

CONSERVACIÓN DE ALIMENTOS

Los alimentos son, en general, productos perecederos. El deterioro de los alimentos puede originarse por diversas causas: la principal es la acción de los microorganismos sobre los alimentos aunque, el ataque de insectos y otros animales, principalmente roedores también pueden deteriorar los alimentos, así como los agentes físicos (calor, heladas, humedad, sequedad) y reacciones puramente químicas, o catalizadas por enzimas.

Causas de degradación de alimentos:

1- Alteraciones producidas por seres vivos

- Alteraciones microbianas
- Alteraciones por ataque de insectos y animales superiores

2- Alteraciones producidas por agentes físicos

- Congelación
- Quemaduras
- Desecación
- Presión mecánica

3- Alteraciones químicas

- No enzimáticas: enranciamiento (oxidativo y lipolítico) y pardeamiento no enzimático.
- Enzimáticas: pardeamiento enzimático

Estas alteraciones se pueden dar de forma simultánea o secuencial. Así, la proliferación de microorganismos sobre un alimentos puede ser consecuencia de un deterioro previo por causas físicas o químicas.

La degradación microbiológica además de ser la más común, es de gran importancia, debido a que reviste un riesgo en la salud del consumidor.

Es por ello que los procesos de conservación son de gran importancia, siendo su objetivo la de evitar la pérdida de calidad de los alimentos elaborados durante su almacenamiento. En la práctica, cuando una materia prima no se va a usar de inmediato, debe someterse a un tratamiento adecuado para evitar el riesgo de alteración física, química o microbiológica.

La eficacia de los métodos de conservación se fundamenta en 3 aspectos básicos:

- El cuidado de las condiciones ambientales (temperatura y humedad)
- La paralización o retraso de las reacciones químicas que provocan la alteración
- Prevención o frenado del crecimiento microbiano.

PRINCIPALES TECNOLOGÍAS DE CONSERVACIÓN DE ALIMENTOS

1- Conservación de alimentos por frío

- Refrigeración
- Congelación

2. Conservación de alimentos por reducción del contenido acuoso

- Deshidratación

3. Conservación por calor

- Conservas
- Escaldado
- Pasteurización
- Esterilización
- cocción

4. Conservación por tratamientos químicos

- Aditivos y conservadores químicos
- Tratamientos químicos que no modifican los caracteres organolépticos del alimento
- Tratamientos químicos que modifican los caracteres organolépticos del alimento
- Productos elaborados

5. Nuevas técnicas de conservación

- Conservación de alimentos por radiación
- Presurización
- Pulsos de luz

6. Conservación y acondicionamiento mediante gases

CONSERVACIÓN DE ALIMENTOS POR FRÍO

Las propiedades conservadoras del frío se conocen mucho antes de que el hombre comenzará a plantearse científicamente problemas sobre la calidad y valor nutritivo de los alimentos. Las poblaciones ancestrales, ya conservaban el pescado y la carne entre hielos. Desde finales del s. XVIII y hasta la primera década del XX han ido apareciendo, congelados entre los hielos de Siberia, hasta 25 ejemplares enteros de mamut perfectamente conservados desde épocas prehistóricas gracias a las bajas temperaturas.

Hoy en día sabemos que las bajas temperaturas conservan los alimentos porque retardan las reacciones químicas y enzimáticas y, en consecuencia, retrasan o inhiben el crecimiento de los microorganismos presentes en los alimentos.

En la conservación de alimentos por frío diferenciamos 2 modalidades: la refrigeración y la congelación. En cualquiera de los 2 casos, la población microbiana no muere, sino que se mantiene adormecida, de forma que cuando se recuperen las condiciones de temperatura adecuadas, la población microbiana puede proliferar. Por ello, hay que tener en cuenta 3 premisas a la hora de conservar los alimentos con frío: trípole de Manvoisín:

- Partir de alimentos sanos. El frío nunca va a mejorar la calidad de la materia prima
- Aplicar el frío de modo inmediato a la obtención de la materia prima
- No interrumpir nunca la cadena de frío

1- REFRIGERACIÓN

En la refrigeración se utiliza bien hielo o bien refrigeración mecánica (cámaras frigoríficas). Las temperaturas de refrigeración están comprendidas entre 0 y 10°C.

El deterioro del alimento refrigerado se retrasa considerablemente en estas condiciones, lo que permite prolongar su tiempo de consumo o la posterior aplicación de otra técnica de conservación.

El tiempo de conservación de un alimento en una cámara frigorífica depende de la naturaleza del alimento y de las condiciones ambientales del propio frigorífico:

A. **Temperatura:** las temperaturas ligeramente superiores a las de congelación en general, son las más efectivas para la conservación de los alimentos refrigerados. Sin embargo el costo económico también es mayor cuanto más bajas sean las

temperaturas. Además, algunos alimentos requieren temperaturas de almacenamiento superiores a las que normalmente se usan en refrigeración, y se alteran a temperaturas más bajas. Por ejemplo, los plátanos deben almacenarse varios días entre 12-14°C; temperaturas inferiores inhiben la maduración y la actividad respiratoria, se forman manchas, pierden aroma y se endurecen. Cada alimento tiene una temperatura óptima de refrigeración:

Producto	Temperatura (°C)	Duración
Alcachofas	0	1 mes
Espárragos	0	2-4 semanas
Espinacas	0	2-6 semanas
Guisantes	0	1-3 semanas
Patatas	5-10	4-8 meses
Albaricoque	0- (-1)	2-4 semanas
Ciruelas	0	0,5-2 meses
Limonas	11-15	1-4 meses
Manzanas	-1-4	1-8 meses
melocotones	-1-1	1-4 semanas
Naranjas	4-6	3-6 meses
Plátanos	11-15	1,5-3 semanas
tomates	0	1-3 semanas

B. Humedad relativa. Cada alimento necesita una humedad relativa óptima. Una humedad relativa muy baja produce evaporación del agua del alimento con la consiguiente pérdida de peso, marchitez y ablandamiento en hortalizas y formación de arrugas en la superficie de la frutas. Por el contrario, si la humedad relativa es muy alta, se favorece el desarrollo microbiano causantes de alteraciones. La mayoría de las bacterias que crecen en la superficie de los alimentos necesitan una humedad relativa muy alta, casi a saturación. Las levaduras requieren menos (90-92%), y los mohos aún menos (85-90%):

Producto	Temperatura (°C)	Humedad relativa %
Tomates	4-10	85-90
Albaricoques	-0,5-0	85-90

Producto	Temperatura (°C)	Humedad relativa %
Limonos	12-14	85-90
Pimientos	7	85-90
Plátanos	11-15	85-90

- C. **Ventilación.** La renovación del aire del frigorífico y el control de su velocidad de circulación es importante para el mantenimiento de una humedad relativa uniforme, para la eliminación de olores y para evitar la aparición de olor y sabor a viejo.
- D. **Control de la atmósfera de almacenamiento.** Los vegetales frescos respiran consumiendo oxígeno y desprendiendo dióxido de carbono. El descenso excesivo de la presión parcial de oxígeno (menos del 3%) puede crear condiciones anaerobias que retardan la respiración, por lo que los vegetales recurren a la degradación de azúcares por la vía alternativa de la fermentación con la consiguiente producción de alcohol u otros productos indeseables que modifican el sabor e incluso pueden ser tóxicos. También pueden darse alteraciones como el pardeamiento superficial. Ultimamente se le está dando importancia al control de los gases del interior del frigorífico, mediante la adición de dióxido de carbono o de ozono de forma controlada, con el objetivo de:
- A. Conservar más tiempo el alimento
 - B. Mantener la humedad relativa más alta sin aumentar el riesgo de alteraciones microbianas
 - C. Utilizar temperaturas superiores a las de refrigeración sin que se acorte el tiempo de conservación, abaratando el coste energético.
- E. **Radiación ultravioleta.** En algunas cámaras frigoríficas para almacenamiento de carne y queso se instalan lámparas ultravioleta. La combinación de radiación UV con refrigeración permite el almacenamiento a temperaturas y humedades más altas de lo que permitiría la simple refrigeración.

2- CONGELACIÓN

La congelación paraliza casi por completo toda la actividad metabólica. La temperatura de congelación es bastante más baja que la de refrigeración, sin embargo, la principal diferencia entre ambos métodos es la formación de cristales de hielo en el interior de los alimentos.

Las ventajas de la congelación:

- Evita la proliferación de la mayor parte de microorganismos presentes en los alimentos, mientras que la refrigeración sólo disminuye su velocidad de crecimiento. Ningún microorganismo crece a temperaturas inferiores a -10°C.

- La velocidad de las reacciones químicas disminuye notablemente y las reacciones metabólicas celulares se paralizan casi por completo.
- El agua, al pasar a estado sólido, deja de estar disponible como disolvente y como reactivo. Por tanto, disminuye la velocidad de las reacciones.

Desventajas de la congelación:

- la formación de cristales puede originar una alteración mecánica en la textura del alimento, con el consiguiente deterioro de su calidad.
- Además, se aumenta el volumen del alimento. Este aumento, es proporcional al contenido de agua del alimento. Este aumento de tamaño origina tensiones en el interior del alimento, y en el caso de frutas y hortalizas, pueden producir desgarros internos y rotura de paredes celulares con la consiguiente pérdida de líquidos durante la descongelación.

El proceso de congelación se puede realizar de dos maneras:

- Congelación lenta: la congelación se inicia, con la cristalización del agua de los espacios extracelulares. Como consecuencia, la cantidad de agua líquida disminuye y la concentración extracelular de solutos aumenta, produciéndose entonces un fenómeno de osmosis, en el que el agua intracelular sale al espacio extracelular y no se forman cristales en el interior de la célula. Este tipo de congelación produce cristales de hielo grandes y desgarros en las paredes celulares, ocasionando cambios de textura, reblandecimiento de vegetales en los alimentos descongelados.
- Congelación rápida: la formación de cristales prácticamente es simultánea en el interior y en el exterior de la célula. Como consecuencia, no hay cambios de textura, los cristales son más pequeños (las paredes celulares no se dañan tanto), y retarda antes las reacciones químicas, enzimáticas y el desarrollo de microorganismos.

En general la congelación rápida es más adecuada, pero hay casos en los que no es así. Por ejemplo en el caso del pescado, no hay muchas diferencias entre una y otra...La industria alimentaria tiene establecidas en cada caso las condiciones más idóneas para la congelación de alimentos y su conservación posterior.

La temperatura que se establece como temperatura de congelación es la de -18°C . Durante este periodo los productos no son inertes, por el contrario, pueden sufrir alteraciones. Algunas reacciones de deterioro se deben a la acción catalítica de los enzimas (pardeamiento enzimático de frutas, legumbres...). Para evitar dichas reacciones

se añaden aditivos como el ácido ascórbico, azúcar o se someten los vegetales a un proceso de escaldado antes de la congelación.

Otros procesos de deterioro se deben a reacciones químicas no enzimáticas: oxidación de lípidos en pescados grasos, degradación de carotenoides y clorofilas en vegetales...

Puede haber también deterioro mecánico debido a la recristalización progresiva de los cristales de hielo que al aumentar su volumen lesionan los tejidos.

En cuanto a los microorganismos, decir que se pueden destruir formas vegetativas de levaduras, mohos y algunas bacterias gram negativas. Sin embargo, bacterias como la salmonellas, estafilococos, pueden sobrevivir y recuperarse tras la descongelación. Las bacterias esporuladas (clostridium, bacillus) son muy resistentes a la congelación, y lo que conseguimos es que se detenga el crecimiento durante la congelación.

CONSERVACIÓN DE ALIMENTOS POR REDUCCIÓN DEL CONTENIDO DE AGUA

Uno de los métodos más antiguos de conservación de alimentos ha sido el proceso de secado de los mismos. El funcionamiento de estas técnicas se basa en que al extraer agua del producto reducimos el agua libre y como consecuencia se impide el desarrollo microbiano y se disminuye la actividad enzimática. De esta manera se aumenta la vida útil del alimentos, pero podemos modificar la calidad nutritiva y organoléptica.

Pero la industria utiliza estas técnicas porque disminuyen el peso y el volumen de los alimentos, lo que constituye una ventaja para el transporte y el almacenamiento.

Una vez deshidratado el alimento, hay que conservarlo al abrigo de la luz, el oxígeno y la humedad. Por ello, es importante la elección adecuada del envase.

1. DESHIDRATACIÓN

Generalmente, consideramos deshidratación a los procedimientos que permiten eliminar la mayor parte del agua de un alimento líquido o sólido mediante vaporización o sublimación.

Consideramos concentración, cuando sólo se retira cierta proporción de agua, y que normalmente es insuficiente para asegurar por sí sola la conservación del alimento.

La carne seca se obtiene cortando la carne en filetes delgados y exponiéndola al sol recubierta de harina de maíz hasta su total desecación. La carne dulce se desecaba cubierta de una capa de azúcar. El bacalao seco se obtiene por desecación y salazón del bacalao, la mojama es carne de atún desecada y salada. Generalmente, la desecación de carnes y pescados se asocia con otros métodos de conservación como el salado, el ahumado... Algunas frutas como las uvas, ciruelas, higos, dátiles...se desecan directamente al sol entendido sobre bandejas.

La industria alimentaria produce deshidratados con desecadores mecánicos que eliminan el agua artificialmente mediante el calor producido bajo condiciones controladas de temperatura, humedad relativa, corriente de aire o baja presión (vacío).

El agua en los alimentos se encuentra en diferentes grados de unión, es decir, las células y los tejidos tienen más o menos agua ligada. La mayor parte del agua de los alimentos frescos o elaborados es agua en estado libre, que puede eliminarse relativamente fácil. Este agua está en forma de geles en el interior de las células y en los espacios extracelulares. Pero, también hay una pequeña cantidad de agua ligada fuertemente al alimento, y que no se elimina durante el proceso. La velocidad de secado es mayor

cuanto mayor sea el contenido en agua, sin embargo un contenido alto de proteínas, almidón,..favorece la retención del agua retrasando el secado.

En general cuando un alimento se deshidrata, a medida que pierde agua se va contrayendo. Cuando la deshidratación es lenta la contracción es mucho más acusada. Por el contrario, cuando la deshidratación es rápida, se forma una corteza seca y rígida en la superficie del alimento. La deshidratación posterior de las zonas internas produce desgarros y vacíos internos, obteniéndose así un producto poroso que conserva la forma inicial y es de fácil rehidratación, pero con el inconveniente de ser más sensible a las oxidaciones. Cuando ciertos alimentos (carne, pescado, frutas) se someten a un secado inicial muy rápido, la corteza que se forma en la superficie impide la salida del vapor desde el núcleo hidratado. Para evitar esto hay que controlar la temperatura, la velocidad de circulación del aire y la humedad relativa.

Durante la desecación pueden ocurrir otros fenómenos: pérdida por evaporación de sustancias aromáticas volátiles, fenómenos oxidativos (pardeamiento no enzimático), pérdidas de valor nutritivo (sobretudo vitamina A y C), disminución de la capacidad de retención de agua, y fenómenos debidos a la termoplasticidad de algunos alimentos que se funden o ablandan por el calor del proceso. Se producen cambios en los azúcares que pasan de estado cristalino a amorfo produciendo el pegado de los alimentos entre sí, y con las paredes de los aparatos.

2. LIOFILIZACIÓN

La liofilización es un método que elimina prácticamente toda la humedad que hay en un alimento o en otro tipo de sustancia mediante la congelación del agua y su posterior eliminación por sublimación.

Ejemplo de alimentos liofilizados: café solubles. Los alimentos que mejor se liofilizan son los líquidos. Los líquidos como el café y zumos se pueden liofilizar en unas 4 horas, sin embargo, los semisólidos (sopas, estofados) requieren 10-12 horas. La reconstitución del producto se hace fácilmente en agua caliente.

La liofilización es la técnica de deshidratación que mejor conserva la forma, textura, color, aroma y capacidad de rehidratación de los alimentos.

Los alimentos liofilizados son muy higroscópicos y porosos, por lo que precisan embalajes rigurosamente herméticos, al vacío o en atmósfera de nitrógeno, lo que contribuye a su encajecimiento.

3. ALIMENTOS CONCENTRADOS

La concentración es un proceso por el que se elimina sólo una parte del agua de los alimentos mediante la utilización de aparatos concentradores o evaporadores. Se usa especialmente para alimentos líquidos. Muchas veces la concentración es la fase previa a la desecación.

Ejemplos: zumos de frutas, sopas, tomate, leche condensada, extractos de carne..

CONSERVACIÓN DE ALIMENTOS POR CALOR

El uso del calor para conservar alimentos puede considerarse antiquísimo. Las técnicas culinarias como el guisado, hervido, asado...no son sino métodos que la humanidad ha encontrado a lo largo del tiempo por un lado para mejorar la calidad organoléptica y por otro, para prolongar su conservación.

Además, la industria ha desarrollado otros sistemas de conservación basados en aplicar temperaturas más o menos altas. Cada uno de ellos se caracteriza por una determinada capacidad de destrucción microbiana, y además, por las distintas acciones que la temperatura provoca sobre los componentes químicos del alimento. Estas acciones pueden ser positivas como el ablandamiento del tejido, mejor digestibilidad, o negativas como la destrucción de nutrientes.

Las bacterias, levaduras y mohos suelen destruirse cuando la temperatura llega a los 100°C, pero las esporas de algunas especies presentan una gran termorresistencia, y para destruirlas hace falta tratamientos térmicos intensos (altas temperaturas y tiempos prolongados).

Uno de los gérmenes anaerobio y resistente al calor es el *Clostridium Botulinum* (peligroso en la elaboración de conservas). Las bacterias como *Bacillus Stearothermophilus* se utiliza como referente para evaluar si el tratamiento térmico ha sido el adecuado, ya que si se destruye el bacilo también se ha destruido el clostridium.

Los tratamientos térmicos intensos pueden afectar a los componentes de los alimentos:

- hay cambios organolépticos, concretamente aquellos relacionados con su aspecto externo (color, cambio de volumen),
- las proteínas se desnaturalizan a partir de 50°C, y si son enzimas pierden su actividad química. Como punto negativo de la desnaturalización de proteínas está la coagulación, pérdida de capacidad para fijar el agua, cambios esturcturales, etc.
- Los HC simples se caramelizan y los complejos se van convirtiendo en una especie de pasta que se hincha con el agua y produce espesamiento.
- Los lípidos se funden.

1. CONSERVAS

Este procedimiento consiste en envasar los alimentos en un recipiente hermético y someterlos durante cierto tiempo a un calentamiento, que inactiva o destruye los microorganismos y enzimas capaces de producir alteración de los alimentos.

El procedimiento fue ideado por Nicolás Appert hacia 1800, y por eso se le dicen también conservas appertizadas.

Los alimentos conservados en recipientes de vidrio, dentro de los cuales se ha producido gas, pueden tener la tapa abombada y con facilidad se aprecian síntomas de crecimiento microbiano (burbujas, turbidez, formación de películas en la superficie...). Debemos rechazar cualquier conserva que presente este aspecto.

2. ESCALDADO

El alimento se somete durante un tiempo más o menos largo, a una temperatura inferior a 100°C. Se aplica antes del procesado para destruir la actividad enzimática de frutas y verduras.

En la conservación de hortalizas se utiliza para fijar su color o disminuir su volumen antes de su congelación con el fin de destruir enzimas que puedan deteriorarlas durante su conservación. Esta manipulación no constituye un método de conservación, sino un tratamiento aplicado en las manipulaciones de preparación de la materia prima. El escaldado reduce el número de microorganismos contaminantes, principalmente mohos, levaduras y formas bacterianas vegetativas de la superficie de los alimentos.

3. PASTEURIZACIÓN

Es un tratamiento relativamente suave (Tra menor a 100°C) que se utiliza para prolongar la vida útil de los alimentos durante varios días, como en el caso de la leche, o incluso meses (fruta embotellada).

Conserva los alimentos por inactivación de enzimas y por destrucción de microorganismos sensibles a altas temperaturas (bacterias no esporuladas). Provoca cambios mínimos en el valor nutritivo y en las características organolépticas del alimento.

La intensidad del tratamiento y el grado de prolongación de su vida útil están determinados por el pH. En alimentos con pH superior a 4,5 el objetivo es la destrucción de bacterias patógenas y en los alimentos con pH inferior a 4,5 el objetivo es la destrucción de microorganismos causantes de su alteración y la inactivación de sus enzimas.

Los tiempos y temperaturas de tratamiento varían según el producto y la técnica de pasteurización:

- Pasteurización alta: 71°C y cortos periodos de tiempo (15 minutos).
- Pasteurización baja: 62°C y largos periodos de tiempo (30 minutos).

4. ESTERILIZACIÓN

El alimento se somete a temperaturas de entre 115 y 127°C durante tiempos en torno a 20 minutos. Para ello se utilizan autoclaves o esterilizadores. La temperatura puede afectar al valor nutritivo (se pueden perder vitaminas) y al organoléptico de algunos alimentos.

La esterilización UHT se basa en utilizar altas temperaturas (135-150°C) durante 1 ó 3 segundos. Su repercusión en el valor nutricional y organoléptico es menor que en la esterilización convencional.

5. COCCIÓN

La cocción puede destruir microorganismos sensibles a altas temperaturas, a la vez que permite que sobrevivan otras formas termorresistentes.

Para poder llegar a las partes internas del alimento hay que tener en cuenta el espesor del alimento, la temperatura del aceite o agua y la duración de la cocción. Los métodos de cocción más empleados son:

- Horneado y asado
- Fritura en aceite
- Hornos microondas

CONSERVACIÓN DE ALIMENTOS POR TRATAMIENTOS QUÍMICOS

Las sustancias químicas que se añaden a los alimentos están codificadas en las etiquetas como: emulgente E471, antioxidantes E222 E330 E450, estabilizante E407, colorantes autorizados E102 E110, conservantes E202, etc. Comúnmente se les da el nombre de aditivos.

Los aditivos son sustancias químicas añadidas intencionadamente a los alimentos con objeto de mejorar, corregir, estabilizar o modificar favorablemente los caracteres organolépticos del producto.

Según esta definición podrían considerarse aditivos la sal común, el azúcar, el vinagre, etc, que se utilizan frecuentemente en determinadas preparaciones y conservas como salazones, confituras, encurtidos, etc. Sin embargo, estos tratamientos modifican las propiedades organolépticas del alimento. Utilizaremos entonces el término conservador químico para cualquier sustancia química, que añadida a un alimento, contribuye a prevenir o retardar su alteración microbiana sin modificar sus caracteres organolépticos.

Los conservadores añadidos a los productos alimenticios para inhibir o destruir los microorganismos pueden clasificarse según su composición química, mecanismo de acción, especificidad, efectividad y legalidad.

1- ACIDOS ORGÁNICOS Y SUS SALES

Se añaden a los alimentos como agentes conservadores, y en algunos casos se producen de forma natural en el propio alimento por procesos de fermentación.

- **Ácido propiónico (E280) y propionatos de sodio (E281) y calcio (E282):** son eficaces como inhibidores del crecimiento de mohos, pero no actúan contra levaduras y bacterias. Se emplean en productos de panadería.
- **Ácido benzoico (E210) y benzoatos de sodio (E211), potasio (E212) y calcio (E213).** Se añaden a compotas, jaleas, zumos de frutas, etc. Son más eficaces cuanto más ácido es el pH (2,5-4), inhibiendo la proliferación de la mayoría de bacterias. El ácido benzoico y sus sales son de los pocos productos admitidos internacionalmente como conservadores.

- **Ácido ascórbico (E200) y sorbatos de sodio (E201), potasio (E202) y calcio (E203):** inhiben el crecimiento de levaduras y mohos, aunque su efectividad es menor frente a las bacterias. Son muy utilizados en quesos, productos de panadería, compotas, mermeladas, margarinas y frutos secos. Se añaden directamente y en forma de spray sobre materiales de empaquetado.

2- DIÓXIDO DE AZUFRE Y SULFITOS

El dióxido de azufre es sin duda uno de los microbiocidas más empleados, ya que también presenta actividad antioxidante y constituye además, un valioso inhibidor del pardeamiento no enzimático.

Los egipcios y romanos quemaban azufre para producir dióxido de azufre y limpiar las vasijas y utillaje para la obtención y almacenamiento de vino.

El dióxido de azufre y los sulfitos, bisulfitos y metabisulfitos de sodio y potasio, en solución acuosa, originan ácido sulfuroso que es el componente antimicrobiano activo. El dióxido de azufre por sí mismo, sólo es eficaz a dosis relativamente altas que hacen que el alimento no sea comestible, al no ser que se elimine en procesos posteriores como ocurre con el mosto de uva destinado a la vinificación, así como en la preparación de zumos concentrados y pulpas de frutas y con castañas y cerezas para confitería, de las que se elimina el dióxido de azufre durante transformaciones posteriores.

Los sulfitos se pulverizan sobre verduras antes de proceder a su desecación. En algunos países se autoriza la adición de sulfitos a carnes y pescados.

3- CONSERVACIÓN POR ADICIÓN DE SAL O DE AZÚCAR

Uno de los factores que controlan la proliferación de microorganismos en los alimentos es la humedad. Una forma de detener la multiplicación de microorganismos es rebajar el valor de la actividad del agua mediante la adición de suficiente cantidad de sales o azúcar, que al aumentar la presión osmótica del medio, limitan el agua disponible por el microorganismo.

La salazón de carnes y pescados puede obtenerse de 3 formas:

- en seco: se añade directamente capas de sal (NaCl) sobre las piezas.
- Por inmersión de las piezas durante un cierto tiempo en una disolución salina concentrada (salmuera)
- por inyección de la disolución salina en el interior de los tejidos de la carne.

El azúcar (generalmente sacarosa) se usa directamente (frutas glaseadas) o en disolución concentrada (frutas en almíbar). También puede utilizarse en el curado de carnes, jamón, añadiéndola a las salmueras para facilitar el desarrollo de determinados microorganismos beneficiosos para este proceso.

4- CONSERVACIÓN POR EL HUMO DE MADERA (AHUMADO)

Quemando las maderas de nogal, haya, roble, en recintos especiales, cámaras o túneles de ahumado, y colgando las piezas en su interior, éstas consiguen un sabor agradable y se facilita su conservación.

La acción conservadora del humo se debe al efecto combinado de sustancias químicas volátiles de la madera, y el calor desprendido en la combustión que produce una desecación de la superficie de la carne o pescado. Las temperaturas oscilan entre 40 y 75°C. Las sustancias volátiles de la madera son: formaldehído, ácido acético y fórmico, fenoles, etc. Estas sustancias tienen efecto bacteriostático y bactericida que impregnan las piezas dándoles un aroma y sabor característico. Pero, el humo también contiene hidrocarburos aromáticos policíclicos que son cancerígenos, por lo que hay que evitar temperaturas demasiado elevadas y no debe aprovecharse cualquier madera en el ahumado, rechazando especialmente las recuperadas de embarcaciones, traviesas de ferrocarril, etc. Que han sido alquitranadas. El ahumado por sí solo suele ser insuficiente como método aislado por lo que se asocia con otros métodos de conservación como la salazón y el secado.

5- CONSERVACIÓN POR ÁCIDOS

La acción conservadora del ácido acético en forma de vinagre se fundamenta en el descenso del pH que produce en el alimento tratado con este producto, ya que a pH inferior de 4-4,5, es muy difícil el crecimiento de bacterias. Sin embargo, el pH ácido en algunos preparados favorece el desarrollo de mohos y levaduras, por lo que la adición de vinagre suele ir asociada a otros métodos como la salazón, pasteurización, etc que garanticen una buena conservación.

Algunos productos tratados con disoluciones salinas en determinadas condiciones suelen sufrir una fermentación láctica natural con la consiguiente aparición de ácido láctico que acidifica el medio, lo que produce un efecto conservador (encurtidos, chourut, pepinillos, etc). Estos procesos fermentativos naturales con acidificación son la base de la obtención y conservación de otros alimentos como ciertos productos lácteos transformados por fermentación (quesos, leche acidófila, yogurt, requesón, crema ácida, etc).

6- ADICIÓN DE ESPECIAS

Las especias son condimentos constituidos por raíces, cortezas, hojas, frutos o semillas de especies vegetales, que por sus cualidades aromáticas y de sabor se añaden a los alimentos. En las concentraciones normalmente empleadas, las especias poseen una cierta acción inhibidora del crecimiento bacteriano debido a los principios químicos activos que contiene en sus esencias. Entre las especias con más potente acción bacterostática están la canela y el clavo. Otras especias con menor acción son la pimienta molida, mostaza, nuez moscada, tomillo, laurel, romero, pimienta negra, etc.

7- PRODUCTOS ELABORADOS

- **Jamón crudo y jamón cocido (York).**

El jamón crudo y el bacon son típicos ejemplos de productos preparados exclusivamente por salazón, sin recurrir a ninguna otra técnica de conservación, si bien a ciertas clases se les somete a un ahumado ligero que sirve más para aromatizarlas que para conservarlas.

El sistema tradicional de preparación de jamón crudo consiste en frotar las piezas con sal, que lleva añadido un 6% de nitrato de potasio. El tratamiento se completa con inyecciones de salmuera en el interior. Seguidamente se apilan los jamones entre capas de sal, lo que provoca una exudación de agua y los jamones pierden peso. Finalmente, se bañan en una salmuera saturada. La salazón dura 40-60 días, según el tamaño de la pieza, lo que da tiempo a que la sal penetre en el tejido muscular y la exudación se detiene al invertirse las condiciones de la presión osmótica. A continuación los jamones se lavan y frotan para eliminar la sal de la superficie, y en algunos casos se ahuman ligeramente para ser almacenados así en locales frescos y secos, en los que deben permanecer más de un año durante el cual sufren un proceso de maduración. Los jamones tradicionalmente más afamados maduraban en zonas secas y frías de montaña (jamón "serrano") pero actualmente la industria utiliza cámaras de aire acondicionado y métodos para acelerar los procesos.

El nitrato añadido en la sal es utilizado por ciertas bacterias nitratorreductoras que lo transforman en nitrito. El nitrito a su vez origina óxido nítrico, el cual se fija a las moléculas de mioglobina (proteína del músculo), originándose así la nitromioglobina que da un color rojo estable al jamón crudo y al bacon. Desde que se demostró que el nitrato se transformaba en nitrito, se usa éste cada vez más. Pero, el nitrito es una sal muy tóxica, por lo que sólo se permite en muy pequeña cantidad, mezclado con la sal: cloruro de sodio con 0,5-0,6% de nitrito. En los países de la C.E.E. Esta mezcla se prepara y vende por establecimientos autorizados.

El jamón York por su parte, tradicionalmente se elabora sumergiéndolo en unas cubas en salmuera con un 18% de sal ($\text{NaCl} + \text{KNO}_3$) y 2-3% de sacarosa. La salazón dura 30-40

días a unos 4°C. Se sacan y lavan los jamones, se deshuesan, se colocan en recipientes de aluminio o de hojalata y se cuecen en agua a 80°C. El calentamiento desnaturaliza la nitromioglobina que se transforma en nitroferrohemocromo, responsable del color rosado característico del jamón york y otras preparaciones (salchichas).

El uso de nitritos como conservador y estabilizador de carnes y pescados, presenta el peligro de que reacciona con las aminas secundarias originando nitrosaminas. Las nitrosaminas poseen una importante acción cancerígena, demostrada en experimentos realizados con animales de laboratorio. Las concentraciones de nitrosaminas detectadas hasta ahora en los alimentos son no obstante inferiores a las dosis que producen cáncer en animales.

- **Salazón y ahumado de pescados.**

El bacalao es uno de los ejemplos de pescado en salazón. Los ejemplares descabezados, eviscerados y eliminada la espina, se abren en hojas y se apilan, alternando con capas de sal, permaneciendo así unos 40 días. Terminado el salado se secan al aire. El producto final tiene 20-30% de agua y se conserva durante 4-6 meses a 15°C, o más de un año a 0°C.

Otros pescados como las anchoas, después de limpios, descabezados y eviscerados se presentan conservados directamente entre capas de sal y envasados en botes de cristal. Estas preparaciones pueden consumirse directamente después de eliminada la sal. En otras preparaciones, las anchoas saladas sufren un proceso de maduración durante 6-8 meses a unos 10°C tras lo cual se cortan en filetes y se envasan con aceite en latas.

Muchos pescados se preparan por salazón y ahumado. Primero se salan con sal seca o salmuera concentrada, y para el ahumado se ensartan por los ojos en largas agujas metálicas que se cuelgan en las cámaras de ahumado. Así se preparan sardinas, arenques.

El ahumado por sí solo es insuficiente como método de conservación salvo que esté asociado al salazón o secado.

Todos estos productos que no han sido sometidos a esterilización por tratamientos térmicos constituyen, después de eliminada la sal, productos perecederos, calificados como semiconservas.

- **Escabeches**

El escabechado consiste en sumergir durante un periodo de tiempo más o menos largo, hasta el consumo, las piezas en un líquido conservador llamado escabeche (vinagre

fuerte y especias, como la pimienta, el tomillo el pimentón...y sal). El ácido acético del vinagre hace que el pH descienda y junto con el efecto osmótico de la sal y el antiséptico de las especias, se consigue una conservación relativamente buena de carnes adobadas en este líquido (lomo, perdices) y pescados (atún, sardinas, anchoas). En el mercado estos productos están envasados en frascos de vidrio y en botes de hojalata, cerrados y esterilizados.

El alto contenido en ácido puede producir corrosión en el metal de la lata, por lo que se utilizan envases barnizados o lacados interiormente.

- Elaboraciones con azúcar

Las confituras son productos azucarados que se obtienen mezclando convenientemente el azúcar, frutas, colorantes, esencias aromatizadas, pastas feculentas, licores, etc

Las frutas glaseadas y frutas en almíbar son ejemplos de frutas confitadas o conservadas en azúcar.

Las jaleas de frutas se obtienen calentando los zumos de frutas ricas en pectina (membrillo, manzana) hasta que enfriados se solidifican en una masa translúcida a la que se añade azúcar y pectina.

Las mermeladas son productos elaborados cocinando la pulpa de frutas y azúcar. La consistencia varía con el tiempo de cocción. La cantidad de azúcar (sacarosa) que se añade es del 45-55%, según la acidez de la pulpa.

El alto contenido en azúcar y la escasa humedad de los productos de confitería hace que estén bien protegidos frente a las poblaciones microbianas. Además, muchos de los procesos se realizan en caliente, lo que destruye gran parte de la flora microbiana.

A nivel industrial se usan también aditivos y tratamiento térmico esterilizante.

Nuevas técnicas de conservación

En la actualidad no solo interesa alargar la vida útil de los productos, sino también que se conserve íntegramente su calidad nutricional y sensorial.

1- CONSERVACIÓN POR RADIACIÓN

La irradiación de alimentos se considera en algunos países una tecnología segura para reducir el riesgo de enfermedades transmitidas por alimentos en la producción, procesamiento, manipulación y preparación de alimentos de alta calidad. Es, a su vez, una herramienta que sirve como complemento a otros métodos para garantizar la seguridad y aumentar la vida útil de los alimentos.

Consiste en exponer el producto a la acción de radiaciones ionizantes durante un cierto periodo de tiempo, proporcional a la cantidad de energía que deseamos que el alimento absorba. Actualmente se utilizan 4 fuentes de energía ionizante:

- Rayos gamma (^{60}Co ó ^{137}Cs)
- Rayos X
- Electrones acelerados

Los rayos gamma penetran en el envase y atraviesan el producto sin dejar residuo alguno. La cantidad de energía que permanece en el producto es insignificante y se retiene en forma de calor, el cual puede provocar un aumento muy pequeño de temperatura (1-2°C), que se disipa rápidamente.

La energía radiante emitida produce ionizaciones, rupturas y pérdidas de la estabilidad de los átomos y/o moléculas del alimento con el que interactúan (efecto primario). Aparecen iones y radicales libres que se combinan entre sí o con otras moléculas, para formar sustancias ajenas a la composición inicial del producto, químicamente estables (efectos secundario). Los compuestos derivados de estas reacciones, también llamados radiolíticos, no presentan riesgos para la salud, y se ha comprobado que los mismos compuestos se forman en la cocción u otros procesos de conservación.

Con la dosis adecuada se pueden mantener las características organolépticas del alimento, pero a dosis elevadas de radiación, se producen modificaciones del sabor, color

y textura que pueden hacerlo inaceptable para el consumo. Estas alteraciones se pueden paliar irradiando el alimento envasado al vacío o en atmósfera modificada, en estado congelado o en presencia de antioxidantes. Las alteraciones más características:

- Olor y/o sabor típico, principalmente debido al efecto de los radicales libres sobre lípidos y proteínas.
- El color, como por ejemplo, el oscurecimiento de carnes.
- El ablandamiento considerable de frutas y hortalizas.

Beneficios de la radiación:

- Mayor calidad desde el punto de vista microbiológico. Se destruyen Salmonella, E. Coli, Campylobacter, Listeria monocitogenes,....
- Los productos pueden ser tratados una vez envasados
- Aumenta la vida de los alimentos
- Disminuye el uso de compuestos químicos
- Poca pérdida de nutrientes, generalmente menores a otros métodos de conservación.

A pesar de todos los beneficios, en España no se puede utilizar esta técnica.

2- ALTA PRESIÓN / PRESURIZACIÓN / PASCALIZACIÓN

La alta presión favorece y mejora la calidad sensorial y la conservación de alimentos.

La alta presión hidrostática (APH) o pascalización provoca la inactivación de células microbianas sin alterar la calidad sensorial ni los nutrientes de los alimentos. El efecto de la APH en los microorganismos es una combinación de varias acciones:

- Cambios de morfología de las células, reversibles a bajas presiones (menos de 200 MPa) e irreversibles a presiones altas (mayores a 300 MPa).
- Desnaturalización de proteínas
- Modificaciones que afectan a la permeabilidad celular

¿Cómo conseguimos la presurización?

El alimento se coloca en un recipiente de plástico estéril (PVOH, EVOH), se sella y se introduce en la cámara de presurización para su procesamiento. No hay posibilidad de deformación del paquete porque la presión ejercida es uniforme. La cámara de presurización se cierra y se llena con el medio transmisor de presión, normalmente agua. La presión aplicada comprime el medio transmisor alrededor del alimento provocando una disminución del volumen, que varía según la presión y temperatura aplicadas.

Calidad sensorial de los alimentos presurizados

Los alimentos conservan perfectamente sus características organolépticas, y a veces incluso mejoran:

- Los zumos de cítricos, excepto el de pomelo, adquieren un sabor fresco, sin pérdida de vitamina C. Vida útil 17 meses.
- Los colores, sabores y olores no se ven afectados. Sólo en algunas frutas como la pera se produce un pequeño oscurecimiento.
- La textura varía en función del alimento. En carne o filetes de pescado pre rigor mortis se ablandan y se vuelven opacos. En la carne fresca el ablandamiento incrementa la digestibilidad de sus proteínas. En el caso del tomate, por el contrario, su estructura interna se endurece.
- La APH gelatiniza el almidón a presiones superiores a 400 MPa.
- Los huevos no tienen el sabor y el olor a sulfuroso
- Impide el incremento en acidez del yogur, ya que evita la reproducción de bacterias lácticas

3- PULSOS DE LUZ

Consiste en la aplicación de pulsos de luz de gran intensidad y corta duración (entre microsegundos y milisegundos) sobre la superficie del alimento.

Se inactivan los diferentes mecanismos de alteración de alimentos. Además se puede esterilizar envases que estén en contacto con alimentos.

Hay muchos estudios para perfeccionar esta tecnología.