

# 靑果物의 低溫貯藏設備 및 關連技術

(株) 기린産業 建築資材研究所 鄭 義 彰

## 1. 야채, 과일에의 예냉

야채, 과일은 수확후에도 살아서 호흡작용을 하고 있다. 그러나 영양을 공급하는 뿌리가 없어서 자기체내의 영양을 소비하며 따라서 시간의 경과와 함께 선도와 품질을 저하시키므로 이것을 최소한으로 억제하기 위하여 수확 후 가능한 빨리 야채, 과일의 품온을 동결점 부근으로 내려 야채, 과일의 호흡작용을 억제하는 것이 중요한데 이의 방법을 예냉이라 한다.

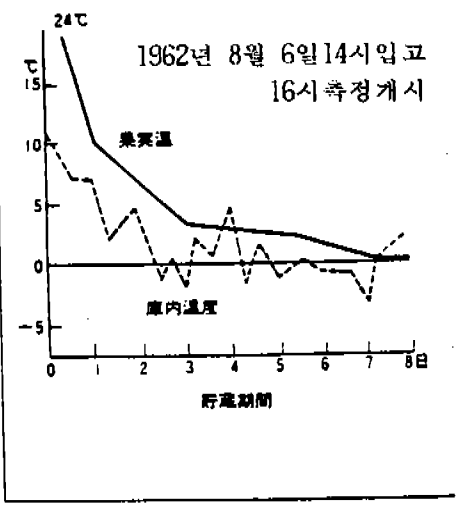
### 1-1 예냉의 필요성과 효과

야채, 과일을 고온다습한 장소에 두거나 이러한 조건하에서 수송하는 것은 부패, 시들음, 변색, 감량, 선도저하 등의 면에서 생각하면 최악의 조건이라 말할 수 있다. 한편 야채, 과일의 품온을 저온으로 하면 품질 보존에 좋은 것은 알고있으나 그것은 단순히 냉장고에 넣는 것으로 충분한 것이 아니고 야채, 과일의 품온을 급속히 내린 상태에서 보존 하여야만 한다. 보통 냉장고는 고내 온도를 0℃로 조절하고 있어도 품온이 높은 야채, 과일을 한꺼번에 넣을 경우 완전히 품온을 내리려면 장시간이 필요하다.

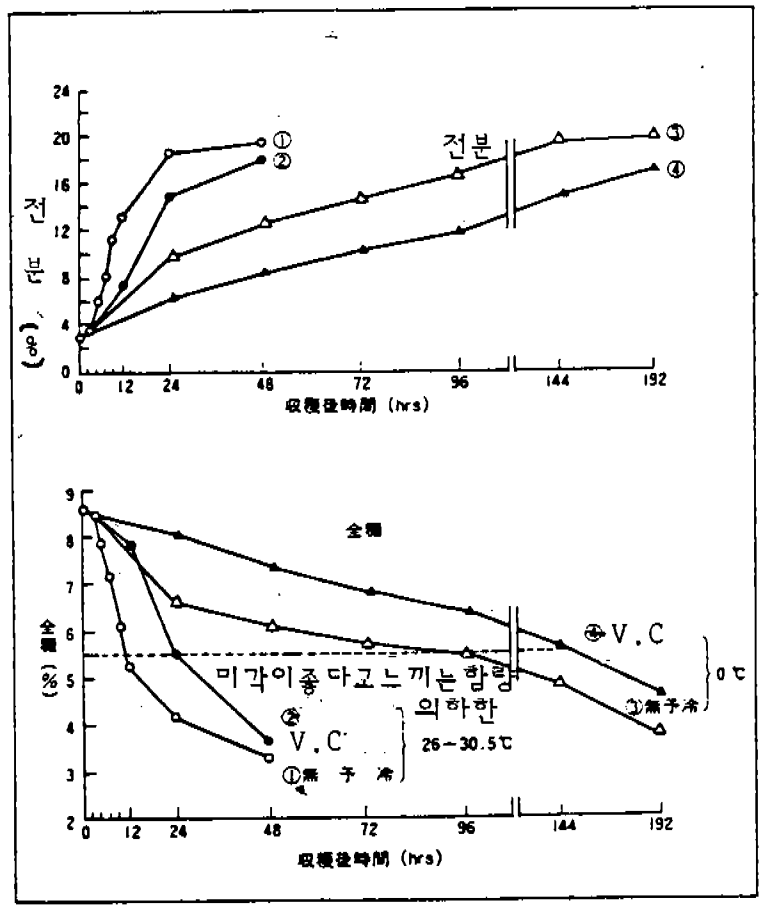
예로 [그림 1-1]은 성하기에 대량의 복숭아를 넣었을 경우 품온의 변화를 나타낸 것으로 목표 온도인 0℃에 가깝게 내리는데 약 1주일 정도의 오랜 기간이 소요 되는 것을 보여준다. 따라서 성하기에 수확하는 야채도 같은 상태일 것으로 생각된다. 이러한 때에 생기는 품질 저하를 방지하고 저온저장과 저온수송의 효과를 완전히 하기 위하여 예냉을 시행하여야 한다. 예냉효과가 높은 품목은 고온하에서 품질 저하가 빠른 야채, 과일 일수록 효과가 크다.

[그림 2-2]는 Sweet Corn을 진공냉각으로 예냉처리 한것과 처리하지 않은것의 전당, 전분을 비교한 것으로 이것을 보면 예냉의 효과를 알 수 있다.

[그림 1-1] 성하기에 복숭아를 0℃로 저장 했을때 과일온도, 고내온도의 실측치



[그림 1-2] Sweet Corn의 수확후 전당, 전분의 변화



- 예냉실시의 3대 효과는 다음과 같다.
- 가. 호흡을 억제하여 함유한 영양분의 소모억제.
  - 나. 증산을 억제하여 증량감소를 방지.
  - 다. 병균의 발육을 억제.

1-2-1 수확

예냉을 실시하는데 가장 문제가 되는것은 물중에 수분이 부착되는 것이다. 수분의 부착 원인은 수확후의 세척수와 수확 전후의 우수 및 이슬을 생각할 수 있다. 세척후에는 가능한한 잔류 수분이 없도록 한후 예냉을 하여야 한다. 옛부터 비맞은 야채는 저장성이 없다는 것은 모두가 아는 사실이므로 수확은 수확전후 2~3일간 비 안오는 날을 택하여 수확하는 것이 좋다.

1-2-2 예냉의 시기

수확후 즉시 예냉을 시작한다.

같은 품종으로 생각하는데도 수확으로부터 예냉종료까지의 시간이 짧을수록 품질이 좋다.

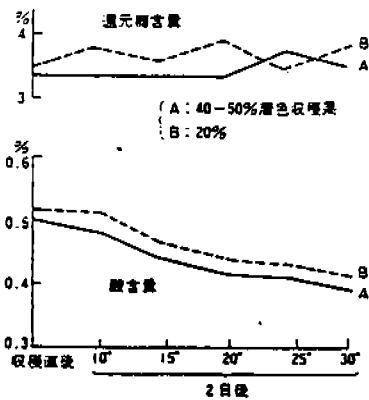
따라서 수확후 가능한 빨리 예냉을 시작하여야 한다.

[그림 1-3] 은 토마토의 수확후 당과 산 함량의 변화 상태를 나타낸다.

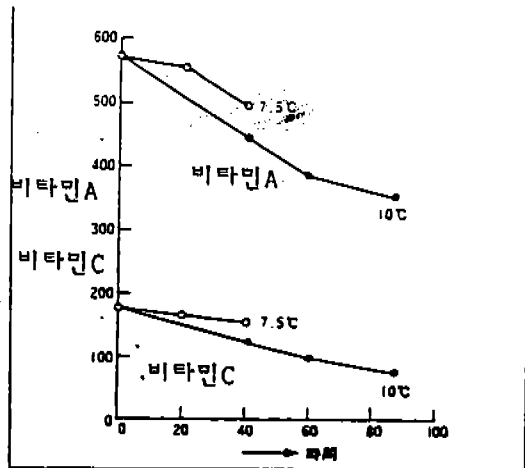
[그림 1-4] 는 프린스메론의 수확후 당량의 변화이다.

수확후 환원당이 감소하여 비환원당이 증가하며 전당이 점차 감소한다.

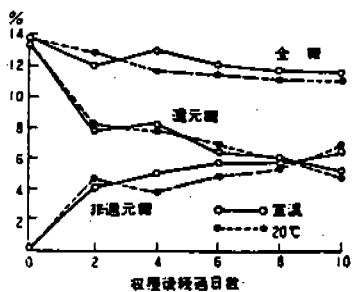
[그림 1-3] 수확 2일후 토마토의 저장 온도별 당 및 산의 함량 <1966년>



[그림 1-5] 피망 저장중의 비타민 A 및 비타민 C 함량변화



[그림 1-4] 프린스메론의 수확후 당 함량의 변화



<표 1-1> 수확후의 엽채류의 비타민 C 함량의 변화

	수확당시	실온 1주간	2~3°C 2주간
시금치	196.5	98.7	131.5
양상치	18.6	5.4	9.5
꽃야채	105.0	48.6	102.5
양배추	110.8	72.5	105.3
꽃양배추	95.2	40.6	81.5
배추	75.6	46.8	64.0
남아초	115.6	57.3	83.6

### 1-2-3 예냉의 속도

#### 단시간의 냉각이 중요

빠른 예냉치수와 함께 예냉에 있어 냉각 소요시간의 단축이 요구된다. 이 냉각 소요시간은 예냉 장치의 방식, 능력등 외에 농산물의 종류, 수량, 초온 포장등에 의하여 차이가 있으며 그에따라 각각 적합한 장치로 급속 냉각함이 중요하다.

<1-6 장 예냉품목과 예냉방식과의 관계 참조>

### 1-2-4 예냉의 최종온도

냉장의 최적온도가 최종온도임 = 농산물의 저장조건참조

예냉의 최종온도는 예냉 품목에 의하여 차이가 있으며 특히 저온장해를 일으키는 종류에서는 최종온도에 주의하여야 한다.

예냉의 최종온도는 농산물의 냉장에 적합한 온도가 좋은것이나 수확후 짧은 시간내에 소비되는 것은 5~7℃ 정도로 할수도 있다.

단, Sweet Corn, 예다콩, 소라콩 등과 같이 효소활성이 높고 저온하에서도 품질 저하가 빠른것은 단기간의 품질 보존을 위해서도 0℃까지 급속예냉하는 것이 좋다.

### 1-2-5 예냉중의 습도

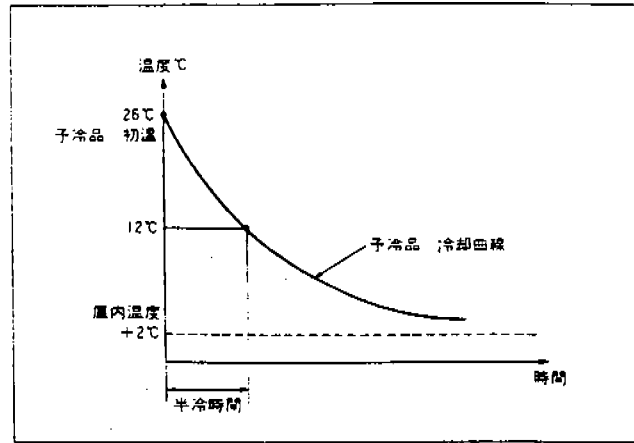
예냉중의 습도는 크게 고려하지 안하도 되나 청과물에 수분이 부착되는 것은 좋지 않다. 청과물에 수분이 부착되는 것은 품질유지 측면에서 위험한 일이다. 수분부착의 경우 미생물의 번식을 촉진시켜 부패를 야기시키고 냉각 부하를 증대시켜 예냉의 속도를 떨어뜨리는 등 많은 악영향을 미친다. 일반적으로 비오는 날에 수확한 것이나 이슬맞은 계품을 냉장시킨 경우 맑은날에 수확한 것보다 선도에 있어 약 30% 부패율에 있어 약 20% 정도의 손실이 있는 것으로 알려져 있다.

### 1-2-6 예냉후의 취급

예냉후는 온도의 저하를 방지하기 위하여 가능한 빨리 냉장창고나 보냉고에 입고 시켜야 한다.

### 1-3 반냉각시간

냉각시간은 냉각을 착수하기전의 품온에 의하여 냉각시간이 다르다. 그러나 반냉각시간은 그다지 영향을 받지 않는다. 예냉품의 온도와 냉각매체의 온도(냉장고내의 온도 또는 냉각수의 온도)와의 차이의 1/2만큼 품온을 저하시키는데 걸리는 시간을 말하는 것으로 냉각시간을 표현하는 경우 전냉각시간이 아니고 반냉각시간으로 표현하는 경우가 있다. 농산물의 종류가 같다면 냉각전 품온에 관계없이 반냉각 시간은 거의 같다.



### 1-4 혼합처리

예냉고나 냉장고에 다품목을 넣어 처리할 수 있어도 품목에 따라 예냉 또는 냉장저온이 있으므로 주의할 필요가 있다. 예를 들면 토마토와 시금치를 같이 처리하는 경우에는 문제가 있다. 토마토는 10℃ 이하의 저온에서는 저온장해를 입어 부패한다. 시금치는 호흡열이 커서 0℃ 부근까지 빨리 냉각할 필요가 있다. 그러므로 혼합처리를 실시할 경우에는 예냉온도가 같은 품목으로 하는것이 좋다.

### 1-5 예냉장치의 종류






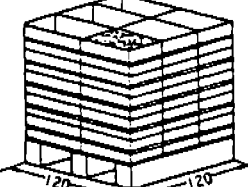
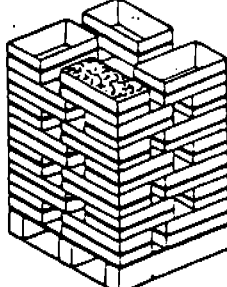
#### 1-5-1 공기에 의한 예냉

예냉품을 찬공기가 흐르는 속에 넣어 냉각하는 방식이다. 냉기와 바람의 유통을 위하여 여러가지의 공기냉각 장치가 고안되어 이용되고 있다. 통상의 냉장고내에서는 예냉품의 열은 주로 그 포장용기의 표면으로부터 이동이 느린 찬공기중으로 이동된다. 포장용기의 내부에서의 열의 이동은 모두 열전도의 형태로 이루어 진다고 생각하면 냉각을 제약하는 제반 요소는 다음과 같다.

- 가. 포장용기의 크기.
- 나. 포장용기의 구조.
- 다. 냉장품의 적재방법.

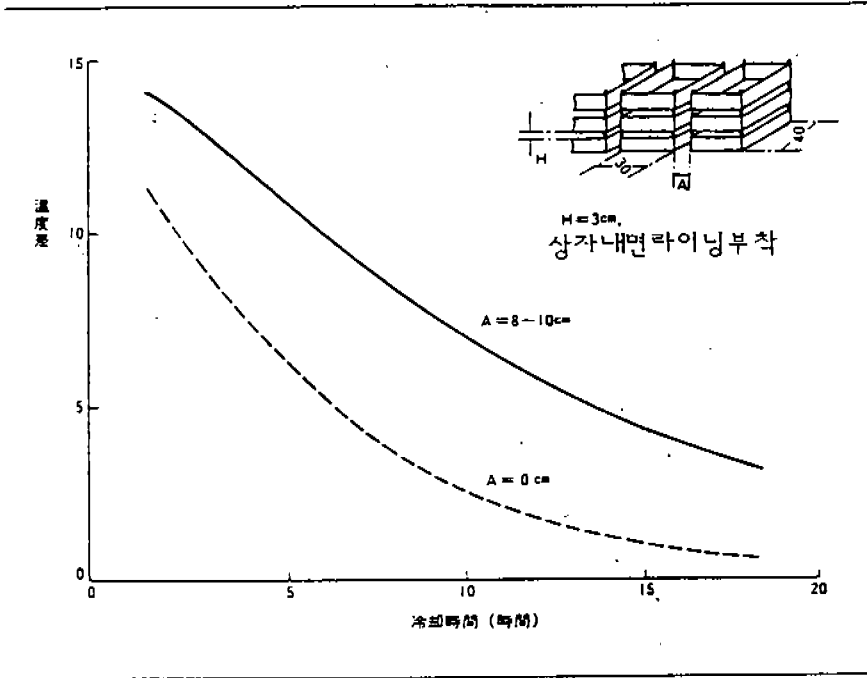
[그림 1-7], [그림 1-8], [그림 1-9] 에 포장용기와 적재방법에 의한 냉각시간의 변화를 예시한다.

[그림 1-7] 수평기류에서 응기와 냉각시간과의 관계 (양상치의 경우)  
 (Syposium Athens Annex 1966-6 bull, I.R 129 page에서 인용)

포 장 방 식	반 냉 각 시 간 공 기 의 유 속		
	냉장실내의 냉 각	3.5 m/sec	6 m/sec
양상치 단체 	0.7	0.2	0.1
양상치 12개를 뚜껑없는 카톤 박스에 넣었을 경우 	2	0.9	0.5
양상치 12개를 뚜껑없는 프라스틱자루에 넣은후 카톤박스에 넣었을 경우 	2.6	1.6	1.3
양상치 24개를 뚜껑있는 카톤 박스에 넣었을 경우 	6	2.4	1.8
양상치 24개를 뚜껑없는 나무 상자에 넣었을 경우 	2.7	1.1	0.8
파렛트위에 뚜껑없는 나무상자를 공간없이 쌓아올린 경우 	8.5	3.5	1.6
파렛트위에 뚜껑없는 나무상자를 공간있게 쌓아올린 경우 	5.8	1	

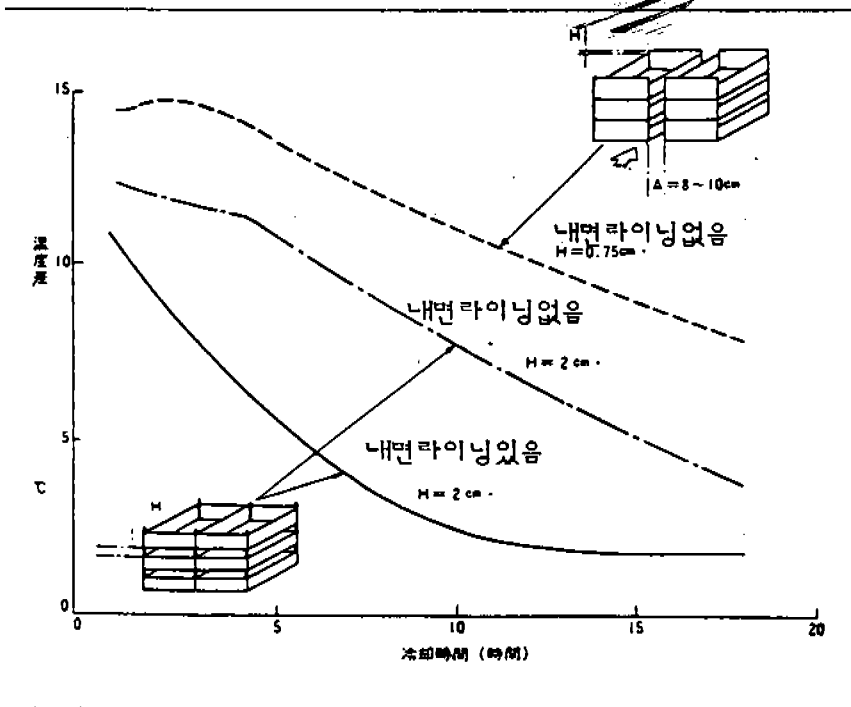
[그림 1-8]

공기가 수평으로 유통될때 적재한 상자의 가운데 남아있는 수직의 공간이 냉각시간에 미치는 영향 (딸기의 경우)



[그림 1-9]

공기가 수평으로 유통될때 딸기의 냉각시간에 영향을 주는 상자 상하부의 간격과 내면라이닝의 유무의 결과 (온도차는 품온과 고내온도와의 차이)



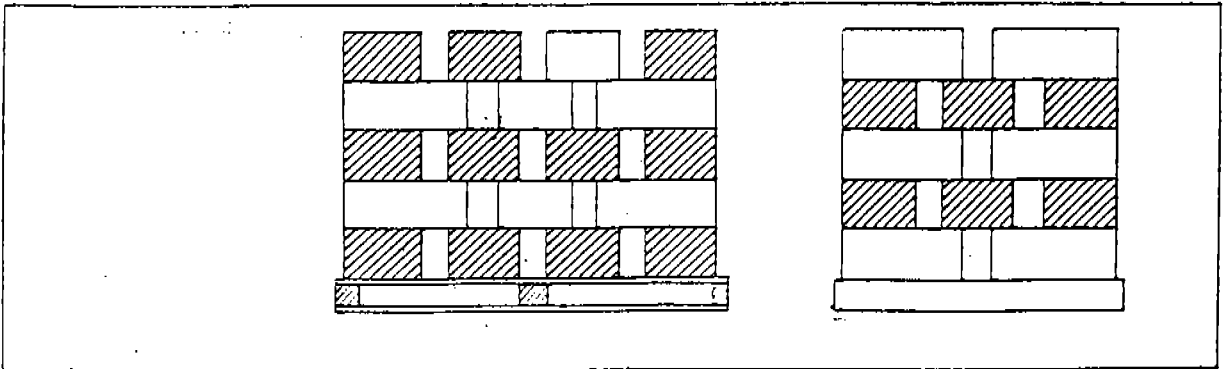
(1) 냉장고에서의 예냉

이경우는 별도의 통풍장치를 설치하지 않은 통상적인 냉장고내에서의 예냉을 하는 경우이다. 이러한 조건에서는 반냉각시간이 30시간이나 소요된 경우도 있으며 또한 파렛트 적재의 경우에는 충분히 공기가 닿지않는 부분은 100시간이나 소요되는 경우도 있다.

(2) 강제통풍방식

이장치는 통상의 냉장고에 냉각시간을 단축하기 위하여 공기순환과 냉각능력을 크게한 방식이다. 냉장품의 고른 냉각을 위하여 포장된 예냉품을 차곡차곡 적재하는 경우에는 냉풍이 각부에 충분히 닿도록 유의하여 적재하여야 한다.

[그림1-10]  
파렛트적재의  
예







#### (4) 가압예냉

차압예냉장치와 같이 압력의 구배를 만들어 용기사이를 강제적으로 냉풍을 통과 시키는 방법

#### (5) 공기 켈트식예냉

예냉품을 넣은 상자의 뚜껑을 열고 고속냉풍을 분사하여 급속냉각하는 방식. 이방식은 송풍기의 동력과 냉동기 동력의 과대소비로 예냉비용이 커지는 단점이 있다.

#### (6) 터널식예냉

이것은 터널형의 예냉고를 만들고 예냉품을 비교적 높고 밀도있게 적재한 다음 냉풍을 고속으로 통과시키는 방법이다. 적재한 예냉품의 용기사이에 일정한 간격을 두어야 하고 풍속이 매초 5M이면 좋은 효과를 얻을 수 있다.

#### (7) 터널식차압예냉

이장치는 터널식 예냉장치와 같이 예냉실을 만들어 냉풍을 차압예냉장치와 같이 예냉품의 용기내에 침투시켜 냉각하는 장치이다.

#### 1-5-2 냉수에 의한 예냉

이방법은 예냉품을 용기에 넣은 상태나 또는 개별적으로 0℃정도의 냉수속에 넣거나 이틀위에 냉수를 살포하는 장치이다.

### 1-5-3 얼음에 의한 예냉

예냉품의 용기에 얼음을 넣어서 예냉하는 방법이다.

이 경우에는 수송중에도 예냉을 할 수 있는 장점이 있다.

예냉장치로서 제빙기가 있으면 좋다. 그러나 해빙수에 의하여 용기가 젖는 것과 예냉품의 종류에 따라서 물에 젖으면 부패를 초래하는 문제가 생긴다.

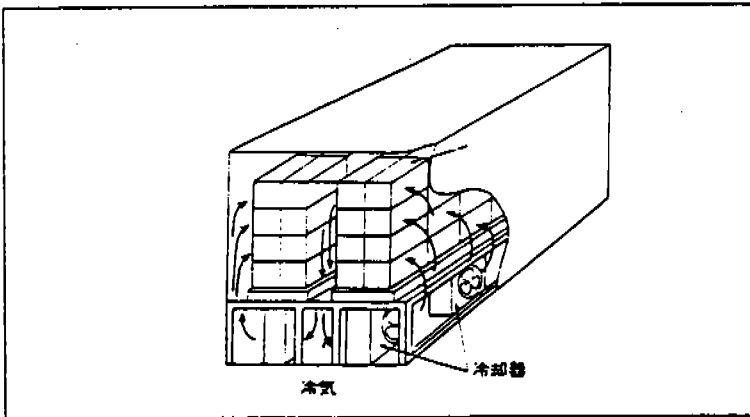
그러므로 얼음을 용기에 넣어서 물이 예냉품을 젖지 못하도록 하는 것이 중요하다. 근래에는 축냉제를 용기에 넣어 결빙후 사용하는 경우가 많다.

### 1-5-4 진공예냉

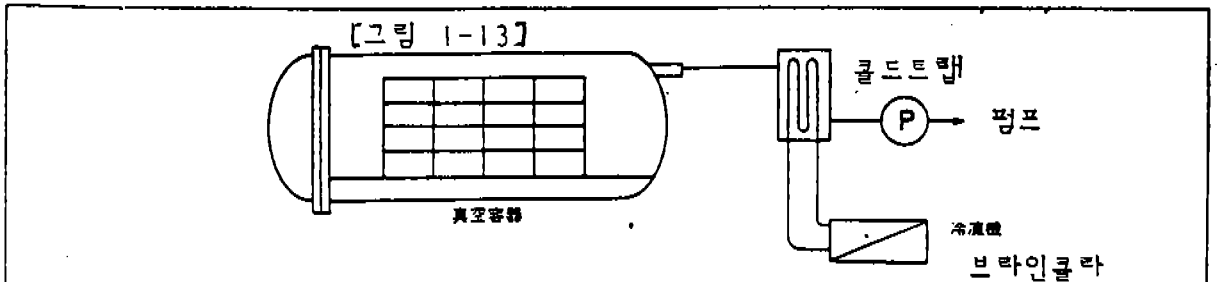
이 장치는 물을 함유하는 물질을 진공을 이용하여 냉각하는 장치로 물질을 진공용기속에 넣어 물의 증기압이하의 압력이 되도록 배기하여 함유하고 있는 수분의 일부를 급속히 증발시킬때 흡수하는 증발잠열을 이용하여 냉각하는 방법이다. 이 장치는 물이 증발하기 쉬운 물질에 있어서는 냉각효율이 좋고 냉각시간도 짧은것이 특징이다.

배기하는 증발된 수증기는 체적이 매우 큰상태이므로 진공펌프만으로 배출하는 것은 시간적으로나 경제적으로 무리이다. 이때문에 일반적으로 진공펌프전에 쿨드트랩을 설치하여 수증기는 트랩에서 응축하여 제거하는 방법을 이용하고 있다.

[그림1-12] 터널식예냉기

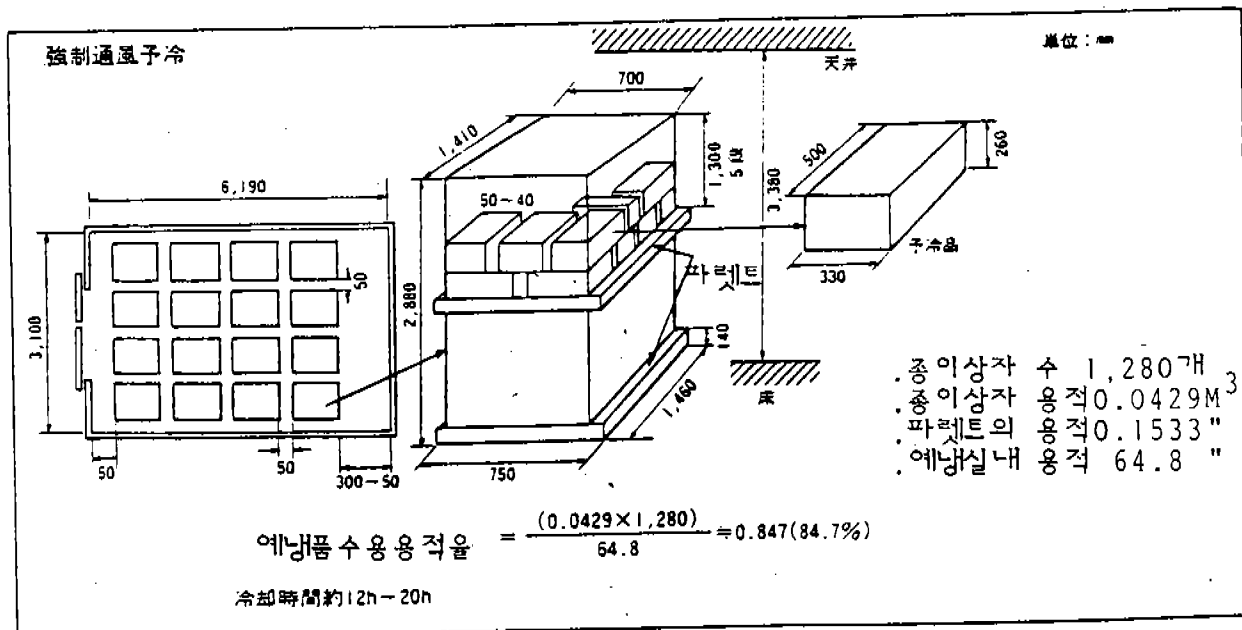


[그림 1-13]

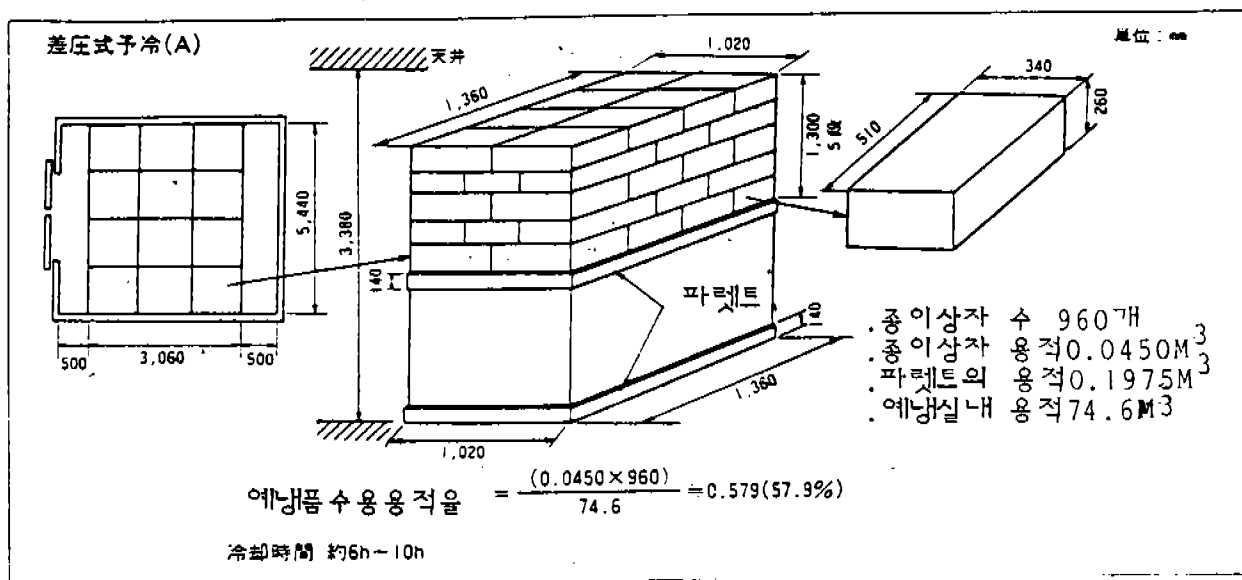


6. 예냉장치 (인공냉)

①

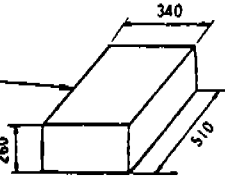
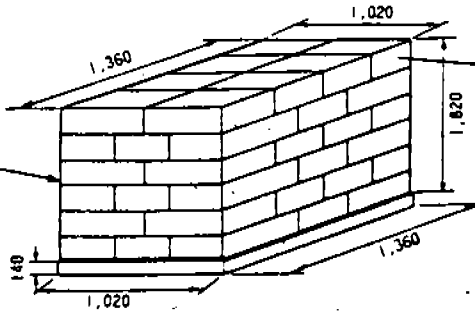
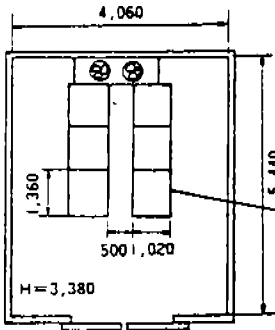


②



差圧式予冷(B)

單位：mm



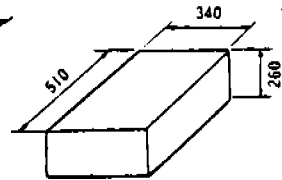
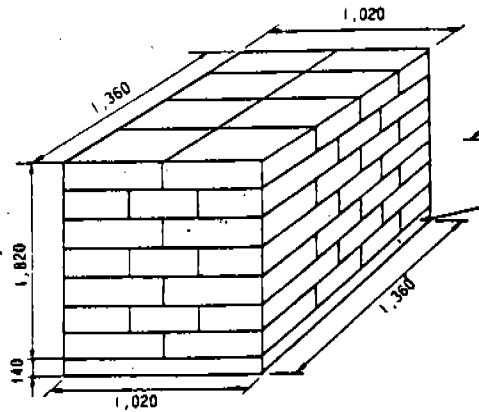
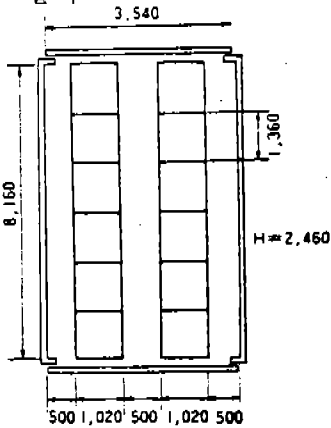
- 중이상자 수 336개
- 중이상자 용적 0.0450M<sup>3</sup>
- 파렛트의 용적 0.1975M<sup>3</sup>
- 예냉실내 용적 74.6M<sup>3</sup>

$$\text{예냉품 수용용적율} = \frac{(0.045 \times 336)}{74.6} \approx 0.202 (20.2\%)$$

냉却時間 約2h-4h

터널식 差圧予冷

單位：mm



- 중이상자 수 672개
- 중이상자 용적 0.045M<sup>3</sup>
- 파렛트의 용적 0.1975M<sup>3</sup>
- 예냉실내 용적 71.06M<sup>3</sup>

$$\text{예냉품 수용용적율} = \frac{(0.045 \times 672)}{71.06} \approx 0.425 (42.5\%)$$

냉却時間 約2h-4h

⑤ 진공냉각장치

- ㉓ 처리량은 진공탱크의 크기에 좌우된다. 1회처리량은 120개~1,260개 정도가 실용화 되어 있다.
- ㉔ 1회의 처리시간은 15분에서 20분정도 소요된다.

## 2. 청과물의 냉장

청과물은 생체식품이므로 수확후에도 생활작용을 하며 외적및 내적으로 계속 변화하고 있다. 수확후는 양분을 새롭게 만들수 없으므로 그 생활작용을 수확전 체내에 축적된 물질의 분해작용 즉, 호흡작용에 의한 에너지가 근원이 된다. 따라서 수확후의 선도 및 품질의 저하는 호흡작용과 증산작용을 어떻게 제어하는가에 달려있다. 수확한 청과물의 생리현상에 미치는 요인으로는 호흡, 증산, 조직구조, 성장과 휴면, 추숙 등이 있다.

### 2-1 청과물의 저장조건

#### 2-1-1 저장조건

<표 2-1> 청과물의 저장조건

食品名	冷 藏			含水量 %	凍結點 ℃	比 熱		凍結潛熱 kcal/kg
	溫度℃	關係溫度 %	期 間			凍結點 以上	凍結點 以下	
시금치	0	90~95	10~14日	92.7	-0.3	0.94	0.48	73.3
고구마	12.8~15.6	90~95	4~6月	68.5	-1.3	0.75	0.40	53.9
토마토, 青熟	13.9~21.1	85~90	2~4週	94.7	-0.6	0.95	0.48	74.4
完熟	7.2~10	85~90	2~7日	94.1	-0.5	0.95	0.48	74.4
茄子	7.2~10	85~90	7~10日	92.7	-0.9	0.94	0.48	73.3
가지	-0.6~0	75	2週	-	-	-	-	-
이스트	0~10	50~65	-	7.0~15.0	-	0.29	0.23	8.9
米	1.7	65	6月	10.0	-1.1	0.25	-	-

食 品 名	冷 藏			含水量 %	凍結點 C	比 熱		凍結潛熱 kcal/kg
	溫度 C	關係濕度 %	期 間			凍 結 點 以 上	凍 結 點 以 下	
人參, 包裝前의 것	0	80~90	3~4週	88.2	-1.4	0.90	0.46	70.0
萊菔베어	0	90~95	4~5月	88.2	-1.4	0.90	0.46	70.0
카리후라와	0	90~95	2~3週	91.7	-0.8	0.93	0.47	73.3
새로리	-0.6~0	90~90	2~4月	93.7	-0.5	0.95	0.48	75.0
단강냉이	-0.6~0	85~85	4~8日	73.9	-0.6	0.79	0.42	58.9
胡 瓜	7.2~10	80~95	10~14日	96.1	-0.8	0.97	0.49	76.1
수세미	0	90~75	2~3週	93.3	0	0.94	0.48	73.3
썩갓, 乾燥	0	70~90	6~8月	74.2	-0.8	0.79	0.42	58.9
마늘	0	85~95	1~3月	88.2	-1.6	0.90	0.46	69.4
西洋개자	0	90~95	10~12週	73.4	-1.8	0.78	0.42	57.8
순무양배추	0	90~95	2~4週	90.1	-1.0	0.92	0.47	71.1
부추, 綠	0	90~95	1~3月	88.2	-0.7	0.90	0.46	70.0
베트스	0	90~95	3~4週	94.8	-0.2	0.96	0.48	75.6
버섯	0~1.7	85~90	3~5日	91.1	-0.9	0.93	0.47	72.2
오리브, 新鮮	7.2~10	85~90	4~6週	75.2	-1.4	0.80	0.42	60.0
강냉이	0	70~75	6~8月	87.5	-0.8	0.90	0.46	68.9
미국방동나물	0	90~95	2~6月	78.6	-0.9	0.84	0.46	62.2
파란콩, 生	0	85~90	1~2週	74.3	-0.6	0.79	0.42	58.9
乾燥	1.7~4.4	-	6 月	-	-	0.28	0.22	7.8
胡 椒	0~10	85~90	8~10日	92.4	-0.7	0.94	0.47	73.3
감자, 早生	10~12.8	85~90	-	81.2	-0.6	0.85	0.44	64.4
晚生	3.3~10	85~90	-	77.8	-0.6	0.82	0.43	61.7
오 박	10~12.8	70~75	2~3月	90.5	-0.8	0.92	0.47	72.2
마르멜로	-0.6~0	85~90	2~3月	85.3	-2.0	0.88	0.45	67.8
열무우 春	0	90~95	10 日	93.6	-0.7	0.95	0.48	74.4
冬	0	90~95	2~4月	93.6	-	0.95	0.48	74.4
순 무	0	90~95	2~4月	89.1	-1.1	0.91	0.47	70.6

食 品 名	冷 藏			含 水 量 %	凍 結 點 ℃	比 熱		凍 結 替 換 Kcal/kg
	溫 度 ℃	相 對 濕 度 %	期 間			凍 結 點 上	凍 結 點 下	
果 實						0		
사 과	-1.1~0	85~90	2~7 月	84.1	-1.5	0.87	0.45	67.2
살 구	-0.6~0	85~90	1~2 週	85.4	-1.1	0.88	0.46	67.8
아보카도(악어배)	7.2~12.8	85~90	4 週	65.4	-1.1	0.72	0.40	52
파 나 나	13以上	85~95	數 日	74.8	-0.8	0.80	0.42	60.0
검 은 딸 기	-0.6~0	85~90	7 日	84.8	-0.8	0.88	0.46	67.8
월 갈	-0.6~0	85~90	3~6 週	82.3	-1.3	0.86	0.45	65.6
앵 두	-0.6~0	85~90	10~14 日	83.0	-1.8	0.87	0.45	66.7
코카넛의 열매	0~1.7	80~85	1~2 月	46.9	-0.9	0.58	0.34	37.2
닝 쿨 원	2.4~4.4	85~90	1~4 月	87.4	-0.9	0.90	0.46	68.9
대 추 야 자	-	-	-	20.0	-17.7	0.36	0.26	16.1
듀-베리	-0.6~0	85~90	7~10 日	-	-1.3	-	-	-
무화과 乾燥	0~4.4	50~60	9~12 月	24.0	-	0.39	0.27	8.5
新鮮	-2.2~0	85~90	5~7 日	78.0	-2.4	0.82	0.43	62.2
여름밀감	10	85~90	4~8 週	88.8	-1.1	0.91	0.46	70.0
葡萄, 미국系	-0.6~0	85~90	3~8 週	81.9	-1.3	0.86	0.44	64.4
歐州系	-1.1~-0.6	85~90	3~6 月	81.6	-2.2	0.86	0.44	64.4
로간 검은딸기	-0.6~0	85~90	5~7 日	82.9	-1.3	0.86	0.45	65.6
망 묘	10	85~90	2~3 週	81.4	-0.9	0.85	0.44	65.0
에른 캘타로프	0~4.4	85~90	5~15 日	92.0	-1.2	0.93	0.48	73.3
페르시아	7.2~10	85~90	1~2 週	92.7	-0.8	0.94	0.48	73.3
하네유	7.2~10	85~90	2~4 週	92.6	-0.9	0.94	0.48	73.3
가사과	7.2~10	85~90	4~6 週	92.7	-1.1	0.94	0.48	73.3
마스다	0~1.1	75~78	7~10 日	92.7	-1.7	0.94	0.48	73.3
수 박	2.2~4.4	85~90	2~3 週	92.1	-0.4	0.97	0.48	73.3
호 두	0~10	65~75	8~12 月	3~6	-	0.22~0.25	0.22~0.25	2.2~4.4
오 렌 지	0~1.1	85~90	8~12 週	87.2	-0.8	0.90	0.46	68.9



食 品 名	冷 藏			含 水 量 %	凍 結 點 °C	比 熱		凍 結 潛 熱 kcal / kg
	溫 度 °C	關 係 濕 度 %	期 間			凍 結 點 以 上	凍 結 點 以 下	
蜜 柑	1.1~10	-	-	-	-	0.92	-	-
과 과 야	7.2	85~90	2~3 週	90.8	-0.9	0.82	0.47	72.2
桃	-0.6~0	85~90	2~4 週	86.9	-0.9	0.90	0.46	68.9
洋 梨	-1.7~-0.6	85~90	-	82.7	-1.6	0.86	0.45	65.6
	-1.1	85~90	2 月	78.2	-2.2	0.84	0.43	62.2
과 인 애 살 (青熟)	10~15.6	85~90	3~4 週	-	-1.0	-	-	-
(完熟)	4.4~7.2	85~90	2~4 週	85.3	-1.1	0.88	0.45	67.6
서 양 수 리	-0.6~0	80~85	3~4 週	85.7	-0.8	0.88	0.45	68.3
	1.1~1.7	85~90	2~4 月	-	-3.0	-	-	-
나 무 딸 기 黑	-0.6~0	85~90	7 日	80.6	-1.1	0.84	0.44	67.8
赤	-0.6~0	85~90	7 日	84.1	-0.6	0.87	0.45	67.2
凍 結	-23~-18	-	1 年	-	-	-	-	-
딸 기 新鮮	0.6~0	85~90	7~10 日	89.9	-0.8	0.92	-	71.7
凍 結	-23~-18	-	1 年	72.0	-	-	0.42	57.2
자 누	-0.6~0	80~85	3~8 週	85.7	-2.2	0.88	0.45	68.3
乾 燥 果 實	0	50~60	9~12 月	14.0~26.0	-	0.31~0.41	0.26	11.1~20.6
凍 結 果 實	-23~-18	-	6~12 月	-	-	-	-	-
野 蔬 類								
아스파라가스	0	90~95	2~3 週	93.0	-0.6	0.94	0.48	74.4
부 른 콩	7.2	85~90	8~10 日	88.9	-0.7	0.91	0.47	71.1
파 리	0~4.4	85~90	10~15 日	66.5	-0.6	0.73	0.40	52.2
乾 燥	2.2~4.4	70	6 月	12.0	-	0.30	0.24	10.0
무 우 (菜)	0	90~95	10~14 日	-	0.5	-	-	-
올빼이냉것	0	90~95	1~3 月	87.6	-1.1	0.90	0.16	70.0
부로코리 發芽한것	0	90~95	7~10 日	89.9	-0.6	0.92	0.47	72.2
양 배 수	0	90~95	3~4 週	84.9	-1.0	0.88	0.46	68
양배수 晩生	0	90~95	3~4 月	92.4	-0.9	0.94	0.47	73.3

이 수치는 실험실등의 데이터이며 비교적 좋은 조건의 것이다.

따라서 실제로 저장하는 경우에는

- 1) 품종별 특성
- 2) 수확시기
- 3) 전처리
- 4) 저장방법
- 5) 상처의 유무
- 6) 출고시의 외부환경

등에 관하여 충분히 주의할 필요가 있다.

## 2-1-2 온도

①온도변화는 작을수록 좋다.

||

장기저장의경우  $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$

통상에서도  $\pm 1^{\circ}\text{C}$  이내

②냉장고내의 가습은 대단히 어렵다.

||

저장품에 대한 장해에 주의

㉞저온장해

㉟냉기유통불량으로인한부패

야채, 과일의 저장온도는 <표 2-1>과 같지만 대개의 경우 야채, 과일은 동결점 가까이 ( $0^{\circ}\text{C}$ )가 냉장온도라 할 수 있다. 그러나 야채, 과일은 종류에 따라 저온장해가 발생되므로 주의하여야 한다. 고내온도의 변화가 심하면 저장품에 악영향을 미치는 수가 많다. 이것은 온도가 상승하면 고내공기의 상대습도가 온도상승시 강하여 저장물로부터 수분의 증발이 증가하여 품질을 저하시키기 때문이다. 야채, 과일로부터 5%의 수분이 증발하면 팽택저하, 주그러짐, 주름 등이 발생하여 상품성이 손상된다.

## 2-1-3 습도

①저장품에 수분이 부착되지 않도록 주의할것.

②냉장고내의 가습은 대단히 어렵다.

야채, 과일의 저장습도 조건으로는 85~90%로 습도가 높은 품목이 많으나 종류에 따라 차이가 있다. 양파와 같이 70%가 필요한 품목도 있지만 셀로리나, 기타 엽채류에서는 95%가 필요한 품목도 있다. 그러나 포장 유무나 저장기간에 의하여 변하는 수가 있다. 냉장고내의 가습은 어떠한 방법으로하든 소비에너지의 증가를 반드시 동반한다. 이것은 증발기에 서리의 부착량을 증대시키고 제상의 회수가 증가하기 때문이다.

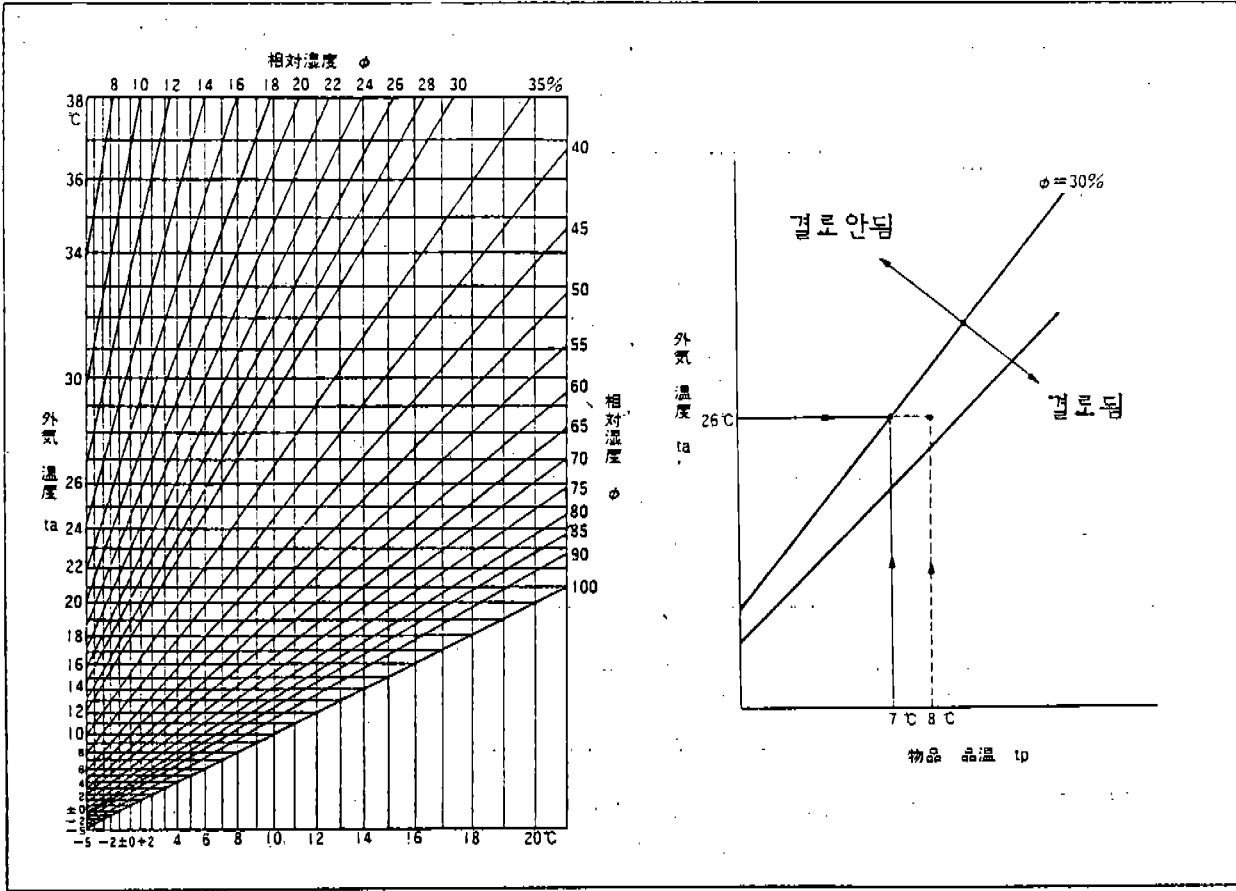
따라서 가슴은 보조적 혹은 응급처치로 생각할 것이며 냉장고내의 설계에 의하여 적정상대습도를 유지하는 것이다. 증발기의 표면온도와 고내공기 온도에 대한 고내공기의 상대습도의 관계를 <표 2-1>에 적시한다.

<표 2-1>냉장실내의 증발기 표면온도와 고내온도 및 상대습도의 관계

증발기의 표면온도	고내온도별 관계 습도										
	-5	-4	-3	-2	-1	0	+1	+2	+3	+4	+5
-8℃	% 70	% 71	% 65	% 60	% 55	% 50	% 48	% 44	% 41	% 36	% 35
-7	84	78	71	66	60	55	52	48	45	42	39
-6	91	84	78	71	66	60	56	52	48	45	42
-5	100	91	84	77	72	66	61	57	53	49	46
-4		100	92	85	78	72	67	62	57	54	50
-3			100	92	85	78	73	68	63	58	55
-2				100	92	85	79	73	68	64	59
-1					100	92	86	80	74	69	64
0						100	93	87	81	76	70
+1							100	93	87	81	76
+2								100	93	87	81

야채나 과일에 수분이 부착되면 (결로) 품질유지가 어렵다. 수분의 부착으로 미생물의 번식을 촉진시키게 되고 부패의 원인이 되기 때문이다. 그러므로 가슴으로 야채나 과일에 직접수분이 닿지 않도록 주의할 필요가 있다. 또한 포장용기의 재질이 종이상자의 경우에는 흡습하면 찌그러져 무너질 염려가 있으므로 주의하여야 한다. 이외에 야채나 과일에 수분이 부착하는 경우는 냉장고내로부터 저장품을 출고할때 저장품의 표면에 수분이 응축결로 하는 수가 있으므로 충분히 고려하여야 한다. [그림 2-1] 에 저장품의 표면에 수분이 응축되는 조건을 나타낸다.

[그림 2-1] 냉장물의 표면에 결로되는 조건



품온  $t_p$  가  $7^{\circ}\text{C}$ 인 냉장품을 외기온도  $t_a$ 가  $26^{\circ}\text{C}$ 인 외기로 출하하였을때 외기의 상대습도가 30% 이상이면 냉장품에 결로하게 된다.

즉 품온  $t_p$ 가  $7^{\circ}\text{C}$ 인 장품을  $26^{\circ}\text{C}$ , 30%의 외기로 출고할 경우에는 품온을  $8^{\circ}\text{C}$ 로 가온하여 출고하면 결로하지 않게 된다.

저장품목에 따라 가습이 필요한 경우가 있는데 냉장고내에서의 가습은 분무된 물방울의 크기에 의하여 공기중에 흡수되는 시간이 달라지게 되며 분무하는 수분의 온도가 높을 경우는 흡수되는 시간이 단축되지만 공기의 온도를 상승시키고 흡수량을 크게하는 문제가 있다. 이 공기가 냉각되면 포화상태에 도달하여 물이되어 고내에 흘러나오게 된다.

따라서 가습하는 물의 온도는 고내의 온도와 같은것이 좋고 분무하는 물의 입자가 작은것이 좋다.

## 2-1-4 공기의 순환

### 고내 공기순환 회수에 주의할것 II 청과물의 감량 (건조) 을 방지할것

야채나 과일의 품온을 저할시킬때는 비교적 다량의 열을 단시간내에 제거해 주어야 하지만 품온이 저하한 다음의 냉장기간중에는 고내온도의 상하변동을 최소한도로 제어하는 것이 중요하다.

또 냉장실내의 모든 위치에서 적절한 온도를 일정하게 유지하는 것도 중요하지만 이렇게 하기 위해서는 냉기순환량을 증대하여야만 한다.

그러나 이렇게 하면 저장품으로부터의 수분증발이 많아지고 저장품의 건조를 초래하는 결점이 있다.

공기순환의 량은 냉장고의 크기, 송풍방법등에 의하여 차이가 있으나 1시간당 냉장실 용적의 6배에서부터 100배 정도이다.

일반적으로는 1시간당 30배 정도의 순환량이 채택되고 있다.

## 2-1-5 환 기

### 일반냉장고와 같이 도어의 개폐가 있으면 특별한 환기는 불필요

야채나 과일은 살아있는 것으로 냉장중에도 산소를 마시고 탄산가스를 배출하고 있다. 이 호흡작용을 할때 각종 가스가 발생하고 이가스의 농도와 탄산가스의 농도가 높으면 좋지 않으므로 이를 제거하기 위한 환기가 필요하다.

일반적으로 수시 출고하는 냉장고의 경우에는 특별한 환기장치를 설치하지 않는다. 수시출고의 경우 도어의 개폐에 의해 충분히 탄산가스등의 농도를 줄이고 필요한 산소량을 확보할 수 있게 때문이다.

그러나 냉장실 입고후 장기간 저장하였다가 출하하는 경우에는 별도의 환기장치(화기창)의 설치가 필요하다.

<표 2-2>에 수시출고 냉장실에서 불수있는 환기량을 나타낸다.

<표 2-2> 일반냉장고의 환기회수

냉장실의 크기 (m <sup>3</sup> )	환기회수 (24h)	냉장실의 크기 (m <sup>3</sup> )	환기회수 (24h)	냉장실의 크기 (m <sup>3</sup> )	환기회수 (24h)
5	44	56	12	570	3.5
8	35.5	85	9.5	700	3
11	29.5	110	8.2	850	2.7
14	26	140	7.2	1,100	2.3
17	23	170	6.5	1,400	2
22	20	225	5.5	2,100	1.6
28	17.5	280	4.9	2,800	1.4
44	14	420	3.9		

(주) 표중의 수치는 냉장고의 출입이 빈번한 경우 2배  
장기간 냉장의 경우는 0.6배가 된다.

### 3. 청과물의 성질

#### 3-1 호흡 및 호흡열

농수산물은 수확후에도 여전히 생활작용을 영위하기 위하여 호흡하고 있다. 이때 호흡작용은 열을 동반한다. 호흡작용은 품온이 오르면 왕성하고 품온이 내리면 감소한다.

이 호흡에 영향을 주는 요인으로는 온도, 습도, 환경기체의 조성등이며 이것은 단일로 작용하기보다는 복합적으로 작용한다고 보아야 한다.

##### 3-1-1 온도의 영향

청과물은 온도가 낮아짐에 따라 호흡량이 감소하며 0℃부근에 이르면 농산물의 생활현상은 아주 관만히 일어난다.

그러나 대개의 농산물은 동결온도 이상에서도 저온장해 (Chilling injury)를 받게되며 일반적으로 고온성 채소 및 열대성 과일은 어느 온도이하로 내려가면 냉해를 받게되는 하한점이 있는 것이다. 이것을 저온장해라 한다.

다음 표는 몇가지 저온 동해를 받는 과실과 채소의 안전 최저온도에 관한 것이다.

<표 3-1>

품명	온도 (℃)	품명	온도 (℃)
바나나	11 ~ 13	토마토 (완숙)	7 ~ 10
파인애플	7 ~ 10	" (녹숙)	13
레몬	7 ~ 9	생강	7 ~ 10
배	7	고구마	10

또한 호흡에 동반하는 열량은 품온의 고, 저에 따라 변화하는데 <표 3-2>에 호흡열을 표시한다.  
또한 이열은 예냉, 냉장부하계산시 그대로 적용한다.

표 3-2 과실, 야채류의 호흡열 (Kcal / 1,000 kg 24 h)

품 명		온 도		
		0 ℃	4 ℃	15 ℃
과 실	사 과	200	230	880
	바 나 나	—	—	2,110
	버 제	440	—	3,320
	포 도	150	220	450
	레 몬	230	480	1,250
	페 른	330	490	2,140
	오 랜 지	260	390	1,300
	부 승 아	345	510	2,350
	배	220	—	3,320
야 채	누 예 콩	1,550	2,850	11,150
	사 랑 부 우	670	1,020	1,830
	카 배 초	300	420	1,030
	인 삼	540	880	2,020
	셀 러 리	410	610	2,080
	양 파	280	500	—
	감 자	220	445	900
	토 마 도	145	270	1,570
	고 추	700	1,200	—
	시 금 치	1,200	2,500	—



### 3-1-2 습도의 영향

습도는 온도에 비하면 2차적 요인이지만 청과물의 호흡에 어느정도 영향을 주고 있다. 대개 약간 건조한 것이 습윤한 것에 비해 호흡이 억제된다. 양파는 40~50%의 낮은 습도에서 호흡작용이 억제되며 발아 시기도 다소 지연된다고 한다. 또한 오이, 배와 같이 습윤상태에서 호흡이 활발한 것과 고구마와 같이 습도가 높으면 반대로 호흡작용이 약해지는 것도 있다. 감귤류는 습도가 높아짐에 따라 호흡작용은 촉진되며 껍질의 생활작용이 왕성하여 껍질이 썩게 되므로 저장전에 약간 풍건 처리하는 것이 중요하다. 그리고 고구마, 토란등은 내습성이 강하며 거의 포화상태에서도 잘 저장되는 것으로 예외적이다.

### 3-1-3 환경 기체 조성의 영향

청과물은 산소 농도가 약간 감소 하였을 때는 정상호흡을 하나 어느 한계 이하로 되면 호흡이 급격히 감소되고 극단적으로는 무기호흡을 하게 된다. 그리고 탄산가스 농도는 청과물의 호흡작용에 영향을 미치고 있는데 고농도의 탄산가스 중에서는 호흡이 크게 감퇴되고 무기호흡이 일어나서 과잉에 의한 장해를 일으킨다. 이 장해는 산소부족의 경우보다 더욱 심한것으로 이 원리를 응용한 것이 CA 저장 및 프라스틱 필름 저장이다.

### 3-1-4 기타의 요인

호흡에 영향을 주는 요인중에는 앞서 말한 것외에도 기계적 손상 (타박과, 정상과), 휘산물질의 영향 (향기성분, 호흡생성물) 등이 있다.

### 3-2 증산작용과 감량

3-2-1 청과물에 있어 증산은 증량감소를 일으켜 직접적인 손실을 줄뿐아니라 수확시 증량에 대하여 5%정도 이상 감량되면 신선미가 없어지고 광택이 소실되며 껍질의 수축으로 상품이 한계에 도달하게 되는 것이다. 일반적으로 열채류는 증산이 심하고 뿌리, 동근뿌리, 열매류 등은 증산이 일어나기 어려우며 경채류와 과실은 그 중간정도로 증산을 한다.

다음 표는 과실, 야채의 종류에 따른 증산 특성을 나타낸 것이다.

증 산 특 징	과 실	야 채
온도가 낮아짐에 따라 증산량이 극도로 낮아지는 것.	감, 밀감, 사과, 수박 배	감자, 고구마, 양파 양배추, 당근
온도가 낮아짐에 따라 증산량도 낮아지는 것	밥, 복숭아, 매론, 포도 (유럽종)	무우, 토마토, 완두
온도에 별다른 관계없이 증산이 심한 것	딸기, 앵두, 포도 (미국종)	셀러리, 아스파라가스, 가지, 오이, 버섯, 시금치

증산에 영향을 미치는 요소는 다음과 같다.

- ① 속도 : 어린 식물은 증산량이 높으며 성장에 의해 조직이 충질해지면 증산량도 감소된다.
- ② 온도 : 청과물의 증산에 관한 환경인자중 가장 중요한 것은 온도이다. 즉 고온에서는 촉진되고 저온에서는 억제된다. 이것은 청과물의 유통에 있어 Cold chain, 저장에 있어 냉장이 중요시 되는 이유이다.
- ③ 습도 : 청과물 주위의 습도는 증산의 가능성을 좌우하는 직접적 요인이다. 즉 청과물 자체의 조직중의 증기압과 주위 환경의 증기압 차이에 의해 증산현상이 생기기 때문인 것이다.

## 4. 수송, 저장전의 중요처리

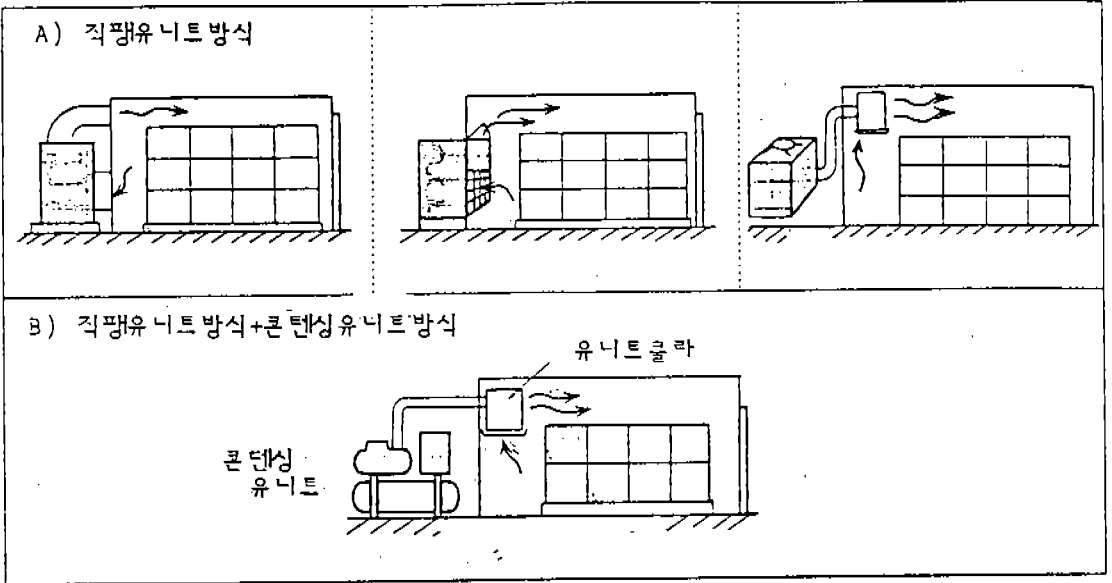
### 4-1 큐어링 (Curing)

큐어링이라 하는 것은 원래 치료라는 의미로써 고구마에 대하여 많이 이용되고 있다. 고구마는 수확후 고온다습한 경우 상처난 부위에 Cork층을 형성시켜 흑반병등 병균의 침입을 방지하는데 이용되며 그 처리 조건으로는 32~35℃의 온도에서 85~90% 습도하에서 4일간 방치 시킨다.

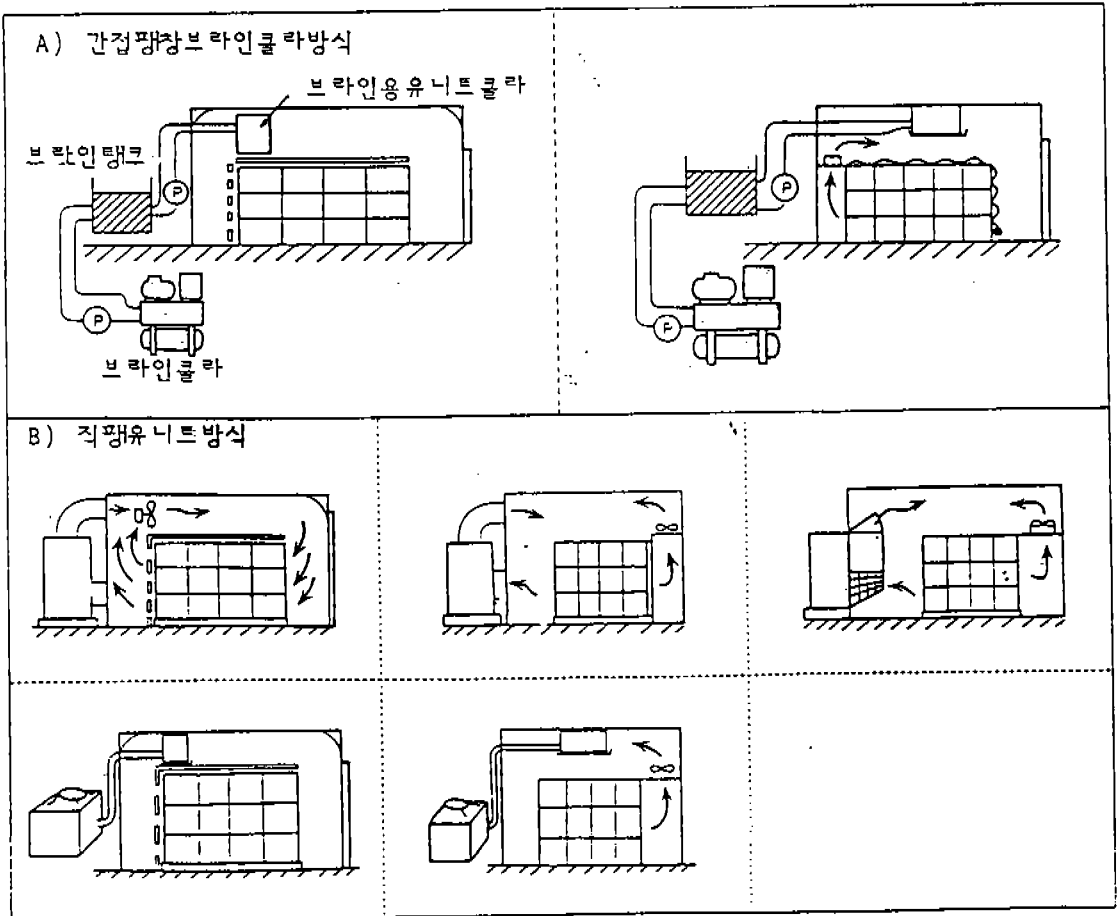
### 4-2 예비건조

거의 모든 청과물은 수확당시에 수분이 많아 손상하기 쉬운뿐 아니라 병충해를 받기 쉽다. 그리고 생리적으로도 호흡, 증산이 왕성하여 이것을 그대로 저장고에 넣으면 과습하여 미생물의 증식이 왕성해지고 따라서 급속히 부패되는 원인이 된다. 그러므로 저장중 내부에서의 수분, 증산 제한을 목적으로 예비건조를 하는데 배추, 양배추 등은 약간 건조시켜 저장할 경우 저장성이 좋아진다.

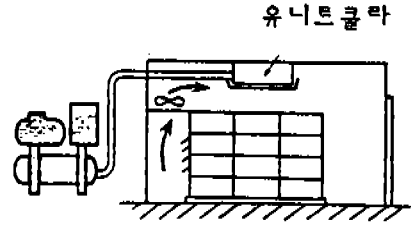
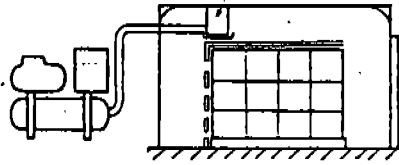
5-1 強制通風方式



5-2 差圧予冷方式

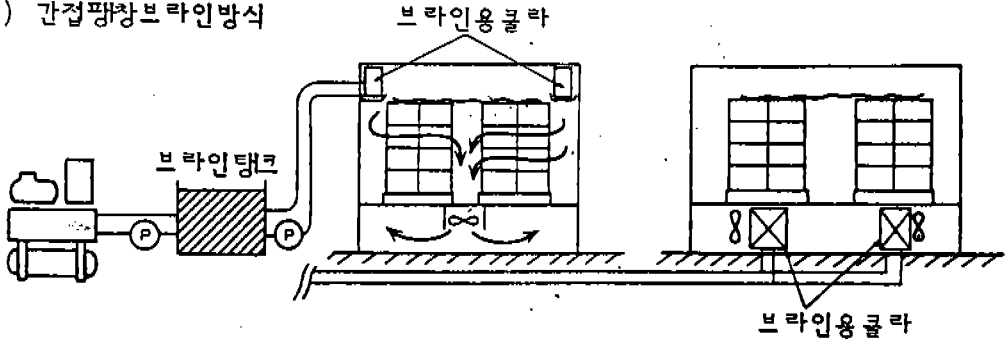


C) 직팽유닛클라+큰단심유닛방식  
유닛클라

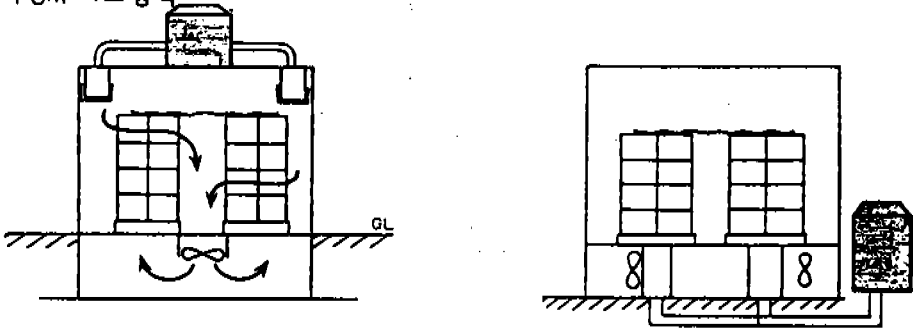


5-3 터널차압방식

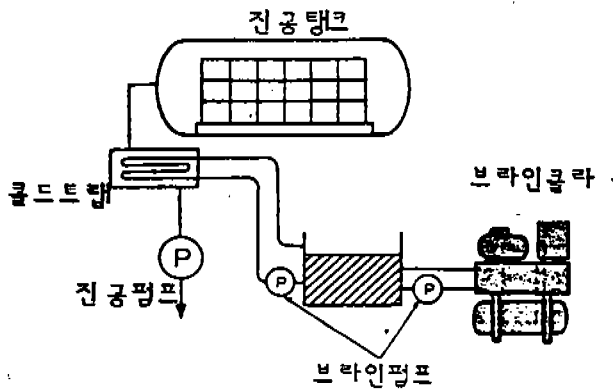
A) 간접팽창브라인방식



B) 직팽유닛방식

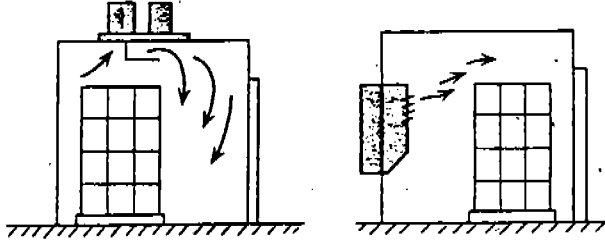


5-4 真空冷却方式

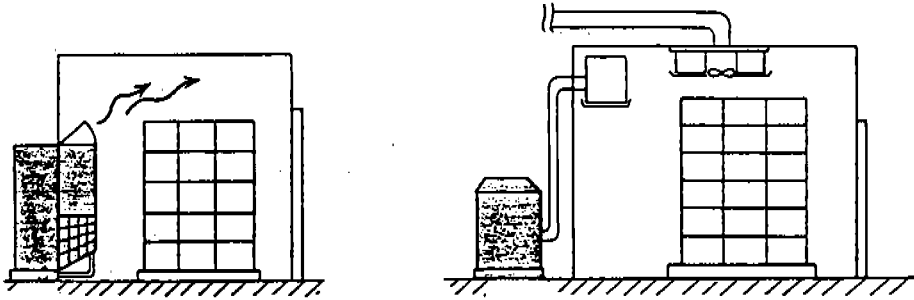


6. 냉장용 냉각설비형식

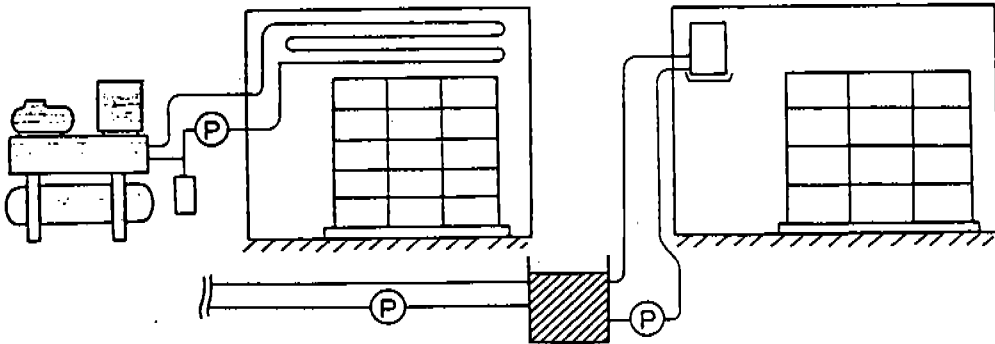
A) 소형콜링유닛방식(1-3평정도)



B) 중형콜링유닛방식



C) 브라인식



**\* 참고 문헌 \***

1. 野菜の發育生理と栽培技術 杉山直儀編著
2. 冷凍空調技術 VOL26 50年1月~12月 加藤舜郎(訳)
3. 青果物の低温流通技術について 社団法人 愛知県冷熱利用協会
4. 冷凍空調技術 第501号 鳥取活
5. 野菜園芸大事典(55年度版) 同編集委員会編 (株)養賢堂
6. Symposium Athens Annex 1966-6 Bull
7. Japanese Association of Refrigeration  
vol. 157
8. Conditions recommandees pour lentreposage  
frigorifique des produits perissables.  
1. 1. F 1967
9. ASHRAE Guide and Data Book Fundamental  
& Equipment 1965-66
10. U. S. D. A. Agriculture Hand Book No. 66. 1968
11. ASHRAE Guide and Data Book 1968