

靑果物의 低溫貯藏에 關하여 (1)

—低溫貯藏의 基本的인 問題들—

許 宗 和*

On the Cold Storage of Fruits and Vegetables(1)

—Some Basic Problems of Cold Storage—

Jong-Wha Hur

1. 서 론

우리나라는 기후와 토질등의 여건이 과실과 채소의 재배에 좋은 조건을 구비하고 있고, 이들 청과물은 식량자원 면에서도 중요한 몫을 차지하고 있다.

과실은 1960년(16만 6천톤)에 비하여 1974년(58만 2천톤)은 350%, 채소는 1960년(108만 8천톤)보다 1974년(297만 5천톤)은 273%나 각각 증산되었으며, 경제개발에 의한 국민 소득증대는 이들 청과물의 공급과 수요를 더욱 가속화 시켜 줄 것으로 예상된다. 가공, 수출은 물론이고 생산증가에 의해 저장 방법이 여러가지로 실용화되고 있으며, 청과물의 저온 저장은 수산물과 축산물 등의 일반 식품의 냉동이 비견할 만큼 중요하게 되고 있다.

수산물과 축산물은 이미 세포자체가 죽은 식품의 鮮度를 유지하므로 가능한한 低溫에서 동결저장하면 되지만, 청과물은 대부분 신선한 상태로 소비자에게 공급되며, 가공 또는 먹기 직전까지는 살아 있는 세포 즉 生體로 저장해야 한다. 그

리므로 청과물 자체의 生理的인 特性과 物理化學的인 物質을 먼저 파악하고 거기에 따라 適當한 溫濕度, 空氣成分, 氣流, 淸淨度 등의 工學的인 方法이 강구되어야 한다.

2. 靑果物의 生理的인 特性

a) 呼吸作用(Respiration)

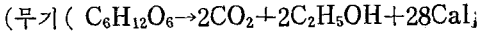
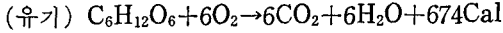
청과물은 生體로 저장되므로 저장기간에도 호흡을 계속하며 이때문에 生體의 生理活動에 소모되는 energy를 얻기 위해서 體內的 成分을 分解, 變化시킨다.

체내의 성분감소는 맛과 영양의 감소를 뜻하며 생리적인 장애와 미생물 작용 등에 의해 부패를 초래하게 된다. 그러므로 청과물의 저장은 살아 있는 상태에서 가능한한 호흡을 억제시켜 체내성분의 감소를 막아서 장기간의 저장에도 충분한 상품가치가 유지되게 하지 않으면 안된다.

호흡에는 보통 공기중의 O₂를 취하는 有氣呼吸(Aerobic respiration=正常呼吸)과 O₂를 취하지 않고 호흡기질(呼吸基質)인 체내성분(당분, 수분, 지질, 유기산, 수분 등)을 산화·분해시키는 일종의 分子間호흡인 無氣呼吸(Anaerobic respiration=異常呼吸)의 2가지 형태가 있는데, 有氣호흡인 경우 포도당 1분자의 분해에서 674cal의

正會員. 濟川大學, 農水產學部, 食品工學科

열량을 얻는데 反하여 無氣 호흡에선 28cal 밖에 얻지 못한다.



無氣 호흡은 alcohol 이나 젖산을 생성하므로 일종의 醱酵(Fermentation)가 되는 것이며, 같은 열량을 얻기 위해선 有氣 호흡때보다 무려 24배의 체내성분을 소비하게 된다.

Lentz 와 Berg (1973)¹⁾ 는 호흡량과 수분감소에 온도와 상대습도의 영향이 크다고 보고하였으며 Gore (1911)는 호흡속도와 온도와의 관계를 다음 식으로 표시하였다.

$$\log y = \log y_0 + a \cdot t$$

y: t°C의 호흡속도 (온도 t°C에 있어서 과일 1kg 이 1시간에 방출하는 CO₂의 mg 수)

y₀: 0°C 의 호흡속도 (0°C에서의 과일 1kg 이 1시간에 방출하는 CO₂의 mg 수)

a: 상수 (=0.0376 ± 0.00044) 과실에 따라 다소 차이 있음.

호흡은 온도계수 Q₁₀에 의해 큰 영향을 받는데 온도가 상승하면 호흡상승과 더불어 호흡열이 상승하고 이 호흡열이 호흡을 가속시키게 되므로 저온저장에 의해 호흡과 호흡열을 억제하지 않으면 안된다.

b) 蒸散作用 (Transpiration)

호흡에 의해 水分과 CO₂가 배출되어 청과물의 수분감소가 일어나는데 심해지면 청과물 조직을 위축시키고 芳香을 잃고 품질이 저하되며, 또 過濕상태에서 극단적으로 증산을 억제하면 병충해와 생리장해의 원인이 되기 쉽다. 그러므로 생리장해를 일으키지 않는 범위에서 증산을 억제해야 한다. 증산을 촉진하는 요인으로 內的으로 水分含量과 組織의 상태가 관계되며, 外的인 것으로는 庫內濕度, 공기의 流動, 氣壓, 化學物質(포장, 도포제)등에 관계된다. 일반적으로 증산량은 庫內공기와 청과물 표면과의 水蒸氣差 (vapour pressure deficit, VPD)에 비례하여 이것은 온도와 밀접한 관계를 갖는다. 庫內공기의 상대습도가 100%되어도 식품표면온도가 고내공기온도

보다 높으면 식품에서 수분은 증발한다.

이 증산은 호흡과 관련되어 증가되므로 이것을 억제하기 위해서도 저온저장에 공기 流動을 촉진시켜야 한다. 공기유동은 청과물 표면의 수증기와 生理的인 배기가스를 제거하므로 표면 수분의 증발 잠열에 의한 냉각효과와 공기 洗淨효과를 가져온다.

C) 低溫障害 (coldjury, chilling injury)

청과물은 대부분 저온에 민감하며 일반적으로 열대성 또는 아열대성의 경우 凍害에 이르지 않더라도 세포내의 有形體膜인 mitochondria 膜이 저온에 의해 그 구성물질인 脂質과, 蛋白質의 結合能力에 변화를 받아 그 기능(영양물질의 移送, 收縮, 弛緩)이 異常이 일어나는 현상을 저온장해라 하는데 청과물의 종류와 품종에 따라 장해온도와 형태가 다르며 (표1), 저온 장해에 관한 완전한 mechanism은 아직도 구명중에 있다^{2) 3)}.

표 1. 저장 청과물의 저온 장해

종 류	장해온도 (°C이하)	장해의 형태
사 과	-1~2	내부갈변, 조직취약
바 나 나	12~13	흑변
토 마 토 (녹 숙)	13~14	성숙때 색깔불량
파인애플	8~10	흐릿한 녹색
고 구 마	10	내부부패
오 이	5	쭈그러짐 (pitting)
포 도	10	//
밀 감	2~3	과피 부패

3. 冷却速度와 貯藏原理

a) 冷却速度

냉각때 청과물의 내부의 임의의 點에서의 온도와 熱流分布는 시간적으로 變化하는 非定常傳熱의 형태로 진행된다.

Sweat (1974)⁴⁾는 청과물의 열전도율을 측정하여 수분의 증가에 따라 전열계수 증가가되며, 밀

표 2. 청과물의 열전도율

종 류	수 분 (%)	온 도 (°C)	밀 도 (g/cc)	열전도율 (watts/m. c)
사 과	84.9	28	0.84	0.513
바 나 나	75.7	27	0.98	0.481
파인애플	84.9	27	1.01	0.549
복숭아	88.5	28	0.93	0.581
배	86.8	28	1.00	0.595
포 도	90.4	26	0.95	0.549
밀 감	85.9	28	1.03	0.580
딸 기	88.8	28	0.90	0.462
당 근	90.0	28	1.04	0.605
오 이	95.4	28	0.95	0.598
양 파	87.3	28	0.97	0.574
토 마 토	92.3	28	1.01	0.462

도에도 영향을 받는다고 보고하였다(표 2).

그리고 청과물의 온도를 庫內 공기 온도와 거의 같은 온도까지 저하시키는데 요하는 全時間(z)는 1차 品溫半減時間 (Half cooling time) (z_1)과 2차 사이의 반감시간 回數(n)의 곱 즉 $z = z_1 \times n$ 로 나타낼 수 있는데, 이식으로 半減時間이나 소정 시간에도 달하는 溫度를 概算할 수 있다. 이품은 반감시간이 빨리 오게 하기 위해서 효과적인 냉각방법이 요구된다.

b) 저장의 기본원리

청과물 저장의 기본원리는 호흡과 증산을 억제하는 것이며 이를 위해 저온 상태가 일어나지 않는 범위에서 가능한한 저온을 유지하고, O₂ 감소와 CO₂ 증가로 인한 庫內 공기의 성분조정 (Controlled Atmosphere, CA)으로 보완해 주고, 청과물의 성숙(ripening) 직전에 호흡량이 최대로 상승하는 climactic rise (CR=호흡急昇) 직전에 수확하는 것이 바람직하다.

또한 곰팡이와 병원균등의 미생물작용과 생리작용에 의한 acetylene, ethylene 등의 害毒 gas와 호흡열, 과도한 습도를 제거하기 위해 신선하고 수분이 적당한 공기를 공급해 주고 豫措, 방사선 조사, 피막제처리 등으로 저장능력을 키워

줘야 한다.

저온저장에 적합한 온·습도는 표3과 같다.

표 3. 청과물 저장을 위한 온습도

종 류	온 도 (°C)	상대습도 (%)	저 장 기 간
바 나 나	12~15	90~95	10~20일
복숭아	- 1~ 1	85~90	1~ 4주
감	- 1	85~90	2월
파인애플			
녹 숙	10	90	2~ 4주
완 숙	5~ 7	90	2~ 4주
딸 기	0	85~90	1~ 5일
밀 감	3	85~90	1~ 4월
오 이	7~10	90~95	1~ 2주
무	0	90~95	3~ 4주
토 마 토	2~ 3	85~90	6주
포 도	4~ 8	85	10주

4. 豫冷의 方法

a) 豫冷(precooling)의 중요성

일단 수확된 청과물은 CR가 일어나기 전에 빨리 냉각(예냉)시켜서 본저장을 한다.

이 예냉을 효과적으로 못하면 糖含量이 격감되고 風味도 현저하게 저하되어 저장효과를 기대할 수 없게 된다.

b) 豫冷의 방법

i) 空冷法 (air cooling)

딸기 포도 완두 감귤류등 비교적 물리적인 外傷을 받기 쉬운 청과물에 이용되는 방법이며, 자연대류냉각(Room cooling)과 強制送風方式 (Forced air cooling)이 있는데, 송풍의 온도는 빙결점보다 0.5°C 높게 유지하고 저온상태가 심한 것은 더 높아야 한다.

Soule 등(1969)⁵⁾은 오래저 포도등을 강제 송풍 냉각시킨결과 청과물의 초기온도가 높으면 비례하여 냉각효과가 높아져서 생리적인 障해가 감소되었고, 조직의 stress가 방지되며 무게 감소도

0.5~1%의 좋은 성적을 얻었다고 보고하였다.

냉각속도를 크게 하기 위해 空氣의 流速을 크게 하는 것이 좋으나 너무 과하면 靑과물자체의 水分손실이 크므로 예냉 단계에서만 風量을 많게 하고 본저장때는 호흡열과 배기 gas의 제거에 필요한 최소한의 풍량을 주는 것이 바람직하다.

ii) 水冷法(hydro cooling)

비교적 물리적 생리적 저항력이 큰 根菜類등에 적당한 방법이며 靑과물을 冷水담긴 용기에 담그는 浸漬型(immersion type)과 쌓여 있는 靑과물에 직접 냉수를 뿌리는 散水型(flood type)이 있다.

냉수가 靑과물 개체의 표면과 잘접촉되고 물이 찰 때는 효율이 매우 좋아서(60%) 유리한 냉각법이다.

야채의 품온과 냉각온도의 관계를 전열의 기본식으로 나타내면 다음과 같다.

$$Q = hA\Delta t$$

h : 열전달계수(야채의 경우 $50 + 300\sqrt{\text{流速}}$)

A : 표면적

Δt : 야채와 냉수의 온도차

따라서 충분히 냉각된 물이 균일하고 힘있게 흐르면 냉각은 급격히 된다(그림 1).

30°C의 야채 무게 $G(=100\text{kg})$ 를 0°C로 냉각시키는데 요하는 열량 (Q)은 $Q=(30-1000C)$ 이 된다. 편의상 비열 $C=1$ 로 하면 $Q=30,000$

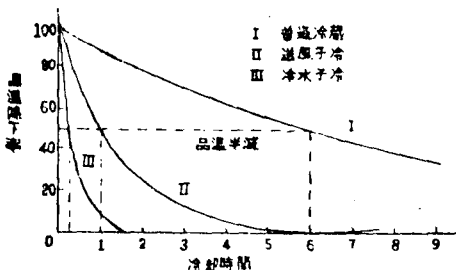


그림 1. 복숭아 냉각 속도의 비교

Kcal가 되며 얼음으로 냉각시킬때 (잠열=80), $30,000/80=375\text{kg}$ 의 얼음이 소요된다. 또 Hydro-cooler의 水槽에 들어있는 물의 양(w)을 냉각시키기 위해 필요한 얼음과 공기중에 잃는 열

량(Lt)이 있으므로 이들을 합치면,

$$\text{얼음소요량 } y = \frac{(T-T_0)GC + (w\Delta t)}{80} + Lt$$

$$= 757.5 + Lt \text{가 된다.}$$

$$(w=1800, \Delta t=17^\circ\text{C})$$

이 水冷法은 포장재료가 흡습하며 무겁고 강도가 저하되며, 水流의 강도에 따라 靑과물에 기계적 손상을 입힐 가능성이 있으며 물속의 병균에 감염될 우려가 있는 결점을 갖고있다. 그러므로 냉각수의 속도와 물방울의 크기를 잘 조절하고 냉수에 sodium-ortho phenylphenate 1000ppm液이나 calcium hypochlorite 200ppm液혹은 hycostain 400ppm의 사용으로 살균하면 좋으나 가능한 살균제 사용은 피하고 냉각수의 순환구에 filter 등 除菌장치를 하는 것이 필요하다.

iii) 減壓冷却法(vacuum cooling)

표면적이 큰 葉菜類(상추, 시금치 등)를 잎의 표면에서 水分의 증발 잠열에 의해 일자신이 냉각되는 방법으로 냉각이 균일하고 냉각소요시간도 30분이내에 되므로 단시간에 大量의 야채를 냉각가능하고 청결한 방법이다. 냉각전에 靑과물의 표면을 물로 prewetting (premoisten)하면 수분감소에 의한 수축을 막고 냉각속도를 증대시킬 수 있다. 물의 량은 계산에 따라 넘치지 않게 하고 물공급도 고르게 잘 분무하는 것이 좋다. 진공냉각에 의한 품온저하는 靑과물이 증발열을 빼앗기는데 있지만, 수분손실(중량 감소)과 밀접한 관계가 있다. 이론상 0°C에서 물 1g의 증발잠열은 597cal이므로 100g의 靑과물에서 1g의 물이 증발할 때 빼앗기는 온도는(비열=0.95라면)

$$\frac{597\text{cal}}{100\text{g}} \div 0.95\text{cal/g}^\circ\text{C} = 6.3^\circ\text{C} \text{로 된다.}$$

진공냉각은 지극히 빠르므로 진공실내의 氣壓이 주의해서 결코 열지 않게해야 한다. 가장 차기 쉬운 부분의 온도를 점검하는 동시에 안전성을 고려하여 5mmHg 이하에는 감압하지 않는 것이 좋다.

5. 本貯藏의 方法(CA 冷蔵)

靑과물을 저온저장하는 방법은 대체로 예냉에서 다른 것과 비슷한 보통의 방법 말고도 특수한

방법으로서 CA 저장에 각광을 받고 있으므로 CA에 대해 중점을 두고자 한다. 사과와 감의 경우 20°C보다 0°C 저장하면 호흡억제와 저장기간이 10배로 되며, 여기에 庫內공기의 O₂ 감소와 CO₂ 증가에 의해 다시 2배로 되어 저온과 CA를 병용하면 무려 20배의 저장기간이 연장되게 되는데 CA냉장은 이점에서 다른 저장방법보다 중요시 되며 약 50년전 英國에서 Kidp와 West에 의해 발명된 이후 최근에는 선진국에서 실용화되고 있으나 우리나라에선 본격적인 실용화가 못되고 있으므로 청과물 증산(增産)에 발맞추어 더욱 연구 개발할 가치가 있다고 본다. CA의 방법에는 청과물의 호흡에 의해 자연적으로 人工空氣(Artificial air)를 조성하는 在來式과 기계적인 Generator를 써서 미리 조성된 공기를 냉장고에 넣어주는 Generator式과 이 2방식의 절충인 Oxytrol式으로 크게 나눌 수 있다.

a) 在來式

i) 制限換氣式(Restricted ventilation system)

공기중에 함유된 N₂ 79%, O₂ 21%, CO₂ 0.03% O₂ 16%에서 호흡에 의해 O₂ 16%, CO₂ 5%등으로 21%로범위에서만 인공조성이 가능한 것으로 보통의 냉장고에 벽을 氣密性있게 하면 되는 방법으로 설비비가 싸게 먹히지만 공기조성에 너무 장시간(약 50일) 소요되며, 원하는 공기조성을 정확히 할 수 없고 (O₂+CO₂=21%에서만 가능) ethylene 등의 배기 gas를 제거할 수 없는점, 외기를 들여오므로 냉동부하가 큰 결점을 갖고 있다. 고도의 기술과 경험이 요구되는 방법이지만 유럽에선 가장 오래되고 일반적으로 사용되고 있다(그림 2).

ii) 空氣洗淨式(Scrubber system)

기밀구조와 청과물의 호흡에 의한 공기조성은 i)과 같으나 과잉의 CO₂를 Scrubber에 흡수시켜 제거하는 장치와 부대설비가 많은 방법이다 (그림 3).

Scrubber에는 CO₂를 잘흡수하는 가성소다, 탄산소다, 석회유, monoethanol amine을 물에 녹여 여기에 공기를 통과시키는 濕式과 소석

회를 종이에 싸서 포갠 사이로 공기를 통과시키는 乾式이 있으며, 대체로 活性炭素의 사용이 간단하고 싸며 再生이 가능하므로 권장할만 하다.

공기세정식은 CO₂의 흡수와 N₂의 보충에 의해 O₂+CO₂<21%되게 할 수 있는 장점이 있으나 설비비가 많이 들고, 공기조성이 오래 걸린다(사과, 약 3주) 가능한한 저장고에 청과물을 많이 넣음으로써 공기조성을 촉진하되, 출입문을 자주 열지 않도록 유의해야 한다.

iii) Gas 交換透過式(Exchanger diffuser system)

어느 정도 기체투과성이 있는 film에 청과물을 넣고 호흡작용에 따라 조성된 인공공기중에서 냉장하는 방법이며, plastic film 등의 선택을 잘하면 CO₂농도가 過하면 여분이 밖으로 나가고 O₂역시 너무 희석되면 밖에서 투과되어 들어오도록 할 수 있고, 설비는 냉장고와 film만 있으면 가

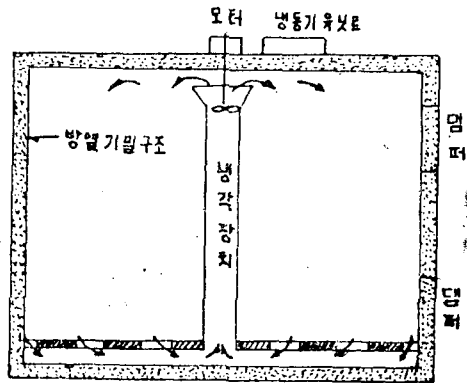


그림 2. 제한환기식

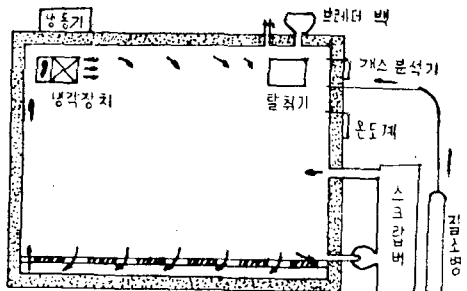


그림 3. 공기 세정식

능하므로 설비비가 적게 드나, 정확한 투과도의 film 선택이 어려운 결점이 있다.

b) Generator 式

단시간에 공기조성(1~3일)되며, 냉장고 벽에 기밀성이 크지 않아도 되고, 배기 gas의 제거, 출입구의 가능성등 장점이 많은 반면 Generator, 연료, 전력등의 설비운영비가 높고 인공공기가 냉장온도 보다 높아 냉동기의 부하가 큰것이 결점이다. 그러나 딸기와 같이 재래식에 의한 공기 조성 기간보다 빨리 품질이 나빠지는 청과물에는 필수적이고 확실한 방법이며 미국을 중심으로 현저한 발전을 보이고 있는 방법이다.

i) TECTROL system

글자 그대로 전체 환경 공기의 조성방법(Total environmental controlled atmosphere system)으로, 냉장고의 유입 공기를 미리 propane gas로 연소(O₂↓) 후, 냉각(H₂O↓) 시키고, scrubber에 통과(CO₂↓)시켜 N₂가 많아진 인공공기(N₂ 96%, O₂ 2~3%, CO₂ 1~2%)를 냉장실에 연속적으로 넣어 주는 방법이다. 미국의 whirl pool CO₁가 1957년에 개발하고 1963년부터 실용화 되고 있으며 日本에서도 청과물 저장에 많이 활용되고 있다(그림 4).

ii) ARCAGEN system

별도의 활성탄소등 固形吸着劑를 사용한 scrubber에서 나온 인공공기와 연소장치등이 있는 산소감소장치에서 나온 인공공기를 각각 냉장실에 들여넣고 이것을 다시 순환시켜 원하는 공기조성

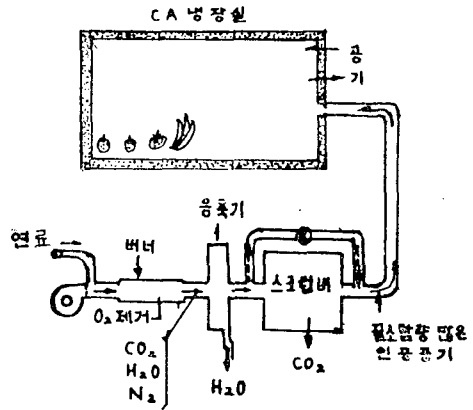


그림 4. Tectrol

과 온·습도를 만드는 방법(Atlantic research controlled atmosphere generating system)이며, 냉장고와 두개의 장치 부분에서 순환환기가 이루어지므로 일종의 제한환기도 되며 설비운영이 복잡한 흠이 있으나 두 장치를 각각 또는 병용할 수 있는 장점을 갖고 있다(그림 5).

c) Oxytrol system

액체 N₂를 냉장실에 넣어서 기화한 N₂가 공기중의 O₂를 내쫓고, 기화열의 흡수로 동시에 빠른 냉각이 가능한 방법으로 냉장고와 액체 N₂만 있으면 되나 급격한 저온과 청과물 전체에 균일한 온도 분포를 시킬 수 없으므로 凍害를 받는 부분(표 1면의 청과물)과 냉각이 잘 되지 않는 부분(밑과 속의 청과물)이 생기기 쉽고 온도조절

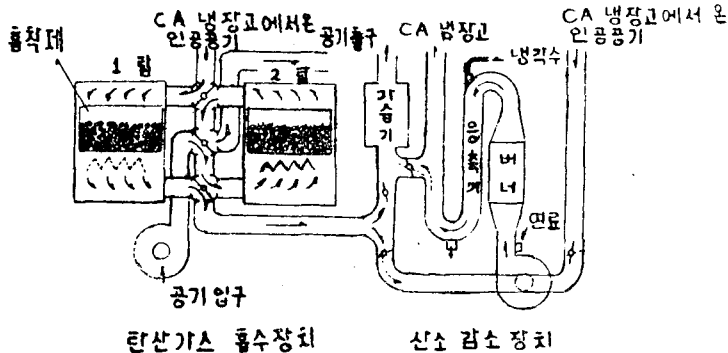


그림 5. Arcogen 식

이 힘들며, 고압 gas 인 액체 N₂ 사용의 위험성이 따른다.

d) CA 저장의 개선과 주의할 점

i) 신선한 원료

품질이 나빠진 원료를 장기적으로 CA 냉장하는 것은 경제적으로도 무의미하므로 가장 신선한 원료를 선택할것.

ii) 품종의 선택

청과물의 종류와 품종에 따라서 인공공기에 한의 O₂ 결핍과 CO₂ 과잉으로 생리 장애를 받는 것은 선택하지 말것.

iii) 氣密성과 농도

보통의 냉장방법은 방열·방습만으로 충분할지 모르지만, CA 저장고의 벽은 기밀성이 커야하고 정확한 기체조성을 유지할 수 있어야 하므로 기체농도를 규칙적으로 측정, 기록해야 한다.

iv) 저장기간의 연장

CA 저장은 비교적 장기저장이 가능하므로 장기저장에 의해 경제성이 큰 청과물을 선택해야하며, 지나치게 장기가 되면 상품의 외관은 좋아도 출고후에는 체내성분의 소비가 빨라 내부갈변과 風味의 異常이 되기 싶다.

v) 출입고의 계획

사과나 배의 경우 CA 냉장실에 반입하는 작업은 5일이내면 되지만, 반입이 끝나고 공기조성될 때까지 2~3주간 걸리고(채래식), 반출할때 외기 중에 4~5일 지체되므로 계획을 세워서 빨리 출입고 되게 해야 한다⁶⁾.

vi) 작업자의 안전

보통냉장고에서도 작업자의 人命사고가 가끔 일어나지만, CA 냉장실은 특히 산소가 결핍되어 있으므로 반드시 산소 마스크를 착용하고 가능하면 두 사람 이상이 작업하도록 해야하며, 냉장고의 붕괴, 화재, 전기, 약품사고등에 대비하여 안전성을 높이고 응급조치등에 만전을 기해야 한다⁷⁾.

vii) Energy 절약

CA 냉장은 냉장과 연소등에 의해 많은 energy 를 소모하므로 보다 효과적인 열관리가 강구되고

CA 공정을 합리화 시키는 연구가 더욱 있어야 한다⁸⁾.

viii) 품질관리와 방열

외부에서 공기가 들어올때 청과물을 갑작스런 환경변화에서 보호하고, 방열을 효과적으로 하기 위해서 jacket system 또는 flasket 의 활용방법의 검토가 더욱 추진되어야 한다.

6. 결 론

청과물의 저온저장은 그의 복잡한 생리와 종류 품종, 산지, 계절에 따른 특성을 파악한 후 저장 방법을 결정해야 하며, 특히 CA 의 장점을 잘 활용함으로써 보다 경제적이고 상품가치가 높은 저장이 가능해 질 것이다. 사과는 이미 선진국에서 CA 저장에서 완벽한 성과를 얻고 있으나 밀감과 같이 까다로운 청과물도 연구 결과에 따라 충분히 장기저장이 가능하리라 보며 CA 에 대한 보다 폭넓은 연구와 개발이 기대된다.

참 고 문 헌

1. Lentz., C.P. and L. van den Berg: ASHRAE Journal, (8) 55-60, 1973
2. 山木昭平: 低温障害と生體膜について, 化學と生物, 9(11), 760-762, 1971
3. ASHRAE guide and data book (Applications), p. 363, 1968
4. Sweat., V. E.: Experimental values of Thermal Conductivity of Selected Fruits and Vegetables, J. of Food Science, 39, 1080-1082, 1974
5. Soule., J.Y, G.E. Yost and A.H. Benett: Experimental Forced-Air Precooling of Florida Citrus Fruit, U.S. #D. A. M. R. R., No. 845, 1969
6. Hiele., T. van: Cooling and Ripening of Fruits in Relation to Quality CA Storage possibilities and Limitations in Practice, IIR, 1973
7. Woolrich., W.R. Hallowell: Cold and Freezer Storage Manual, AVI Pub. Co., 293-310, 1970
8. 加藤薫: 新しい省資源方式 CA貯藏システムについて, 空氣調和と冷凍, 14(7), 191-196, 1974