

El Ozono en la Conservación Cárnica

a) El ozono en la conservación de la carne

Para la conservación y almacenamiento de la carne se requiere el frío y la congelación, pero no basta con esto. Los gérmenes y mohos que habitan en la superficie y que han sido paralizados mediante el frío, vuelven a recobrar su vigor cuando retoman la temperatura ambiente.

El ozono destruye estos agentes dañinos, garantizando una asepsia total en la carne. Además, se obtiene un mejor aspecto y presentación, así como la desodorización de las cámaras y eliminación de los agentes nitrogenados originados por la descomposición de la urea $\{CO(NH_2)_2\}$.

Estimula la acción digestiva de las enzimas, con lo que se consigue una carne más blanda.

La concentración más conveniente es de 5 a 6 mg O_3/m^3 aire, a una temperatura entre 1°C a 3 °C y una humedad relativa del 90%. De esta forma se obtiene un considerable **aumento en el tiempo de almacenaje y una disminución en las pérdidas de peso**. El "enranciamiento" de la carne no se produce hasta alcanzar unas concentraciones muy elevadas, del orden de 60 mg O_3/m^3 aire, en relación con nuestro sistema y cálculo.

En cuanto a las pérdidas de peso, podemos afirmar que en general las carnes conservadas en atmósfera sin ozono experimentan unas pérdidas de peso superiores a las ozonizadas, con una media de 0,7% a 3%, según el tipo de la carne, nivel de humedad, carga de las cámaras, temperatura,...

Como la pérdida de peso es directamente proporcional a la superficie de la carne, cuando la conservación se realiza sobre canales enteras, la ozonización arroja unos resultados todavía más sorprendentes en cuanto a pérdidas de peso se refiere.

Podemos establecer un cuadro comparativo, con los siguientes resultados:

CARNE OZONIZADA

Ausencia de hongos

Carne tersa, limpia

Color blanco rosáceo

CARNE SIN OZONIZAR

Presencia de hongos

Carne con mal aspecto

Coloración roja negruzca

Pocas manchas de metaglobina en superficie y ninguna en corte profundo	Presencia abundante de manchas de metaglobina en superficie y aumento en corte profundo
Estabilización del pH	Aumento del pH
Ausencia de mezcla de olores y ausencia de los mismos	Presencia de olor de diferentes carnes
Mayor duración de la conservación	Menor tiempo de conservación
Inhibición del crecimiento bacteriano	Crecimiento bacteriano en aumento

El ozono en el tratamiento de la carne de vacuno

KEFFORD (1.948) señaló que la exposición de las piezas cortadas de carne fresca a una concentración de ozono de 10 mg O₃/m³ (3 horas al día entre 1 °C y 5 °C) era efectiva, preservando la carne, si la aplicación del ozono había comenzado durante la fase de retraso, de bacterias y cuando el contenido de la superficie de la carne fuera reducido.

KAESS y WIEDEMANN (1.962 y 1.968) elaboraron un estudio titulado "Ozone Treatment of Chilled Beef" (Tratamiento con ozono de la carne de vacuno fresca) con dos experiencias: en la primera parte de su investigación (1.968 a) los filetes de carnes conservados a una temperatura de 0.3 °C y una concentración de ozono de 0.6 mg O₃/m³ no alteraron el color y el tiempo de conservación fue mucho mayor.

En la segunda parte de su estudio, **KAESS y WIEDEMANN** (1.968 b) demostraron que la duración del tiempo de conservación con una exposición a una concentración de ozono de 0.6 mg O₃/m³ no es debida a la formación de una capa oxidada en la superficie de la carne, sino a una "absorción" de ozono por la superficie de la carne.

FOURNAUD y LAURET (1.972) en Francia, comprobaron que altas concentraciones de ozono del orden de 100 a 500 p.p.m. no tienen ningún efecto positivo sobre la microflora de la superficie de la carne. Esto se atribuye al posible efecto protector causado por la reacción del ozono con la grasa de la carne y con las proteínas de la superficie. Además, con estas concentraciones de ozono se produce un color indeseable y un cambio de olor, de manera que **no es**

recomendable una exposición de la carne a altas concentraciones de ozono para la conservación de la carne de vacuno.

Por otra parte, **KOLODYAZNAYA y SUPONINA** (1.975) demostraron que el período de conservación para la carne de vacuno congelada a 0.4 °C y 85-90 % de humedad relativa puede extenderse de un 30 a un 40 % más utilizando concentraciones de ozono de 10 a 20 mg O₃/m³, teniendo en cuenta que el recuento microbiano no exceda de 10³ /cm².

BILLON (1.978) en Francia, constató que el ozono, solo o en combinación con radiación ultravioleta, ejerce solamente un efecto bacteriostático en cultivos de "Bacillus subtilis" y "Micrococcus Luteus", pero un efecto bactericida sobre la "Salmonellae", "Staphylococcus Aureus" y "Escherichia Coli". La utilización del ozono para esterilizar el interior de los vehículos de transporte de carne reduce la cantidad de Mesophilos Aerobicos, Coliformes y Clostridium Sulfito-reductor. Además, la ozonización mejora la calidad de conservación de las carnes. **BILLON** concluye con que un tratamiento con ozono es válido tanto para la conservación de los productos cárnicos, como para la "esterilización" de vehículos y equipos.

DEMAG ELEKTROMETALLURGIE indica algunas recomendaciones sobre la utilización del ozono en las cámaras frigoríficas:

Las colonias establecidas hace ocho horas son mucho más resistentes al ozono que las colonias "frescas". Sin embargo, se recomienda utilizar un tratamiento con ozono desde el comienzo del almacenaje, de modo que las colonias bacterianas no encuentren resistencia ante el ozono. En este sentido, son recomendables dosis de ozono de 3 mg O₃/m³ de aire, tres o cuatro veces al día.

Las colonias bacterianas se desarrollan más lentamente a bajas temperaturas. Por ejemplo, a 2°C - 4 °C durante 24 horas las colonias "viejas" se destruyeron con ozono tan rápidamente como durante una hora a temperatura de cámara frigorífica. Las levaduras son más sensibles al ozono que las bacterias.

Los mohos de la superficie pueden ser controlados fácilmente, pero crecen dentro de la carne, así que el ozono llega a ser mucho menos eficiente en su acción. La dosis recomendada de 3 mg O₃/m³ de aire aplicada durante cinco horas al día a 4°C - 5 °C inhibirá el crecimiento de los mohos si éstos están ya establecidos.

Con esta concentración, el ozono sólo detendrá parcialmente el crecimiento de microorganismos de la superficie de la carne. Para destruir el crecimiento total se necesitan mayores dosis de ozono y éstas pueden dañar la carne.

Es muy importante mantener el ambiente ligeramente ozonizado desde el principio hasta el final del proceso: despiece, almacenaje-conservación, transporte, cámara, almacén del local de venta y vitrinas de exposición.

El ozono en el tratamiento de la carne de pollo

YANG y CHEN (1.978) de la Mississippi State University, remojaron piezas de pollo en agua helada, después inyectaron aire ozonizado a presión (3.88 mg O₃/L) a través de las piezas remojadas durante veinte minutos con un caudal de gas de 2.500 ml/min. A continuación, las piezas fueron secadas poco a poco y permanecieron 28 días en bolsas de polietileno a 4 °C. Las muestras tratadas con ozono tuvieron un recuento microbiano mucho más bajo que las piezas no tratadas y la vida media de las piezas ozonizadas duraron 2,4 días.

En este tipo de aplicación, la carne está conservada con un tratamiento con ozono en una solución acuosa, con una acción bactericida mucho más efectiva que en el aire.

Más adelante, **YANG y CHEN** (1.979) determinaron que un tratamiento con ozono preferentemente destruye organismos gram-negativos en estas condiciones.

El ozono en Mataderos y Carnicerías. Objetivos perseguidos.

Salas de manipulación: El ozono actúa aquí como un seguro durante el despiece y/o elaborado de los embutidos, etc. al destruir de forma efectiva todos los microorganismos existentes en el ambiente, creando así una atmósfera completamente aséptica, sin riesgo alguno de contaminación de los productos cárnicos.

Es notable también el efecto desodorizante, con lo cual las personas que trabajan durante varias horas en estas dependencias disfrutan de un ambiente más puro y limpio, que se refleja incluso en los olores que, con un tratamiento con ozono, no se "pegan" a las vestimentas ni al cuerpo.

Así mismo, también se ha colocado, para el lavado de manos de los empleados, equipos de ozonización de agua en el punto de consumo, con lo cual no existen

restos de olores, al tiempo que se desinfecta eficazmente y deja las manos más suaves.

Cámaras Frigoríficas: En el momento que la pieza de carne es desollada, está expuesta a un sinnúmero de agentes que producen infecciones, aceleración de la maduración y descomposición de la carne. Es aquí donde el ozono interviene con una eficacia probada, destruyendo todos estos gérmenes que inciden en la putrefacción. Se ha observado:

- Las piezas de **ternera** pierden mucha menos agua de lo habitual, y consecuentemente menos peso. Ello es debido al efecto estabilizador de la humedad relativa por parte del ozono, con lo cual hay una menor cesión de humedad del producto cárnico hacia el ambiente.

- Las **hamburguesas, salchichas,**... permanecen "frescas" y no se encostran durante su almacenamiento. No hay tampoco agua en las bolsas de plástico utilizadas para su conservación.

- Las puntas de las **alas de pollo** aguantan cuatro o cinco días más sin que aparezca el color rojizo, incluso negruzco, que indica un deterioro del producto.

- Los problemas clásicos del **conejo**: olor fuerte, piel seca y babosa, desaparecen. La venta de conejos desde matadero hasta consumidor tiene que ser muy rápida, ya que, a pesar de su conservación en cámara frigorífica, el conejo aguanta hasta unos cinco días máximo para ser vendido. Con ozono se ha conseguido mantenerlo en las mismas condiciones que recién traído del matadero y apto para la venta, tras 12 días de conservación en cámara frigorífica.

- Las **patas de cerdo** no producen esa "babilla" característica y no precisan de lavado. Al aumentar el periodo de conservación no se tiene que destinar para la elaboración de salchichas de forma inmediata.

- La **carne** en general se mantiene en las mismas condiciones óptimas que recién introducida en la cámara. Se han comprobado algunos casos en la que se mantiene hasta 46 días sin prácticamente alteración. Incluso dura más tiempo en el frigorífico de casa.

- La carne de **caballo** se mantiene mucho más tiempo.

Tratamiento del agua: El ozono tiene también una importante aplicación el lavado de las piezas (enteras o cortadas) de carne. Así, durante el lavado en frío de los pollos, para evitar la proliferación de infecciones después del desplumado que pueden destinar el producto para "venta de segunda", es decir a un menor precio.

En general, para eliminar la flora bacteriana que se ubica rápidamente en la superficie de la carne y como sustituto de productos clorados que habitualmente se han utilizado para este fin.

b) El ozono en el tratamiento de los embutidos

Durante la elaboración y posterior curado de los embutidos, estos están sometidos a unas condiciones de temperatura y humedad muy rigurosas: unos 20 °C de temperatura y entre un 70% -75% HR. Con estos parámetros el problema más generalizado en embutidos es la aparición del moho verde, auténtica pesadilla del responsable de este tipo de industria.

¿Qué misión tiene aquí el ozono? Un tratamiento con ozono, en primer lugar oxigena la cámara, ya que en la mayoría de los casos, el aire interior se enrarece durante el proceso de curación, por los fenómenos químicos que tienen lugar en las mismas piezas.

Aireado: Extracción del aire de la cámara y muy poco aporte; recirculación del mismo aire de la cámara filtrado, a fin de conservar el mismo grado de humedad y temperatura,... Con ozono se elimina este aire viciado, aportando aire "nuevo" y desodorizando el local al mismo tiempo.

Pero el verdadero sentido de un tratamiento con ozono durante el curado y conservación del embutido es su labor como agente bactericida y fungicida al mantener aséptica la cámara de conservación, destruyendo todos los gérmenes periféricos nocivos existentes en el ambiente.

Debido a las rigurosas condiciones antes comentadas (alto grado de humedad) las piezas embutidas se ven cubiertas por un moho de color verduzco, que retrasa el curado durante varios días y hace costosa su eliminación. Incluso se desarrollan en este campo de cultivo bacterias que pueden perjudicar el producto, deteriorándolo. Este moho verde se va transformando paulatinamente en moho blanco, ya inofensivo y mucho más fácil de eliminar. En algunos tipos de embutidos (longanizas y fuet, sobre todo) es típico que exista en la periferia, y es símbolo de

calidad. Otros fabricantes, sin embargo, eliminan este moho y proceden a un harinado de la superficie.

El ozono actúa eliminando en un 80% - 90% este moho verde, transformándolo en moho blanco con lo cual el gasto en mano de obra y productos químicos es mucho menor, el tiempo de curado se adelanta en unos días (de 3 a 5 días), por lo que en una fábrica dedicada a la explotación intensiva de embutidos, al acelerar el proceso de curado, **los beneficios suponen la amortización de los equipos utilizados en unos pocos días.**

c) El ozono en el tratamiento del jamón

A partir del prensado y salado del jamón, dos son los tratamientos realizados con el producto durante el secado y almacenamiento hasta el momento del traslado para el consumo:

- **Secado artificial:** Realizado en cámara frigorífica para poder regular a voluntad las condiciones de temperatura y humedad exigidas. Generalmente son:

Ø De 8 °C a 10 °C de temperatura.

Ø Humedad relativa de 80%

Ø Aportación de aire (evaporadores).

- **Secado natural:** Efectuado en plantas bajas y semisótanos, con fuertes corrientes de aire natural (De ahí el nombre de "serrano", de la sierra) con:

Ø Temperatura ambiente (15 °C).

Ø Humedad relativa del 90%.

Ø Corrientes de aire naturales.

Objetivos: La ozonización contribuye a estabilizar las reacciones fisicoquímicas que se realizan en el jamón durante su secado. Evita pérdidas de peso al mantener la humedad relativa propia del jamón, evitando cesión de humedad hacia el ambiente (sudor). El jamón conserva así su peso, pero también su gustosidad y aroma.

La ozonización impide también una excesiva cesión de la humedad externa hacia el jamón, facilitando de esta manera un secado mucho más efectivo, y evitando que

el producto se ponga blando y con mucho moho. Así se acelera la curación, reduciendo el tiempo necesario de esta operación pero manteniendo su calidad.

Está demostrado que el ozono evita la formación del moho verde y hongos en la superficie de las piezas, verdadero ecosistema donde se desarrolla el ácaro, gusanillo microscópico. Un tratamiento con ozono inhibe el crecimiento de estos ácaros.

Secado artificial: El ozono interviene dejando la cámara completamente aséptica, actuando como un seguro para evitar la proliferación del moho y, por consiguiente, de colonias de ácaros.

Secado natural: En esta etapa se hace imprescindible el ozono, constatando la eliminación del moho verde entre un 50% y un 90%, según piezas. A raíz de ello proliferan menos los ácaros, lo que produce indirectamente un importante ahorro de tiempo y mano de obra en la limpieza del jamón. Es conveniente que a esta etapa lleguen las piezas ozonizadas ya desde un principio, puesto que los resultados son mucho más eficaces.