



1.-Introducción

Interacción Producto - Envase.

Para poder cumplir con las exigencias que se plantean, el envase debe ajustarse en forma óptima al producto a ser envasado. En general, podemos afirmar que un envase apto presenta una mínima interacción física y química con el bien a ser envasado, comprendiéndose por interacción los procesos de migraciones y permeación, degradación de sustancias y reacción química de los componentes del material con sustancias del producto envasado. La acción de esta interrelación sobre los alimentos u otros productos envasados pueden tener relevancia toxicológica o también producir un deterioro en la calidad.

A continuación se describirán algunos ejemplos de esta interacción.

1.1.-Migración

En el caso de la migración se trata de una transferencia de sustancias entre dos fases. En términos del envase, esto significa por ejemplo que monómeros, aditivos o productos de degradación migren del envase al producto o que se opere el transporte de sustancias aromáticas de los alimentos a los envases(Fig.1)

Pero también la migración en “sentido inverso” puede alterar el producto, ya sea alimento, cosmético, pintura, etc. cuando se trata por ejemplo de un aroma o de un perfume.

La influencia de la sustancia migratoria depende en particular de los índices organolépticos así como de los coeficientes de distribución y difusión. Los umbrales absolutos de olor en compuestos orgánicos (concentración de la sustancia en el aire) abarcan varias potencias de diez. En los alimentos los diferentes solventes y monómeros residuales tienen diferente impacto por lo tanto hay diferencias para los valores relativos de los olores de una sustancia en diferentes alimentos (valor índice de olor relativo = la “menor concentración de la sustancia en el alimento que en condiciones de equilibrio genera una percepción de olor en la atmósfera del alimento”

1.2.-Permeación

Contrariamente a lo ocurre en el caso de la migración en la que se distinguen dos fases, en el proceso de permeación se distinguen 3 fases. En términos del envase de plástico la permeación significa por ejemplo que oxígeno o vapor de agua atraviesa el material de envase desde el medio circundante y pasa al producto o que sustancias aromáticas volátiles pasan del producto al entorno, inclusive gases de atmósfera modificada.

La permeación está condicionada por las constantes de solubilidad y difusión. Se estudiaron las constantes de permeación, solubilidad y difusión para diferentes plásticos para 13 sustancias aromáticas y perfumes en soluciones. El estudio revela por ejemplo diferencias en los coeficientes de difusión en función de los plásticos LDPE, HDPE y PP



(copolímeros y homopolímeros) así como del tamaño molecular de las sustancias aromáticas y perfumadas.

1.3.-Interacciones químicas

Además de los problemas sensoriales ya señalados que pueden presentarse en el producto por efecto de la migración y permeación, también pueden producirse problemas aromáticos por efecto de reacciones químicas en el material de envase que se operan durante el almacenamiento del producto.

Un estudio hecho explica la aparición de olores no deseados en alimentos. Si no se conoce el origen de un problema odorífero no deseado se busca explicar su origen primeramente con un ensayo sensorial, luego un enriquecimiento selectivo seguido de una separación cromatográfica de la atmósfera con detectores específicos y determinación espectrométrica de la estructura. Importante para identificar unívocamente un olor no deseado es la prueba simultánea de la sustancia aromática con detectores físicos y la nariz después de la separación cromatográfica.

2.-Funciones Del Envase.

Formar unidades (racionalizar)	Proteger			Informar	Beneficios adicionales
	Pérdida	Producto Daño	Hombre		
-unidad de venta -unidad de consumo	-pérdidas -hurto	-mecánico -aroma	-engaño -vulneración	-olor -suciedad	-publicitar -identificación obligatoria -servicios -utilidades secundarias
-unidad de transporte		-vapor de agua -oxígeno	-daños químicos	-peligros químicos	-información adicional
-unidad de almacenamiento -unidad de estante		-luz -microbiol. -plagas animales			

3.-Protección Del Producto

3.1.-El envase evita que se pierda sustancia.

Los envases tienen que ser diseñados de modo tal que eviten cualquier pérdida en condiciones normales. En particular los envases para artículos pequeños deben estar dimensionados en forma generosa para reducir la tasa de hurtos en los autoservicios (0,4 hasta el 1%)

3.2.-Protección contra daños a la sustancia.



El envase debe proteger al producto de múltiples formas de daño:

3.2.1.-Protección mecánica.: el envase debe prevenir daños mecánicos (rotura, abrasión, magullones) por acción de la presión, golpes u oscilaciones.

3.2.2.-Pérdida de aroma: los envases protegen a los productos de daños a su aroma en forma de pérdida del aroma propio, absorción de aromas extraños y generación de sustancias nuevas intensas en olores.

3.2.3.-Daños provocados por difusión del vapor de agua: Los productos pueden sufrir daños cuando absorben o pierden una cantidad indebida de vapor de agua. Los posibles daños en la absorción de vapor de agua pueden ser de naturaleza física (pérdida de la propiedad crocante en las galletitas, apelmazamiento de polvos como café instantáneo y pegajosidad en el caso de los caramelos), de naturaleza físico-química (formación de cristales en el caso de soluciones sobresaturadas como en el caso de ciruelas desecadas), de naturaleza química (las reacciones de Maillard y la oxidación son funciones de la humedad), de naturaleza enzimática o microbiológica (ver mas adelante). En el caso de la pérdida de vapor de agua se pueden producir variaciones físicas no deseadas (endurecimientos de productos de confitería) o daños por coloración y oxidación (cristalización)

3.2.4.-Daños por acción del oxígeno: los daños de oxígeno se producen por falta o excedente de este elemento químico. Existen numerosas sustancias contenidas en los alimentos que pueden ser dañadas por acción del oxígeno como ser grasas, algunos tipos de proteínas (arginina, histidina, lisina, metionina), una serie de aromas, algunas vitaminas (A,C,E) y colorantes.

La sensibilidad de oxígeno aumenta a medida que aumenta la calidad de los elementos. Por ello aumenta también la demanda de envases al vacío y protectores contra gases. Un daño por falta de oxígeno se opera en la carne fresca con color rojo. Cuando falta oxígeno el color rojizo de la oximioglobina se transforma según la presión parcial de oxígeno en la mioglobina púrpura que es reversible o en metmioglobina que es de color gris y de carácter irreversible. Por lo tanto y a fin de conservar la oximioglobina, los envases de carne fresca calculados para un tiempo de venta de 5+1 día contienen además de CO₂ aproximadamente un 30% de O₂ para conservar la oximioglobina.

3.2.5.-Daños por acción de la luz: la luz puede dañar de diferente modo los productos, fomentando procesos químicos por absorción de energía preferentemente de rayos de onda corta o por el impacto del calentamiento de rayos de onda larga. La luz suministra la energía necesaria para la llamada fotooxidación cuya característica es que paralelamente absorbe luz y produce oxidación. La luz muchas veces es una forma de energía inicial para la autooxidación cuya característica es una reacción en cadena con etapa de aceleramiento.

3.2.6.-Peligros que encierran los microorganismos: los productos con suficiente humedad corren el riesgo de ser atacados microbiológicamente. El peligro depende de la humedad del bien (actividad del agua = aw), valor pH, temperatura y atmósfera de gas.



Los límites inferiores del valor a_w para su crecimiento en general para los mohos se ubican en un rango entre 0,7 y 0,72, para levadura en el orden del 0,88 y para bacterias entre 0,91 hasta 0,95 (valor absolutamente seguro: 0,86). Por encima de un valor $pH = 4,5$ pueden crecer todos los microorganismos, incluso aquellos que producen esporos térmicamente resistentes y microorganismos patógenos.

Por debajo de este límite el crecimiento queda reducido a los mohos, las levaduras y algunas bacterias generadoras de ácido pero que no producen esporos y algunos pocos microorganismos patógenos.

Cuando se trata de un proceso de conservación térmica los alimentos pueden ser pasteurizados con un valor pH por debajo de 4,5 en presencia de presión atmosférica en tanto que alimentos con un valor de pH superior a 4,5 en aparatos con sobrepresión se esterilizan a una temperatura de 121 °C.

Cuando se disminuye la temperatura se reduce el número de microorganismos capaces de multiplicarse así como la velocidad con la que lo hacen. Por debajo de los -12 °C no se observa crecimiento de microorganismos. En los envases para freezer se reduce sólo escasamente el número de microorganismos. Sustrayendo oxígeno sólo se puede inhibir el crecimiento de microorganismos aeróbicos.

Agregándose una dosis suficiente de CO_2 se reduce el crecimiento de todos los microorganismos aunque en muy diferente medida. El agregado de CO_2 en el envase puede ser limitado por efectos no deseados de acidez y generación de vacío por un elevado grado de solubilidad. Cada vez se usan más envases con atmósfera, en los que se aprovechan estos conocimientos para pescado, carne, comidas listas, frutas y verduras.

3.2.7.-Peligros por plagas animales: en las latitudes templadas los insectos y sus diversas etapas de evolución (huevos, larvas) o sus excrementos son ante todo un problema higiénico. Estos insectos pueden entrar en los envases de diversa forma: pueden llegar con los materiales mismos (conviene usar directamente rollos, no es conveniente recurrir a reutilizar envases no fumigados), también pueden entrar con el alimento o por invasión por medio de fallas en los envases o penetración a través del material (es conveniente utilizar materiales de envase impermeable a los aromas con superficie dura). Una posibilidad de evitar el ataque de los insectos es envasar libre de infección, emplear para el tratamiento de envases listos por ejemplo bromuro metílico o fosfina, usar envases suficientemente permeables o agregar fumigantes permitidos durante el envasado. También resulta efectivo evitar que el envase pueda respirar utilizando envases al vacío con atmósfera protectora.

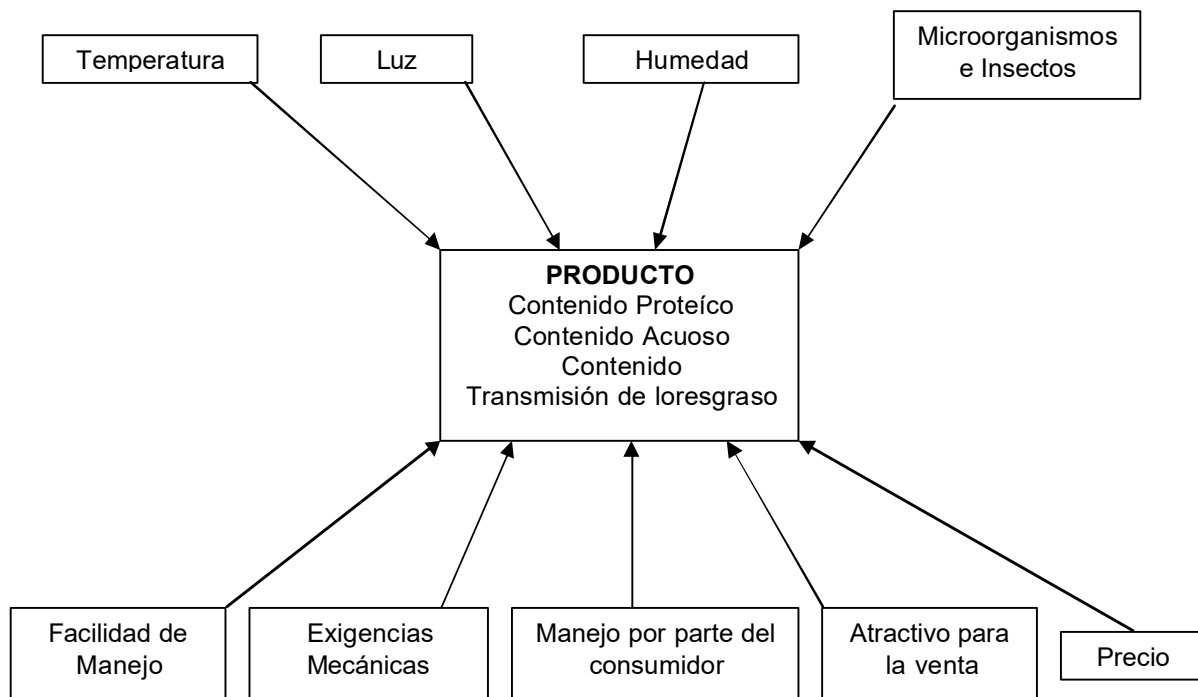
3.2.8.-Daños provocados por los procesos de maduración: alimentos frescos tales como frutas, verduras y hortalizas sufren pérdidas de calidad porque ceden vapor de agua y consumen oxígeno generando CO_2 . Esto puede ser contrarrestado sustrayéndose una cierta cantidad de oxígeno y agregando CO_2 aunque no debe caerse en valores por debajo de la concentración de oxígeno en la que la respiración pasa a ser fermentación. Las manzanas por ejemplo pueden almacenarse bien a un 3% O_2 , 5% CO_2 y 92% N_2 . En galpones de almacenamiento adecuados puede compensarse la variación de la atmósfera controlada; en el caso del producto envasado es necesario recurrir a una



suerte de solución de compromiso entre la elección de los materiales de envase y una adecuada permeabilidad a la atmósfera.

3.2.9.-Protección del hombre y del entorno: el envase también cumple la función de proteger al hombre y al entorno. En el caso de los bienes peligrosos no pueden darse situaciones de peligro para transporte y almacenamiento. Luego de algunos casos criminales de envenenamiento de medicamentos y alimentos se ha vuelto importante el envase seguro contra la falsificación o que al menos indica un falseamiento. Un cierre original del envase también impide que se sustituya o extraiga parcialmente el contenido.

4.-Factores Que Influyen En La Elección De Un Envase (Cuadro)



5.-Envases Para Alimentos

El envase de alimentos debe ajustarse en forma óptima al producto a ser envasado.

En general, podemos afirmar que un envase apto presenta una mínima interacción física y química con el bien a ser envasado, comprendiéndose por interacción los procesos de migración y permeación, degradación de sustancias y reacción química de los componentes del material con sustancias del alimento. La acción de esta interrelación sobre los alimentos envasados puede tener relevancia toxicológica o también producir un deterioro en la calidad



Material - compatible con el producto en cuestión de manera tal de no impartir aromas o malos olores

Envasado - no poseer sustancias solubles con efectos tóxicos

CONDICIONES REQUERIDAS PARA MATERIALES EN CONTACTO CON ALIMENTOS

Sanidad

No tóxicos

No reaccionar con los ingredientes del alimento.

No presentar signos de toxicidad con el transcurso del tiempo

Resistencia Física Resistencia a la tracción, elongación, reventamiento, desgarre, fricción, impacto, penetración, etc.

Protección

Propiedad barrera, impermeabilidad a la humedad , agua, gas

Aislamiento térmico.

Intercepción uv, luz.

Barrera al ingreso de insectos.

Estabilidad: resistencia al agua, luz, química, solventes orgánicos, aceites, frío, calor.

Operacionabilidad

Packaging operacionable, maquinable

Propiedades deslizantes, no electroconductor, resistencia al bloqueo, sellabilidad por calor, encogimiento por calor, plegado.

Conveniencia

Peso liviano, portable, fácil de abrir

Marketing

Fácil de imprimir, buena transparencia, brillo y claridad

Economía

Precio, productividad, transporte, almacenamiento

**5.1.- Cuadro. Principales causas de deterioro**

<i>Principales causas de deterioro para algunos alimentos.</i>	
<i>ALIMENTO</i>	<i>CAUSA</i>
<i>Carnes frescas</i>	-formación de metamioglobina (color rojo típico ~color marrón) -deterioro bacteriano (principalmente pseudomonas) ~ formación de limo y olores pútricos
<i>Aves</i>	-deterioro bacteriano(pseudomonas, acinetobacter, moraxella)
<i>Pescados</i>	-enzimas autolíticas -crecimiento bacteriano (favorecido por el elevado pH post mortem) -oxidación de lípidos(especialmente en pescados grasos)
<i>Embutidos frescos</i>	-deterioro por microorganismos aeróbicos (bacterias, hongos, levaduras) -oxidación -envejecimiento.
<i>Productos panificados.</i>	-crecimientos de hongos -envejecimiento.
<i>Productos frutihortícola</i>	-maduración -crecimiento microbiano.

**5.2.-Cuadro. Protección de determinados productos**

<i>Protección de determinados productos</i>	
<i>PRODUCTO</i>	<i>DEBE PROTEGERSE DE</i>
<i>Masas</i>	-humedad -crecimiento de hongos
<i>Snacks y dulces</i>	-humedad -sabores -olores
<i>Café, té y otros aromáticos</i>	-vapores orgánicos -oxígeno -luz solar
<i>Sopas y alimentos deshidratados</i>	-humedad -oxígeno
<i>Papas fritas</i>	-luz solar
<i>Leche en polvo y similares</i>	-humedad -sabores -olores
<i>Vinos, jugos de fruta</i>	-oxígeno -luz solar
<i>Galletitas</i>	-humedad
<i>Chocolates</i>	-olores -luz solar -oxígeno
<i>Carnes y pescados congelados</i>	-gases
<i>Jugos en polvo</i>	-humedad
<i>Aceites</i>	-oxígeno -olores -luz solar



6.-Envasado Aséptico

6.1.-En que consisten los métodos asépticos

El procesamiento y envasado aséptico consta de los siguientes pasos:

- esterilizado previo del producto a envase sin desmedro de la calidad
- fraccionado del producto estéril en envases estériles (generalmente esterilizados previamente)
- uso de medios estériles para el fraccionado (en donde esta esterilidad en general se establece antes de comenzar con el trabajo)
- evitar una infección durante el fraccionado aplicando una atmósfera estéril.
- cierre de los envases en condiciones de esterilidad.

Luego del envasado no actúa ninguna influencia esterilizante desde el interior del envase o desde afuera sobre el producto envasado.

No obstante, el producto preserva su esterilidad.

6.2.-Por que envasado aséptico

Respecto de los métodos tradicionales utilizados para conservar alimentos, el procesamiento y envasado aséptico ofrece algunas ventajas, aunque el método también plantea ciertos inconvenientes:

- el procesamiento y envasado aséptico requiere una elevada tecnología para el esterilizado previo y el envasado de los productos.
- es conveniente supervisar en lo posible automáticamente todas las influencias relevantes para la esterilidad a fin de lograr un resultado estéril seguro
- en la actualidad existen algunas limitaciones para el esterilizado previo y el fraccionado de productos de difícil manejo, por ejemplo líquidos con partículas de mayor tamaño.

Sin embargo, el desarrollo de estos métodos sigue avanzando y permite abarcar cada vez más productos.

6.3.-Ventajas de los productos envasados en forma aséptica.

6.3.1.-Ventajas respecto de productos frescos

Productos envasados en forma aséptica, por ejemplo lácteos, apenas se diferencian en su gusto de productos frescos, sobre todo cuando se aplican métodos de esterilización que preservan la calidad, y además son de larga duración sin necesidad de ser conservados en frío. Ello permite hacer enormes ahorros en el almacenamiento y la distribución, que abarcan numerosos aspectos además de los mayores costos de proceso y material de envase.

Podemos decir entonces que los productos asépticos ofrecen ventajas comparativas de costos, sobre todo cuando existe una gran distancia hacia los centros de consumo.



No presentan desventajas frente a los productos frescos desde el punto de vista de la fisiología de la alimentación.

6.3.2.-Ventajas respecto de productos que obtienen su larga vida por esterilización posterior o pasteurización durante o luego del fraccionado.

En general la calidad de los productos tratados en forma aséptica es superior en virtud de la esterilización a temperaturas ultraelevadas (UHT= temperaturas ultraelevadas/tiempo breve). Ello se refiere en particular a envases grandes ya que el pasaje del calor en el enfriamiento o calentamiento posterior demanda mayor tiempo, lo que afecta la calidad por sobrecalentamiento, sobre todo en las zonas marginales. El tratamiento UHT permite operar con tiempos de procesos breves, por ejemplo en un intercambiador de calor con capas de productos finas. Las temperaturas UHT se basan en el hecho de que la sensibilidad de los microorganismos a un aumento de la temperatura es mucho mayor que la sensibilidad de las sustancias alimenticias. Veamos un cálculo somero para mejor comprensión del proceso: mientras que a un aumento de temperatura de 10 °C las reacciones químicas perjudiciales sólo se aceleran en un factor de 2 a 4, la destrucción de los microorganismos resistentes aumenta en el mismo tiempo en un factor 10. Si para reacciones químicas asumimos un factor de aumento medio de 3, al aumentar la temperatura de esterilización de 121 a 141 °C, es decir en 2×10 °C, las reacciones químicas perjudiciales aumentan en $3 \times 3 = 9$, en tanto que la destrucción deseada de microorganismos aumenta de $10 \times 10 = 100$. Como consecuencia de ello hasta el 1% del tiempo de esterilización que sería necesario a lo 121 °C y los daños químicos no deseados se reducen a $9/100 = 9\%$ en comparación con una esterilización a 121 °C

En la práctica se suele trabajar con temperaturas UHT entre 135 y 145 °C en productos con riesgo de bacterias y valor pH superior a 4,5 y un tiempo de duración adaptado al caso. Para productos ácidos con valor pH inferior a 4,5 que no permitan el crecimiento de microorganismos termorresistentes, en general bastan temperaturas de esterilizado previo debajo de los 100 °C y tiempos de duración de segundos.

La esterilización UHT insume menos energía que una esterilización en autoclaves. Las autoclaves tienen una recuperación térmica de 25 hasta 50 %, en la esterilización a UHT, la recuperación térmica puede llegar a más del 90%.

El envasado aséptico es un proceso moderno que requiere poca mano de obra. A la salida de la máquina envasadora aséptica los envases están listos para ser almacenados.

El envasado aséptico permite un esterilizado de los envases o sus materiales con métodos menos bruscos que en el caso de la esterilización en autoclave. Ello permite elegir entre una oferta mayor de envases y materiales, y los envases pueden ser más económicos, livianos, de menor volumen y más cómodos.



6.3.3.-Ventajas respecto de productos pasteurizados conservados en frío.

En algunos estados industrializados como Inglaterra, los estados de Neelux y los EE.UU, los productos y menús pasteurizados y conservados en frío han ganado una importante franja del mercado.

El inconveniente de estos productos respecto de los productos envasados en forma aséptica reside en el peligro microbiológico cuando se excede su fecha de vencimiento o cuando se rompe la cadena de frío.

Dado que los productos asépticos no requieren estar conservados en frío , su depósito y distribución es más económica y los trayectos a los centros de consumo pueden ser mas largos y mas diversos.

También la durabilidad es mucho mas prolongada. De ello se desprenden ciclos de producción más prolongados y más económicos para los diferentes productos.

En los casos en los que su exhibición en heladera favorece su imagen, los productos envasados en forma aséptica pueden ser almacenados y transportados a temperatura normal y luego ser presentados en los negocios en equipos de frío. De hecho esto es común en EE.UU.

6.3.4.-Ventajas respecto del llenado limpio. (Cleanfill)

El cleanfill es un proceso similar al del envasado aséptico. Sin embargo, no se aspira a lograr una esterilidad comercial sino solo un nivel relativamente bajo en la cantidad de microorganismos de modo que conservados en frío, los productos alcanzan una durabilidad de entre 4 y 6 semanas. Las ventajas del cleanfill son su menor sofisticación tecnológica en comparación con el envasado aséptico y una mejor imagen del producto por ser presentado en heladeras. Los inconvenientes son similares a los de los productos enfriados pasteurizados.

6.3.5.-Ventajas frente a alimentos congelados

En general no existe una competencia entre alimentos envasados en forma aséptica y alimentos congelados. En aquellos casos en los que ambos procedimientos compiten entre sí, el envasado aséptico ofrece algunas ventajas: permite una comercialización en zonas en las que no existe una cadena de frío cerrada. Un transporte y almacenamiento a temperaturas muy bajas es caro por el elevado consumo de energía : mas del 60% del consumo de energía en el sistema alimenticio -comenzando con el agro o la pesca, hasta el producto envasado y distribuido en manos de los consumidores, corresponden a la cadena de frío de la fabricación, el almacenamiento y el transporte.

Además los productos asépticos se pueden ingerir enseguida y no requieren de un largo tiempo de descongelamiento. En el horno microondas los alimentos del freezer ofrecen algunos inconvenientes porque el hielo solo absorbe el 0,1% de la energía que absorben el agua o los alimentos húmedos. Ello hace que los alimentos se calienten con mayor lentitud y en forma despereja.



6.3.6.-Principales funciones de los métodos asépticos.

Los métodos asépticos cumplen las siguientes funciones:

- esterilizar los productos a envasar antes del fraccionado.
- esterilizar los materiales y medios de envase , así como eventualmente sus cierres antes del fraccionado.
- esterilización de las instalaciones asépticas antes de comenzar con el trabajo (equipo UHT, tuberías y cañerías para los productos estériles, aire y gases estériles, dispositivos y zonas de llenado de la máquina)
- preservar la esterilidad en todo el sistema durante la producción. Incluye la esterilización de todos los medios que ingresan al sistema como ser aire, gases y agua.
- fabricación de envases impermeables.

6.3.7.-Esterilización de los productos a ser fraccionados

En general la operación de esterilizado previo de los productos consiste en llevarlos a la temperatura establecida, mantener la misma durante el tiempo establecido para alcanzar la esterilidad requerida y volver a enfriar a temperatura ambiente o en algunos casos a una temperatura algo mayor para obtener la viscosidad necesaria para el fraccionado . Para no afectar la calidad del producto es conveniente que el calentamiento y posterior enfriamiento se realicen en el menor tiempo posible y siempre que las propiedades de los alimentos lo permitan. Para ahorrar energía también es conveniente lograr un buen intercambio de calor entre el producto esterilizado y el producto a ser esterilizado.

7.-Métodos De Esterilización De Productos.

7.1.1.-Líquidos

- Filtración estéril
- Intercambiador de calor de placas
- Inyección de calor al producto a envasar e infusión en vapor.

7.1.2.-Líquidos con partículas

- Intercambiador de calor con flujo de aire
- Intercambiador tubular de calor
- Intercambiador de calor con desincrustador
- Calentamiento eléctrico directo por resistencia(calentador ohmico)

7.1.3.-Esterilización de material de envase

7.1.4.-Influencia del valor de pH de los alimentos

En alimentos fuertemente ácidos (valor pH inferior a 4,5) sólo puede crecer una flora limitada de microorganismos- aprox. un 10% de los microorganismos en la superficie- y



además estos gérmenes son menos resistentes. Por ello es mas fácil obtener esterilidad en estos productos, por ejemplo jugos de fruta, yoghurt y productos del tomate.

En productos poco ácidos o neutrales (pH mayor a 4,5) puede crecer todo tipo de microorganismos, también de naturaleza patógena. Por ello la esterilización debe ser absolutamente confiable. La Food and Drug Administration de los Estados Unidos exige para envases de aprox. 1 a 10 dm² de superficie una reducción del número de gérmenes durante el esterilizado de materiales y envases de 5 potencias de diez para bacillus subtilis. Para clostridium botulinum se exige 10 potencia de diez.

7.2.-Métodos físicos de esterilización

7.2.1.-Calor Seco.

El calor seco (aire seco y gases, llama, infrarrojo, calor en la extrusión) es mucho menos eficaz para una esterilización que un calor húmedo de modo que se hace necesario una combinación de largos tiempos de tratamiento y elevadas temperaturas.

El aire seco se emplea para la esterilización de pequeñas botellitas de vidrio para productos farmacéuticos. Las temperaturas de aire aplicadas son de 300 a 330 oC, las temperaturas objeto alcanzadas rondan los 185oC

Una esterilización con llamas se ensayó con botellas de vidrio y latas de hojalata. No está en uso.

La esterilización a infrarrojo se aplica para tapas de vaso, sobre todo cuando se uso el cleanfill.

La esterilización durante la extrusión se emplea en algunos procesos para materiales de grandes superficies y botellas de plástico.

7.2.2.-Calor semihúmedo.

El rendimiento de calor semihúmedo para la esterilización se ubica aproximadamente entre el calor húmedo y el calor seco.

Para la esterilización en latas combi selladas en caliente y vasos de plásticos para el envasado de productos ácidos se agrega vapor de agua a aire caliente estéril.

En el caso del sistema Dole ya mencionado se esterilizan latas de hojalata y sus tapas con vapor de agua sobrecalentado a temperaturas escasamente por debajo del punto de fusión del recubrimiento de estaño.

7.2.3.-Calor húmedo

El vapor de agua a 100oC es húmedo . El vapor de presión atmosférica será tanto mas seco cuanto más sobrecalentado esté y su eficacia para esterilizar se reduce en comparación con el vapor húmedo. Ensayos hechos para plantas UHT han permitido estudiar detenidamente las relaciones.



En la práctica la esterilización con vapor de agua húmedo se emplea para tapas de metal en equipos de fraccionado aséptico para botellas de vidrio.

7.2.4.-Rayos ultravioletas (UV)

Existen lámparas UV con elevado rendimiento energético que irradian una gran parte de la energía en el rango de longitud de onda de 200-280 nm. El rango más efectivo para la esterilización es entre 250-280 nm con un máximo en 253,7nm

Los rayos ultravioletas permiten reducir rápidamente la cantidad de gérmenes superficiales en materiales de envases y envases. No obstante, no se alcanza con seguridad el nivel cero de gérmenes por el efecto protector de los granos de polvo, la acumulación de microorganismos y el color de protección de determinados microorganismos. Una limpieza previa a la exposición a los rayos permite mejorar el resultado. Sin embargo no es conveniente hablar de "fraccionado aséptico", más correcto es hablar según las medidas adoptadas sólo de "cleanfill" o de "ultra-cleanfill".

7.2.5.-Rayos ionizados

Hasta ahora no se trabaja en ninguna máquina envasadora con esterilización de materiales y medios de envase con rayos ionizantes. En algunas empresas especializadas se esterilizan medios con las bolsas de bag-in-box o los insertos de los aerosoles para crema que en establecimientos especializados se esterilizan por exposición a rayos con Cobalto-60-isotopo que luego son llevados en forma estéril hasta la máquina envasadora.

7.3.-Métodos químicos de esterilización

El peróxido de hidrógeno es un agente fuertemente oxidante con un efecto esterilizador eficiente y muy bien estudiado.

La FDA de los EE.UU exige un residual máximo de 0,5 ppm y este valor es el que lentamente se va imponiendo en todo el mundo. La concentración máxima permitida de vapores en la atmósfera del lugar de trabajo es internacionalmente 1 ppm.

La esterilización de material de envase y envases con peróxido de hidrógeno es el método más difundido a nivel mundial. Existen tres formas de uso: líquido, spray o como vapor.

7.3.1.-Aplicación como líquido en cintas de esterilización para material de envase.

Este método se aplica para la esterilización de materiales para cajas, vasos y cubetas en equipos asépticos de termoformado, llenado y cierre, y para bolsas en equipos asépticos de moldeo, llenado y cierre.

7.3.2.-Spray

En algunos casos la superficie de los envases (cajas, vasos) es rociada con peróxido de hidrógeno (agua oxigenada) y luego secada. Aún con el rociado más fino se cubre



apenas el 50 % de la superficie, de modo que el resto debe ser esterilizado durante el secado mediante peróxido de hidrógeno en forma de vapor.

7.3.3.-Empleo en forma de vapor

Algunos sistemas más novedosos aplican peróxido de hidrógeno en forma de vapor para la esterilización de cajas, vasos y botellas de plástico o vidrio . Permiten alcanzar precipitaciones muy finas pero cerradas que se pueden secar fácilmente . Recientemente se estudió el efecto destructor sobre los microorganismos del condensado y de la fase gaseosa.

7.3.4.-Acido paracético

El ácido paracético tiene una buena acción esterilizadora a concentraciones y temperaturas relativamente bajas. Son inconvenientes el fuerte olor a vinagre y la corrosividad . Dado que no se conocen concentraciones máximas aceptadas es necesario un minucioso lavado posterior con agua esterilizada. Este procedimiento se aplica en una instalación de llenado y cierre para botellas de plástico.

7.3.5.-Ozono

Es posible generar ozono del oxígeno en el aire mediante generadores eléctricos. Disuelto en agua tiene, con un grado de concentración suficiente, un efecto de esterilización para algunos microorganismos no resistentes de modo que se emplea cada vez más para el fraccionado estéril de vino en lugar de usar dióxido de azufre. Por el contenido de ácido y alcohol presente en el vino, sólo puede crecer una cantidad limitada de microorganismos en ese medio.

7.3.6.-Otras sustancias químicas.

Hay toda una serie de otras sustancias químicas que fueron estudiadas para ser utilizadas en la esterilización de material de envase. En parte fueron utilizadas durante algún tiempo. Algunas de estas sustancias siguen en uso para fines específicos. Entre estas sustancias figuran dióxido de azufre, bisulfito de sodio, alcohol etílico, soluciones de cloro, yodo y bromo, ácido fosfórico, óxido de etileno y propileno, formaldehído , acetona y soda cáustica, así como compuestos de amonio cuaternarios.

7.4.-Esterilizado previo de los equipos, máquinas y sistemas de llenado

7.4.1.-Cierre de envases llenados en forma aséptica.

La fuente más frecuente de problemas de esterilidad son fallas en el cierre de los envases llenados en forma aséptica. Por tal razón estos métodos como el control del cierre merecen la mayor atención. El proceso de cierre muchas veces está acompañado de un lavado con gas protector o con vapor en la parte superior.

El método más usado para un cierre aséptico es un sellado en caliente con temperatura regulada de las matrices. Condición para un buen resultado es que las superficies de



sellado estén libres de mayores impurezas provenientes del producto a envasar, por rebase durante el transporte por ejemplo.

El sellado a ultrasonido ofrece dos ventajas: según las vibraciones ejercidas aparece un cierto efecto de limpieza de las superficies de sellado y los tiempos requeridos son relativamente breves, incluso en materiales gruesos, en base a cartón por ejemplo, porque el calor es generado directamente en el material.

Una condición para que se de un sellado inductivo es una capa conductora de electricidad en el material de envase, en general foil de aluminio, en la que el calor es generado por corriente turbillonaria. Este sistema también permite obtener tiempos de sellado breves aún en materiales gruesos.

Los cierres metálicos premoldeados se emplean para cerrar botellas llenadas en forma aséptica y en parte también para botellas de plástico. Las latas de hojalata llenadas en forma aséptica generalmente se cierran con rebordeado doble.

7.5.-Envases llenados en forma aséptica

7.5.1.-Envases para comercio minorista.

En la actualidad se pueden llenar los siguientes tipos de envases en forma aséptica:

- cajas, confeccionadas en forma plegable o partir de material de bobina.
- bolsas (bolsas tubulares hasta 2 litros, bolsas con borde sellado en tres lados hasta 5 litros, doy pack)
- vasos de plástico premoldeados o confeccionados en máquinas de termoformado, llenado y cierre.
- botellas y recipientes de boca ancha de vidrio (también retornables) y de plástico.
- latas de metal o plástico y combinadas a base de cartón.

7.5.2.-Envases para consumidores grandes (Catering)

La mayor parte de los grandes envases esta destinada hoy para abastecer a grandes usuarios, así como para el transporte del fabricante de insumos como pulpa de fruta por ejemplo, al fraccionador de envases al consumidor. Se usan bolsas envasadas en forma asépticas hasta 5 litros, bag in box y bolsas grandes en recipientes para transporte, así como barriles de metal.

7.6.-Productos llenados en forma aséptica

7.6.1.-Líquidos

La cantidad de productos envasados en forma aséptica crece a diario. La mayor proporción corresponde a leche y bebidas lácteas, jugos de fruta y bebidas a base de jugo de fruta. Otros productos envasados en forma aséptica son leche de soja, leche condensada, café leche, crema, yoghurt y yoghurt bebible, estos dos últimos también frutados, postres, helados, jugos de verdura, bebidas para deportistas, alimentos para bebés, productos dietéticos para humanos y para animales, salsa etc.



7.6.2.-Líquidos y pastas con partículas suspendidas.

Se trata de un sector en fuerte expansión. En estos momentos se fraccionan: yoghurt con fruta, cereales y pasas, postres con arroz y tapioca, arroz con leche, y en Japón también arroz sin líquido, alimento para bebés con pequeñas partículas, salsa para pizza con sólidos, sopas con ingredientes como carne, pescado, verdura y especias, productos de tomate como ketchup y tomate en trozos, dips con aditivos, frutas en forma de puré, o en rodajas y trozos, y más recientemente comidas preparadas (curries, stews).

7.6.3.-Alimentos sólidos

En el punto anterior se hizo referencia a que Japón se está envasando en forma aséptica arroz sin salsa. En Italia se estarían envasando productos hechos en base a papa fritada. Dos institutos europeos de investigación vienen realizando trabajos de investigación en este campo. Otros candidatos al llenado aséptico son salchichas y carne trozada como steaklets y hamburguesas, debiéndose emplear obviamente gas protector estéril para evitar una oxidación.

Aparentemente la ventaja respecto de los envases con atmósfera modificada (modified atmosphere) y conservación en frío radicaría en una mayor seguridad microbiológica y una mayor durabilidad.

7.7.-Envases al vacío y con gas.

La modificación de la atmósfera interior de los envases normalmente aire con casi 21% de Oxígeno y 79% de nitrógeno, así como pequeñas cantidades de dióxido de carbono y algunos gases nobles -a veces también junto a modificaciones de la presión dentro de los envases -, se puede realizar por las siguientes razones:

7.7.1.-Protección de los productos alimenticios ante daños por oxidación

Aquí se trata ante todo de impedir un daño por oxidación en el contenido sensible de los envases (productos alimenticios, golosinas, bebidas) y por lo tanto es una cuestión de calidad.

Las siguientes sustancias están expuestas al oxígeno:

- grasas, ante todo los lípidos a base de ácidos grasos no saturados de importancia para la fisiología de la alimentación
- algunas proteínas (arginina, histidina, lisina, metionina)
- algunas vitaminas (ácido ascórbico = vitamina C, además las vitaminas A, B1, B₁₂, D₃, E y ácido fólico)
- una serie de sustancias aromáticas.
- colorantes vegetales, de carne y de sangre.

7.7.2.-Eliminación de la sensibilidad a la luz de los productos alimenticios expuestos a la fotooxidación



Existen productos alimenticios que corren peligro debido a la fotooxidación, es decir, que solo son atacados por el oxígeno cuando la luz entrega la energía necesaria para la oxidación. Estos alimentos se pueden proteger suficientemente de la oxidación con envases opacos a la luz en presencia de oxígeno. Pero si el producto se ha de presentar en envases parcial o totalmente transparentes, se debe extraer el oxígeno en grado suficiente como para evitar un daño por oxidación.

Un producto alimenticio típicamente sensible a la fotooxidación son las papas fritas. Envasadas en forma impermeable al vapor de agua, en los envases suficientemente permeables a la luz con aire en los poros y en los extremos, luego de 2 a 3 meses se aprecia el sabor rancio de la oxidación. Esto se puede evitar con envases opacos a la luz, por ejemplo con películas plásticas tratadas con vapor de aluminio. Pero si se desea un envase transparente, se deben eliminar el oxígeno de los espacios libres utilizando un gas de protección.

7.7.3.-Inhibición del crecimiento de microorganismos en los productos alimenticios

Frecuentemente junto a un almacenamiento en frío - y una prolongación de la durabilidad de los alimentos.

Los alimentos con un contenido de agua suficiente están expuestos a la acción de los microorganismos, siendo el moho el que se da con mayor facilidad. El crecimiento de moho comienza lentamente por encima de un equilibrio de la humedad relativa del 72% (actividad del agua $a_w = 0,72$), el de la mayoría de las levaduras por encima del 86% y el de muchas bacterias más allá de 90 a 92 % de equilibrio de la humedad relativa.

La US-Food and Drug Administration (FDA) define $a_w = 0,86$ como el límite seguro para el crecimiento bacteriano.

7.7.3.1.-Los microorganismos y el Oxígeno:

Los tres tipos principales de microorganismos - mohos, levaduras y bacterias - se comportan de diferente manera frente al oxígeno:

- los mohos son aeróbicos, es decir que necesitan oxígeno para su crecimiento. Pero su demanda de oxígeno muy bajas, de sólo unos pocos milibares. Por lo tanto se requieren costosas medidas para evitar el enmohecimiento tan solo quitando oxígeno, tanto para extraer el oxígeno, como para sellar el envase.
- las levaduras crecen aeróbicas, es decir con demanda de oxígeno, pero fermentan en forma anaeróbica, es decir, en ausencia de oxígeno. Si hay una contaminación muy reducida con levadura, que no permite una fermentación perceptible en el ambiente anaeróbico, la ausencia de oxígeno impide un crecimiento tal, que podría desencadenar una fermentación.
- las bacterias son parcialmente aeróbicas y parcialmente anaeróbicas; en parte aeróbica facultativas o anaeróbicas; es decir, que quitando el oxígeno sólo se puede impedir el crecimiento de una parte de las bacterias. Entre las bacterias que subsisten en torno anaeróbico también se encuentran algunas especies patógenas muy peligrosas.



En forma similar que en el caso de los mohos, en los otros tipos de microorganismos anaeróbicos los límites para el crecimiento también están dados por presiones parciales de oxígeno muy bajas.

7.7.3.2.-Los microorganismos y el dióxido de carbono (CO₂)

Utilizando (CO₂) en concentraciones suficientes se impide el crecimiento de la mayoría de los microorganismos - a excepción p. ej. de las bacterias el ácido láctico - y se levanta el límite de la presión parcial de oxígeno por debajo de la cual ya no pueden crecer los microorganismos, a niveles técnicamente más fáciles de alcanzar. Si bien las concentraciones utilizadas de (CO₂) no matan a los microorganismos, actúan en forma "bacteriostática". Cuando mayor presencia de dióxido de carbono, tanto más se obstaculiza el crecimiento de los microorganismos y tanto más oxígeno se tolera sin arriesgar un crecimiento de aeróbicos. La consecuencia lógica consistiría en utilizar una atmósfera de CO₂ puro. Pero lamentablemente esto frecuentemente no resulta posible:

- el CO₂ se disuelve mucho por el agua y la grasa de los alimentos. Por esta razón se puede formar un vacío no deseado con el consiguiente colapso de las bandejas, compresión, de los alimentos y adherencia de las fetas.
- en el caso de los alimentos consumidos sin calentarlos previamente - el calentamiento hace salir la mayor parte del CO₂ disuelto -, como pan , masas, queso, el exceso de CO₂ puede provocar un sabor ácido y picazón en la lengua y en el paladar por disolución del CO₂.
- finalmente en el caso de productos porosos, como pan y masas finas, resulta técnicamente difícil quitar suficientemente el aire de los poros en poco tiempo.

Por estos motivos se debe llegar a un compromiso: se utiliza tanto CO₂ como está permitido y se completa con nitrógeno, que es neutral frente a los microorganismos .Esto hace que se utilicen mezclas de gases específicas de acuerdo a los productos y a las aplicaciones, que frecuentemente se combinan con un almacenamiento en frío, obligatorio para alimentos expuestos a las bacterias, con lo cual se puede prolongar la durabilidad en forma aceptable.

Así se logran buenos resultados en el almacenamiento con mezcla de gases de : pan , masas finas y queso a temperatura normal y en el almacenamiento en frío de carne, pescado y platos preparados, así como también de sus componentes, como p. ej.: papas listas para freír. Son condiciones ineludibles conservar una estricta higiene en la preparación y en el envasado para lograr un bajo nivel inicial de microorganismos y cumplir exactamente las temperaturas de enfriamiento y los tiempos de almacenamiento

Al envasar carnes rojas se suscitan problemas especiales, porque se requiere la presencia o incorporación de suficiente oxígeno para conservar el pigmento rojo del músculo. En este sentido se han desarrollado algunas soluciones especiales de mucho interés.

7.7.4.-Inhibición del crecimiento de insectos en productos alimenticios envasados, o eliminación de los insectos y de sus estadios de desarrollo.



En los países de clima cálido la pérdida de productos alimenticios por insectos o sus estadios de desarrollo puede significar un problema serio: los insectos tienen su crecimiento óptimo a 25-35 °C y 50-90% de humedad relativa. Pero aún con menores temperaturas de almacenamiento la presencia de insectos, de sus estadios o de sus excrementos, representa un problema, que puede conducir al rechazo de los alimentos.

Hay una serie de alimentos secos expuestos a los insectos, como los productos a base de cereales, como la harina, sémola, fideos y productos de panificación, cereales para el desayuno, frutas secas, pasas de uva, nueces, arroz y alimentos desecados para animales.

Debido a la gran cantidad de insectos, a sus 4 estadios de desarrollo (huevos, larvas, ninfas y escarabajos), cuya resistencia es variable, y debido a una gran cantidad de influencias bióticas, fisiológicas y físicas, existen diferencias muy grandes en cuanto al comportamiento de los insectos frente a factores externos, como p. ej. la atmósfera de gas que los rodea. A pesar de todo se pueden establecer algunos principios generales:

7.7.4.1.- Bajas concentraciones de oxígeno

Las concentraciones muy bajas de oxígeno, inferiores al 1%, inmovilizan rápidamente a los insectos y los hacen morir lentamente. El efecto aumenta con la temperatura. A temperaturas bajas el proceso es muy lento o se detiene por completo, al igual que la actividad vital de los insectos.

En la fase de exterminación las temperaturas no deberían ser inferiores a 20 °C.

7.7.4.2.-Mezcla de CO₂ en aire.

En concentraciones superiores a 20-35% de CO₂ en aire, se destruyen lentamente la mayor parte de las especies y estadios de insectos sensibles. Pero las especies muy resistentes necesitan como mínimo 60% de CO₂ (resto: aire) para destruirlas con relativa rapidez. Cuando se utilizan concentraciones subletales de CO₂, entonces este sólo tiene un efecto reversible, narcotizante.

El efecto del CO₂ sobre la exterminación de los insectos aumenta en la medida en que se aumenta la temperatura. La figura 3 representa la reducción del tiempo necesario para una exterminación total en la medida en que aumenta la temperatura, al utilizarse 60% de CO₂ (resto: aire). Al comparar la figura 2 (influencia de la extracción de oxígeno) y la figura 3 (influencia del agregado de CO₂) se comprueba, que el agregado de CO₂ provoca una exterminación mucho más rápida que la extracción de oxígeno.

La baja humedad relativa coadyuva al proceso de exterminación.

La sensibilidad de los distintos estadios de desarrollo varía tanto para la extracción de oxígeno, como para el agregado de CO₂: los escarabajos suelen ser los más sensibles.

7.7.4.3.-Combinación del efecto por extracción de oxígeno y agregado de dióxido de carbono.

De las afirmaciones arriba mencionadas parece resultar que para la exterminación de insectos y de sus estadios de desarrollo, existe una relación constante entre la reducción de oxígeno y el agregado de CO₂. Se pudo demostrar que las combinaciones de una baja concentración de CO₂ fueron mucho más efectivas para impedir el desarrollo de los



insectos, que las diferencias con un solo gas: existe un efecto sinérgico para todos los estadios de desarrollo de los insectos. La figura 4 muestra la relación existente y los tiempos necesarios para una exterminación del 95% de *Tribolium castaneum* a 26°C .

Insertar gráficos 26A

7.7.5.- Prolongación de la vida útil de alimentos frescos con células vivas en una atmósfera controlada con poco oxígeno y agregado de dióxido de carbono.

Estos productos frecuentemente se venden sin envase alguno .

Cuando están envasados, el objetivo del envase consiste en reunir las unidades para la comercialización, en una protección higiénica impidiendo el contacto y en la conservación de una concentración de vapor de agua adecuada y específica para el producto - no excesivamente húmeda para no coadyuvar al crecimiento de microorganismos, ni demasiado seca para evitar la marchitación y contracción. Así solo se logra una reducida prolongación de la durabilidad. Cuando se desea prolongar mas la durabilidad- como por ejemplo en el caso de ensaladas cortadas, listas para aderezar - entonces se deben tomar medidas para demorar los procesos de maduración y envejecimiento, debiéndose evitar lógicamente los daños de naturaleza mecánica y microbiológica.

Estos productos consisten en materia viva, que continúa con sus procesos de respiración después de la cosecha: de este modo incorporan oxígeno y eliminan dióxido de carbono y vapor de agua.

7.7.5.1.-Medidas para prolongar la conservación:

Las medidas para prolongar la conservación demorando la respiración son tanto mas promisorias, cuanto más intensa la respiración, ya que los productos de respiración intensa son los que envejecen más rápido.

Se toman las siguientes medidas:

- eliminación del calor de reacción evitando un aumento perjudicial de la temperatura.
- disminución de la temperatura de almacenamiento por refrigeración, para demorar las reacciones químicas. En el rango de temperaturas que nos interesa, una disminución de 10 °C significa frenar la velocidad de la reacción en aprox. el 50%. Pero el límite de la reducción de la temperatura está dado por el peligro de daños para almacenamiento en frío. Este límite es específico de cada producto.
- eliminación del vapor de agua producido a través de la permeabilidad del envase al vapor de agua, puesto que sino aumenta el peligro por microbios. Se debe evitar ante todo la formación de gotas: con este fin se utilizan películas "anti-fog", que gracias a su superficie hidrófila dispersan las gotas.
- modificación de la atmósfera gaseosa dentro del envase: de acuerdo a las leyes de una reacción química, se lentifica la velocidad de la reacción, cuando se reduce la presión parcial de una de las partes de la reacción (O_2) y se aumenta la presión del producto de reacción (CO_2). Pero existen límites a la concentración de ambos gases, que al excederse producen efectos negativos. Estos efectos son menos graves para el CO_2 que para el O_2 .



Las concentraciones suficientes de CO_2 también tienen una tendencia inhibitoria para el crecimiento de los microorganismos. Una gran deficiencia de oxígeno tendría por consecuencia un medio ambiente anaeróbico, en el cual se promovería el crecimiento de peligrosas bacterias anaeróbicas. La reducción de la concentración de O_2 no solo reduce la respiración de los productos, sino que tiene otro efecto para los frutos que envejecen por una maduración posterior: la maduración se regula por el etileno - una hormona de crecimiento endógena - y para el complejo proceso de formación de etileno se requiere oxígeno. Por lo tanto la reducción del oxígeno demora la formación del etileno. En Japón se desarrollaron absorbedores de etileno para inhibir la maduración posterior, que se utilizan ya sea incluidos en el film del envase o en bolsitas adjuntas.

Cuando la concentración de oxígeno es demasiado baja, la respiración aeróbica se convierte en una fermentación anaeróbica, que se debe evitar a toda costa por un largo tiempo, ya que los productos de la fermentación perjudican en mayor grado y más rápido a los alimentos, que la respiración aeróbica. En la bibliografía de habla inglesa este punto se denomina "extinction point of aerobic respiration". Frecuentemente se encuentra entre 1 y 2% de O_2 . en la práctica siempre se requiere un margen de seguridad para evitar valores excesivamente bajos de la concentración de oxígeno.

7.7.5.2.-Instalación y regulación de concentraciones gaseosas adecuadas en los envases.

Para lograr una prolongación máxima de la durabilidad, existe una combinación ideal de baja concentración de oxígeno y mayor concentración de dióxido de carbono para cada producto. Para lograr estas concentraciones existen dos posibilidades:

- a) modificación activa por enjuague o por evacuación y enjuague con mezclas especiales de CO_2/N_2 antes de sellar el envase,
- b) instalación pasiva de esta mezcla de gases a raíz del consumo de O_2 por el producto y difusión de O_2 hacia el interior a través de la pared del envase, así como por eliminación de CO_2 por el producto y difusión fuera del envase.

7.7.5.3.-Adaptación de la permeabilidad de los envases.

Para lograr o mantener constantes las concentraciones deseadas de los gases se requieren envases, cuya permeabilidad al oxígeno y al dióxido de carbono se deberá adaptar a las condiciones del caso. Existe una gran cantidad de factores de influencia, como el tipo de producto, estado de madurez, daños por la cosecha, procesamiento, envasado y transporte, ataque microbiano, temperatura y relación entre la cantidad de producto y la superficie del envase. Se debería poder adecuar tanto el nivel absoluto de la permeación de gases, como la relación entre el pasaje de O_2 y CO_2 .

Para envasar habitualmente se utilizan costosas películas de poliolefinas (PE, PP). Se puede influir sobre el pasaje absoluto de gases a través del espesor del film y la relación entre la superficie y la cantidad envasada. Se logra una permeabilidad algo mayor con copolímeros de etileno y vinilacetato (EVA).

Las películas plásticas normales en principio ofrecen pocas posibilidades de variar la relación del pasaje de CO_2 y O_2 : su permeabilidad está en una relación de 4:1, de modo que en muchos casos se obtiene una concentración de CO_2 excesivamente baja. Para solucionar esto se desarrollaron películas con partes microporosas. En los microporos la



relación del pasaje de ambos gases es próxima a 1:1. Variando la proporción de película básica y de microporos, se puede establecer la relación deseada para el pasaje de CO₂ y O₂; otra posibilidad consiste en pegar sobre una ventana troquelada en la película básica una etiqueta con estas características de permeabilidad. La relación correcta para el pasaje de ambos gases rige solamente para una temperatura determinada, ya que la difusión de la solución en la película básica y la difusión por los poros, tienen diferentes coeficientes térmicos. En consecuencia se debe prestar mucha atención a una temperatura constante durante el almacenamiento.

7.7.6.-Ventajas y desventajas de los envases al vacío y con gas.

Los envases al vacío o con gas con iguales “valores interiores”, es decir con la misma presión parcial de oxígeno, tienen la misma actividad antioxidante. Utilizando los mismos materiales de envasado, la protección con oxígeno también es idéntica, siempre que no se dañe el envase. Todo gas de una mezcla difunde a través del material de embalaje de acuerdo a sus propias leyes, no está influido por la presencia (envase de gas protector) o ausencia (envase al vacío) de otros gases difundidos en el mismo sentido o en sentido opuesto. pero a pesar de todo las dos variantes tienen sus ventajas y desventajas específicas, que pueden ser decisivas para su uso:

7.7.6.1.-Ventajas del envase al vacío:

- control de la estanqueidad: los fabricantes, comerciantes y clientes se pueden convencer de la estanqueidad a través de la dureza típica de los envases flexibles al vacío. Esto también se aplica a los envases con vacío parcial,
- característica de calidad: el envase duro al vacío indica que se han tomado medidas para conservar la calidad,
- indicación de que el envase no fue violado,
- simplificación de los envases colectivos: los paquetes compactos y duros, a diferencia de los paquetes blandos con gas, se pueden manipular mecánicamente con mayor facilidad y se pueden comprimir mejor,
- fijación del producto envasado evitando la fricción en el caso de productos sensibles,
- fijación del film de envasado evitando roturas por solicitaciones debidas a vibraciones durante el transporte.

7.7.6.2.-Desventajas del envase al vacío

- los productos sensibles pueden ser comprimidos , briqueteados y aplastados por la presión del aire exterior sobre los envases flexibles
- esta presión puede tener por consecuencia un daño en productos sensibles debido a cantos filosos,
- en los envases al vacío se pueden originar pliegues, que provocan roturas o se rompen por fricción durante el transporte,
- sólo son aptos para el envasado al vacío los envases flexibles o muy rígidos; los envases semi-rígidos se deforman de modo inadmisibles.

7.7.6.3.-Ventajas y desventajas de los envases con gas:



En principio, las ventajas y desventajas de los envases con gas dependen de lo expuesto para los envases al vacío. La ventaja principal del envase con gas radica en su fabricación sencilla utilizando el método de enjuague a contracorriente y en los costos comparativamente bajos de las maquinarias necesarias.

7.7.6.4.-Producción de envases al vacío y con gas.

Los envases al vacío se producen por evacuación del envase, por lo general dentro de cámaras de evacuación y el sellado se introduce un gas neutral en la cámara y en consecuencia dentro del envase, se obtienen los envases con gas de protección. Cuando en estos casos no se inyecta gas hasta compensar las presiones, entonces se obtienen envases con gas de protección y baja presión, que pueden tener la apariencia de envases al vacío.

El método habitual para producir envases con gas de protección consiste en el enjuague a contracorriente del producto a envasar o del material del embalaje. En este caso también existe la posibilidad de producir envases con una cierta depresión haciendo con posterioridad una evacuación parcial antes del sellado. Otra posibilidad para lograr una depresión consiste en incorporar CO₂ a la mezcla para el caso de productos alimenticios con un alto contenido de lípidos y agua y en una absorción posterior del CO₂ por estos componentes.

7.7.6.5.-Envases al vacío:

En el caso de productos voluminosos se puede evacuar rápidamente; en estos casos frecuentemente basta una sola cámara de evacuación en una máquina envasadora para alcanzar una producción aceptable.

En la figura 8 se representa una máquina de envasado para producir envases evacuados termoformados con una estación de evacuación. En esta estación por lo general también se puede hacer una gasificación total o parcial.

En el caso de los productos pulverulentos se debe absorber tan lentamente, que no se arrastren partículas del producto. Pero para lograr igualmente una producción aceptable en las máquinas de envasado, se requieren varias estaciones de evacuación, p. ej. en el caso de café molido en bolsitas con estabilidad propia, para una producción de 120 envases/min se requerirán hasta 28 cámaras en una calesita. La figura 9 muestra esquemáticamente el ordenamiento y el proceso:

- en 1 los envases llenos y parcialmente cerrados se extraen de la máquina de envasado y se introducen en la cámara de evacuación abierta,
- en 2 se cierra la cámara,
- en 3 se absorbe,
- en 4 se cierran las mordazas de sellado y se sella el envase,
- en 5 se abre la cámara de vacío después de ventilarla y el envase se puede extraer de la cámara y colocar en la máquina de envasado para su procesamiento posterior.

Cuando se desea hacer un envase total o parcialmente gasificado, se introduce gas en la cámara entre los pasos 3 y 4.



Ultimamente los envases gasificados por completo o parcialmente también se pueden producir de otro modo (ver fig. 10): cuando se trata de envases cuyo contenido se envasa en atmósfera de gas protector, con una sencilla cámara de evacuación, que sólo se coloca sobre la parte superior del envase, se puede hacer un vacío parcial suficientemente grande como para que el envase adquiera la dureza necesaria para el control de estanqueidad y la buena presentación. La cámara se cierra por intermedio de una junta flexible sobre el cuello del envase, inmediatamente por encima del nivel del contenido. En una ranura de esta junta se mantiene abierto un canal en el cuello del envase por succión desde afuera, lo suficientemente grande como para absorber el aire del envase hacia la cámara. Estas cámaras se pueden integrar directamente a la máquina envasadora, de modo que se puede alcanzar una producción de 40 a 70 envases/min- de acuerdo al modelo -, p. ej. en el caso de envases monocapa con café molido, de buena presentación. Los costos en maquinaria para la dosificación de gas protector y para la evacuación parcial son regulares.

7.7.6.6.-Métodos para producir envases con gas protector:

El método mas difundido para producir envases con gas protector consiste en un enjuague a contracorriente con el gas. En la figura 11 se presenta un ejemplo sencillo del envasado en una máquina horizontal de llenado y sellado para bolsas en tubo: a través de un caño de inyección, que se introduce en el tubo casi hasta la soldadura transversal, se inyecta gas de protección en forma continua, que hace salir el aire del envase y lo impulsa constantemente hacia la boca del tubo.

Funciona de modo similar el método para producir bolsas gasificadas en máquinas verticales de conformado, llenado y sellado de tubos (figura 12): en este caso también se impide el ingreso de aire al tubo con el cual se forman las bolsas, introduciendo gas en la parte superior de la bolsa. Pero un enjuague tan simple del producto envasado sólo es factible en el caso de productos unitarios, sin poros y de pared lisa, como en el caso de nueces, que pierden el aire adherido al ir cayendo libremente a lo largo de la columna de gas en el tubo de llenado.

En el caso de mercaderías más difíciles de manejar, como polvos, el espacio poroso de la mercadería a granel se puede liberar de aire mediante un enjuague laminar a contracorriente del producto antes de envasarlo: la figura 13 muestra el proceso de un dosificador a tornillo: se quita el aire del producto en la alimentación del dosificador mediante un enjuague continuo a contracorriente. De manera similar se procede en un dosificador de plato.

En la figura 14 se representa una balanza combinada sobre una máquina para bolsas en tubo: el aire es desplazado por gas a contracorriente del producto envasado en la alimentación de la balanza. Puesto que la balanza está encapsulada y llena de gas, se evita el ingreso de oxígeno durante el fraccionamiento.

En todos estos casos se pueden emplear sistemas controladores o reguladores por análisis del gas, que toman gas para análisis del extremo superior de la bolsa o del encapsulado de la balanza.

Se emplea un procedimiento mas desarrollado en la máquina con varias estaciones, donde los envases llenos pero abiertos pasan por una serie de estaciones para control



de peso, relleno y vibrado (figura 15). Utilizando una máquina para bolsitas en tubo para hacer los envases, éstos se llenan total o parcialmente en una atmósfera de gas. Pero si por el contrario, en un equipo se producen primero los paquetes vacíos, entonces se debe inyectar un gas neutral para extraer el oxígeno antes de llenarlos. Durante el procesamiento posterior la boca abierta del paquete está protegida por una corriente laminar de gas, que sale de un canal entorno al extremo del envase. Existen máquinas de este tipo para producciones de 40 a 110 paquetes/min.

El primer envase de película plástica al vacío fue colocado en el mercado por Armour hace 45 años (1947). Hoy existen sistemas y máquinas de envasado sofisticados para muchos campos de aplicación de los envases con atmósfera modificada. Se han desarrollado muchos métodos y aplicaciones diferentes y en algunas áreas el desarrollo está en pleno auge.