en gran medida el desarrollo agrícola, la transformación y la conservación de los alimentos. Se popularizaron y extendieron en esa época, métodos que se utilizarían por más de 1000 años.

3.1. Los tratamientos térmicos: frío y calor.

El escaso control de los tratamientos térmicos, hizo que mayoritariamente se utilizaran en la cocción, pero no en la conservación de los alimentos, durante el Imperio Romano y en épocas posteriores. Evidentemente era, por todos conocido, que los días fríos permitían una mejor conservación de los alimentos. El hielo natural producido durante las noches o durante las épocas frías se utilizaba para la conservación. Posteriormente, el transporte de hielo desde las montañas fue una práctica que se fue extendiendo en las poblaciones romanas situadas en sus cercanías y que incluso perduró hasta la edad media, en los palacios del Líbano y otras ciudades de Medio Oriente. No obstante, éste sistema, obviamente muy costoso, se dedicaba más al consumo directo de hielo, después de aromatizarse o combinarse con otros productos, dando origen a los primeros helados.

3.2. Las fermentaciones

Si bien las fermentaciones y sus productos eran conocidos y muy populares en civilizaciones anteriores, durante el imperio romano los productos fermentados de todo tipo se extendieron en forma notable. La cerveza, ya muy utilizada por babilonios y egipcios se siguió consumiendo, ahora bien, el vino fue tomando cada vez más importancia en la alimentación. A pesar de que la producción de vino ya llevaba unos 6.000 años, el hecho de que se tratara de una planta leñosa, que tarda un tiempo considerable en entrar en plena producción, significaba un costo elevado, por lo que sólo era consumido por las clases pudientes (nobles y comerciantes). Los griegos primero y posteriormente los romanos extendieron los cultivos de la vid por todo el mediterráneo, lo que conllevó a su plantación masiva.

De hecho se considera que el consumo habitual de los romanos era superior al medio litro de vino por día, lo que significa que era una de las fuentes prioritarias de energía. Dicha situación, unida a la falta de tratamiento del agua, hacía del hecho del consumo de

bebidas fermentadas con contenidos de alcohol o ácido acético un medio especialmente saludable de ingerir líquidos, por el efecto bactericida de ambos productos.

De todas formas, los productos fermentados no se reducían a las bebidas alcohólicas. Un gran número de salsas era también el resultado de un conocimiento empírico de las fermentaciones. Una de ellas, muy conocida, era el *garum*, producto fermentado de pescado y al que se podía añadir aceite, vino, vinagre y otras especias.

Otros productos fermentados que se hicieron muy populares eran las aceitunas, los embutidos y los quesos. Las aceitunas, como fruto típico del olivo, de gran extensión y producción en el imperio romano, fueron muy apreciadas tras los aliños y fermentaciones adecuadas. Los quesos, cuajados con el contenido de los estómagos de los rumiantes y con mayor o menos grado de fermentación posterior, también fueron comida habitual de los romanos. El consumo de embutidos también fue típico del imperio romano, inicialmente como carne embutida (donde comenzaba la fermentación) y posteriormente se podía seguir distintos procesos de curado y ahumado.

3.3. Los tratamientos químicos

Los tratamientos químicos se utilizaron de forma habitual en los pescados y las verduras. En general, las verduras se conservaban en salmueras o en mezclas de agua, miel y vinagre, en cantidades más o menos variables según fuera el tipo de verdura que se quiere conservar. No obstante el mayor uso de los tratamientos químicos se hizo con los pescados. Lo más habitual fue el desarrollo de criaderos, a partir de accidentes naturales costeros, que permitían la retención de agua salada y la disponibilidad de pescado fresco a medida que era requerido para su consumo. Para los peces que no podían ser criados en esta forma, se utilizaban otras metodologías de conservación; las más comunes eran las salmueras (conservados en el mismo agua de mar evaporada parcialmente) y salazones (conservados en sal). El secado al sol, también era un método utilizado.

Estos métodos, que se generaban en la mayoría los casos, por prueba y error, producían alimentos de características y vida útil variable y el conocimiento de dichos métodos se transmitía de padres a hijos, por tradición oral, lo que permitía el aprendizaje de un oficio e inclusión en determinada clase social.

4. La conservación moderna

Tras el imperio romano y hasta el siglo XVII, los avances en la conservación de los alimentos fueron muy limitados y casi siempre ligados a secretos familiares y cocinas domésticas. Generalmente la pérdida de características sensoriales y nutritivas de los alimentos iba ligada a dichas técnicas. No obstante hay una serie de avances científicos que condicionaron en gran medida el avance de la tecnología de los alimentos.

El primer intento directo del hombre de crear intencionadamente un nuevo procedimiento de conservación de los alimentos lo realizó Nicholas Appert quien inventó el enlatado hace más de siglo y medio en 1810 y ningún otro libro sobre el tratamiento térmico de los alimentos apareció en los siguientes 70 años. Por otra parte, la ciencia se desentendió del proceso y no se ocupó de su estudio hasta transcurridos 85 años de la publicación del libro de Appert, aunque se envasaron y consumieron en ese espacio de tiempo millones de partidas de alimentos.

La evolución de los procesos térmicos dependió principalmente, del desarrollo del equipo y, en segundo lugar, del conocimiento de los mecanismos biológicos implicados. Alrededor de 1860 Isaac Solomon, un conservero de Baltimore, modificó la tecnología

añadiendo cloruro cálcico al agua de cocción lo que elevó el punto de ebullición a 115 °C con el consiguiente aumento en la velocidad de producción e incrementándose al tiempo, como ahora sabemos, la eficacia bactericida del proceso. En 1874, A. K. Shriver patentó la olla a presión (o autoclave) que revolucionó la industria del enlatado. Más tarde, en 1910, Peter Durand patentó en el Reino Unido un proceso que seguía, en esencia, el procedimiento de Appert excepto en lo el envase que era de metal. Durante el siglo siguiente al invento de Shriver, la evolución de los procesos térmicos ha introducido en la tecnología el envasado aséptico, la esterilización hidrostática y la alta temperatura durante un tiempo corto. Estos y otros avances fueron, en principio, mejoras de la ingeniería dirigida hacia un calentamiento más eficaz del producto enlatado.

De esta forma concomitante a los avances de la ingeniería se introdujeron modificaciones al combinar el tratamiento térmico con otros procedimientos de conservación, como la eliminación de agua. Gail Borden obtuvo una patente de leche condensada, un proceso que combina un tratamiento térmico menos intenso que el de la esterilización con una baja actividad del agua, con lo que se logra un producto estable. Los tratamientos térmicos medios se utilizan también en la fabricación de una diversidad de alimentos enlatados muy ácidos en los que el crecimiento de los microorganismos está inhibido por el bajo pH.

La estabilidad de las carnes curadas enlatadas se debe al efecto de las sales del curado y al tratamiento térmico que sin ser completamente letal para las formas esporuladas, les produce lesiones que no les permiten proliferar en el medio proporcionado por las sales del curado. Esta combinación de agentes permite la consecución de carnes curadas estables utilizando un tratamiento térmico de una intensidad equivalente a 1/25 de la necesaria para la destrucción del *Clostridium botulinum*. Un tratamiento térmico más suave aún, denominado pasterización, proporciona una carne curada enlatada que tiene una vida útil indefinida si se mantiene en refrigeración.

En resumen, a través de la historia de la humanidad, la manipulación de los alimentos ha evolucionado empíricamente. Casi sin excepción, los procedimientos basados en la combinación de diversos métodos de conservación se han empleado mucho antes de que el hombre conociera las bases para la comprensión de los mecanismos implicados en los mismos. Es interesante también apuntar que el primer intento directo para crear un nuevo procedimiento de conservación, el enlatado, ha sufrido menos innovaciones que otros muchos desarrollados, a través del tiempo, por pruebas empíricas.

5. Esquema histórico de los métodos de conservación de alimentos

Tiempos primitivos	Sal común, hielo, sol, aire
Antiguo Egipto	Vinagre, aceite y miel. Primeras técnicas de salazón y ahumado
Persas	Conservas con azúcar
Griegos	Grajeado con cera de frutas y verduras
Antigua Roma	SO ₂ al vino
Anterior al siglo XV	Empleo del adobo
Siglo XVIII	Empleo del borax, appertización
Siglo XIX	Aplicación de sulfitos a carnes
	Pasteurización
	Descubrimiento de la actividad antimicrobiana de ácidos orgánicos

	Congelación de alimentos
Siglo XX (2º mitad)	Uso de nuevos conservantes químicos

6. Algunos acontecimientos de interés en la evolución de la Tecnología de Alimentos

- 1447- Fallece el holandés W. BENKELS a quien se le atribuye, por algunos, la reimplantación del arte del ahumado aplicado a la preparación de arenques.
- 1506- PEDRO DE ARRANCA llevó desde España un rizoma de caña de azúcar para plantarlo en la Española (hoy República Dominicana y Haití).
- 1640- J. VAN HELMONT descubre el dióxido de carbono.
- 1660- PIGEAUD introduce en molinería el sistema de molturación económica.
- 1679- D. PAPIN inventa el antecedente de los autoclaves actuales.
- 1680- ANTON VAN LEEWENHOECK realiza las primeras observaciones de la cerveza con uso de microscopios primitivos (lentes simples de 150 aumentos).
- 1697- GEORGE STAHL sigue interpretando el carácter exclusivamente químico de la fermentación de la cerveza.
- 1765- SPALLANZINI aplica la esterilización, con éxito, mediante calor a productos vegetales con vistas a su conservación en recipientes herméticos.
- 1780- GAEFERT desarrolla una técnica de deshidratación de legumbres.
- 1785- OLIVER EVANS introduce el sistema integrado de transporte en la industria harinera (elevadores, transporte de tornillo, etc.).
- 1795- El mecánico J. BRAMAH construye la primera prensa hidráulica.
- 1801- J.W. RITTER continúa los trabajos de G. FABRICIUS y J. H. SCHULZE, descubriendo la existencia de luz ultravioleta.
- 1801- C.N. APPERT realiza la aplicación de calor como técnica de conservación de alimentos envasados en vidrio. Sus trabajos al respecto van desde 1795 a 1810. Es considerado el inventor de las "conservas".
- 1807- SADDINGTON da cuenta de un método para preservar frutas "sin adición de azúcar..." que, en esencia, es el método de APPERT.
- 1810- Se concede a APPERT el premio de 10.000 francos instituido por Napoleón para quién desarrollase el mejor método para conservar alimentos.
- 1810- DURAND usa también el método de Appert, con la diferencia de que habla de cierre hermético y prevé el uso de envases de diversa naturaleza (vidrio, loza, hojalata, o cualquier otro metal).
- 1811- B. DONKIN y J. JALL establecen la primera fábrica de conservas.
- 1811- El conde CHARTAL perfecciona el resultado de ACHARD, y construye la primera fábrica para la producción de azúcar a partir de remolacha.
- 1811- W. UNDERWOOD funda en EE.UU. la primera fábrica de conservas para estos alimentos, con técnicas aprendidas en Inglaterra (las de APPERT).
- 1818- J.J. HOUSTON DE LABILLARDIÈRE, realiza el primer análisis elemental del aceite de trementina.
- 1830- El inglés COFFEY diseña un alambique de una sola operación.

- 1830- N. RELLEIUX desarrolla el sistema de concentración de triple efecto aplicado a la obtención de azúcar.
- 1834- J. PERKIN utiliza las máquinas de compresión de fluidos para la producción de frío.
- 1835- SULZBERGER introduce los molinos de parejas de rodillos.
- 1837- KUJZING y TOUR observan, por primera vez, la multiplicación de las levaduras.
- 1840- SCHUMBEIN aclara la naturaleza del ozono.
- 1850- W. PERKIN desarrolla un sistema de calentamiento (hornos por aplicación indirecta de vapor por tubos).
- 1850- GUTIÉRREZ DE LA CONCHA instala en Logroño (España) la primera fábrica de conservas (diez años antes de las explicaciones de Pasteur).
- 1852- R.C. APPERT sobrino de NICOLÁS APPERT introduce los primitivos autoclaves en el procesado de conservas.
- 1858- El francés DEISS hace el primer intento de extraer el aceite de semillas con disolvente, para ello utilizó sulfuro de carbono.
- 1856- En EE.UU. GAIL BORDEN desarrolla los sistemas de evaporación de leche mediante calor y vacío, llegando al envasado.
- 1860- CARRÉ desarrolla los sistemas de absorción de un fluido en otro como mecanismo de refrigeración.
- 1861- T. S. MORT y E. D. NICOLLE, montan en Australia la primera factoría para congelación de carne, por compresores de amoníaco.
- 1860- L. PASTEUR explica científicamente el proceso de appertización, demuestra que las alteraciones sufridas por los alimentos son de origen microbiano, pone fin a la teoría de la generación espontánea.
- 1874- SHRIVER desarrolla autoclaves con fundamentos similares a los actuales, con uso de vapor vivo y se le asigna una patente.
- 1876- L. PASTEUR publica su trabajo sobre la cerveza.
- 1877- GUSTAV DE LAVAL concibe la primera descremadora por aplicación de campo gravitatorio (aplicada a leche).
- 1894- JOHN ROSTOSNIK inventa un sistema de corte (en revolver) en rodajas, concebida para coles.
- 1896- J.H. KELLOGG descubre de forma casual (maíz olvidado en un horno caliente) los denominados "Corn Flakes" (copos de maíz).
- 1897- E. BUCHNER tras triturar levadura con arena, filtrar, y añadir azúcar como conservante, observa que parte del azúcar era rápidamente fermentado por el extracto libre de células.
- 1904- Surge la prensa continua ANDERSON en la industria oleícola.
- 1905- HARDEN y YOUNG contribuyen de forma importante al conocimiento de los enzimas al demostrar que la zimasa de BUCHNER, dializada, requería la adición de un cofactor termoestable, o coenzima.
- 1907- Los hermanos AMS desarrollan el sistema de cierre de envases de hojalata en tres operaciones. España lo introduce en 1908.
- 1911- A. J. OITSEN introduce el concepto de congelación rápida (Quick freezing).
- 1920- KIDD y WEST, son de los pioneros en el uso práctico del CO₂ y otros gases en el almacenamiento de frutas, mediante la modificación de las atmósferas de conservación, sin menoscabo de otros antecedentes aislados (trabajos austrohúngaros de 1900).
- 1920- BIGELOW, ESTY y WILLIAMS desarrollan el 'método general' como procedimiento para la determinación de los tiempos precisos de tratamiento térmico en la conservación de alimentos.

1931- C. BIRDSEYE crea el congelador de placas múltiples.

1945- FLOSDORF aplica el frío a la deshidratación de alimentos (por congelación y posterior sublimación del hielo).

BIBLIOGRAFÍA

Historia de la conservación de los alimentos. Albert Mas Barón.

Ciencia Bromatológica. José Bello Gutiérrez. Publicado por Ediciones Díaz de Santos, 2000