

<총설>

KOREAN J. POST-HARVEST SCI. TECHNOL. AGRI. PRODUCTS

Vol. 2, No. 2, pp. 303~313(1995)

## 청과물의 예냉 관련 기술

### The Precooling and Related Technology of Fruits and vegetables

정의창

(주) 기린산업

#### 1. 야채·과일의 예냉

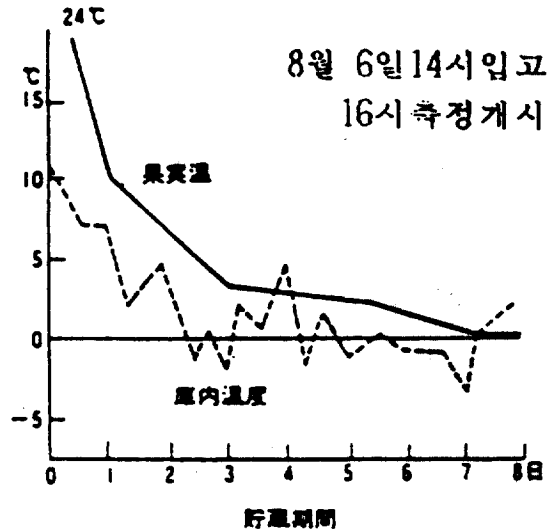
야채·과일은 수확후에도 살아서 호흡작용을 하고 있다. 그러나 영양을 공급하는 뿌리가 없어서 자기체내의 영양을 소비하며 따라서 시간의 경과와 함께 선도와 품질을 저하시키므로 이것을 최소한으로 억제하기 위하여 수확후 가능한 빨리 야채·과일의 품온을 동결점 부근으로 내려 야채·과일을 호흡작용을 억제하는 것이 중요한데 이의 방법을 예냉이라 한다.

##### 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 것을 알고있으나 그것은 단순히 냉장고에 넣는 것으로 충분한 것이 아니고 야채·과일의 품온을 급속히 내린 상태에서 보존하여야만 한다. 보통 냉장고는 고내 온도를 0°C로 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°C에 가깝게 내리는데 약 1주일 정도의 오랜 기간이 소요되는 것을 보여준다. 따라서 성하기에 수확하는 야채도 같은 상태일 것으로 생

각된다. 이러한 때에 생기는 품질저하를 방지하고 저온저장과 저온수송의 효과를 완전히 하기 위하여 예냉을 시행하여야 한다. 예냉효과가 높은 품목은 고온하에서 품질 저하가 빠른 야채·과일 일수록 효과가 크다.

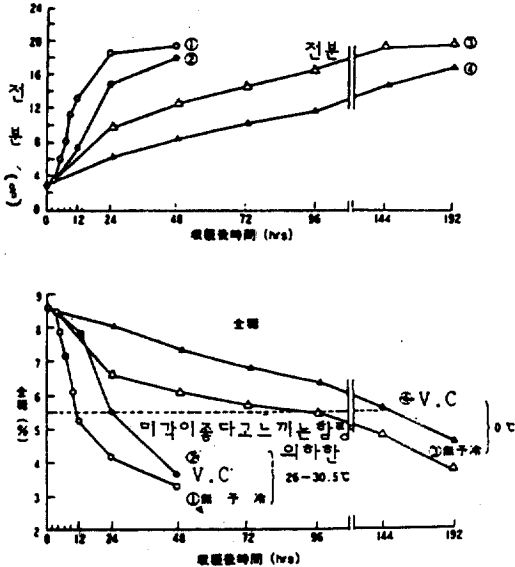


[그림 1-1] 성하기에 복숭아를 0°C로 저장했을 때 과일온도, 고내온도의 실측치

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

예냉실시의 3대 효과는 다음과 같다.

- 가. 호흡을 억제하여 함유한 영양분의 소모억제.
- 나. 증발을 억제하여 중량감소 방지
- 다. 병균의 발육을 억제.



[그림 1-2] Sweet Corn의 수확후 전당, 전당의 변화

1-2 예냉의 원칙

1-2-1 수 확

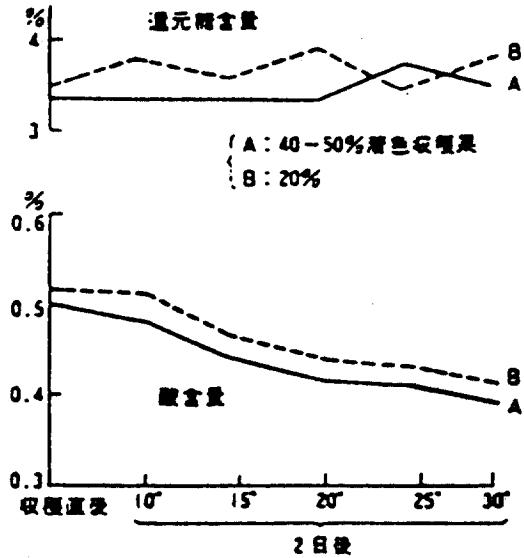
예냉을 실시하는데 가장 문제가 되는것은 물품에 수분이 부착되는 것이다. 수분의 부착 원인은 수확후의 세척수와 수확 전후의 빗물 및 이슬을 생각할 수 있다. 세척후에는 가능한한 잔류 수분이 없도록 한후 예냉을 하여야 한다. 옛부터 비맛은 야채는 저장성이 없다는 것은 모두가 아는 사실이므로 수확은 수확전후 2~3일간 비 안오는 날을 택하여 수확하는 것이 좋다.

1-2-2 예냉의 시기

수확후 즉시 예냉을 시작한다. 같은 품은으로 냉각하는데도 수확으로부터 예냉

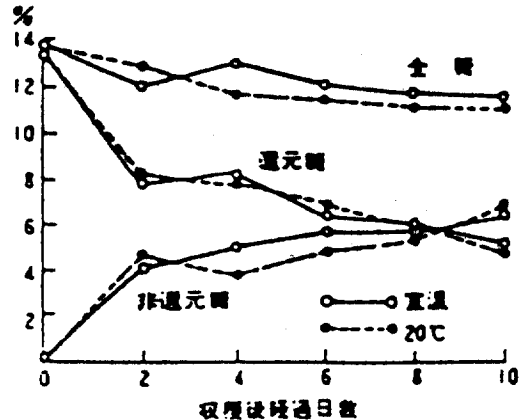
종료까지의 시간이 짧을수록 품질이 좋다. 따라서 수확후 가능한 빨리 예냉을 시작하여야 한다.

[그림 1-3]은 토마토의 수확후 당량의 변화이다.

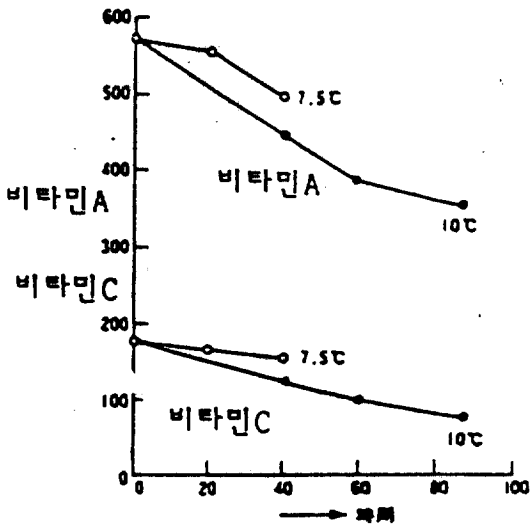


[그림 1-3] 수확 2일후 토마토의 저장 온도별 당 및 산의 함량

[그림 1-4]은 프린스메론의 수확후 당량의 변화이다. 수확후 환원당이 감소하여 비환원당이 증가하며 전당이 점차 감소한다.



[그림 1-3] 수확 2일후 토마토의 저장 온도별 당 및 산의 함량



[그림 1-5] 피망 저장중의 비타민 A 및 비타민 C 함량변화

<표 1-1> 수확후의 열채류의 비타민 C 함량의 변화

	수확당시	실 온 1 주 간	2 ~ 3°C 2 주 간
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 예냉의 시작과 함께 예냉에 있어 냉각 소요시간의 단축이 요구된다. 이 냉각 소요시간은 예냉 장치의 방식, 능력등 외에 농산물의 종류, 수량, 초온 포장등에 의하여 차이가 있으며 그에 따라 각각 적합한 장치로 급속냉각함이 중요하다. (1-6항 예냉품목과 예냉방식과의 관계 참조)

1-2-4 예냉의 최종온도

냉장의 최적온도가 최종온도임

(농산물의 저장조건 참고)

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

예냉의 최종온도는 농산물의 냉장에 적합한 온도가 좋은 것이나 수확후 짧은 시간내에 소비되는 것은 5~7°C 정도로 할 수도 있다.

단, Sweet Corn, 에다콩, 소라콩 등과 같이 효소활성이 높고 저온하에서도 품질저하가 빠른것은 단기간의 품질 보존을 위해서도 0°C까지 급속에 냉하는 것이 좋다.

1-2-5 예냉중의 습도

예냉중의 습도는 크게 고려하지 않아도 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 제품을 냉장시킨 경우 맑은날에 수확한 것보다 선도에 있어 약 30% 부패율에 있어 약 20% 정도의 손실이 있는 것으로 알려져 있다.

1-2-6 예냉후의 취급

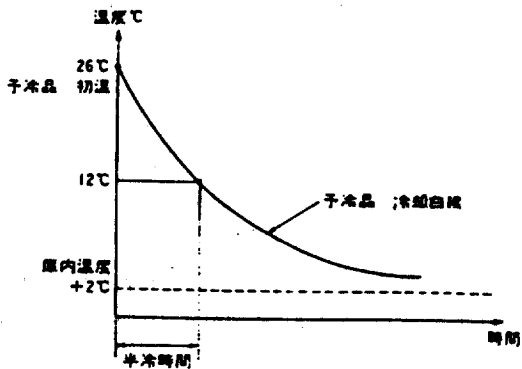
예냉후는 온도의 저하를 방지하기 위하여 가능한 빨리 냉장창고나 보냉고에 입고시켜야 한다.

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.



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

1-4 혼합처리

예냉이나 냉창고에 다품목을 넣어 처리할 수 있어도 품목에 따라 예냉 또는 냉창적온이 있으므로 주의할 필요가 있다.

예를 들면 토마토와 시금치를 같이 처리하는 경우에는 문제가 있다. 토마토는 10°C 이하의 저온에서는 저온장해를 입어 부패한다. 시금치는 호흡열이 커서 0°C 부근까지 빨리 냉각할 필요가 있다.

그러므로 혼합처리를 실시한 경우에는 예냉온도가 같은 품목으로 하는 것이 좋다.

1-5 예냉장치의 종류

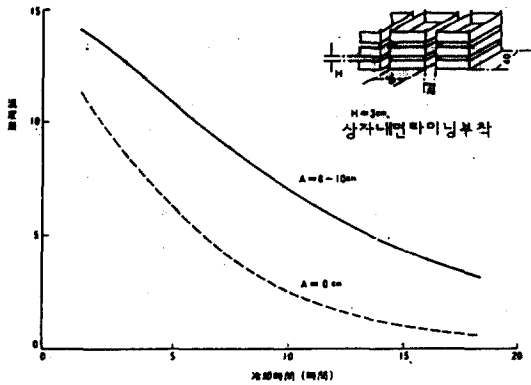
1-5-1 공기에 의한 예냉

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

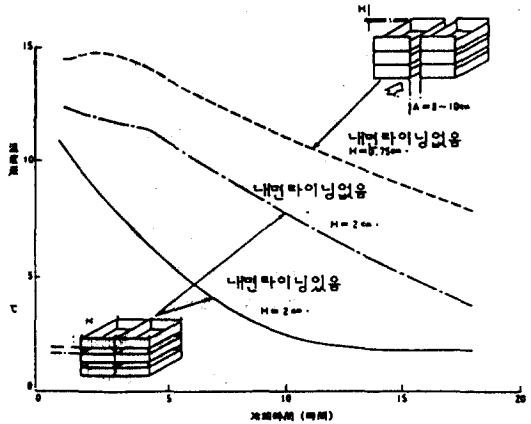
- 가. 포장용기의 크기.
- 나. 포장용기의 구조.
- 다. 냉창품의 적재방법.

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

포 장 방 식		반냉각시간		
		공기의유속		
		냉창실 내의냉각	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 카톤 박스에 넣었을 경우		2.6	1.6	1.3
양상치 24개를 뚜껑있는 카톤 박스에 넣었을 경우		6	2.4	1.8
양상치 24개를 뚜껑없는 나무상자에 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 유통될 때 적재한 상자의 가운데 남아있는 수직의 공간이 냉각시간에 미치는 영향(딸기의 경우)



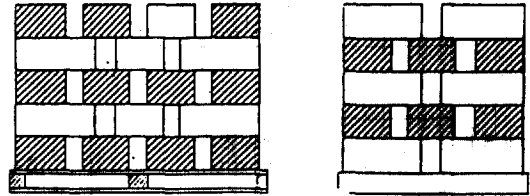
[그림 1-9] 공기가 수평으로 유통될 때 딸기의 냉각시간에 영향을 주는 상자 상하부의 간격과 내면라이닝의 유무의 결과 (온도차는 품온과 고내 온도와의 차임)

(1) 냉장고에서의 예냉

이 경우는 별도의 통풍장치를 설치하지 않은 일반적인 냉장고내에서의 예냉을 하는 경우이다. 이러한 조건에서는 반냉각시간이 30시간이나 소요된 경우도 있으며 또한 파렛트 적재의 경우에는 충분히 공기가 닿지 않는 부분은 100시간이나 소요되는 경우도 있다.

(2) 강제통풍방식

이 장치는 일반 냉장고에 냉각시간을 단축하기 위하여 공기순환과 냉각능력을 크게한 방식이다. 냉장품의 고른 냉각을 위하여 포장된 예냉품을 차곡차곡 적재하는 경우에는 냉품이 각부에 충분히 닿도록 유의하여 적재하여야 한다.



[그림 1-10] 파렛트적재의 예

(3) 차압통풍예냉

이 방식은 압력의 차이를 만들어 용기내(종이 상자)로 냉기가 침투하게 하여 냉각하는 방식이다. 충분한 효과를 얻게하기 위하여는 용기의 열수를 적게하고 용기에 구멍을 뚫어주는 것이 좋다.

적재용기의 열수가 너무 촘촘하면 냉각이 균일하게 이루어지지 않으므로 주의하여야 한다.

(4) 가압예냉

차압예냉장치와 같이 압력의 구배를 만들어 용기사이를 강제적으로 냉풍을 통과 시키는 방법

(5) 공기 제트식예냉

예냉품을 넣은 상자의 뚜껑을 열고 고속냉풍을 분산하여 급속냉각하는 방식. 이 방식은 송풍기의 동력과 냉동기 동력의 과대소비로 예냉비용이 커지는 단점이 있다.

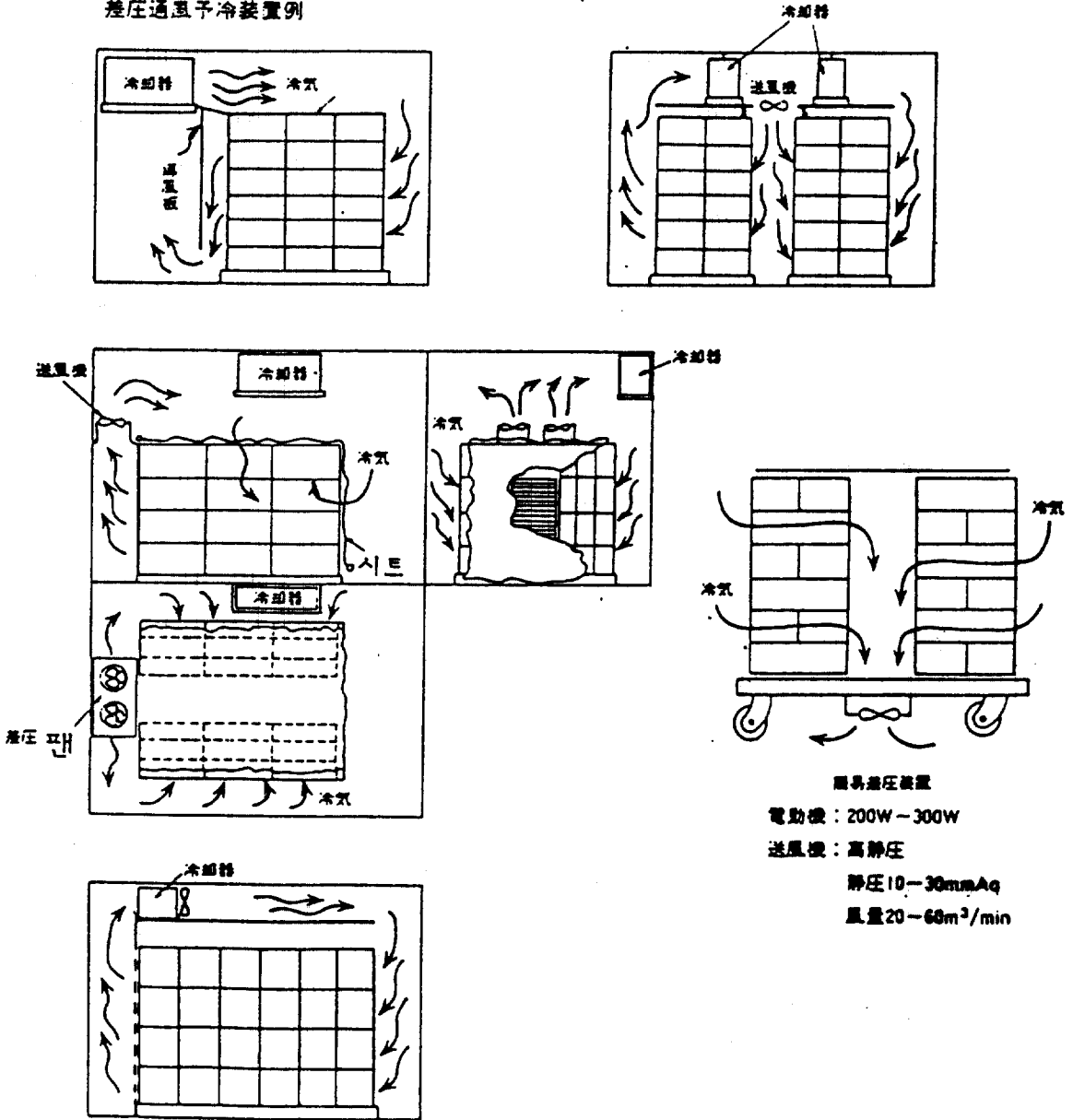
(6) 터널식예냉

이것은 터널형의 예냉고를 만들고 예냉품을 비교적 높고 밀도있게 적재한 다음 냉풍을 고속으로 통과시키는방법이다. 적재한 예냉품의 용기 사이에 일정한 간격을 두어야 하고 풍속이 매초 5 m이면 좋은 효과를 얻을 수 있다.

(7) 터널식차압예냉

이 장치는 터널식 예냉장치와 같이 예냉실을

差压通風予冷装置例



[그림 1-11]

만들어 냉풍을 차압예냉장치와 같이 예냉품의 용기내에 침투시켜 냉각하는 장치이다.

1-5-2 냉수에 의한 예냉

이 방법은 예냉품을 용기에 넣은 상태나 또는 개별적으로 0℃정도의 냉수속에 넣거나 이들위에

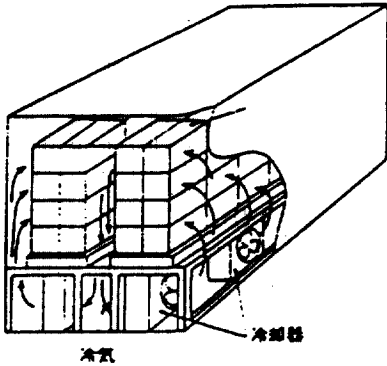
냉수를 살수하는 장치이다.

1-5-3 얼음에 의한 예냉

예냉품의 용기에 얼음을 넣어서 예냉하는 방법이다. 이 경우에는 수송중에도 예냉을 할 수 있는 장점이 있다. 예냉장치로써 제빙기가 있으면 좋

다. 그러나 해빙수에 의하여 용기가 젖는것과 예냉품의 종류에 따라서 물에 젖으면 부패를 초래하는 문제가 생긴다.

그러므로 얼음을 용기에 넣어서 물이 예냉품등



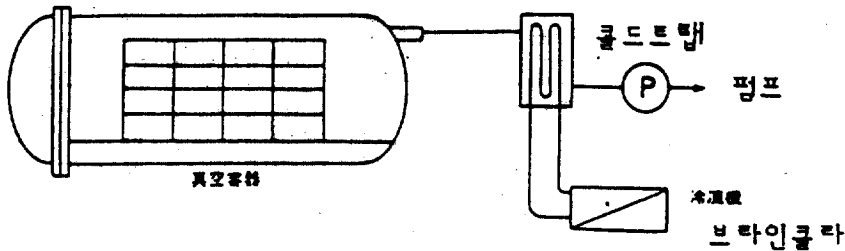
[그림 1-12] 터널식예냉기

이 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.

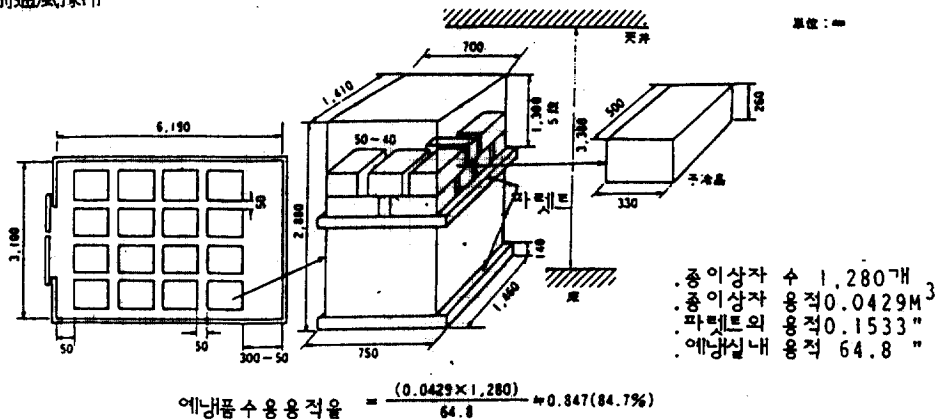
발생되는 증발된 수증기는 체적이 매우 큰상태이므로 진공펌프만으로 배출하는 것은 시간적으로나 경제적으로 무리이다. 이 때문에 일반적으로 진공펌프전에 콜드트랩을 설치하여 수증기는 트랩에서 응축하여 제거하는 방법을 이용하고 있다.



[그림 1-13]

1-6 예냉처리량(입고량)

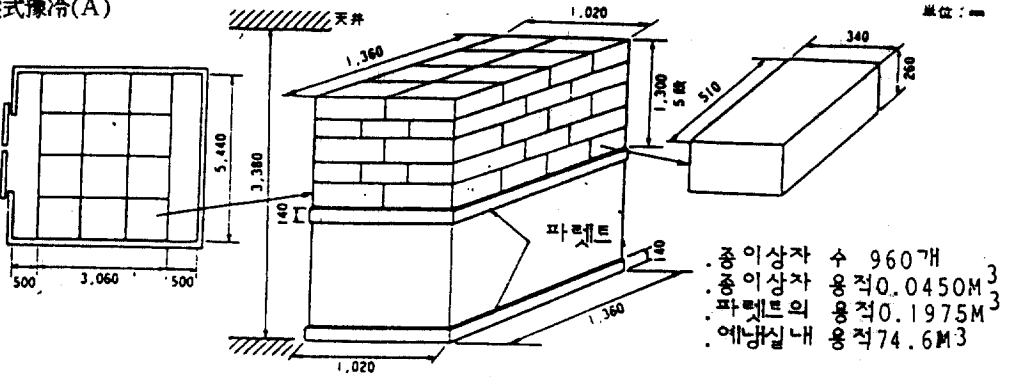
① 強制通風豫冷



$$\text{예냉품수용용적율} = \frac{(0.0429 \times 1,280)}{64.8} \approx 0.847 (84.7\%)$$

냉却時間約12h-20h

② 差壓式豫冷(A)

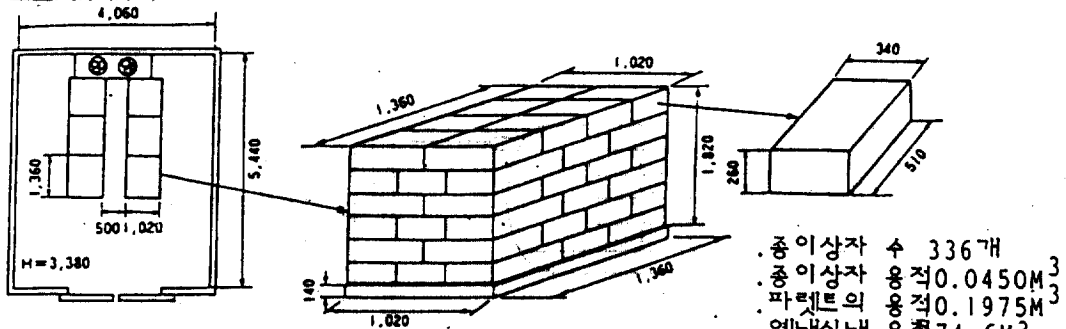


- 총 이 상자 수 960개
- 총 이 상자 용적 0.0450M<sup>3</sup>
- 파렛트의 용적 0.1975M<sup>3</sup>
- 예냉실내 용적 74.6M<sup>3</sup>

$$\text{예냉품 수용용적율} = \frac{(0.0450 \times 960)}{74.6} = 0.579 (57.9\%)$$

冷却時間 約6h-10h

③ 差壓式豫冷(B)

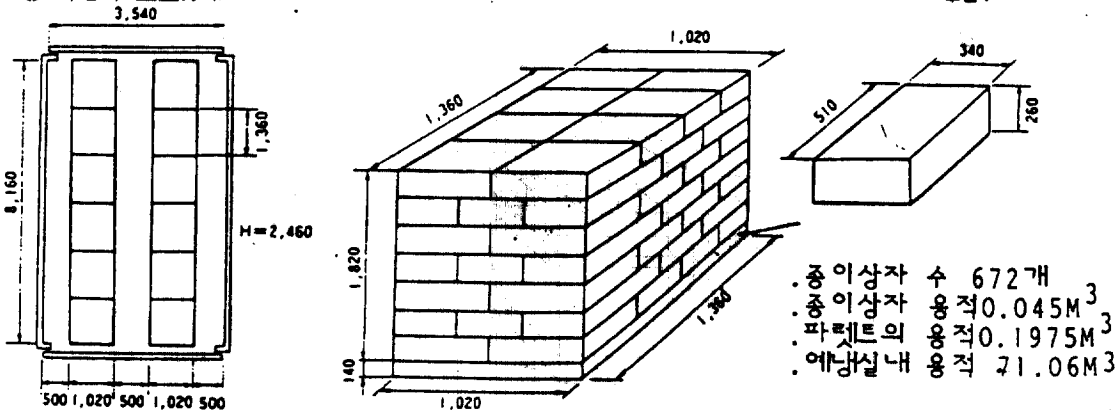


- 총 이 상자 수 336개
- 총 이 상자 용적 0.0450M<sup>3</sup>
- 파렛트의 용적 0.1975M<sup>3</sup>
- 예냉실내 용적 74.6M<sup>3</sup>

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

冷却時間 約2h-4h

④ 터널식 差壓豫冷



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

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

冷却時間 約2h-4h



⑤ 진공냉각장치

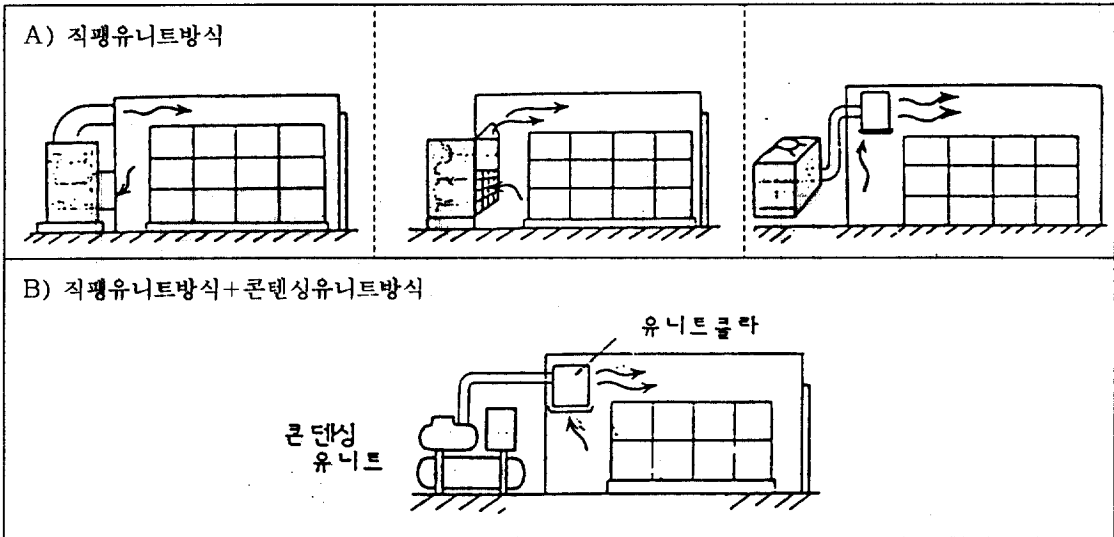
② 처리량은 진공탱크의 크기에 좌우된다. 1회처리량은 120개~1,260개 정도가 실용화 되어 있다.

③ 1회의 처리시간은 15분에서 20분정도 소요된다.

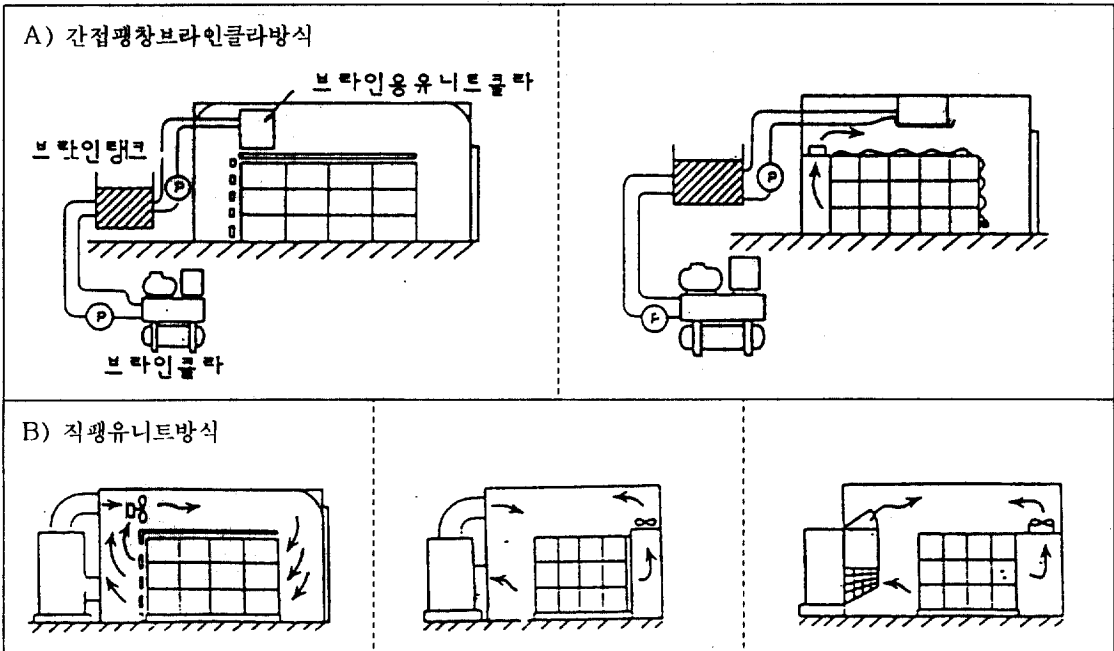
1-6 예냉용 냉각설비형식

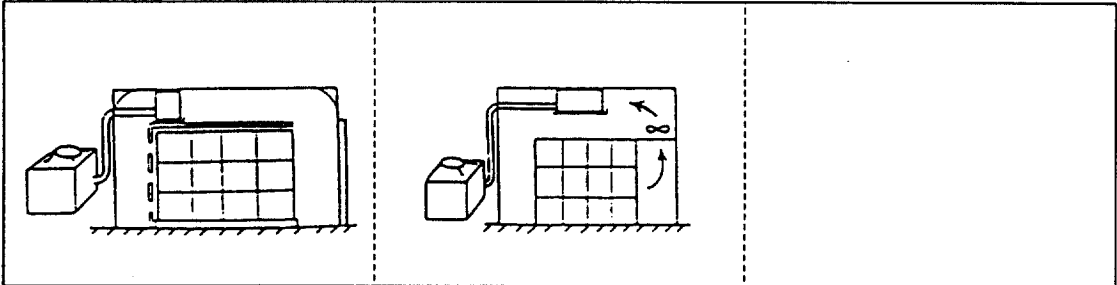
(일반적으로 사용되는 예)

1-6-1 強制通風方式

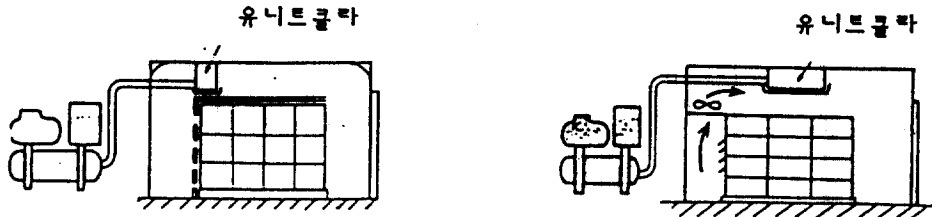


1-6-2 差壓豫冷方式



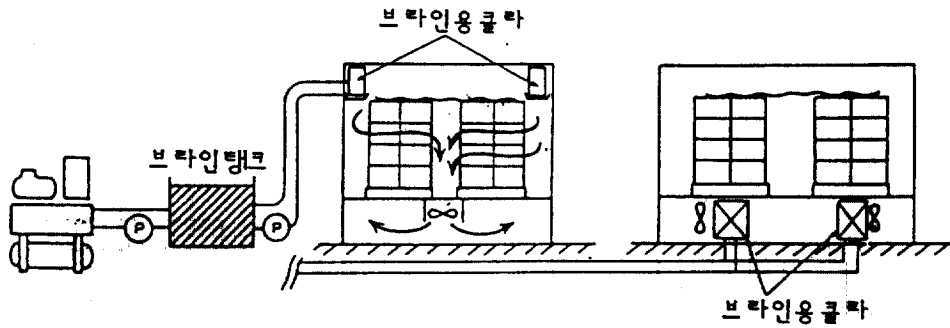


C) 직랭유니트쿨라+콘덴싱유니트방식

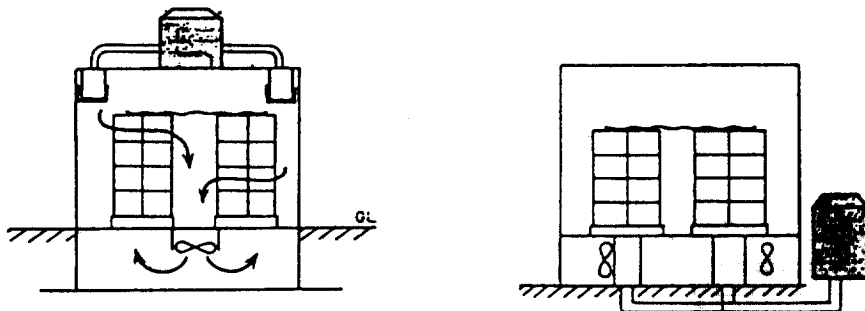


1-6-3 터널差壓方式

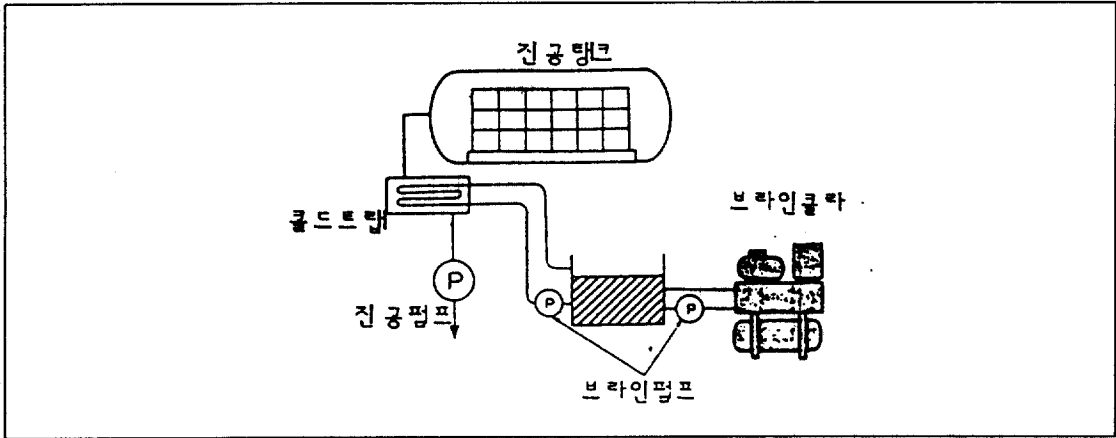
A) 간접팽창브라인방식



B) 직랭유니트방식



1-6-4 眞空冷却方式



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. 青果物の低溫流通技術について 社團法人 愛知眞冷熱利用協會
4. 冷凍空調技術 제501호 조취할
5. 野菜園藝大事典(55年度版) 同編集委員會編 (株) 養賢堂
6. Symposium Athens Annex 1996-6 Bull
7. Japanese Association of Refrigeration vol. 157.
8. Conditions recommandees pour lentreposage frigorifique des produits perissables. I. I. F 1967.
9. ASHRAE Guide and Data Book Fundamental & Equipment 1965~66.
10. U. S. D. A. Agriculture Hand Book No. 66. 968.
11. ASHRAE Guide and Data Book 1968.