

ENVASADO DE ALIMENTOS MARINOS EN ATMÓSFERAS MODIFICADAS (EAM)

Yván A. Llave – Miguel Gallo
Instituto Tecnológico Pesquero del Perú
yllave@itp.org.pe – mgallo@itp.org.pe

INTRODUCCIÓN

La preservación de los alimentos está basada principalmente en el uso de una serie de una o más técnicas combinadas, que pueden ser utilizadas para mejorar la calidad de los productos convencionales o para desarrollar nuevas presentaciones, inocuas y estables, que se constituyan en productos con adecuadas propiedades sensoriales y nutricionales (Leistner, 1992). El envasado de alimentos en atmósferas modificadas (EAM) es una técnica de preservación que se basa en la sustitución del aire del interior del envase por un gas o mezcla de gases, constituidos principalmente por el dióxido de carbono (CO₂), oxígeno (O₂) y nitrógeno (N₂), cuyas proporciones naturales en el aire atmosférico son 20%, <1% y 79%, respectivamente. Este cambio de la composición del aire dentro del envase, sumado al almacenamiento en condiciones de refrigeración, prolonga la vida útil del producto sin alterar su calidad.

La tecnología de EAM aplicada en productos pesqueros de alto valor comercial, constituye una alternativa importante, pues permite ofrecer al consumidor recursos frescos refrigerados de acuerdo a la tendencia actual del mercado; permitiendo, aumentar la vida útil del producto, retardando los procesos de deterioro y manteniéndolo atractivo al consumidor por mayor tiempo. Este último detalle permite cubrir el tiempo de tránsito a la que es expuesto el producto para su exportación, facilitando su venta al menudeo.

A lo largo de las últimas 3 décadas se han incrementado en el mercado de manera notable la oferta de productos empacados con gases. Este incremento ha conllevado al mejoramiento de la industria de los empaques, los cuales han conducido al desarrollo de polímeros de alta barrera y equipos de empacado, especialmente los termoformadores (TFFS).

En Europa la utilización de atmósferas protectoras para el envasado de alimentos está mucho más extendida que en EEUU, favorecido en parte por el hecho que las distancias son más cortas y los detallistas europeos lo han utilizado como una solución para reducir devoluciones y desechos de los alimentos refrigerados. Asimismo, en Europa, más del 60% de todos los productos que se comercializan envasados bajo atmósferas protectora, lo hacen en el Reino Unido y Francia, impulsado principalmente por las cadenas de distribución al por menor. (Rodríguez, 1998).

En este contexto, vemos que la calidad de las materias a ser envasadas, en especial las de origen pesquero, constituye un factor muy importante en el intento de conseguir un aumento en la vida útil del producto. Por eso que a la hora de seleccionar una determinada especie para su envasado posterior tendremos que tener en cuenta su origen, su nivel de frescura, las condiciones higiénicas de manipulación y procesamiento y la carga microbiana inicial. Por sobre todo, se tiene que evitar el quiebre de la cadena de frío desde que el pescado se captura hasta que llega al consumidor, debiendo las materias primas permanecer todo el tiempo con abundante hielo para alcanzar temperaturas entre 0 y 2 oC. (Bautista, 1998).

A continuación, se presenta una breve revisión de los aspectos tecnológicos más relevantes involucrados en el EAM de alimentos marinos.

PRESERVANTES GASEOSOS UTILIZADOS EN EL ALMACENAMIENTO DEL PESCADO EN ATMÓSFERA MODIFICADA

Propiedades de los principales componentes

Se ha experimentado ampliamente sobre el uso de diferentes gases con el objetivo de ampliar la vida útil del pescado y de los productos derivados de este recurso. Conociendo que la disolución del gas en los tejidos del pescado o en las células bacterianas presentes es la clave para que dicho compuesto ejerza sus efectos protectores, se han efectuado estudios que incluyen la aplicación de ozono (Haraguchi y col., 1969; Nelson, 1982), amonio, ácido sulfuroso y óxido de etileno (Windsor y Thoma, 1974, Silva, 1981), además de haber reivindicado los vapores de amonio que han mostrado un éxito parcial en la prolongación de la vida útil del pescado (Mandal y Mukharjee, 1974). Sin embargo, los únicos sistemas de atmósfera modificada que han justificado su desarrollo comercial y con crecimiento sostenido han sido el envasado al vacío, en el que cualquier efecto conservador se atribuye a la eliminación del oxígeno y la acumulación de dióxido de carbono (Enfors y col., 1979), y la utilización de mezclas de gases añadidas o generadas, teniendo al CO₂ como principal ingrediente activo. Esta última técnica se conoce tanto como envasado en atmósfera controlada (cuando la mezcla es gases es continuamente monitoreada para conservar la proporción original) o como envasado en atmósferas modificadas (cuando se reemplazan los gases y luego de cerrar el envase se pierde control sobre la mezcla, confiando solo en las propiedades de barrera del material utilizado). La utilización de mezclas de gases permite la adición de CO₂ en

cantidad suficiente para ejercer algún efecto inhibitor sobre las bacterias de descomposición, pudiendo, sin embargo, observarse algunos efectos negativos sobre el producto tal como decoloración y generación de exudado, al emplear concentraciones de CO₂ cercanas al 100%. El CO₂ en una atmósfera determinada se desconcentra con la inclusión de nitrógeno y algunas veces oxígeno.

El nitrógeno (N₂) es un gas insípido e inerte, que muestra baja solubilidad en agua y lípidos. Este es utilizado para desplazar el oxígeno del empaque, disminuir la rancidez oxidativa e inhibir el crecimiento de microorganismos aerobios (Farber, 1991). Debido a su baja solubilidad, el N₂ es utilizado como gas de soporte en el envasado, previniendo el posible colapso del empaque causado por la disolución del CO₂, que a su vez determina un descenso del pH en el músculo del pescado cuando es envasado fresco, causando decoloración y exudado cuando la concentración de este gas es muy alta. El oxígeno, por otro lado, tiene igualmente baja solubilidad y se utiliza en elevadas concentraciones, junto con el CO₂, para conservar el color rojo de los pigmentos en algunos productos cárnicos que se empaca bajo atmósferas modificadas. Las razones para la inclusión de O₂ dentro de una mezcla de gases para pescado envasado bajo atmósfera modificada incluyen la eliminación del riesgo potencial de botulismo de los productos en envases cerrados y en algunas carnes rojas para mantener el color rojo vino de los atunes por ejemplo. Sin embargo, la presencia de oxígeno puede causar problemas de rancidez oxidativa en pescados con alta cantidad de grasa, promoviendo la formación de aldehídos de bajo peso molecular, cetonas, alcoholes y ácidos carboxílicos (Heidmann y Oetterer, 2003), afectando la calidad de los productos envasados.

Proporciones de gases recomendados para su uso en EAM

Experimentalmente se han examinado muchas combinaciones de mezclas de gases en relación con sus efectos sobre el pescado almacenado. Algunos investigadores informan del éxito de la aplicación de bajos niveles de CO₂ (20%, Brown y col., 1980; 11.5%, Nelson y Tretsven, 1977; 25%, Villemure y col., 1986), y otros como Sacks y Gore (1987) recomiendan el uso de atmósferas al 100% para mariscos. Por eso es que aunque en la mayoría de las recomendaciones y de los ensayos prácticos recomiendan concentraciones iniciales de CO₂ entre 30 y 60%, se ha considerado usual niveles necesarios de CO₂ superiores al 25% (Gill y Tan, 1979).

Por otro lado, existen divergencias sobre la necesidad de incluir el O₂ junto con el N₂ como gas diluyente de la atmósfera. Tiffney y Mills (1982) comprobaron que el O₂ incrementa realmente la vida útil del pescado blanco, coincidiendo con Lagoin (1985) y Sacks y Gore (1987), quienes recomiendan la adición del 30% de O₂, no obstante que establecen la necesidad de excluirlo de envases conteniendo pescados grasos y productos curados. En este último contexto, Kimber (1984) indica que el pescado graso necesita una mezcla inerte de CO₂ y N₂, y que se debe tener un gran cuidado para eliminar toda traza de O₂.

Tabla 01

CAMBIOS QUE SE PRODUCEN DURANTE EL ALMACENAMIENTO DE LOS PRODUCTOS DE PESCADO EAM

Composición de la atmósfera en el espacio de cabeza

La proporción de CO₂ en el espacio de cabeza desciende porque este gas se disuelve en los tejidos del pescado (Strasdiene y col., 1982 y Davis, 1990). Como una consecuencia de esto, las proporciones de los componentes de la mezcla de gases, que actúan como diluyentes del CO₂, se incrementan y la concentración de O₂, podría al inicio superar los niveles vistos en la atmósfera e incluso incrementarse. Posteriormente, como la velocidad de solubilización del CO₂ es superada por la velocidad de liberación producida por la respiración bacteriana, las curvas se invierten. Cualquier efecto químico sobre los tejidos del pescado es proporcional a la cantidad de CO₂ que se disuelve pero, como la flora contaminante se limita a la superficie del pescado, una importante parte del efecto bacteriostático esta probablemente más influenciado por el remanente de este gas en la atmósfera residual. Por eso que en una mezcla de gases una elevada proporción de este gas frente al pescado, podría presentar un balance químico muy diferente a su presencia en bajas concentraciones, no obstante que dependerá del producto, su condición y otras características físico - químicas del mismo.

Botulismo

Los riesgos de botulismo en el pescado envasado en atmósferas modificadas han sido revisados ampliamente. Los riesgos ante este peligro potencial pueden ser controlados mediante la conservación de los productos bajo refrigeración y en el caso de enfrentarse a moderadas variaciones de temperatura se podría obtener protección adicional, mediante la manipulación de la actividad del agua (Aw), adición de sal, entre otras técnicas ligadas a la tecnología de obstáculos. La principal preocupación con los productos de pescado EAM es la anaerobiosis, condición que puede promover el crecimiento del *Clostridium botulinum*, en particular la cepa tóxica tipo E, para la que la carne de pescado es un medio excelente de crecimiento, aunque variable (Eklund, 1982^a). Puesto que estas cepas no son proteolíticas y pueden crecer a temperaturas por debajo de 3.3 °C, la inhibición de los agentes incrementa el riesgo de que los productos se vuelvan

tóxicos antes de que los signos normales de la descomposición proporcionen una seguridad razonable. Se cree que la inclusión de alguna cantidad de oxígeno junto al nitrógeno o dióxido de carbono disminuye el peligro botulínico, pero esta percepción es probablemente errónea porque *C. Botulinum* crece en el pescado fresco si se abusa suficientemente de la temperatura (30 – 35 °C) independientemente de la presencia o no de oxígeno o de dióxido de carbono. La realización de ensayos con muestras inoculadas ha producido resultados muy diversos. Claramente, es probable la amenaza que, como Eklund (1982^a) ha comprobado, se desvanece mediante la adición de O₂ en la mezcla de gases.

Propiedades sensoriales

La aceptación de un producto alimenticio por parte de los consumidores es dependiente de su aspecto general, de manera que inspire confianza la cual será probada satisfactoriamente cuando se compre y se consuma. Por lo tanto, las propiedades sensoriales importantes se agrupan en dos categorías: (a) los efectos físicos (del envase y del producto pesquero) que pueden evaluarse visualmente, incluyendo el colapso del paquete, la producción de exudado y la decoloración; y (b) las propiedades organolépticas de olor, sabor y textura.

Colapso del paquete

El colapso de un envase se puede producir porque el CO₂ de la atmósfera en un EAM es absorbido por el producto, produciéndose un descenso de la presión interna al interior del paquete. Esta disolución del gas en la superficie de la carne, trae consigo una reducción del pH y consecuentemente una reducción de la capacidad de retención de agua de las proteínas, que genera un exceso de exudado en el interior del envase. Como consecuencia, altas concentraciones de CO₂, pueden provocar cambios organolépticos como por ejemplo alteraciones en la textura de la carne (Parry, 1995).

Común es observar la reducción de volumen en envases tipo almohadilla (pillow pack) y de bandejas rectangulares semi rígidas que se utilizan habitualmente para los productos de origen pesquero. En este último ejemplo, las paredes laterales pueden doblarse y luego contraer el envase haciendo que el film superior forme una superficie cóncava que si hace contacto con el producto, se considera perjudicial para el aspecto visual en general. Considerando que el aumento del espesor del paquete presenta importantes implicaciones económicas, algunos fabricantes prefieren inyectar gas con una ligera sobrepresión, los cuales no obstante presentar inicialmente una superficie convexa, podría hacerlos inestables si se apilan sin un soporte.

Exudado o goteo

El problema se puede controlar limitando a la proporción adecuada la cantidad de CO₂ y colocando el pescado, en el interior del envase, sobre almohadillas absorbentes (Tiffney y Mills, 1982; Cann, 1984). En la mayoría de los trabajos se detalla la liberación del goteo y el colapso del paquete; los problemas se agravan a temperaturas más bajas de almacenamiento, quizás como consecuencia de una mayor solubilidad del CO₂ bajo tales condiciones.

Inhibición del crecimiento bacteriano

El EAM inhibe el crecimiento microbiano, reduciendo la formación de bases volátiles totales (TVB) y trimetilamina (TMA) y retardando las alteraciones en las proteínas, lo que resulta en una extensión de la vida útil del pescado, tal como fue demostrado en un trabajo sobre merluza EAM almacenada en hielo por tres semanas sin pérdida de calidad importante (Pastoriza et al., 1996). En cuanto al efecto inhibitorio del CO₂, este se incrementa a bajas temperaturas debido al aumento de su solubilidad. El CO₂ es soluble no solamente en agua, sino también en lípidos, siendo el principal responsable del efecto bacteriostático en atmósferas modificadas. La molécula de CO₂ es más soluble en agua que cualquier otro gas ya que más del 99% existe como gas disuelto. Menos del 1% existe como ácido carbónico, el cual se disocia parcialmente en: H⁺, HCO₃⁻ y CO₃²⁻ (KNOCHE, 1980 cit. por OGRYDZIAK y BROWN, 1982; PARRY, 1995). A 0 °C y una presión parcial de 1 atmósfera de CO₂, su solubilidad en agua es máxima.

Otro de los gases empleados en EAM, es el nitrógeno, gas inerte de baja solubilidad en agua y grasas, utilizado fundamentalmente para desplazar el oxígeno, actuar como gas de soporte para evitar el colapso del envase, así como para retrasar la oxidación (PARRY, 1995; ZHAO y WELLS, 1995). Indirectamente, también puede influir sobre los microorganismos en los alimentos percederos, al retrasar el desarrollo de los organismos aerobios promotores de descomposición. Como ya se ha visto, por otro lado, la disolución del dióxido de carbono hace disminuir el pH en el músculo del pescado al formarse ácido carbónico: CO₂ + H₂O → H₂CO₃ → H⁺ + HCO₃⁻. Al reducirse el pH, se inhiben los microorganismos ácido-sensibles mientras que simultáneamente, se favorece el crecimiento de los ácido-tolerantes. Se ha observado el crecimiento de bacterias lácticas en muestras de pescado en atmósferas enriquecidas en dióxido de carbono. El envasado en atmósferas con elevadas concentraciones de dióxido de carbono influye también en la tasa bacteriana; en EAM se reducen los niveles de las bacterias Gram (-) a diferencia de lo que ocurre en el almacenamiento a 4 °C en aire en la que se produce un incremento de este tipo de bacterias (Brody, 1996).

Decoloración y respuesta organoléptica

La estabilidad del color es de fundamental importancia en la calidad de los productos pesqueros EAM. El pigmento, soporte de las proteínas de muchos alimentos frescos es sensible a la oxidación, lo que provoca la decoloración. Esto actúa en detrimento de la apariencia del producto,

disminuyendo su valor comercial. Brown y col. (1980), demostraron que la inclusión de un 1% de monóxido de carbono en la mezcla de gases podría ayudar a retener el color rojo del músculo en el que se ha producido la decoloración de los pigmentos de la mioglobina. La respuesta organoléptica sobre el uso de altas concentraciones de CO₂ en el EAM de pescado no es totalmente favorable. Se consigue mayor vida útil cuando se mide a través del crecimiento microbiano y por las consecuencias directas de la alteración, pero también se producen otros cambios adversos. La reducción del contenido de agua que provoca un exudado excesivo se acompaña por una modificación de la textura que se describe por los paneles de catadores como un ligero incremento en la dureza y "sequedad" del producto (Tiffney y Mills, 1982), "veteado" (Wang y Brown, 1983) y "pulverulento" (Haard y Lee, 1982). Para evitar estos cambios se requiere en consecuencia conocer de manera directa la mezcla de gases que mejor se adapta a los productos para evitar cambios indeseables. Sin embargo, existe un amplio acuerdo respecto a que el empaquetado en atmósfera modificada únicamente merece la pena cuando se aplica a pescado que es muy fresco.

ENVASES DE MATERIALES PLÁSTICOS PARA EAM

? Materiales de barrera: Las exigencias de calidad y vida útil de los alimentos están impulsando el creciente uso de materiales de barrera. Entre estos destacan el Cloruro de Polivinilideno (PVDC), el Etileno - Vinilo Alcohol (EVOH) y los sustratos básicos metalizados o revestidos con aluminio.

? Películas con permeabilidad selectiva: Estos materiales son objeto de gran atención para el desarrollo del EAM de alimentos con altas tasas de intercambio gaseoso. Un gran número de alimentos que son EAM son productos frescos, como frutas y hortalizas, carnes y pescados, que durante la distribución y hasta su consumo mantienen una apreciable actividad biológica, por lo que requieren un adecuado intercambio de gases para mantener en el interior del envase la atmósfera adecuada, para lo cual son necesarios materiales de permeabilidad modificable y/o selectiva. Se trabaja activamente en el desarrollo de polímeros con estas características y ya hay en el mercado algunos materiales de interés, como los copolímeros butadienoestireno, algunos otros polímeros metalocénicos y recubrimientos acrílicos y sobre todo bioplásticos.

? Films microperforados: Las películas perforadas o microperforadas con láser tienen el objetivo de adecuar la permeabilidad del área perforada para el mantenimiento de una atmósfera adecuada alrededor del producto garantizando su preservación. Tales poros otorgan al material alta permeabilidad a los gases y la capacidad de minimizar la pérdida de peso (Sarantópoulos et al.).

? Film con incorporación de minerales: La incorporación de materiales inertes en films de polietileno y polipropileno es otra forma de controlar la permeabilidad de las películas plásticas. Un mineral es encapsulado en las partículas de un polímero, formando un laberinto entre las cadenas poliméricas, lo que facilita el pasaje de gases. Dentro de los minerales que se vienen utilizando destaca la piedra oya cuyo mayor componente es un anhídrido de ácido salicílico, así como otros compuestos derivados de la zeolita que son también materiales porosos, con capacidad de absorber gases.

? Envases plásticos rígidos o semirígidos: Estructuras laminadas o coextruídas basadas en materiales como Poliéster laminado a polietileno de baja densidad (PET/PEBD), Cloruro de polivinilo laminado a polietileno de baja densidad (PVC/PEBD), Poliestireno laminado a polietileno de baja densidad (PS/PEBD), Poliestireno revestido con EVOH, laminado a otra capa de poliestireno y a una capa de polietileno de baja densidad (PS/EVOH/PS/PEBD), polipropileno (PP), polipropileno laminado a polietileno de baja densidad (PP/PEBD), que son utilizadas para la confección de embalajes rígidos o semirígidos termoformados. Para las tapas se utilizan estructuras películas o films laminados y térmicamente sellables, basados en Poliamidas, PET, PE, EVA, PP, BOPP coextruido, entre otros, que en conjunto provean una atmósfera modificada pasiva.

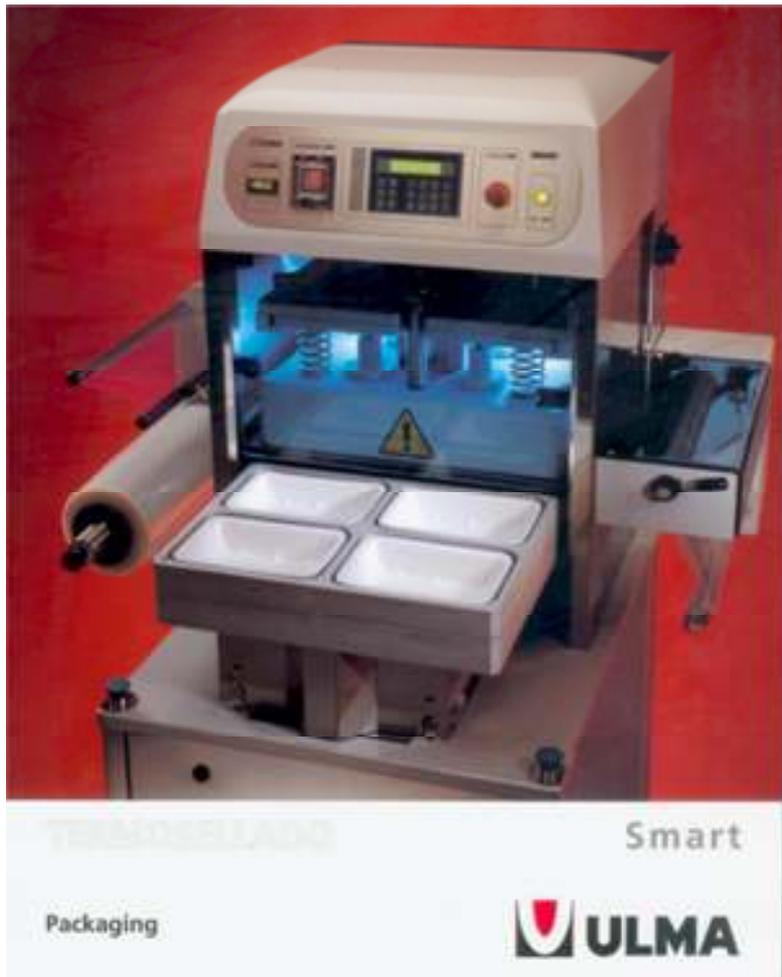


Figura 01



Figura 02

TRATAMIENTOS COADYUVANTES

Algunas investigaciones han sido hechas para determinar la posibilidad de combinar las técnicas de EAM con algunos conservadores utilizados en pescado, con la finalidad de prolongar su vida útil y ofrecer productos de mejor calidad.

Debido a su baja solubilidad y a la baja toxicidad en el organismo humano, los ácidos orgánicos de cadena corta como los ácido acético, benzoico, cítrico, propiónico, sórbico y láctico son los más comúnmente usados en los alimentos. Se ha estudiado también la utilización del CO₂ disuelto en agua, no sólo como un pre - tratamiento para los filetes (Daniels et al., 1986) sino también que ha sido patentado como un medio apropiado de pre tratamiento y como medio de sacrificio del pescado proveniente de la acuicultura que son luego envasados en atmósfera modificada (Zypcom Co. Ltd., 1980). Otros tratamientos aplicados al pescado, buscando provocar algunos efectos concretos son:

- ? Provocar un descenso en el pH del pescado mediante su preacidificación por inmersión en una solución de ácido carbónico (Daniels et al., 1986), ácido acético (Madden y Bolton, 1990) o glucono-lactosa más ácido acético (Baldratti et al., 1990).
- ? Ralentizar la alteración bacteriana en pescado envasado al vacío con inmersiones previas al envasado en soluciones de EDTA (Pelroy y Seman, 1969). Este tratamiento sin embargo ha resultado menos efectivo en pescados grasos (Varga et al., 1980).
- ? Reducir la cantidad de exudado liberado en envases con atmósfera modificada mediante baños convencionales de polifosfato (Tiffney y Mills, 1982).
- ? Inhibir el crecimiento de Clostridium spp. utilizando nisina (Taylor et al., 1990).
- ? Pre tratamientos anteriores a la exposición al dióxido de carbono mejora la vida útil del pescado (Brody 1996); por ejemplo, la inmersión en NaCl al 5% antes del almacenamiento en EAM. Una inmersión en ácido propiónico con EDTA o ácido ascórbico duplica la vida útil del arenque en comparación con el almacenamiento en CO₂ sin tratamiento previo. Boskou y Debevere (2000), estudiaron el efecto del ácido acético a 10% sobre filetes de bacalao (*Gadus morhua*) envasados en EAM con 50% CO₂ + 45% O₂ + 5% N₂, y almacenados a 7 oC durante 12 días. Los autores observaron una reducción de los microorganismos aerobios, bacterias productoras de H₂S y

enterobacterias, y consecuentemente, una inhibición de trimetilamina (TMA) y bases nitrogenadas volátiles totales (BNVT). Lima et al., (1998) estudiaron la acción del ácido láctico al 10 %, lactato de sodio al 2% y de lactato de sodio con clorato de sodio al 2% en filetes de tilapia del Nilo (*Oreochromis niloticus*) refrigerados de 4 a 10 oC. El ácido láctico al 10% tuvo una buena acción sobre la microflora de los filetes y amplió la vida útil de los mismos por 8 días.

Uso de Monóxido de carbono

El monóxido de carbono es útil también para retrasar la alteración bacteriana en productos cárnicos y mejor aún para mantener el color de las carnes rojas. La exposición al monóxido de carbono (CO) de filetes de atún frescos, enfriados o descongelados hacen que estos retengan su característico color rojo "fresco" por un periodo de tiempo más largo o convierten el color marrón de la carne añeja en un color rojo brillante que simula al fresco. Esto sucede por una reacción entre el CO y los pigmentos musculares – con participación de la hemoglobina - que forman un compuesto denominado carboximioglobina el cual es un complejo bastante estable. De esta manera, cualquier filete sea fresco, enfriado, congelado, pueden tratarse con CO para obtener un efecto de color deseado como en el caso del atún o retener o adquirir nuevamente el color típico brillante de los filetes frescos, en el caso de la tilapia fresca o congelada, respectivamente. Sin embargo, esto podría constituirse en un engaño al consumidor al pensar que un producto añejo pueda parecer fresco si se tratara con este gas. Aunque el uso de CO sobre pescado tratado no representa riesgos para la salud, su uso como gas simple para estas aplicaciones, es materia de controversia y no es aceptado como tal en la mayoría de países.

USO DE ENVASES ACTIVOS E INTELIGENTES PARA EAM

Se trata sin duda de la más reciente aplicación para controlar y modificar la atmósfera interior de los envases, por sí mismos o como complemento de las propiedades barrera del material para conseguir la composición gaseosa adecuada para la conservación del producto. Se han desarrollado muy diversas soluciones para el control del oxígeno, del dióxido de carbono y de la humedad y, en menor medida, del etileno y el alcohol, gran número de ellas ya plenamente comercializadas. Según Ahvenainen (2003), los "Envases Activos" son aquellos que cambian las condiciones de los alimentos envasados extendiendo su vida útil, mejorando su seguridad o propiedades sensoriales, mientras se mantiene la calidad del alimento envasado; mientras que los "Envases Inteligentes" son definidos como los sistemas de envasado que permiten realizar un seguimiento de las condiciones de los alimentos, proporcionando información sobre su calidad, condiciones de transporte y almacenamiento. En este grupo se incluyen indicadores tiempo-temperatura, indicadores de oxígeno, anhídrido carbónico e indicadores de desarrollo microbiano incluyendo patógenos. El envase inteligente implica siempre el sistema completo alimento/envase/entorno, de forma que el envase analiza el sistema, procesa la información y la presenta, sin ejercer generalmente ninguna acción. Por el contrario, el envase activo realiza la acción. Ambas funciones pueden ser, por tanto, complementarias y no excluyentes (Yam et al., 2005). Los envases activos pueden conseguirse por diversos medios, pero son dos básicamente los mecanismos de actuación, introduciendo el elemento activo en el interior del envase, junto con el producto a envasar, o bien formando parte del elemento activo del propio material del envase. La composición del gas de espacio de cabeza de los envases se ve modificada constantemente como consecuencia de la actividad del propio alimento, de la naturaleza del envase o de las condiciones ambientales. El conocimiento de la evolución de dicha composición puede ser, por tanto, un buen indicador de las modificaciones de la calidad y vida útil del alimento envasado.

Uso de absorbentes de oxígeno
Considerados como una forma de envasado activo, los absorbentes de oxígeno del interior del envase es una tecnología destacable, que en efecto, elimina el oxígeno creando condiciones anaeróbicas. Los absorbentes de oxígeno comprenden compuestos como el hierro u óxido ferroso que reaccionan químicamente con el oxígeno eliminándolo del espacio de cabeza del envase evitando que llegue al alimento. Cuando los absorbentes de oxígeno quedan incluidos en materiales permeables a los gases y se introducen en los envases, pueden eliminar el oxígeno residual del interior del envase. En la actualidad, los absorbentes más empleados son los que se componen de hierro en polvo. Su materia prima es hierro especialmente tratado para potenciar su actividad. El fundamento de la absorción de oxígeno radica en la oxidación del hierro (Abe y Kondoh citado en Brody, 1996).

INVESTIGACIONES DEL ITP EN EL USO DE ATMÓSFERAS MODIFICADAS

El Instituto Tecnológico Pesquero del Perú (ITP) realizó un estudio de investigación respecto a este tema que será publicado en el Boletín de Investigación correspondiente. Este es, "Aplicación de la tecnología de envasado en atmósfera modificada (EAM) en tilapia (*Oreochromis niloticus*)", cuyo resumen se presenta a continuación:



Figura 03

Se evaluaron los cambios sensoriales, físico químicos y microbiológicos de tilapia envasada con aire (T) y en atmósferas modificadas (T1: 70/30/30:CO₂/O₂/N₂, T2: 60/40 CO₂/N₂) almacenada en hielo durante 22 días. La mezcla de gases más favorable fue de 60% de CO₂ y 40% de N₂. La evaluación sensorial y el análisis microbiológico determinaron una vida útil de la especie de 11 días para el T y de 18 días para el T2, mientras que para el T1 se aceptó sensorialmente al producto hasta los 18 días, no obstante que calificado desde el punto de vista microbiológico se obtuvo una vida útil de 15 días. El valor K indicó valores cercanos a 15% para una calidad "excelente" y valores cercanos a 25% para una "buena calidad", concluyendo que los valores de BVN -T y de TMA no son indicadores del deterioro de esta especie. Las enterobacterias mantuvieron un conteo constante y no se detectó la presencia de *Salmonella* spp, *Listeria* spp, *Staphylococcus aureus* y *Clostridium botulinum* (Llave et al., 2005).

CONSIDERACIONES FINALES

El éxito del EAM depende de varios factores tales como: buena calidad inicial del producto, buenas prácticas de higiene durante la pesca o cosecha y la manipulación en planta, selección del material de empaque correcto, equipos de empackado seguros, buen mantenimiento y control de la temperatura, apropiada mezcla de gases para cada producto y ratio de gas / producto.

El EAM permite aumentar la vida útil del pescado fresco pero sólo si se usa en combinación con un almacenamiento a bajas temperaturas. El EAM no es un sustituto eficaz del almacenamiento a bajas temperaturas. Las ventajas del EAM para el pescado fresco, sin embargo, va más allá de su capacidad de inhibir el crecimiento microbiano. El proceso de EAM implica el envasado de pescado en películas herméticamente cerradas que actúan como barreras para la contaminación cruzada a partir del hielo fundido y fluidos procedentes de otros pescados. El envase actúa también como una barrera que protege al producto de contaminaciones adicionales por microorganismos suspendidos en el aire.

* Bibliografía: Consultar con los autores.