

Conservación de productos vegetales no transformados

La tarea de la industria alimentaria es aumentar el tiempo de conservación de los productos comestibles mediante los tratamientos adecuados y permitir así la planificación del suministro.

Introducción

Uno de los principales cometidos de la agricultura es la obtención de productos comestibles necesarios para la alimentación humana y dado que éstos son limitadamente perecederos, la tarea de la industria alimentaria es aumentar el tiempo de conservación mediante tratamientos adecuados y permitir así la planificación del suministro de alimentos. Debido al rápido aumento de la población no sólo debe perseguirse la transformación de zonas inexploradas en tierras productivas, sino también el mejor aprovechamiento y la mejora de los procedimientos agrícolas y recurrir a técnicas para la conservación de los alimentos a fin de evitar su descomposición, conservando su sabor y valor nutritivo.

Para esto se han desarrollado muchos procedimientos, algunos de los cuales datan de muchos siglos, incluso milenios. Sin embargo su aplicación a escala industrial puede considerarse que comenzó a finales del siglo XVIII con la conservación en latas por esterilización al calor y exclusión del aire (denominada primera gama de la alimentación). Posteriormente se desarrollaron procedimientos de desecación artificial (ahumado, salado, conservación en vinagre, especias, azúcar y diversos productos químicos).

También se conocía desde la antigüedad la posibilidad de prolongar considerablemente la duración de los

alimentos conservándolos a bajas temperaturas, utilizándose industrialmente tras la invención de las máquinas frigoríficas, en la primera mitad del siglo XIX. La conservación de alimentos en fresco es una de las primeras aplicaciones del frío artificial (segunda gama).

A diferencia de otros procedimientos, esta técnica es la única capaz de conseguir que el sabor natural, el olor y el aspecto de los productos apenas se diferencien de los frescos. Muchos alimentos, conservados en frío, pueden mantenerse durante meses prácticamente sin alteración, si el tratamiento y el control son correctos. Ciertamente que su conservación es limitada cuando se les saca de la cámara frigorífica, por lo que deben ser consumidos rápidamente.

Por lo tanto, el mantenimiento de las condiciones de almacenaje, presupone la organización de la llamada «cadena de frío», que abarca al transporte, la venta al por mayor, al por menor y al consumidor.

La congelación se denomina tercera gama de la alimentación, estando actualmente en desarrollo la cuarta gama, que consiste en conservar productos frescos semielaborados o preparados para su utilización inmediata, con la ayuda del frío y mezclas gaseosas que retardan la senescencia y con envolturas plásticas de permeabilidad determinada, en condiciones de máxima higiene y asepsia. La acción del frío pues, puede com-

pletarse con otras técnicas, como la utilización de ozono, almacenaje en mezclas gaseosas (atmósfera controlada), la radiación con rayos UV y otros tipos, así como el uso de distintas envolturas que reduzcan la evaporación de agua y la oxidación durante la conservación en frío.

Los procesos biológicos de los frutos tras la recolección están implicados en las pérdidas de cantidad y calidad de las cosechas durante su comercialización. Todos los frutos, como seres vivos que son, respiran y transpiran, no sólo durante su fase de desarrollo en el árbol, sino también durante la maduración y senescencia, una vez recolectados.

Las consecuencias de la pérdida de agua son diferentes según se trate de frutos aún en el árbol o ya recolectados. Antes de la recolección las pérdidas de agua por transpiración se compensan por los aportes de ésta a través del sistema vascular del fruto en comunicación con el del árbol, mientras que una vez recolectados, no pueden absorber vapor de agua del ambiente cuando se arrugan o marchitan y no puede reemplazarse el agua evaporada, por lo que el resultado final es una pérdida real de peso del fruto.

Como consecuencia de la pérdida de agua por la transpiración, se provocan ciertas alteraciones sobre la calidad del fruto como son arrugamiento, pérdida de peso, producto menos atractivo, peor textura y de inferior valor cuantitativo (pérdida de vitamina C), además los frutos modifican el ritmo de maduración según las variedades.

Reducción del etileno

El etileno, como hormona vegetal que es, regula diversos fenómenos en la planta tales como el crecimiento, la floración, la iniciación de órganos, los tropismos, la abscisión de flores y frutos y la iniciación de la maduración y senescencia en los frutos. Según el objetivo comercial que se pretenda, dichos efectos serán beneficiosos o perjudiciales para la calidad del fruto.

En los frutos y hortalizas destinadas a consumo en fresco el etileno biosintetizado por el propio órgano vegetal o suministrado exógenamente, desencadena los procesos que conducen a la madurez seguida de la senescencia y muerte del órgano.

PEDRO GARCIA ZAMORA.

Dpto. de Biología Vegetal. Facultad de Biología. Universidad de Murcia.

JOSE ANTONIO FRANCO.

Dpto. de Ingeniería Aplicada. Escuela Universitaria Politécnica de Cartagena. Universidad de Murcia.

Cuando a los órganos vegetales se les somete a una mala manipulación que les provoca heridas, roces, golpes: mala conservación a temperaturas por debajo de las óptimas recomendadas; tratamientos químicos de tipo hormonal, herbicidas y determinadas sales inorgánicas en concentraciones no adecuadas, se produce el llamado «etileno de stress» físico o químico (Yang y Pratt, 1978) provocando las llamadas fisiopatías y adelantando la senescencia.

Kepeczynski & Kepeczynska (1977) han demostrado la estimulación por el etileno a 100 ppm de la germinación de las esporas de *Botritis cinerea*, *Penicillium expansum* y *Rhizopus stolonifer* y **El-Kazzaz et al** (1983 y 1985) encuentran que el etileno a concentraciones de 4, 10, 100 y 1.000 ppm estimulan a 20°C significativamente la germinación de esporas de *Penicillium digitatum*, *Penicillium italicum* y *Thielaviopsis pradoxa*, lógicamente eliminando el etileno se evitará en parte el desarrollo de las podredumbres producidas por estos hongos.

En la conservación de frutos se pretenderá, por tanto, frenar al máximo los procesos de maduración y senescencia para así prolongar la vida útil de los mismos, y ello se conseguirá mediante la reducción de los niveles de etileno, así como la disminución de la temperatura, el control de las concentraciones de oxígeno y anhídrido carbónico y el mantenimiento de una elevada humedad relativa como veremos a continuación. De modo que además del etileno producido por los frutos propiamente en base a su estado de madurez, tenemos el provocado por alteraciones fúngicas, fisiológicas y de «stress».

Con el propósito de eliminar el etileno se han utilizados diversos soportes porosos (tierra de diatomeas, vermiculita, sílica gel y diversas formulaciones comerciales a base de óxido de aluminio, impregnados de permanganato potásico). Otros métodos de eliminación del etileno son la renovación del aire de la cámara, carbón activo bromado (el etileno reacciona con bromo para formar dibromoetano), oxidación con ozono y radiaciones UV, oxidación catalítica y oxidación con permanganato potásico.

Recientemente **Wojciechowski et al** (1985) realizaron un estudio com-



Desde la antigüedad se persigue la posibilidad de prolongar la duración de los alimentos. El mantenimiento de las condiciones de transporte y almacenaje, presupone la organización de la llamada «cadena del frío».



parativo entre la adsorción química y la combustión catalítica, destacando que este último método puede ser rentable para grandes instalaciones de conservación pero el método de los adsorbentes químicos representa menores inconvenientes técnicos, menor gasto energético y un amplio espectro de posibilidades de adaptación a cualquier modalidad de conservación y/o transporte.

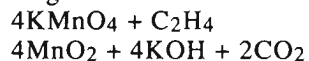
La utilización de un adsorbente químico puede ser estética (bolsas de material permeable a los gases rellenas del adsorbente, utilizables para pequeños embalajes y dinámica (columnas o filtros a través de los cuales se hace recircular una corriente forzada de aire procedente de la cámara o contenedor. Las columnas pueden colocarse en el interior o exterior del recinto, y el seguimiento de la eliminación de etileno puede

A escala mundial la conservación en latas por esterilización al calor y exclusión del aire es la denominada primera gama de alimentación.

La conservación de alimentos en fresco es una de las primeras aplicaciones del frío artificial. Es la segunda gama.

realizarse visualmente (inicialmente es de color violeta debido al KMnO_4 y conforme adsorbe etileno pasa al color marrón), tomando muestras para análisis cromatográfico con detector de ionización de llama o con ampollas colorimétricas para el etileno. La oxidación del etileno por el per-

manganato es:



Conociendo la producción de etileno de un órgano vegetal totalmente sano en un determinado estado fisiológico de madurez bajo determinadas condiciones de conservación, T^a , humedad relativa, composición de la atmósfera controlada, la cantidad de producto a conservar, la cinética de adsorción y vida media de un soporte impregnado con una determinada concentración de KMnO_4 , se puede calcular la cantidad de adsorbedor necesario para eliminar el etileno o mantener su concentración por debajo de unos umbrales de seguridad, así como los períodos de renovación.

En los primeros días de la conservación, en general, para frutos que desprenden etileno en cantidades moderadas a altas, en la conservación de flores y frutos cítricos, etc, cuyos principales patógenos son los hongos citados anteriormente con capacidad de biosintetizar etileno y hacia el final de conservación, se recomienda el uso de adsorbedores de más alto porcentaje de permanganato 80-100%. Para frutos y hortalizas que emiten poco etileno bastaría con un adsorbedor de un 20% a un 60% de permanganato potásico. Aunque en general y como medida precautoria se recomienda bolas activas e impregnadas con el 100% de KMnO_4 .

Prerrefrigeración de productos vegetales

Consiste en reducir rápidamente la temperatura del producto vegetal a un nivel tal que se ralenticen drásticamente la intensidad respiratoria, las pérdidas de agua del producto, la producción de etileno y los procesos de maduración, así como el desarrollo de microorganismos (hongos y bacterias); además, y desde un punto de vista del manejo de la fruta, reduce la energía necesaria para refrigerar, a la vez que es posible cargar con mayor rapidez la cámara y evitar la entrada de fruta caliente en contacto con la carga ya enfriada.

La prerrefrigeración puede llevarse a cabo, antes o después del envasado del producto, por diferentes sistemas basados en la acción de un agente medio de enfriamiento:

- Aire frío (air cooling).
- Agua fría (hydrocooling).

CULTIVOS FLORECIENTES

AGROSISTEMAS diseña sus modelos pensando en el horticultor, sus formas, dimensiones y detalles de acabado les dan gran resistencia y solidez. Todos los materiales AGROSISTEMAS, cumplen



normas de calidad tanto en estructura como en cubiertas. Por lo que cuando usted compra un invernadero AGROSISTEMAS quedará plenamente satisfecho en su elección.

invernaderos

Agrosistemas
a 

Multitúneles módulos de 7,50 mts. de ancho.

Bitúneles de 16 mts. de ancho.

Túneles de 10,50, 9,50, 8,50 y 6,50 mts. de ancho.

ASTHOR AGRICOLA, S.A.

Polígono Industrial Bravo; 33429 Viella-Colloto-Asturias
Teléfono (985) 79 25 75 - 79 45 40 - Fax (985) 79 43 25



- Vacío (vacuum cooling).
Pueden darse también procesos mixtos formados por dos de los anteriores sistemas.

El factor más importante a considerar en la valoración de los diferentes sistemas es el tiempo que se tarda en enfriar un determinado producto desde la temperatura inicial hasta la final. Las velocidades de enfriamiento son de tipo exponencial, es decir, la temperatura va bajando progresivamente pero cada vez menos conforme se acerca la temperatura del producto a la del medio frío.

Almacenamiento bajo refrigeración

La refrigeración pretende detener los procesos degenerativos y disminuir las pérdidas post-cosecha. Los frutos y hortalizas cosechadas son organismos vivos, respiran y la medida de esta actividad da idea del desgaste y probabilidad de conservación. A temperatura ambiente comienzan pronto los fenómenos de sobremaduración y senescencia con la consiguiente descomposición por reacciones de fermentación y putrefacción. Por otro lado el aumento de la temperatura provoca un aumento de la actividad respiratoria y además el desarrollo de microorganismos patógenos causantes de alteraciones.

Parámetros de la conservación frigorífica

Temperatura de conservación
Si bien las bajas temperaturas frenan la maduración, el interés radica en aplicar aquellas temperaturas que permitan la conservación, en buenas condiciones, durante un tiempo suficientemente prolongado.

Se han de distinguir distintas temperaturas de conservación:

Temperatura óptima, aquella a la que el producto se conserva hasta el punto de que no aparezcan, o lo hagan mínimamente, alteraciones.

Temperatura crítica, aquella por debajo de la cual pueden aparecer, para una duración de conservación determinada, alteraciones irreversibles de las características fisiológicas, etc.

Temperatura letal, aquella por debajo de la cual se produce congelación del agua intersticial y de constitución del producto.

En todos los casos, la acción dañi-

na de bajas temperaturas depende, sobre todo, del tiempo que éstas duren, así como de las características de los frutos: especie, variedad, procedencia, estado de madurez, tratamientos recibidos, potencial de conservación y período de conservación.

Todos estos aspectos guardan íntima relación entre sí, modificando en uno u otro sentido las temperaturas de conservación, con respecto a aquellas que se citan como óptimas en los estándares.

Un último aspecto a considerar lo constituye la rapidez en conseguir que el producto alcance la temperatura de conservación deseada, lo que es posible gracias a las diversas técnicas de prerrefrigeración (vacuum-cooling, hydro-cooling, ice-cooling, air-cooling).

La temperatura también influye sobre la evaporación del agua y la pérdida de peso ligada a ella. Dicha evaporación disminuye al hacerlo la temperatura, al disminuir la tensión de vapor del agua superficial del fruto, así como la tensión de vapor de los compuestos aromáticos volátiles.

Además la velocidad de reacción de todos los procesos metabólicos disminuye rápidamente con la temperatura, como promedio se puede aceptar que por cada 10°C que disminuye la temperatura, la velocidad de un proceso se hace dos o tres veces menor y esto significa, en la mayor parte de los casos disminuciones del valor nutritivo de los alimentos.

Por lo que se refiere al crecimiento de los microorganismos, se sabe que las distintas especies crecen mejor a distintos intervalos de temperatura y que este crecimiento queda muy disminuido con la temperatura decreciente en los rangos utilizados en estos métodos.

Humedad relativa

Los productos vegetales tienen un alto contenido en humedad que va disminuyendo por la transpiración, siempre que exista diferencia entre la tensión de vapor de agua de la atmósfera ambiental y de la superficial y consecuentemente de la intercelular.

En condiciones normales, la atmósfera interna de un fruto está prácticamente saturada, siendo la H.R. del aire el factor condicionante principal de la transpiración y su intensidad.

Si el ambiente estuviese saturado

El mantenimiento de las condiciones de almacenaje óptimas para cada alimento durante todo el tiempo que dura el almacenaje, presupone la organización de la llamada «cadena de frío», que abarca al transporte, la venta al por mayor, al detall y al consumidor.

inbal (R)




VALVULERIA AUTOMÁTICA

Válvulas hidráulicas y eléctricas en diámetros comprendidos entre 50 y 300 mm.
Reductoras, sostenedoras, reguladoras de caudal, de alivio, control de bombas, etc...

Copersa

LA OFERTA MAS COMPLETA

en macetas, redondas y cuadradas
CON UN PERFECTO DRENAJE,
 Contenedores, Bandejas de semilleros
 y de transporte

 Macetas redondas serie B100	 Macetas redondas serie B100	 Macetas redondas serie B100 con drenaje THICK-PLASTIC-DRAINAGE	 Macetas redondas serie F y TC
 Macetas redondas serie C	 Macetas redondas serie BT	 Macetas redondas serie AB	 Macetas redondas serie W100
 Macetas redondas serie EC	 Macetas redondas colgantes	 Macetas redondas serie C	 Pielitos serie U
 Macetas redondas serie TC	 Macetas redondas serie BC	 Macetas cuadradas	 Macetas cuadradas serie V
 Paletas para cultivos jóvenes Miniflor	 Paletas preparadas para el cultivo y cajas de transporte Multiflor	 Cubetas de cultivo Multiflor	
 Macetas-alambra	 Macetas-alambra macetas con aberturas	<p>PRECIO SIN COMPETENCIA</p> <p>Acabados resistentes y atractivos</p>	
 Soporte de transporte			

MOTIF, SA Jardinería y
 Horticultura

de vapor de agua, teóricamente las pérdidas por transpiración podrían ser casi nulas, pero esto no es posible porque de ese modo se favorecerían las condiciones idóneas para el desarrollo de microorganismos causantes de podredumbres, aparición de sabores por salida de aroma, etc. En consecuencia se tiende a trabajar con H.R. entre el 85% y el 95%.

Son los productos conservados los que aportan agua, mediante la transpiración, elevando la tensión de vapor del aire ambiente de la cámara, agua que se pierde por condensación al circular con el aire, sobre el punto más frío o evaporador.

La transpiración también depende de las características propias de cada órgano vegetal (anatomía, morfología, bioquímica y estado) y dentro de éstos, de la especie y variedad.

En la humedad de una cámara ejerce gran influencia el denominado «salto térmico» que viene determinado por la diferencia de temperatura ambiental de la cámara y la que se produce en el evaporador o temperatura de expansión del gas. Así las dificultades serán tanto mayores cuanto más grande sea el salto térmico, debiéndose limitar a un máximo de 4-5°C en la mayoría de los casos y, de forma ineludible, cuando se trabaja a una temperatura de régimen de 0°C o menos, en el que la temperatura del evaporador sería de -4 a -5°C, de la que no debe bajar.

Es muy importante el dimensionamiento del evaporador en la consecución de H.R. altas con las que es preciso operar, siendo más difíciles de alcanzar cuanto más vacía esté la cámara, es más, en una cámara con menos del 60% de carga es prácticamente imposible obtener la H.R. adecuada sin operaciones de corrección o coadyuvantes.

Circulación del aire

La circulación del aire es necesaria para facilitar el rápido enfriamiento del producto; homogeneizar la temperatura y humedad de la cámara, evitando la creación de zonas con microclimas particulares y con temperatura, humedad y concentración de gases diferentes a los deseados; y desplazar el aire enrarecido que se crea en el entorno del producto por la respiración y emisión de compuestos orgánicos volátiles derivados del metabolismo de los productos.

Apartado 235 - 28230 LAS ROZAS (Madrid) - Telf. (91) 637 64 63 - 637 67 00 - Telefax (91) 636 18 45

DELEGACIONES EN TODA ESPAÑA

HORTICULTURA 69-JUNIO'91

Es indispensable que la carga se distribuya de modo que oponga la menor resistencia a la circulación del aire y que el coeficiente de recirculación (no de volúmenes de aire iguales al volumen de la cámara vacía, que impulsan los ventiladores durante una hora) sea el adecuado o suficiente.

El cálculo de los metros cúbicos que se deben impulsar por hora se realiza con la siguiente fórmula:

$$D \text{ (m}^3\text{/h)} = Q \text{ (frigorías/hora)} / At \times 0,305 \times ch$$

siendo At el salto térmico y ch el coeficiente de humedad del aire, que cuando hay fruta es aproximadamente 1,2.

En determinadas épocas, pueden darse ciclos de funcionamiento con paradas muy prolongadas (período invernal) y dar lugar a que estratifique el aire por lo que se ha de recurrir a ventiladores que funcionen independientemente del termostato, o a ventiladores complementarios que, durante estas largas paradas, funcio-

nen con frecuencia y duración suficientes para cortar la estratificación y mezclar todo el aire.

Durante el período de enfriamiento hasta alcanzar el equilibrio térmico, el coeficiente de recirculación habrá de ser mayor (máxima velocidad).

Renovación del aire

La técnica de renovación del aire, con aportación de aire limpio del exterior, es indispensable en la conservación de todos los productos hortofrutícolas y en especial en el caso de los cítricos, ya que éstos desprenden gran cantidad de aromas y son frecuentemente atacados por hongos del género *Penicillium*, que produce etileno, acelera la pérdida de color verde y adelanta los procesos de senescencia.

Además la renovación de aire es interesante, pues muchos productos del metabolismo de los frutos, al acumularse, pueden resultar nocivos para los mismos, provocando fisiopatías epidérmicas en grado muy variable.

La congelación se denomina tercera gama de la alimentación.

La cuarta gama, consiste en conservar productos frescos semielaborados o preparados para su utilización inmediata, con la ayuda del frío y mezclas gaseosas que retardan la senescencia y con envolturas plásticas de permeabilidad determinada, en condiciones de máxima higiene y asepsia.

LA FUERZA DE SUS PLANTAS ESTA EN EL SUSTRATO



Somos fabricantes de sustratos con calidad y resultados comprobados. Contamos con los medios necesarios para servirle cualquier mezcla con las proporciones que ud. desee.

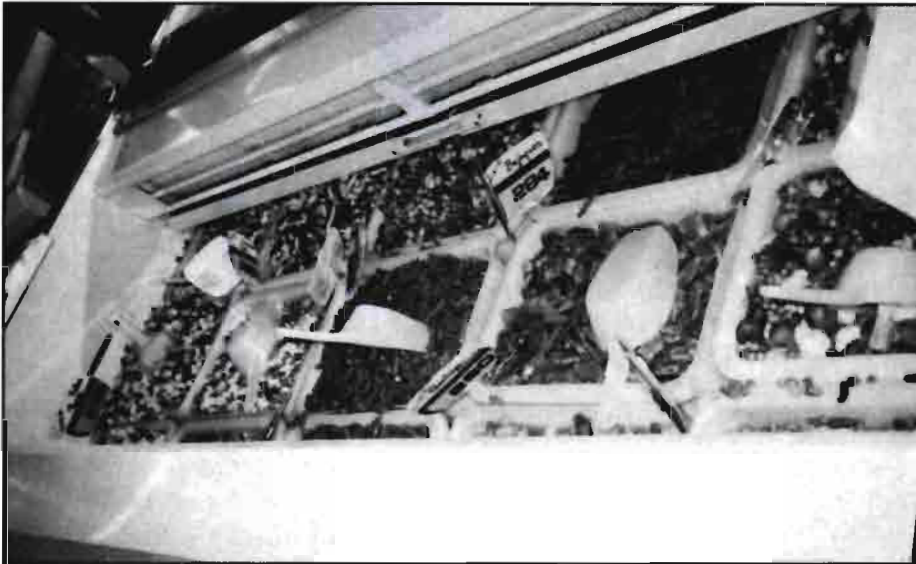
Además ofrecemos: TURBA RUBIA • ABONOS ORGANICOS • ECOBOSC
ABONOS DE LIBERACIÓN CONTROLADA: OSMOCOTE
ABONOS SOLUBLES: PETERS



PRODUCTOS ENERGÉTICOS Y ABONOS S.A.
TIERRAS Y SUSTRATOS

Cami de Sant Roc, s/n. (Finca Nitris)

Tel. (972) 24 19 29 - 17180 VILABLAREIX (Girona)



Si el tratamiento y el control del frío son correctos, muchos alimentos pueden mantenerse durante largo tiempo. En las fotos, hortalizas congeladas y de la IV gama.



7odos los frutos, como seres vivos que son, respiran y transpiran, no sólo durante su fase de desarrollo en el árbol, sino también durante la maduración y senescencia, una vez recolectados.

Por tanto, la renovación es muy importante para eliminar el etileno (sobre todo con fruta madura y a temperaturas mayores de 3-4°C), el anhídrido carbónico (que puede conducir a condiciones parcialmente anaerobias y provocar rutas fermentativas y malos olores), así como los aromas que pueden conferir extraños sabores (sobre todo cuando se conservan especies distintas en la misma cámara, lo que nunca se debe realizar).

Influencia de las concentraciones de O₂, CO₂ y N en la conservación

La modificación de la concentración de estos tres gases en un recinto estanco conteniendo frutos y hortalizas es el fundamento de la técnica denominada «atmósfera controlada», técnica coadyuvante a la refrigeración. Los efectos de estos gases sobre el metabolismo de los frutos es el siguiente:

Oxígeno

Actuando sobre la concentración de este elemento se puede influir en la maduración de la fruta, frenándola con su reducción y, a veces, acelerándola con su aumento. Así, reduciéndolo a tensiones muy bajas, el máximo respiratorio de los frutos climatéricos, además de ser muy bajo, se retarda, y en los no climatéricos, disminuye la tasa respiratoria.

No sería difícil eliminar totalmente el oxígeno de una cámara con buena hermeticidad, pero existe un límite inferior (sobre el 20%), por debajo del cual se inician fermentaciones, suprimiéndose total o parcialmente las reacciones propias de la respiración aerobia y dando origen a rutas anaerobias cuyos productos fermentativos finales (alcoholes, aldehidos, ácidos, etc), confieren malos sabores y aromas a los frutos.

Como hemos dicho, el bajo contenido de oxígeno reduce la intensidad respiratoria y con ello, el metabolismo general del fruto, lo que implica entre otros, los siguientes efectos:

- Reducción de la degradación de las protopectinas y de los ácidos orgánicos.
- Reducción de la pérdida de textura de la pulpa.
- Reducción de la degradación de las proteínas, azúcares y almidón.
- Disminución de la producción de etileno.
- Reducción de diferentes alteraciones (diferentes tipos de escaldados, podredumbres, etc), en especial cuando se da conjuntamente un alto contenido de anhídrido carbónico.
- Retraso de la degradación de clorofilas.

Consecuentemente, se prolonga la duración de la conservación, al retardarse considerablemente el proceso de maduración.

Estos efectos se suelen conseguir en la mayoría de las especies y variedades cuando el % de oxígeno en la cámara se aproxima al 5% o está por debajo de él. No obstante, la concentración de oxígeno tiene, como se ha dicho, un límite crítico o mínimo, establecido en el 2%, nivel que puede elevarse con la temperatura.

Cuando no se trabaja a la concentración óptima de oxígeno, que viene condicionada por la especie, variedad, concentración de anhídrido carbónico, etc, pueden producirse diversas alteraciones entre las que se pueden citar como más importantes las siguientes:

- Alteración del sabor.
- Daños por anoxia, como alteraciones del sabor, pardeamiento y manchas acuosas en la piel, cavidades en las lenticelas y epidermis, formación del alcohol, etc.
- Formación de cavernas en los tejidos (siempre que al bajo contenido de oxígeno se añada un alto contenido en anhídrido carbónico).
- Pérdidas de aroma, en especial para los porcentajes más bajos de oxígeno.

Anhídrido carbónico

El aumento de la concentración de este gas hasta el 3-6% puede actuar sobre el metabolismo de los frutos produciendo efectos similares a las bajas tensiones de oxígeno, reduciendo la intensidad respiratoria, inhibiendo la biosíntesis del etileno, lo que se traduce en un retraso en la maduración y, consecuentemente, de la senescencia. Además reduce la síntesis de productos volátiles.

Así como para el oxígeno hay un límite crítico mínimo, para este gas, este límite es máximo, por encima del cual se producen una serie de alteraciones como son pardeamientos internos, cambios de sabor, mayor sensibilidad a los daños por bajas temperaturas y lesiones y fisiopatías en la epidermis cuando se producen condensaciones de agua.

En general es más efectivo un bajo contenido en oxígeno que un alto contenido en CO₂, dándose los mejores resultados con las concentraciones óptimas de ambos gases, cuyos efectos resultan sinérgicos.

Un alto contenido en carbónico inhibe o retrasa el desarrollo de las podredumbres provocadas por *Botrytis*

sp, *Rhizopus* sp, etc; por el contrario, afecta muy poco a *Gloesporium* sp, *Molinia* sp, y *Penicillium* sp.

Nitrógeno

En la actualidad se recurre al empleo de nitrógeno licuado, contenido en botellas de acero a elevada presión, que al expansionarse absorbe calor con el consiguiente descenso inmediato de la temperatura. Ello para una prerrefrigeración más rápida, o bien, para la refrigeración de contenedores o cabinas de vehículos de transporte.

El nitrógeno como tal, es un gas inerte que no tiene efectos fisiológicos sobre los frutos conservados en atmósfera controlada, ocupando el espacio o volumen que deja el oxígeno cuando hay una deplección de éste, de modo que la suma de las concentraciones de los tres gases sea el

100%, sin tener en cuenta helio, neón, argón, kriptón y radón, que entran en proporciones mínimas.

Se han utilizado también los llamados «barridos con nitrógeno», ya que este gas desplaza al oxígeno, con lo que se consigue una deplección rápida de éste hasta la concentración deseada. Paralelamente se puede enriquecer la atmósfera con el suministro eterno de CO₂ hasta la concentración deseada, o mediante la respiración de los frutos, regulando su concentración con adsorbedores o mediante membranas de elastómero de silicona de permeabilidad selectiva a ambos gases.



Bibliografía

- J. Kepczynski; E. Kepczynska. (1977). Effect of ethylene on germination of fungal spores causing fruit rot. Research Institute of Pomology. Skierniewica. Poland. Fruit Sci. Rep. 4 (1): 31-35.
- S.F. Yang; H.K. Pratt. (1978). The physiology of ethylene in wounded plant tissues. In: Biochemistry of Wounded plant Tissues. Ed. Waite de Gruyter. Berlín-New York pp. 594-622.
- J. Graell. Tecnología de la frigoconservación de frutos. Parámetros de la conservación frigorífica. Frut. Revista de Fruticultura. Vol. III. n° 4: 242-253.
- El-Kazzaz et al. (1983). Ethylene effects on «in vitro» and «in vivo» growth of certain postharvest fruits infecting fungi. Phytopathology, 73: 998-1001.
- El-Kazzaz et al. (1985). Ethylene effects on postharvest fruit diseases. Controlled atmospheres for storage and transport of perishable agricultural commodities. IV National Controlled Atmosphere Research Conference. Horticultural Report, 126; 348-351.
- J. Wojciechowski et al. (1985). A comparison of ethylene removal by means of catalytic combustion and chemical absorption. Controlled atmospheres for storage and transport of perishable agricultural commodities. IV National Controlled Atmosphere Research Conference. Horticultural Report, 126: 363-373.
- J.L. de la Plaza. (1986). La vida post-recolección de los frutos. Fruticultura Profesional. Enero-marzo: 42-46.
- J. Graell. (1987). Reducción del etileno en cámaras de conservación de fruta. Fruticultura Profesional, 10: 56-61.
- A. Escriche et al. (1988). Estudio de un adsorbedor de etileno a base de permanganato potásico. Fruticultura Profesional, 15: 46-52.
- J. Graell. (1989). Prerrefrigeración de productos vegetales. Fruticultura Profesional, 20: 40-44.