

La tecnología de las atmósferas modificadas y controladas

I PARTE

“Cada vez son más las restricciones al uso de los agroquímicos para la preservación de alimentos. Estos pueden dejar residuos, por lo que constantemente se buscan alternativas en forma de tratamientos físicos, como es el uso de bajas y altas temperaturas, irradiaciones, atmósferas modificadas (AM) y controladas (AC).

AM es una técnica muy antigua que fue utilizada por los chinos y los egipcios entre otros, desde hace miles de años para la preservación de diferentes tipos de alimentos. Sin embargo, fue en los años de 1819-20 cuando Barnad en Francia y Nyce en EE.UU hicieron las primeras observaciones sobre el efecto de las AM en la maduración de frutas.

El primer trabajo experimental para desarrollar las AC en forma de tecnología fue hace alrededor de 70 años por Quid y Est en Inglaterra quienes encontraron que la disminución de la concentración de O_2 o el incremento en la concentración de CO_2 reduce la velocidad metabólica de manzana y por lo tanto prolonga su vida en poscosecha. En 1939 se almacenaron más de 40 toneladas de manzana en AC. Desde entonces esta técnica ha sido mejorada y ha cobrado importancia en la con-



Aplicación de atmósferas modificadas (vacío) en cajas de banano (plátano) en la República Dominicana, para ser enviado a Europa.

servación de alimentos de origen vegetal y animal. AM es una técnica física que no deja residuos químicos en los alimentos y se refiere básicamente a cualquier atmósfera con un contenido gaseoso diferente a la del aire normal

(20-21% de O_2 , 0,03 % de CO_2 , 78-79% de N_2 y trazas de otros gases). Las AC se refieren a aquellas atmósferas estrictamente controladas durante todo el período de almacenamiento, empaque o transporte. El uso de las AM y

SUMARIO

La tecnología de las atmósferas modificadas y controladas

I PARTE

Almacenamiento en AC

- AC convencional (ACC)
- AC rápida (ACR)
- AC de ultra bajo oxígeno (ULO)
- AC de alto dióxido de carbono
- AC de bajo etileno (ACBE)
- AC de baja presión

II PARTE

Generadores para modificar la atmósfera en los cuartos de AC

- Flama abierta
- Quemadores catalíticos
- Uso de membranas de fibras huecas
- Malla de carbón molecular (Sistema de Presión y Adsorción)

Sistemas para eliminar el exceso de dióxido de carbono

- Hidróxido de calcio (cal viva)
- Carbón activado
- Malla molecular (molecular sieve scrubbing)

Transporte en AM/AC

Empaque en AM/AC

Atmósferas insecticidas (AI)

Análisis y control de gases en las AM y AC

- Analizador de gases Orsat
- Analizador infrarrojo
- Analizador paramagnético

Tolerancia de las frutas a las AM y AC

Consideraciones de seguridad

- Anaerobiosis
- Cambios de sabor
- Desórdenes fisiológicos

Conclusiones

AC puede proporcionar grandes ventajas para el manejo de las frutas. Estas incluyen:

1. El retardo de la maduración y senescencia.
2. El alivio y/o control de algunos desórdenes fisiológicos.

lógicos como es el daño por frío.

3. El control de algunas enfermedades.

4. El control de insectos.

Los beneficios antes mencionados se traducen en una reducción en la pérdida cuantitativa y cualitativa del alimento y en prolongar su vida de anaquel. Las AM y AC se utilizan para la preservación de muchos tipos de alimentos. En el caso de los productos hortofrutícolas las AM y AC se utilizan para el almacenamiento, transporte y empaque. Por ejemplo, grandes cantidades de manzanas, peras, kiwi y col se almacenan cada año en varias partes del mundo en AC. En EE.UU., alrededor de 1.5 millones de toneladas de manzanas se almacenan en AC cada año. En América Latina, las atmósferas controladas se utilizan para el almacenamiento de manzanas y peras específicamente en Argentina, Brasil, Chile, México y Uruguay. En Chile, el kiwi es también almacenado en AC por períodos largos. Las AM y AC se utilizan durante el transporte terrestre (especialmente por ferrocarril) y marítimo de muchas frutas incluyendo bananos (plátanos), frutía (fresa), aguacate, mango, papaya, piña y lechuga. Por ejemplo, las AM son utilizadas durante el transporte de alrededor del 40% de la fresa (frutía) de California (USA) al resto del país.

Almacenamiento en AC

La tecnología más avanzada es la que se refiere a AC para el almacenamiento. Esto se debe a que más de 3 millones de toneladas de frutas se almacenan en varias partes del mundo por períodos de hasta casi un año. Esta tecnología se



En las fotografías superiores se ven los salones de control de cuartos de atmósferas controladas. Imágenes pertenecientes a la empresa Isolcell de Italia.

“ Las AC -Atmósferas Controladas- se refieren a aquellas atmósferas estrictamente controladas durante todo el período de almacenamiento, empaque o transporte.”

ha practicado en las últimas 6 décadas y ha sufrido un gran desarrollo tecnológico en los últimos 10 años, especialmente con respecto a la separación del aire, control y monitoreo de las atmósferas. Las AC se utilizan actualmente en forma comercial, casi exclusivamente para el almacenamiento de manzanas, peras y coles. Hay varios sistemas de AC y la implementación depende

de la razón del uso de las AC y del tiempo de almacenamiento requerido.

AC convencional (ACC)

Es el sistema tradicional que se ha utilizado en forma comercial para el almacenamiento de manzanas desde hace 6 décadas aproximadamente y todavía se sigue utilizando. La fruta puede modificar la atmósfera disminuyendo la con-

centración de O₂ y aumentando la concentración de CO₂ (por el proceso de la respiración) hasta que se establece la atmósfera necesaria.

Se deben monitorear los niveles de gases todos los días y cuando estos niveles se establezcan adecuadamente empieza el control de los mismos. El nivel de O₂ se controla introduciendo aire del exterior del cuarto y el nivel de CO₂ se controla por su remoción, para ello existen varios métodos. En un almacén de manzana se necesita alrededor de 10 días desde el momento de sellar el cuarto hasta que se establece la concentración de O₂ y CO₂ necesaria.

AC rápida (ACR)

Se descubrió que un control rápido (inmediatamente después de sellar el cuarto) prolonga más la vida de la fruta y mantiene mejor su calidad. Este sistema se empezó a utilizarse desde hace dos décadas aproximadamente, en donde el control de los gases en las atmósferas se inicia inmediatamente después de sellar el cuarto. Es el sistema más utilizado actualmente en el almacenamiento de manzanas, peras y coles. Se utiliza un sistema para generar la atmósfera después de sellar el cuarto y para mantener los niveles de los gases controlados se utiliza un sistema similar al mencionado para ACC.

AC de ultra bajo oxígeno (ULO)

La concentración de O₂ más baja recomendada para el almacenamiento de manzana es de aproximadamente 2%. Se encontró que si se controla la concentración de oxígeno a niveles más bajos en el almacén este puede prolongar la vida de la fruta y preservar

su calidad. Este sistema se utiliza desde hace dos décadas. Es una ACR de niveles de O₂ muy bajos (menos del 1%) sin usar niveles altos de CO₂. Estos niveles tan bajos de O₂ son muy críticos, por lo que se necesita un sistema de vigilancia y control muy eficiente para prevenir que la concentración de O₂ se disminuya a niveles peligrosos para la fruta.

AC de alto dióxido de carbono

La manzana almacenada por largo tiempo tolera alrededor de 5% de CO₂. Se encontró que exponiendo la fruta a una concentración de 10 a 15% de CO₂ por 2 a 4 semanas a 0-5° C antes de iniciar la atmósfera ideal, disminuye la pérdida de calidad y prolonga la vida de la fruta. Este sistema empezó a utilizarse desde hace 2 décadas, pero su uso comercial es limitado al noroeste de EE.UU para la manzana Golden Delicious.

AC de bajo etileno (ACBE)

La manzana produce ciertas cantidades de etileno. Generalmente, se acumulan de 500 a 1000 ppm de etileno en un cuarto de ACC o ACR. El etileno (hormona de la maduración) puede iniciar efectos fisiológicos a una concentración muy baja (aproximadamente de 3 ppm). Al mantener una concentración muy baja de este gas en el almacén se puede preservar la fruta por más tiempo. Este sistema se empezó a utilizar de forma comercial en 1983 en el Noroeste de EE.UU.; y consiste de una AC rápida con bajos niveles de O₂, altos niveles de CO₂ y con un control riguroso de los niveles de etileno en el almacén. Los niveles de etileno en este sistema no deben ser mayores de 1 ppm. El



Cuartos de atmósferas controladas en California, EE.UU. Fotografía del Dr. Adel Kader de la Universidad de California.

ACBE es utilizado en forma muy limitada en el estado de Nueva York (USA).

AC de baja presión

Esto se logra reduciendo la presión total del aire

los años 1970 para el transporte de flores y carnes. Se desarrollaron cámaras de transporte y almacenamiento permanentes a baja presión. Sin embargo, actualmente no se

sión dentro del cuarto y un sistema para monitorear la composición atmosférica y corregir el cambio de gases preferiblemente de forma automática. Todas las partes del cuarto (paredes, techo, piso, puertas) tienen que ser herméticas. El poliuretano expandido es muy adecuado y sirve para el aislamiento térmico y gaseoso. Un desequilibrio de presión puede ocurrir entre el interior y el exterior del cuarto. Este desequilibrio puede ser causado por el sistema de refrigeración; por la remoción de gases del cuarto y a los cambios de presión barométrica externa. Este desequilibrio de presión puede ocasionar daños en la estructura del cuarto. Por lo que es de gran importancia regular la presión e impedir que se de este desequilibrio.”

“ La AM -Atmósfera Modificada- es una técnica física que no deja residuos químicos en los alimentos y se refiere básicamente a cualquier atmósfera con un contenido gaseoso diferente a la del aire normal (20-21% de O₂, 0,03 % de CO₂, 78-79% de N₂ y trazas de otros gases).”

(bajo condiciones de vacío) lo cual reduce la presión parcial de los gases individuales. Este es un método muy exacto para controlar la concentración de O₂ y acelerar la pérdida de los volátiles (como etileno) de la atmósfera, sin embargo es una técnica cara y no permite añadir otros gases como el CO₂ y el CO. Esta técnica se utilizó en

usa de manera comercial. Esto se debe a que los contenedores son pesados porque están hechos con materiales que resisten el vacío.

Los cuartos de AC son de refrigeración con algunas modificaciones que incluyen un sistema de sellado eficiente, un sistema que evita el desarrollo de pre-

Dr. ELHADI YAHIA
Facultad de Química, Universidad Autónoma de Querétaro, Querétaro, México.