

신선농산물의 품목 및 유통 형태별 예냉수송 시스템의 모델
및 매뉴얼 개발에 관한 연구

Development of Precooling and Transportation Technology
for Fresh Agricultural Produces

연구 기관
한국식품연구원

농 립 부

제 출 문

농림부 장관 귀하

본 보고서를 “신선농산물의 품목 및 유통 형태별 예냉수송 시스템의 모델 및 매뉴얼 개발에 관한 연구” 과제의 최종보고서로 제출합니다.

2005 년 10 월 14 일

주관연구기관 : 한국식품연구원

총괄연구책임자 : 김 병 삼

세부연구책임자 : 박 형 우

세부연구책임자 : 최 정 희

연 구 원 : 김 동 만

연 구 원 : 차 환 수

연 구 원 : 박 신 영

연 구 원 : 장 민 선

위탁연구기관 : 영진전문대학

위탁연구책임자 : 김 수 영

연 구 원 : 이 영 준

참여 기업: 한국컨테이너폴(주)

참여 기업: 한국파렛트폴(주)

요 약 문

I. 제 목

신선농산물의 품목군 및 유통 형태별 예냉·수송 시스템의 모델과 운영 매뉴얼의 개발

II. 연구개발의 목적 및 필요성

신선농산물의 예냉, 수송 시설은 농림부의 산지유통기반구축사업과 저온유통기반구축사업등 관련 정책사업에 의해 그동안 전국적으로 설치되어 활용되고 있다. 그러나 이들 시설을 현장에서 농민들이 활용할 수 있는 매뉴얼화된 기술체계 구축이 절대적으로 부족한 실정이다.

따라서, 하절기에 수확된 신선 농산물의 국내 유통 여건에 적합한 예냉, 수송 시스템의 표준 모델화와 농업 현장에서 적용이 가능한 품목군별·유통형태별 운영 기술의 매뉴얼화를 통해 한국형 신선농산물 저온유통체계의 조기 확립을 기하고자 함.

III. 연구개발 내용 및 범위

본 연구는 예냉시설의 설치를 위한 표준 모델과 하절기에 생산되는 농산물에 대한 예냉·수송 기술 개발을 위하여 다음과 같은 내용 및 범위에 대하여 수행되었다.

- 국내 여건에 적합한 유형별 예냉시스템 표준 모델의 설계 도면 개발
- 품목군 및 유통형태별 적정 예냉 처리 관련 기술 개발
- 수송중의 선도유지 기술 개발 및 공정의 모델화
- 냉각(예냉) 및 수송 작업 공정에 대한 현장 운영 매뉴얼 개발/제작
- 한국형 신선농산물 저온유통시스템 모델 개발

IV. 연구개발 결과 및 활용에 대한 건의

1. 국내 여건에 적합한 예냉시설의 표준 모델을 기존시설과 신설유통센터등에 동시에 적용이 가능하게 다양한 형태로 개발하였다. 개발된 예냉시설의 표준 모델은 차압식예냉시설로서는 중앙흡인식, 벽면흡인식, 예냉예건 겸용이 가능한 이동식유니트형, 저온저장농산물 겸용 예냉고, 증발기가 벽면에 내장된 예냉고 등 5유형으로 분류하였다. 예냉고는 국내 여건을 고려하여 한 실을 20평에서 50평 규모로 설정하였으며, 각 시설 유형별로 기본 설계 도면, 3차원 설계 도면 등을 제시하였다. 시설은 신설유통센터와 기존 저온저장시설에 기본적으로 구조 변경 없이 활용이 가능하도록 범용성 있게 설계하였다. 수냉식 예냉시설로서는 세척과 함께 냉각이 가능하게 하였으며 단순 냉각과 세척 기능이 부가된 신선편 이농산물을 위한 수냉식 예냉기 형태를 제시하였다.

2. 과실, 채소 등 여름철에 주로 생산되는 농산물에 대한 품목군 및 유통형태 별 예냉 처리 관련 기술 개발이 행해졌다. 대상 농산물은 과실은 복숭아, 자두, 과채류는 참외, 방울토마토, 딸기, 애호박, 엽채류는 고랭지배추, 상추, 버섯류는 양송이와 느타리버섯등 10종이었다. 예냉처리기술로서는 적정 예냉처리 조건(냉기온도, 예냉중온 등), 냉각특성, 예냉처리중의 품질변화, 전처리 작업 조건, 예냉처리후의 조작, 포장 및 수송 등에 대하여 품목별로 시험이 행해졌다. 품목별 적정 예냉처리온도는 방울토마토, 애호박, 복숭아, 참외의 경우 10℃, 자두, 딸기, 버섯, 고랭지 배추, 상추는 2~5℃ 정도가 적절한 것으로 나타났다. 그러나 소비지 온도 조건에 따라 결로 억제등을 위하여 적용하는 온도는 조정할 필요가 있다.

3. 여러 농산물에 대하여 수송중의 품질변화, 품온변화, 냉장차 수송을 위한 파레트 적재 등에 대한 모델화 작업이 행해졌다. 수송중 품온변화는 자두의 경우 10℃로 예냉하여 보냉수송한 경우 소비지에서의 품온은 13.8~15.4℃, 냉장차로 수송한 경우는 11.9~12.7℃(냉장차 온도 10℃)로 나타났다. 냉장차의 경우 광폭화가 가능하기 때문에 표준파레트에 의한 기계하역 체계의 추진이 적합한 것으로 나타났다. 소비지 도착시 관능적 품질은 냉장차로 수송한 경우 보냉

차 수송에 비하여 다소 높게 나타났으나 2시간 이내 수송거리에서는 품질에 큰 차이가 없었다.

4. 여름철에 생산되는 10종 농산물에 대하여 수확후 APC에서의 작업공정, 품질 변화 주요 특성, 전처리, 예냉, 포장, 선별, 적재, 수송, 판매, 선도유지 기술 등에 대하여 품목별로 매뉴얼화하였다. 한편 예냉시설의 설치 계획 단계부터 설치후 운전에 대한 조작을 매뉴얼화하였다. 즉 시설의 계획, 냉동기의 설치, 운전 및 사후 관리 등에 대한 내용을 현장 위주로 매뉴얼화 하였다.

5. 국내 여건을 고려한 한국형 신선농산물 저온유통시스템 모델을 제시하였다. 소비지의 유형과 품목군에 따른 적정 예냉온도, 수송 온도, 판매온도 등이 제시되었다. 예를 들면 소비지의 콜드체인 환경이 적합하지 않은 경우 예냉 처리온도는 선진국에서 행하는 5℃ 이하보다도 더 높은 10℃ 전후로 함으로서 소비지 도착시 결로발생등을 억제할 수 있도록 하였다. 저온유통시스템은 국내 소비용과 수출농산물에 대하여 구분하여 제안되었다. 국내 소비용은 단기유통형의 경우 저온매장, 저온보관시설이 구비된 곳과 구비되지 않은 곳, 직거래형태나 택배, 식자재가공용과 증장기 저장용으로 구분하여 제시하였다. 아울러 수출용에 대해서는 미국의 경우 4주 이상 소요되므로 5℃이하의 예냉과 적정 수송온도 대에서의 정상적인 저온유통체계를 구축하는 것이 적절한 것으로 검토되었다.

6. 본 연구 결과는 예냉시설과 함께 콜드체인 환경이 조성됨에 따라 활용도가 증가할 것으로 예상된다. 따라서 향후는 보급형 책자 형태로 제작하여 공공 차원에서 보급할 필요가 있을 것으로 사료된다. 연구가 제한된 환경하에서 행해졌기 때문에 모든 품목에 대하여 언급이 어려웠으며 농산물의 특성상 재배 환경에 따라서 물성과 수확후 특성이 다르기 때문에 지속적인 후속 연구가 확대될 수 있기를 바란다.

SUMMARY

I . Title

Development of Precooling, Transportation System and Operation Manual for Fresh Agricultural Produces

II . Objective and Importance

Many precooling and transportation facilities have been established under the governmental support such as an agricultural processing center.

However, there are few practical operation manual that can be utilized in rural area.

The objectives of this study are focused on the modelization of precooling and transportation systems for fresh produces which produced in summer season. Through the the modelization of various produces and distribution system, cold-chain system will be able to establish in near future.

III . Contents and scopes of research

This study was conducted to develop the precooling and transportation technologies for produces which harvested in summer season. The major contents of this study were follows;

- Standard construction design model for various precooling facilities
- Development of optimum precooling technologies for various produces and distribution circumstances
- Freshness prolongation during transportation and its modelization
- Practical operation manual in precooling and transportation processes
- Cold-chain system model for fresh produces

IV. Results and recommendation

1. Various standard design of precooling facilities were designed for conventional and newly constructed APC facilities. There are two types precooling facilities such as pressure cooling and hydrocooling. The pressure cooling facilities included various forced-air types such as centralized suction system, wall-type system, portable precooling unit, multi-purpose precooler for precooling and cold storage, and precooling and curing. The size of precooling room was divided with 65 to 160m². Hydrocooler was designed for fresh-cut produces and hydrocooling purposes.

2. Precooling technologies for fresh fruits and vegetable, which harvested in summer season, were developed. Targeted produces were fruits such as peach and plum, fruit-vegetable such as mini tomato, oriental melon, strawberry and squash, leafy vegetable such as leafy lettuce and summer chinese cabbage, mushroom such as agaricus bisporus and oyster mushroom. Precooling technologies were included optimum precooling condition(cold air temperature, final precooling temperature, and so on), cooling curves, quality changes during precooling, pretreatment work, operation after precooling, packaging and transportation. Optimum precooling temperature ranges were about 10°C for mini tomato, oriental melon, peach and squash and, 2 to 5°C for plum, strawberry, mushroom, summer chinese cabbage and leafy lettuce. However, the optimum precooling temperature ranges should be modified in order to inhibit the condensation on the surface of produces according to the distribution circumstances in consuming area.

3. Many works for the investigation of quality changes and product temperature changes during transportation, and palletization were accomplished. During the transportation after precooling to 10°C, the

product temperature was increased with the range of 13.8~15.4°C for an insulated truck and 11.9~12.7°C(cold truck temp. : 10°C) for a cold truck. Cold truck can be remodeled for the mechanical loading of the standard pallet with extending the width of loading container. Cold truck transportation was more effective for the quality keeping than insulated truck. However, there were not much different from their qualities between insulated and cold truck transportations within 2 hour-distance.

4. Practical working manual of ten produces was developed for their working procedures in APC, pretreatment and trimming, precooling, packing, sorting and grading, loading and palletization, transportation, sale and freshness prolongation. Also, guide line for planning, construction and operation and maintenance of precooling facilities was suggested.

5. The cold-chain system model for fresh produces was suggested in order to adapt to our distribution situation. It included the proper precooling temperature, transportation temperature, temperature on sale, and so on. For example, the suggested precooling temperature was recommended about 10°C under the insufficient cold chain system eventhough below 5°C was recommended in advanced countries when domestic situation was considered. It can be contributed to inhibit the condensation and temperature fluctuation during distribution. Cold-chain system can be separately suggested between domestic and exporting markets. Domestic model was divided for short-term marketing, mid and long-term storage and marketing, direct marketing without broker, fresh-cut and food material processing, and so on. Exporting model was recommended the precooling below 5°C and optimum temperature transportation because it required above 4 weeks about United States of America.

6. The result of this study can be largely utilized according to cold-chain system is expanded in near future. Therefore, we are trying to design a booklet and pamphlet for extending the technology in local area. We hope that continuous work for this reasearch area can be performed under the governmentatal support because this study was accomplished within limited situation.

CONTENTS

Chapter 1. Introduction	15
1. Objectives	15
2. Necessity	15
3. Scope	18
Chapter 2. Research trend of related technologies	19
Chapter 3. Results and discussion	20
1. Precooling facilities	20
2. Precooling technology	155
3. Transportation technology	229
4. Construction and operation manual for precooling facilities	247
5. Cold-chain system model for domestic fresh produces	304
Chapter 4. Achievements and contribution to the related area ..	311
Chapter 5. Application of results	313
Chapter 6. Scientific information acquired from abroad during research period	314
Chapter 7. References	315
Appendix	319

목 차

제 1 장	연구개발과제의 개요	15
제 1 절	연구개발의 목적	15
제 2 절	연구의 필요성	15
제 3 절	연구의 범위	18
제 2 장	국내외 기술개발 현황	19
제 3 장	연구개발수행 내용 및 결과	20
제 1 절	예냉시설	20
제 2 절	예냉처리 관련 기술	155
제 3 절	수송관련 기술	229
제 4 절	예냉시설 설치 및 운영 매뉴얼	247
제 5 절	한국형 신선농산물 저온유통시스템 모델	304
제 4 장	목표달성도 및 관련분야에의 기여도	311
제 5 장	연구개발결과의 활용계획	313
제 6 장	연구개발과정에서 수집한 해외과학기술정보	314
제 7 장	참고문헌	315
부록	319

제 1 장 연구개발과제의 개요

제 1 절 연구개발의 목적

하절기에 수확된 신선 농산물의 국내 유통 여건에 적합한 예냉, 수송 시스템의 표준 모델화와 농업 현장에서 적용이 가능한 품목군별·유통형태별 운영기술의 매뉴얼화를 통해 한국형 신선농산물 저온유통체계의 조기 확립을 기하고자 함.

제 2 절 연구의 필요성

1. 기술적 측면

신선농산물의 예냉, 수송 시설은 농림부의 산지유통기반구축사업과 저온유통기반구축사업등 관련 정책사업에 의해 그동안 전국적으로 설치되어 활용되고 있다. 그리고 시설의 효율성을 제고하고 상품화를 위한 예냉, 저온저장, 보습, MAP등 단위 기술들은 연구되어 부분적으로 활용되고 있으나 산업적으로 활용이 가능한 시스템화 기술과 이를 현장에서 농민들이 활용할 수 있는 매뉴얼화된 기술체계 구축이 절대적으로 부족한 실정이다.

농산물의 냉각을 위한 예냉시설에는 중앙흡인식차압예냉을 비롯하여 벽면흡인식, 굴뚝식, 터널식, 유티트 형태의 차압예냉방식을 비롯하여 진공냉각, 수냉식, 빙냉식등이 있다. 그러나 현재 국내 현장에 적용되고 있는 예냉방식은 중앙흡인형 차압예냉방식이 90% 이상으로 품목의 특성과 기존 시설과의 연계성 그리고 기존 저온시설의 개,보수를 고려할 때 품목군별 그리고 시설 유형별 다양한 적정 모델들이 설계, 보급되어질 필요가 있다.

현재 국내 농업 현장에서 선도유지를 위한 예냉기술 적용시 가장 큰 문제점은 소비지의 저온화가 이루어지지 않아 예냉처리한 농산물을 어떻게 처리할 것인가이다. 외국의 매뉴얼이나 제시된 기준대로 하였을 경우 소비지에서 결로가

생길 수 가 있고 국내 작물의 특성이 다르기도 하고 우리의 경우 일부 수출을 하면서 대부분이 내수용으로 소비되는 점등이 다르기 때문이다. 따라서 국내의 유통 여건을 고려하여 단계별로 우리가 적용할 수 있는 콜드체인 시스템의 모델을 개발하여 적용시킬 필요가 있다. 아울러 예냉시설이 설치되었더라도 다양한 농민들이 수확한 농산물을 현장에서 예냉처리하여 소비지에 출하하더라도 국내 농업 특성을 고려할 때 불규칙적으로 수확된 농산물을 각 단계별로 어떻게 처리할 것인지(전처리, 포장, 수송, 출하 등)가 어려움으로 되어 있다. 따라서 중장기적 측면에서 획일적으로 설치, 운영되고 있는 예냉시설에 대하여 농산물의 품목군별 그리고 유통 여건별 적정 시설 모델의 개발과 보급이 정책적인 차원에서 필요한 실정이다.

하드웨어적인 측면에서 보면 시설의 효율성을 높이기 위해 저온저장 기능이 나 고습도 유지기능 그리고 유통 경로별 적정한 시설 모델의 개발이 필요하다. 특히 냉각코일의 벽면 내장식이나 감모방지, 저온장해방지, 결로억제, 가습, 쿨라 전열면적, 핀피치, 송풍량의 제어, 품온변화에 대응한 냉각 및 풍속 제어 등에 대한 시스템 모델 개발이 필요하다. 그리고, 소프트웨어적 측면에서는 현재까지의 연구가 예냉이나 수송등 단위 공정별로 이루어져 현장에서 농민들이 활용하고자 할 경우 가변적이고 연속적인 작업현장에서의 적용에 어려움이 있었다. 따라서 수확관리부터 시작해서 예냉처리 및 예냉처리후의 시장 판매를 위한 수송, 출하에 이르기까지 패키지형 연구가 필요하다고 여겨진다. 즉, 품목군별 특성과 유통형태(경로)별 특성을 고려한 현장 운영 관리 매뉴얼을 개발하여 현장에 보급할 필요가 있다.

수송기술은 품목군별 특성과 유통 여건을 고려하지 않은 획일적인 수송시스템으로 결로방지를 위한 수송적온 선정, 수송중 손상 최소화와 냉기의 적정 분포를 위한 수송 기술의 개발, 보급이 필요하다. 그 결과 국내 농산물의 품질경쟁력 제고를 위해 우리나라 작물특성과 유통여건에 적합한 한국형 저온유통체계의 모델을 개발, 보급할 필요가 있다.

2. 경제·산업적 측면

2002년도 농산물 유통 주요 정책 6대부문중 산지유통의 거점화와 운영개선

(산지유통전문조직 육성과 산지유통시설의 운영 효율화 추진), 소비자 만족의 유통체제 정책(소비자 지향적 농식품 생산, 관리, 체계적인 식품안전 관리 대책 추진 등), 원예작물의 경쟁력 제고(원예작물의 수출 확대 적극 추진 등), 물류 효율화와 도매시장 경쟁력 강화(농산물 물류 비용 절감과 물류 효율화 등) 등 대부분의 중점 추진 방향이 WTO체제하에서 시장 여건과 소비자 수요변화등 유통 환경 변화에 적극적으로 대응하기 위한 전략으로 이루어져 있다. 특히 산지에 규모화된 유통전문조직(목표 : 2003년까지 300개)을 지정하여 산지유통의 핵심 체로 육성하고 2004년까지 248개소의 산지유통센타를 건설하고 예냉 및 저온저장시설 등 현대화 시설을 지원하도록 계획되어 있다. 현재 고온기에 수확된 농산물의 예냉을 위한 시설은 전국적으로 차압식80여개소, 진공식 4개소, 수냉식 15개소가 설치되었으나 향후 국내 저온저장고 면적 341,000평에 8,766개소(2000년12월말 기준)를 고려할 때 향후 설치 예상 예냉시설의 수는 최소한 2,000여개소 이상이 된다고 추산된다(일본의 경우 4,000여개소).

농림정책의 추진 세부 내용에는 산지유통시설의 최적 이용을 위해 표준모델을 작성하여 농가에 적극 보급하고 부류별(품목군별) 시범 품목을 선정하여 생산 및 수확후 관리 지침서를 제작하여 농가에 적극 보급하는 것으로 되어 있다. 특히 소비지 시장에 대한 저온유통체계 보완 작업과 기존 시설의 개,보수를 위한 지원이 추진되는 바 여기에 필요한 예냉, 수송등 저온 물류 표준 모델이 개발, 보급이 시급하며 아울러 이를 위한 하드웨어 및 소프트웨어적 지원이 필요한 실정이다.

3. 사회·문화적 측면

소비자의 식품에 대한 수요가 고급화되고 산지에서 전처리되어 쉽게 소비가 가능한 최소가공농산물에 대한 소비가 증가하고 있다. 아울러 편의성과 함께 소득 수준의 증가에 따라 안전성에 대한 국민의 관심이 고조되고 있어 농식품 분야에 있어서 저온유통체계의 필요성이 인식되고 있다. 농산물 시장이 개방되면서 수입 농산물이 자유롭게 유입되고 특히 칠레와의 자유무역협정이 체결될 경우는 그 피해는 심각할 것으로 여겨진다. 식품 원료에 대한 기존 개념이 바뀌고 국경이 없어지면서 결국은 품질에서 우수한 농산물이 소비자에게 선택되어

지는 경쟁 체제가 가속화될 것으로 여겨진다.

제 3절 연구 범위

본 연구는 예냉시설의 설치를 위한 표준 모델과 하절기에 생산되는 농산물에 대한 예냉·수송 기술 개발을 위하여 다음과 같은 내용 및 범위에 대하여 수행되었다.

- 국내 여건에 적합한 유형별 예냉시스템 표준 모델의 설계 도면 개발
- 품목군별 및 유통형태별 적정 예냉 처리 관련 기술 개발
- 수송중의 선도유지 기술 개발 및 공정의 모델화
- 냉각(예냉) 및 수송 작업 공정에 대한 현장 운영 매뉴얼 개발/제작
- 한국형 신선농산물 저온유통시스템 모델 개발

제 2 장 국내외 기술 개발 현황

미국, 네덜란드, 호주, 일본 등 농업 선진국의 경우는 이미 농산물 분야에서 저온유통체계가 확립되어(미국은 1930년대, 일본은 1970년대) 관련 분야별 현장 매뉴얼이 개발, 보급되고 있는 상태이다. 그러나 이를 국내에서 활용하고자 할 경우 콜드체인 기반이 구축되지 않았고 품목별 물성이 다르며 수확후 fungicide 등의 사용제한 때문에 적용에 제한이 따르고 있다.

국내 냉각(예냉)시설의 설계, 제작에 대한 기술은 관련업체가 영세하여 기술 개발에 의한 선진화가 이루어지지 않고 있고 대부분이 정부 정책에 따라가면서 전문가관이나 전문가들의 자문에 의해 이루어지는 경우가 많다. 따라서 시설 설치 형태를 보면 거의 획일적인 설계와 시공이 이루어지고 있어 정부 차원에서 관련 시스템에 대한 다양한 표준 모델을 개발하여 보급시켜 주는 것이 필요하다.

운영기술의 경우는 콜드체인기반구축사업이 시작된지 불과 3년밖에 되지 않기 때문에 단위기술은 물론 수확부터 소비지까지 이르는 시스템화 기술은 전반적으로 부족한 것이 사실이다. 특히 국내 유통 형태나 품목별 특징이 외국과 다르나 국내 여건에 적합한 운영 관리 현장 매뉴얼이 부재한 상태이다.

그동안 연구 추진 결과들을 보면 저온저장고와 중앙흡인식 차압예냉시설의 모델의 경우 농림정책에 의해 활용되고 있으나 다양한 시설 및 유통 여건을 고려할 때 다양한 표준 모델의 개발, 보급이 필요하다.

현재 농협중앙회나 농수산물유통공사를 통해 현장 기술지원이 부분적으로 이루어지고 있으나 체계화된 매뉴얼이 없는 상태에서 개별적으로 이루어져 현장에서 기술을 적용, 활용하는데 애로가 많다.

제 3 장 연구개발 수행 내용 및 결과

제 1 절 예냉시설

1. 차압예냉시설

차압예냉시설의 경우 Wall-type과 유니트형 등 여러 형태를 고려할 수 있으나 본 연구에서는 가장 보편적으로 활용될 수 있는 중앙흡인식과 벽면흡인식을 기본으로 검토하였으며 여건에 따라 유니트형이나 저온저장고 겸용으로 설치할 수 있는 방안에 대해서 검토하였다. 시설은 기존 저온저장시설과 신설 APC에 적용이 동시에 가능하도록 하였으며 기본적으로는 시설 용량등의 개념은 동일하게 접근하고 기존 저온저장시설의 경우 기 설치된 냉동유니트등을 그대로 활용하면서 보완 설비의 형태를 취하도록 하였다.

시설의 제원과 능력은 중앙흡인식에 있어서의 계산 근거를 바탕으로 여건에 맞춰 조정하여 시행할 수 있기 때문에 변형된 시설과 규모에 대해서는 구체적인 제원은 생략하였다.

가. 중앙흡인식

<시설 개요> : 냉기를 이용해서 예냉하는 방법로서는 가장 범용적인 예냉시설로서 동일 품목 또는 예냉 처리조건이나 포장 상태가 유사한 농산물의 대량 동시 처리에 적합한 예냉방식이다. 여기서는 50평 규모를 기준으로 2실(20평 1실, 30평 1실)로 구분하여 예냉과 저온저장의 두가지 겸용 형태로 구성하였다.

I. 설계 기준 및 내역

1) 시설 규모

가. 규모

- 차압예냉실 : 2실 50평 (30평 1실, 20평 1실)

구분	실 규모(m)			면적		용적(m ³)
	길이	폭	층고	m ²	평	
PCR - A	9.9	10	4.5	99	30	445.5
PCR - B	6.6	10	4.5	66	20	297
PCR - A 차압실	9.9	1	3	9.9	3	29.7
PCR - B 차압실	6.6	1	3	6.6	2	19.8
계				165	50.0	745.2

주) 1. PCR : PRESSURE COOLING ROOM(차압 예냉실)

2. 흡기구의 크기 : PCR-A : 800W x 1650H x 2SET

PCR-B : 800W x 1650H x 1SET

나. 처리물량

· 적재용적

구분	열당 적재 공간 크기	열수(열)	실 적재용적
PCR - A	5.5mL x 1.1mW x 1.55mH	4	37.51
PCR - B	5.5mL x 1.1mW x 1.55mH	2	18.755
계			56.265

·1회 처리물량

구분	PCR-A		PCR-B		계	
	상자수	적재량	상자수	적재량	상자수	적재량
	(개)	(톤)	(개)	(톤)	(개)	(톤)
토마토, 복숭아, 오이 등	600	9	300	4.5	900	13.5

다. 산출기준 - BOX 배치도 참조(별첨)

2). 건축

가. 구조

· 구조 : PANEL에 의한 PRE-FAB조

- 단열 : URETHAN PANEL
- 나. 형태 : 저장식 또는 텍크를 고려한 고상식
- 다. 단열재의 종류 및 두께
 - 종류 : URETHAN PANEL(저온용) · 두께 : URETHAN PANEL 100mm

3). 입출고 방식

- 가. 입출고 방식 : 기계하역 또는 수하식
- 나. 기계하역 : PALLETTE를 이용한 지게차 사용 등
 - PALLETTE의 규격 : KS 공업규격 (T-11형), : 1100W x 1100mmL

4). 냉각시스템

- 가. 냉각방식 : 냉매(R-22)를 이용한 직접 팽창식
- 나. CONDENSING UNIT
 - COMPRESSOR : RECIPROCATING COMPRESSOR(왕복동압축기)
 - CONDENSER : AIR COOLED CONDENSER (공냉식 응축기)
- 다. 증발기(EVAPORATOR)
 - 핀 부착 관형 UNIT COOLER
 - 제상방식 : HEATER에 의한 전열제상
- 라. 냉매(REFRIGERANT) : R-22

5). 차압발생부

- 가. 차압휠
 - 종류 : 축류 송풍기(AXIAL FAN)
 - 수량 : 6 SET
 - 용량 : PCR-A 250CMM x 40mmAq x 4SET
PCR-B 250CMM x 40mmAq x 2SET
 - 소요풍량(CMM)

$$\text{소요풍량} \left(\frac{\text{m}^3}{\text{min}} \right) = \frac{\text{냉각소요열량}}{\text{공기의비중}(1.282) \times \text{비열}(0.24) \times 60 \text{ min} / \text{h} \times \text{냉기의냉각전후온도차}(\Delta T)}$$

(ΔT=4℃)

· MOTOR : 3.75kW (INVERTER 사용 3단계이상 제어가능 - 풍량, 정압)

나. 차압실 규모 : PCR-A : 1mW x 2.2mL x 3mH

: PCR-B : 1mW x 2.2mL x 3mH

다. 차압시트

· 종류 : 방수코팅 천막지, · 두께 : 0.3 mm, · 폭 : 1.8 m, · 길이 : 8.2m

· 시트결이 : 2.0m × PIPE 25A (자동 또는 반자동 계폐가능)

시이트 지지용 봉을 1m 간격으로 설치

라. 흡기덕트 및 흡기구

· 흡기덕트

- 폭 : 상자의 장변에 여유율을 고려한 수치

- 상자의 장변의 0.5배-1.5배

· 흡기구

- 폭 및 높이 : 800W x 1650H

- 형 태 : 균일한 흡입을 위하여 간격 상하 5cm내외, 5mm내외의 녹이
슬지 않는 종류의 금형판을 수평으로부터 각도 60° 내외로 설치

6) 부하계산서(20평 기준)

건 명		차압 예냉고		실 명	PCR-A	
실 크 기		길이10m × 폭 6.6m × 높이4.5m				
설 계 조 건	수용능력	4.5 TON		고내온도	-5℃	
	외기온도	외벽35℃, 천정38℃, 바닥25℃		입고온도	25℃	
	입고온도	토마토, 오이, 사과 등 농산물		중 온	5℃	
	방 열 사 항	외 벽 재료명 두께	우레탄 패널 100t			
		천 장 재료명 두께	우레탄 패널 100t			
		바 닥 재료명 두께	우레탄 보드 100t			
		칸막이벽 재료명 두께	우레탄 패널 100t			
천 정 구 조		직 천 정, 이 중 천 정				
벽 면 침 입 열 (Q1)	벽면명칭	면 적 × 열통과율 × 외기와의 온도차 = 열 부 하				
		$L \times W = A(m^2)$	$\lambda/t = Kcal/m^2h^{\circ}C$	$T_o - T_r = \Delta T(^{\circ}C)$	Q1 Kcal/H	
	외 벽	$(10 + 6.6 \times 2) \times 4.5 = 104.4$	0.185	40	772.56	
	천 정	$10 \times 6.6 = 66$	0.185	43	525.03	
	바 닥	$10 \times 6.6 = 66$	0.185	30	366.3	
	칸막이벽	$10 \times 4.5 = 45$	0.185	25	208.13	
소 계		Q1 = 1,872.02 Kcal/H				
환 기 열 (Q2)	유효 내용적 × 외기와의 환기열량 × 1일 환기횟수 × 냉각시간 = 열 부 하					
	$L \times W \times H = V(m^3)$	Δi Kcal/m ³	회/일	1/H	Q2 Kcal/H	
		$10 \times 6.6 \times 4.5 = 297$	28	1	1/5	
		1,663.2				
제 냉 각 품 열 (Q3)	제 품 입 고 량 × 제품온도차 × 제품비열 × 냉각시간 = 열 부 하					
	수용량×입고율×1000=Tkg/일	$T_o - T_r = \Delta T(^{\circ}C)$	C kcal/kg℃	1/H	Q3 Kcal/H	
		4,500	$25 - 5 = 20$	0.96	1/5	
		17,280				
호 흡 열 (Q4)	1 일 입 고 량 × 호 흡 열 × 1/24 × 1/1,000 = 열 부 하					
	G kg/일	Kcal/ton24hr	1/24	1/1,000	Q4 Kcal/H	
		4,500	3,175.2	1/24	1/1,000	
		595.35				
고 내 발 생 열 (Q5)	명칭	합계 용량 × 단위발열량 × 가동시간 × 냉각시간 = 열부하				
		P (kW)	q (kcal/kWh)	Th	1/H	
	FAN	$(1.5 \times 3 + 0.4 \times 2) = 5.3$	1,250	5	1/5	
	전 등	$0.1 \times 4 = 0.4$	860	0.5	1/5	
	작업원	$5\{47 - (-5)\}$	2	0.5	1/5	
	차압팬	$3.75 \times 2 = 7.5$	1,000	5	1/5	
소 계		Q5 = 14,211.4 Kcal/H				
소 계		Q6 = (Q1 ~ Q5)		Q6 = 35,621.97 Kcal/H		
안 전 율		Q7 = (Q1 ~ Q6) × 0.1		Q7 = 3,562.2 Kcal/H		
합 계		Q8 = (Q1 ~ Q7)		Q8 = 39,184.17 Kcal/H (11.8RT)		

2)PCR-B (30평형)

건 명		차압 예냉고		실 명		PCR-B		
실 크 기		길이10m × 폭 9.9m × 높이4.5m						
설 계 조 건	수용능력	9 TON		고내온도	-5℃			
	외기온도	외벽35℃, 천정38℃, 바닥25℃		입고온도	25℃			
	입고온도	토마토, 오이, 사과 등 농산물		중 온	5℃			
	방 열 사 항	외 벽 재료명 두께	우레탄 패널 100t					
		천 장 재료명 두께	우레탄 패널 100t					
		바 닥 재료명 두께	우레탄 보드 100t					
칸막이벽 재료명 두께		우레탄 패널 100t						
천 정 구 조		직 천 정, 이 중 천 정						
벽 면 침 입 열 (Q1)	벽면명칭	면 적 × 열통과율 × 외기와의 온도차 = 열 부 하						
		L×W=A(m ²)		λ/t=Kcal/m ² h℃	To-Tr=ΔT(℃)	Q1 Kcal/H		
	외 벽	(10+9.9×2)×4.5=134.1		0.185	40	992.34		
	천 정	10 × 9.9 = 99		0.185	43	787.55		
	바 닥	10 × 9.9 = 99		0.185	30	549.45		
	칸막이벽	10 × 4.5 = 45		0.185	25	208.13		
소 계		Q1= 2,537.47 Kcal/H						
환 기 열 (Q2)	유 효 내 용 적 × 외기와의 환기열량 × 1일 환기횟수 × 냉각시간 = 열 부 하							
	L×W×H=V(m ³)		Δi Kcal/m ³	회/일	1/H	Q2 Kcal/H		
		10×9.9×4.5 = 445.5		28	1	1/5	2,494.8	
체 냉 각 품 열 (Q3)	제 품 입 고 량 × 제품온도차 × 제품비열 × 냉각시간 = 열 부 하							
	수용량×입고온×1000=Tkg/일		To-Tr=ΔT(℃)	C kcal/kg℃	1/H	Q3 Kcal/H		
		9,000		25-5 = 20	0.96	1/5	34,560	
호 흡 열 (Q4)	1 일 입 고 량 × 호 흡 열 × 1/24 × 1/1,000 = 열 부 하							
	G kg/일		Kcal/ton24hr	1/24	1/1,000	Q4 Kcal/H		
		9,000		3,175.2	1/24	1/1,000	1,190.7	
고 내 발 생 열 (Q5)	명칭	합계 용량 × 단위발열량 × 가동시간 × 냉각시간 = 열부하						
		P (kW)	q (kcal/kWh)	Th	1/H	Q5 Kcal/H		
	FAN	1.5×6=9		1,250	5	1/5	11,250	
	전 등	0.1×6=0.6		860	0.5	1/5	51.6	
	작업원	5{47-(-5)}		2	0.5	1/5	52	
	차압팬	3.75×4=15		1,000	5	1/5	15,000	
소 계		Q5 = 26,353.6 Kcal/H						
소 계		Q6 = (Q1 ~ Q5)		Q6 = 67,136.57 Kcal/H				
안 전 율		Q7 = (Q1 ~ Q6)×0.1		Q7 = 6,713.66 Kcal/H				
합 계		Q8 = (Q1 ~ Q7)		Q8 = 73,850.23 Kcal/H (22.24RT)				

7) 기기 선정 기준

(1) 설계조건

가. 대상품목 : 신선 과일, 채소류 등 농산물 (예냉 즉시 출하)

나. 냉각기준

- 초기 품온 : 25℃ · 목표 품온 : 5℃ · 예냉소요시간 : 5시간
- 1회 처리량 : 900상자(13.5톤)
 - PCR-A : 600상자(9.0톤) - PCR-B : 300상자(4.5톤)

다. 입고품의 형태

- 상자 : PLASTIC BOX · 규격 : 550(L)x 360(W)x 310(H) · 중량 : 15 Kg

라. 상자적재수 : 900상자

- PCR-A : 600상자 · PCR-B : 300상자

마. 냉각시스템

구 분	설 계 기 준
냉각 방식	냉매에 의한 UNIT COOLER에서 열교환되는 직팽식, 개별식
응축 방식	REMOTE CONDENSER에 의한 공냉식
제상 방식	HEATER에 의한 전열제상
외기 온도	35℃
고내 온도	-5℃
증발 온도	-10℃
응축 온도	45℃
UNIT COOLER 입출구 온도차	3℃
UNIT COOLER 코일 전면 풍속	2.75m/s

바. 단열

- 종류 : URETHAN PANEL
- 열전도도 및 두께 : 0.0185Kcal/m h °C

사. 차압휨의 용량

- FAN : 250CMM x 40mmAq
- MOTOR : 3.75kW(INVERTER 사용 3단계 이상 풍량, 정압 제어 가능)

· 소요풍량(CMM)

$$\text{소요풍량} \frac{(\text{m}^3/\text{min})}{=} \frac{\text{냉각소요열량}}{\text{공기의비중}(1.282) \times \text{비열}(0.24) \times 60 \text{min}/\text{h} \times \text{냉기의냉각전후온도차}(\Delta T)}$$

($\Delta T=4^\circ\text{C}$)

(2) 주요 기기 사양서

가. 총 냉각부하 : 30.56RT(101,458.51Kcal/h)

· PCR-A: 19.96RT(66,262.8Kcal/h) · PCR-B: 10.60RT(35,195.71Kcal/h)

나. CONDENSING UNIT : 4SET

① COMPRESSOR

· PCR-A : COMPRESSOR : ①30HP × 1SET, ②20HP × 1SET

· PCR-B : COMPRESSOR : ①20HP × 1SET, ②10HP × 1SET

② CONDENSER

· PCR-A : CONDENSER : ①30HP × 1SET, ②20HP × 1SET

· PCR-B : CONDENSER : ①20HP × 1SET, ②10HP × 1SET

다. UNIT COOLER : 4SET

· PCR-A : ①30HP × 1SET, ②20HP × 1SET

· PCR-B : ①20HP × 1SET, ②10HP × 1SET

· FAN & MOTOR

예)

* 30HP용

- FAN : ψ 600 x 3SET

- MOTOR : 1.5KW x 4P x 3EA

- 소요풍량 : 430CMM(정압 20mmAq 기준시)

- 전열면적 : 185.4 m²

$$A = \frac{\text{냉각부하}(Kcal/h)}{\Delta T M \times K} = \frac{45,000 Kcal/h}{8.41^\circ\text{C} \times 28 Kcal/m^2 h^\circ\text{C}} = 185.4 \text{ m}^2$$

* 20HP용

- FAN : ψ 550 x 3SET

- MOTOR : 1.5KW x 4P x 3EA

- 소요풍량 : 288CMM(정압 20mmAq 기준시)

- 전열면적 : 137.5m²

$$A = \frac{\text{냉각부하}(Kcal/h)}{\Delta T M \times K} = \frac{30,000 Kcal/h}{8.41^\circ C \times 28 Kcal/m^2 h^\circ C} = 137.5 \text{ m}^2$$

* 10HP용

- FAN : ψ550 x 2SET

- MOTOR : 0.4KW x 6P x 2EA

- 소요풍량 : 180CMM(정압 20mmAq 기준시)

- 전열면적 : 41.4m²

$$A = \frac{\text{냉각부하}(Kcal/h)}{\Delta T M \times K} = \frac{17,000 Kcal/h}{8.41^\circ C \times 28 Kcal/m^2 h^\circ C} = 41.4 \text{ m}^2$$

· 코일의 유효장

$$- C(m) = \frac{S(m)}{\text{열수} \times \text{단수} \times \text{비전열면적}(m^2/m)} \approx 1.75m$$

- 비전열면적 : 0.3897(m²/m) - 열수 및 단수 : 10×22

· 핀 피치, 파이프 피치

- 핀 피치 : 8.5mm - 파이프 피치 : 38.1mm

· 코일, 핀의 재료 및 크기

- 코일 : 5/8" (15.88mm), Cu, 5t - 핀 : A1, 0.3t

□□ HEATER 용량 및 크기

- 1.1kW × 19EA, 1.3kW × 2EA

라. 차압휠

· PCR-A (30평형) : 40mmAq x 250CMM x 4SET

· PCR-B (20평형) : 40mmAq x 250CMM x 2SET

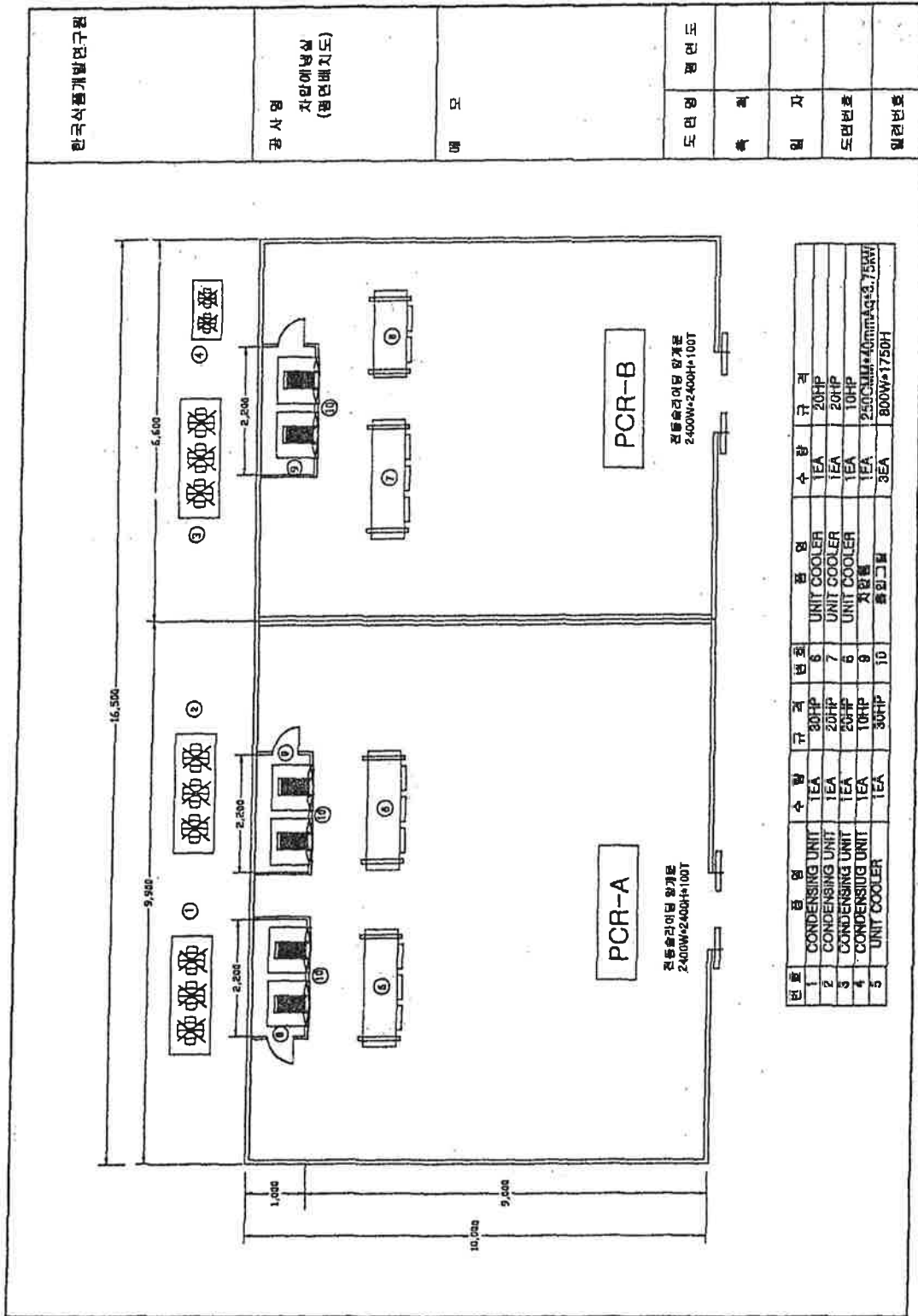
· MOTOR는 INVERTER를 사용 3단계이상 풍량, 정압 제어 가능

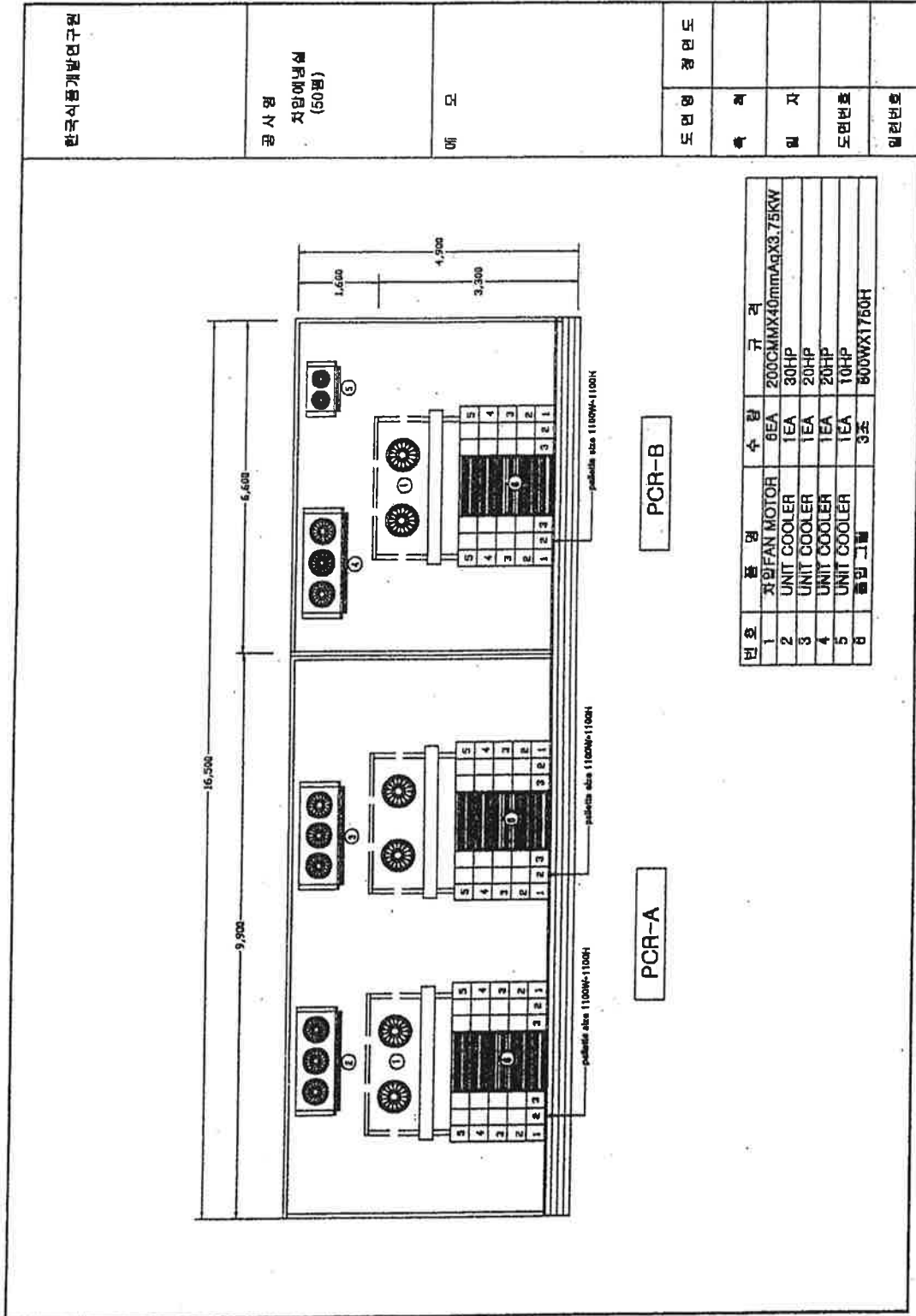
마. 품온계 - 6SET

예냉과정중 청과물과 직접 닿는 냉기의 온도와 냉각되는 품온(2점 이상)을 외부에서 측정할 수 있는 온도 센서와 계기를 부착.

II. 설계 도면

II. 설계 도면



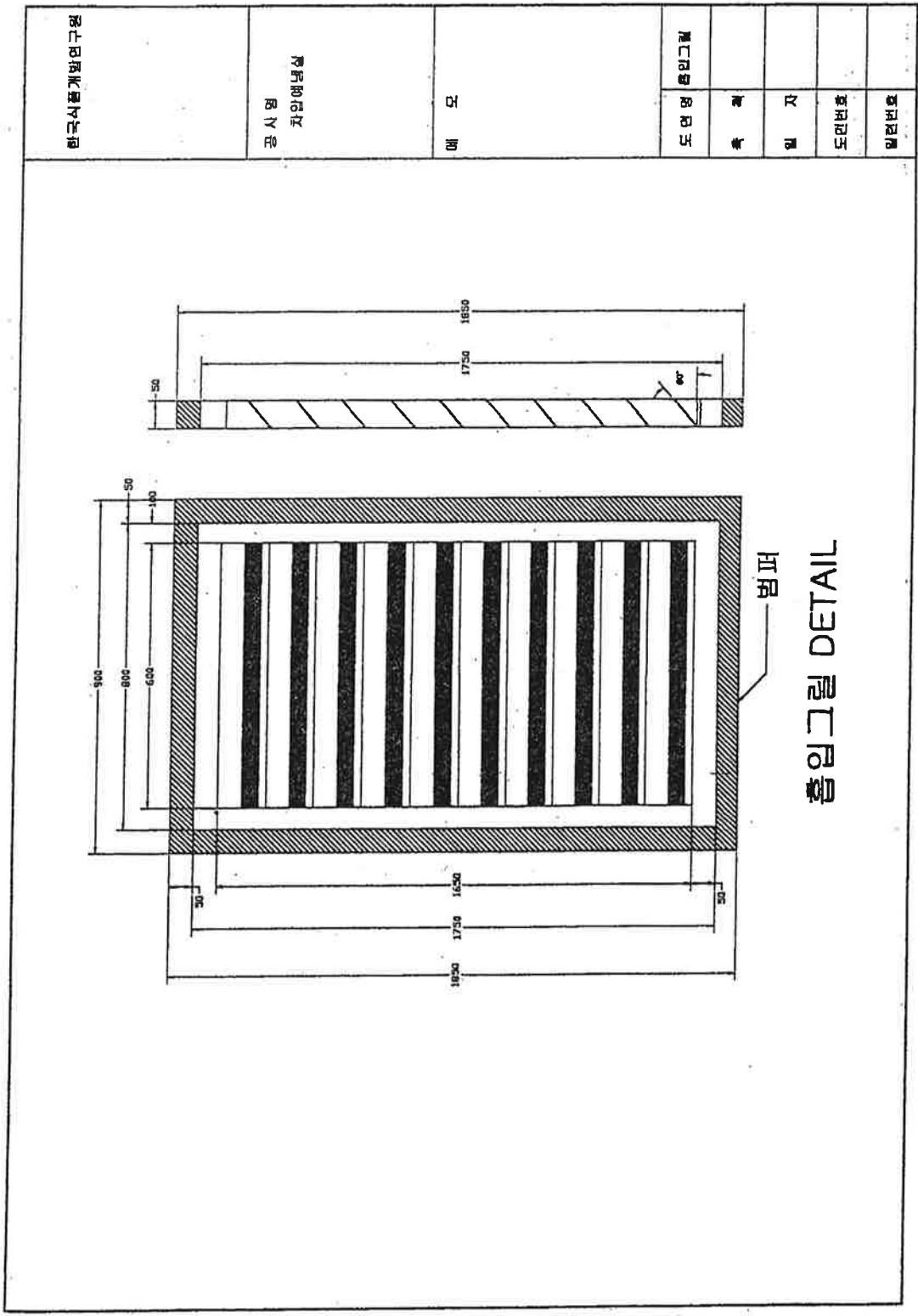


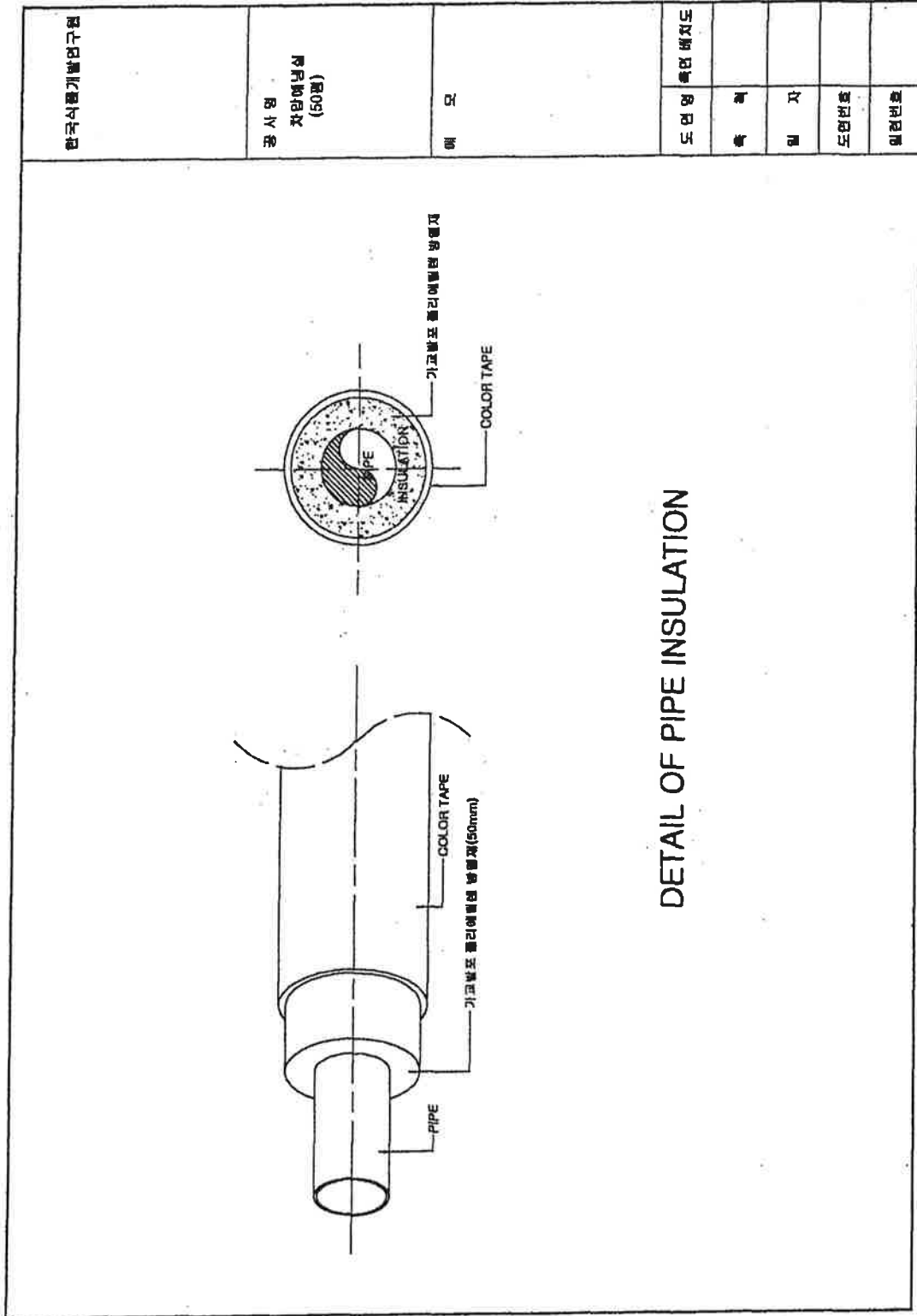
한국식품개발연구원

공사명
차일예냉실
(50평)

메모

도면명	정면도
축척	
입자	
도면번호	
입력번호	

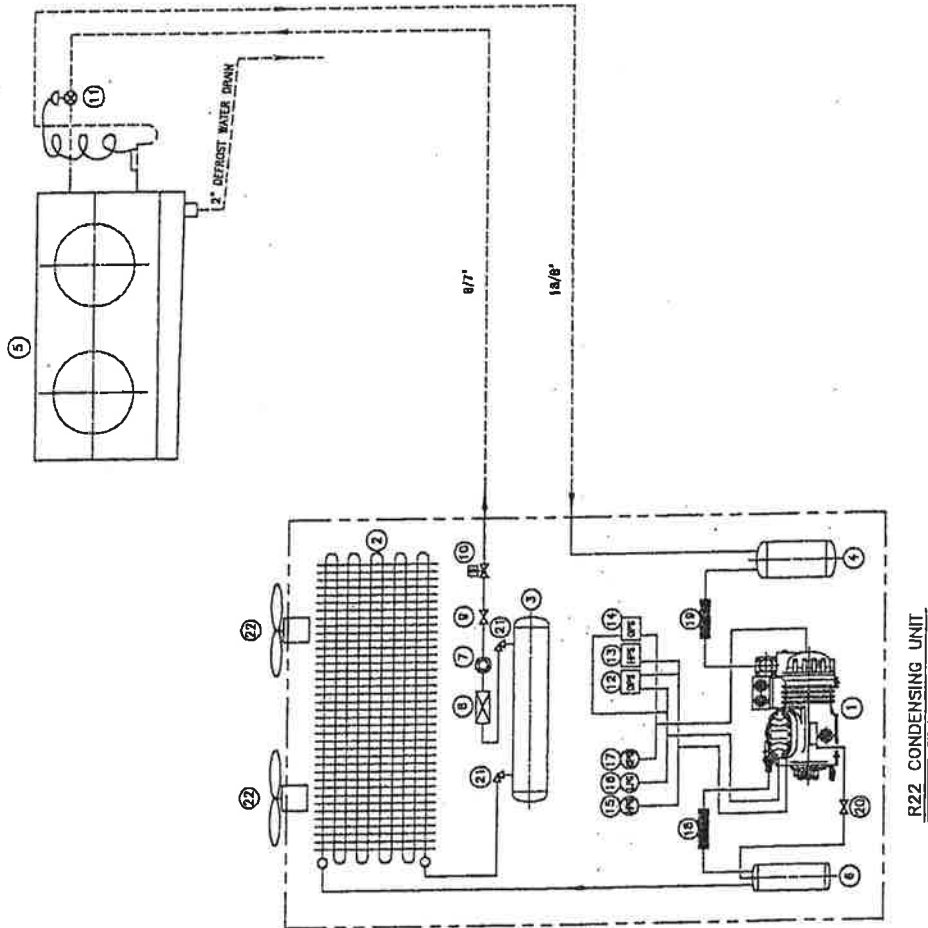




한국식품개발연구원	공 사 명 차암에닐싱 (50mm)	해 모	도 연 명	속 령	필 자	도 연 번 호	일 정 번 호
			속 령	필 자	도 연 번 호	일 정 번 호	

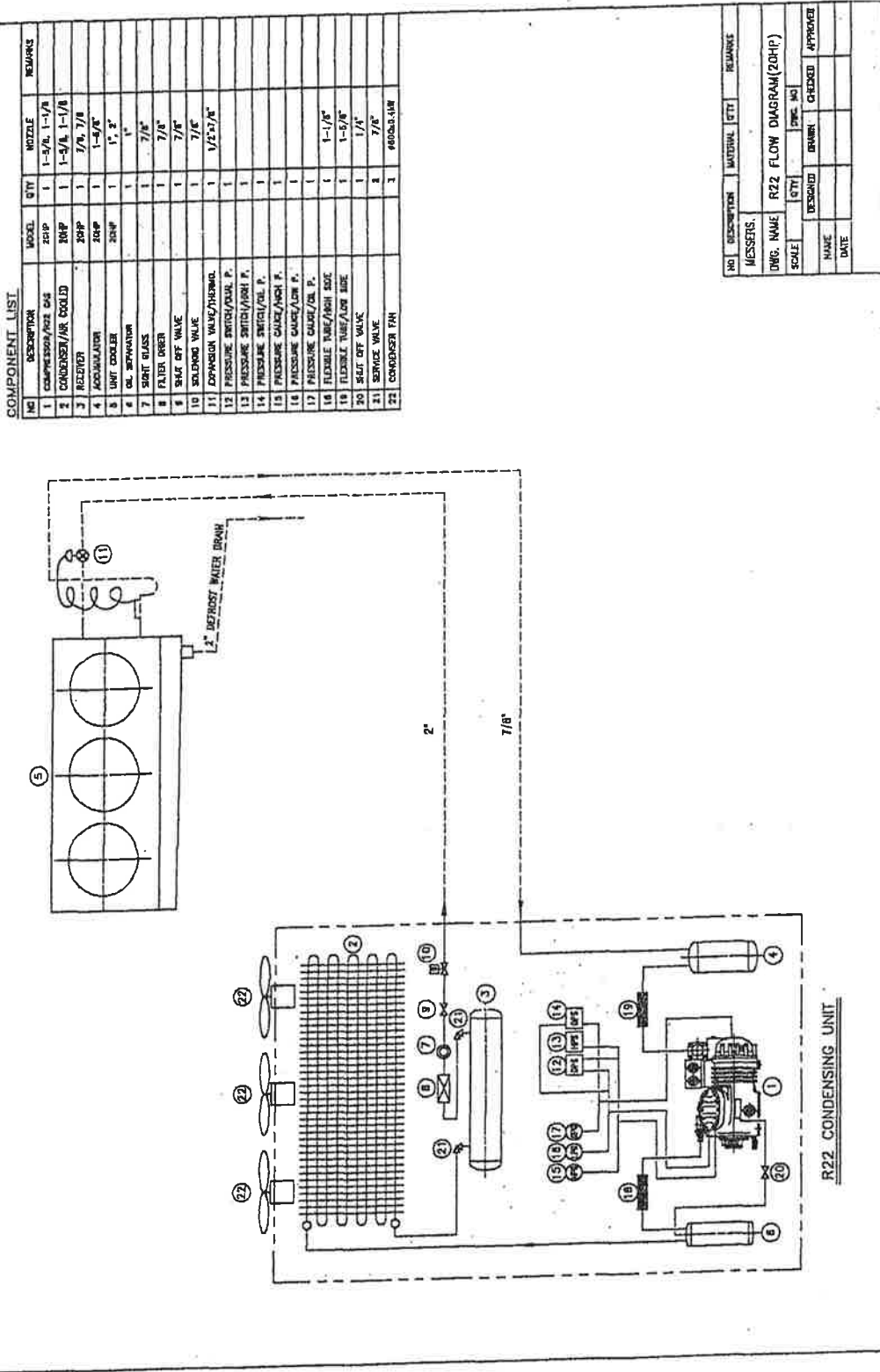
COMPONENT LIST

NO	DESCRIPTION	MODEL	QTY	SIZE	REMARKS
1	COMPRESSOR/REF GAS	108P	1	1-1/2" 7/8"	
2	CONDENSER/AIR COOLED	108P	1	7/8" 3/4"	
3	RESTRIC	108P	1	5/8" 5/8"	
4	ACCUMULATOR	108P	1	1-3/8"	
5	UNIT COOLER	108P	1	3/4" 1-3/8"	
6	oil SEPARATOR		1	7/8"	
7	SHUT OFF VALVE		1	5/8"	
8	FILTER DRIER		1	5/8"	
9	SOLENOID VALVE		1	5/8"	
10	EXPANSION VALVE/THERMO.		1	3/8" 1/2"	
11	PRESSURE SWITCH/HIGH P.		1		
12	PRESSURE SWITCH/LOW P.		1		
13	PRESSURE GAUGE/HIGH P.		1		
14	PRESSURE GAUGE/LOW P.		1		
15	PRESSURE GAUGE/OIL P.		1		
16	FLEXIBLE TUBE/HIGH SIDE		1	7/8"	
17	FLEXIBLE TUBE/LOW SIDE		1	1-1/8"	
18	SHUT OFF VALVE		1	1/4"	
19	SERVICE VALVE		2	5/8"	
20	CONDENSER FAN		2	450x625W	



R22 CONDENSING UNIT

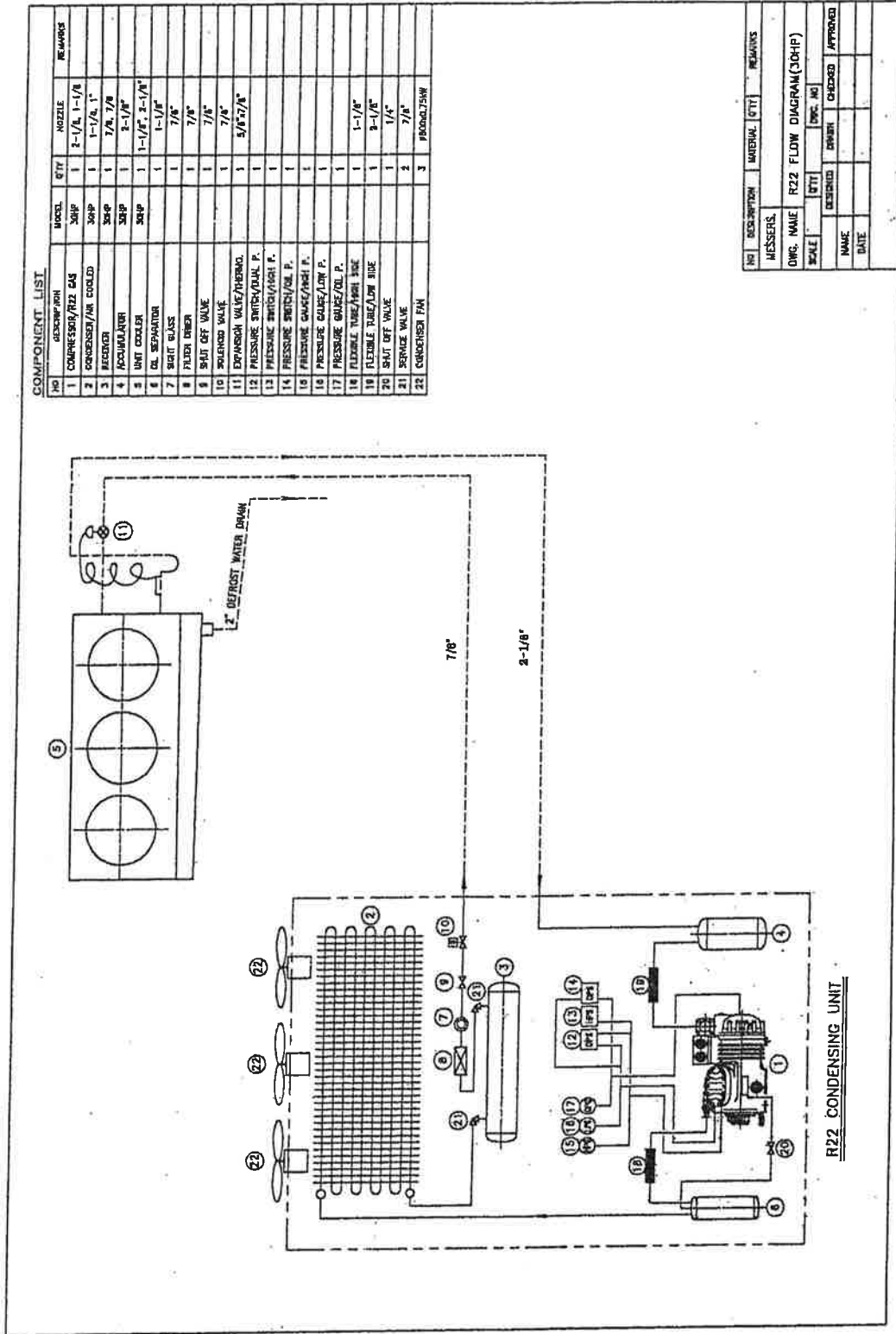
NO	DESCRIPTION	MATERIAL	QTY	REMARKS
MESSERS.				
DWG. NAME R22 FLOW DIAGRAM(10HP)				
SCALE				
QTY	DWG. NO	DESIGNED	DRAWN	CHECKED
NAME				APPROVED
DATE				

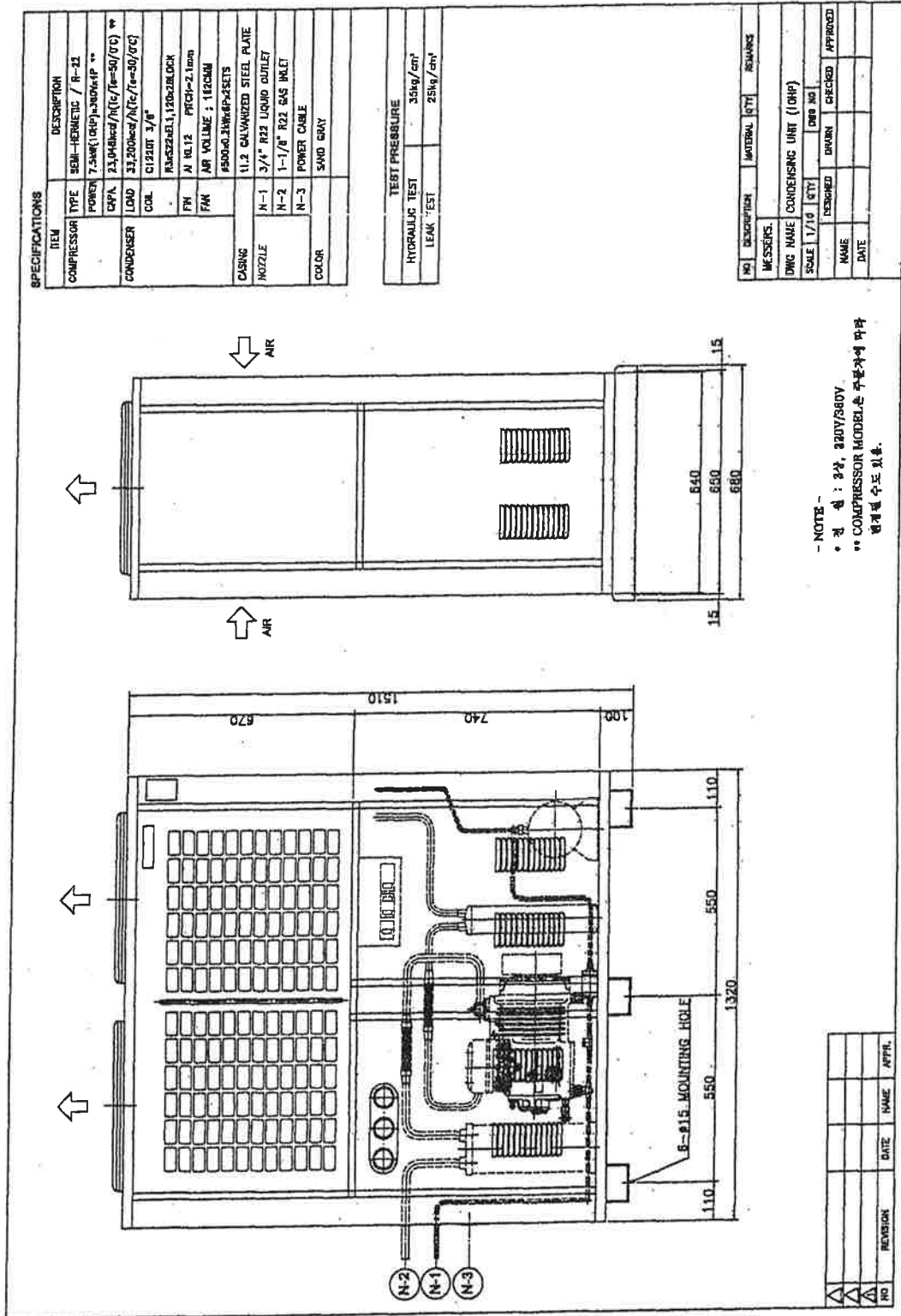


COMPONENT LIST

NO	DESCRIPTION	MODEL	QTY	NOZZLE	REMARKS
1	COMPRESSOR/AGE 248	248P	1	1-5/8, 1-1/8	
2	CONDENSER/AIR COOLED	248P	1	1-5/8, 1-1/8	
3	RECEIVER	248P	1	7/8, 7/8	
4	ACCUMULATOR	248P	1	1-5/8"	
5	UNIT COOLER	248P	1	1", 2"	
6	OL. SEPARATOR		1	1"	
7	SHORT GLASS		1	7/8"	
8	FILTER DRYER		1	7/8"	
9	SHUT OFF VALVE		1	7/8"	
10	SOLENOID VALVE		1	7/8"	
11	EXPANSION VALVE/THERMO.		1	1/2, 3/8"	
12	PRESSURE SWITCH/OIL P.		1		
13	PRESSURE SWITCH/AIR P.		1		
14	PRESSURE SWITCH/OIL P.		1		
15	PRESSURE GAUGE/AIR P.		1		
16	PRESSURE GAUGE/OIL P.		1		
17	PRESSURE GAUGE/OIL P.		1		
18	FLEXIBLE TUBE/AIR SOLE		1	1-1/8"	
19	FLEXIBLE TUBE/OIL SOLE		1	1-5/8"	
20	SHUT OFF VALVE		1	1/4"	
21	SERVICE VALVE		2	7/8"	
22	CONDENSER FIN		1	4600LB. AIR	

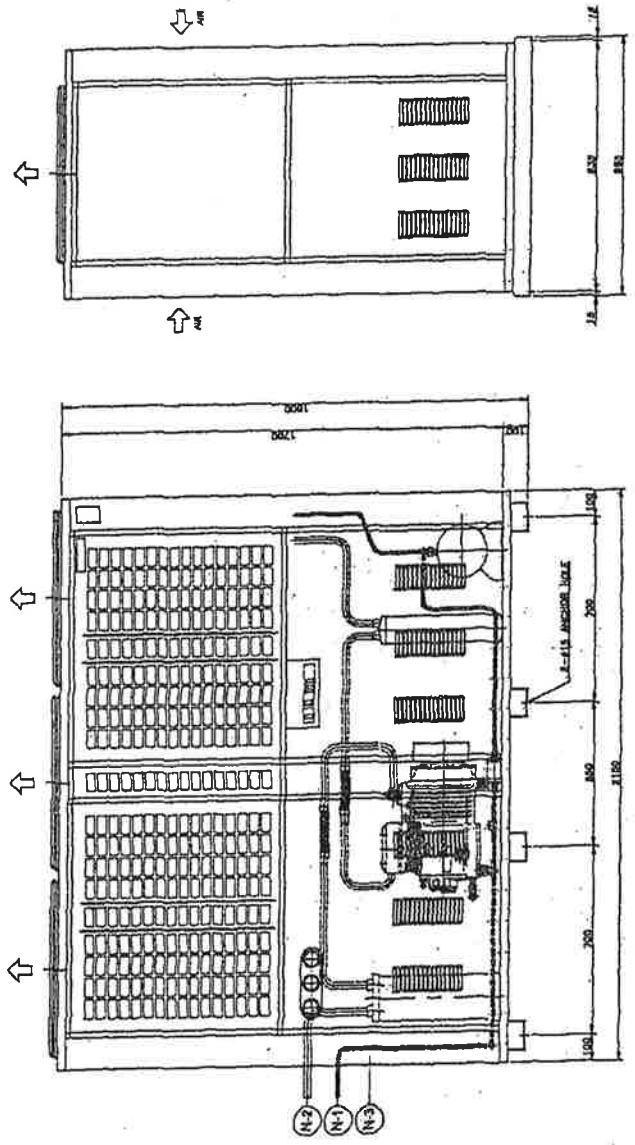
NO	DESCRIPTION	MATERIAL	QTY	REMARKS
MESSERS.				
DWG. NAME R22 FLOW DIAGRAM(20HP)				
SCALE	QTY	DESIGNED	CHECKED	APPROVED
NAME				
DATE				





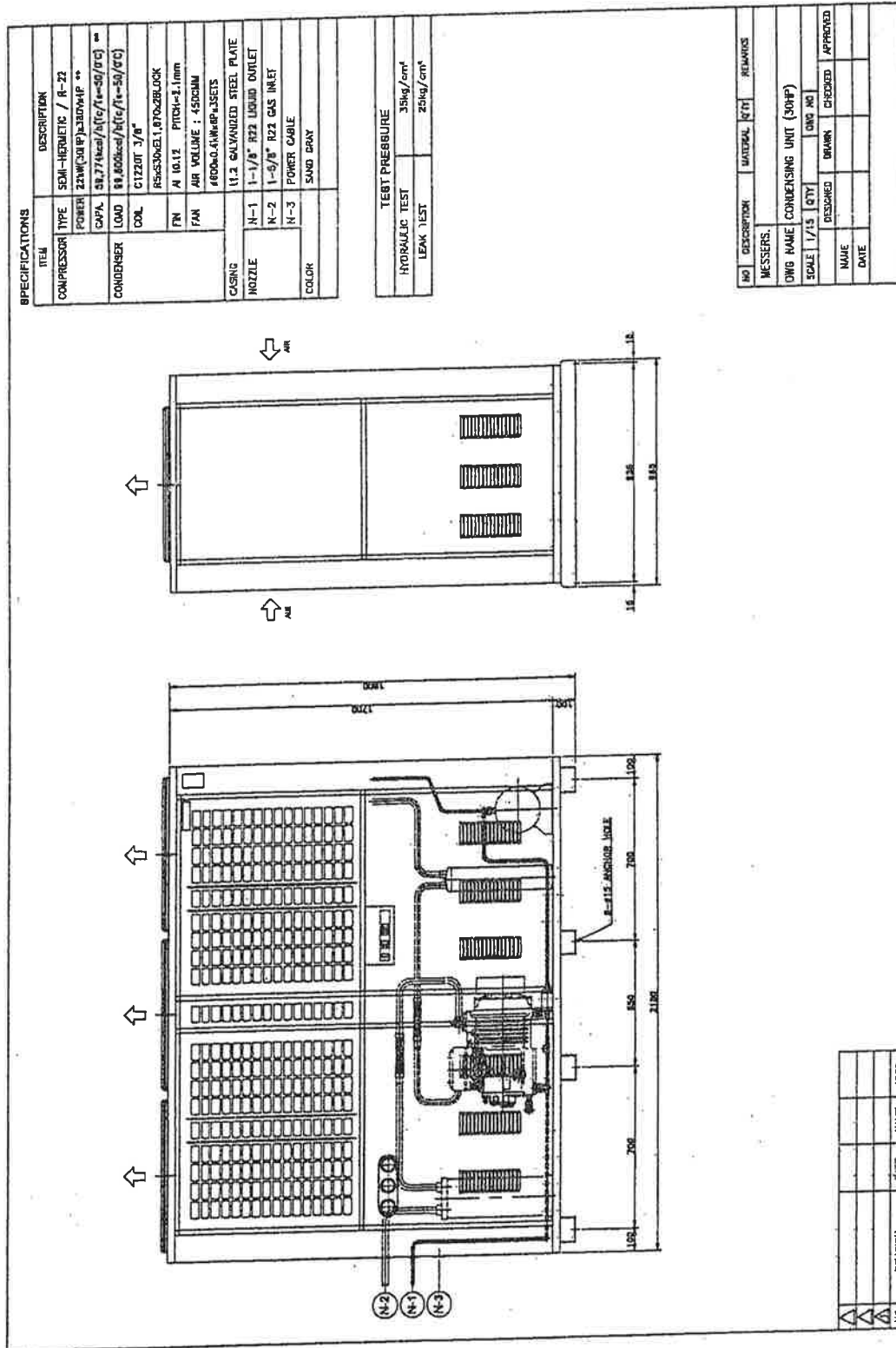
SPECIFICATIONS	
ITEM	DESCRIPTION
COMPRESSION TYPE	SEMI-HERMETIC / R-22
POWER	15kW(20HP) 380V/3P 50
CAFEA	30.80260d/10(10-50/0°C) **
CONDENSER LOAD	44,000kcal/h(10/10-50/0°C)
COIL	C1220T 3/8"
	RE-330WEL.1.870x2.00x0.50
FIN	N 10.12 PITCH-2.1mm
FAN	AIR VOLUME : 4500CMH
	4800x0.4MMxP-1.50x1.5
CASING	11.2 GALVANIZED STEEL PLATE
NOZZLE	N-1 1-1/8" R22 LIQUID OUTLET
	N-2 1-1/2" R22 GAS INLET
	N-3 PURGER CABLE
COLOR	SAND GRAY

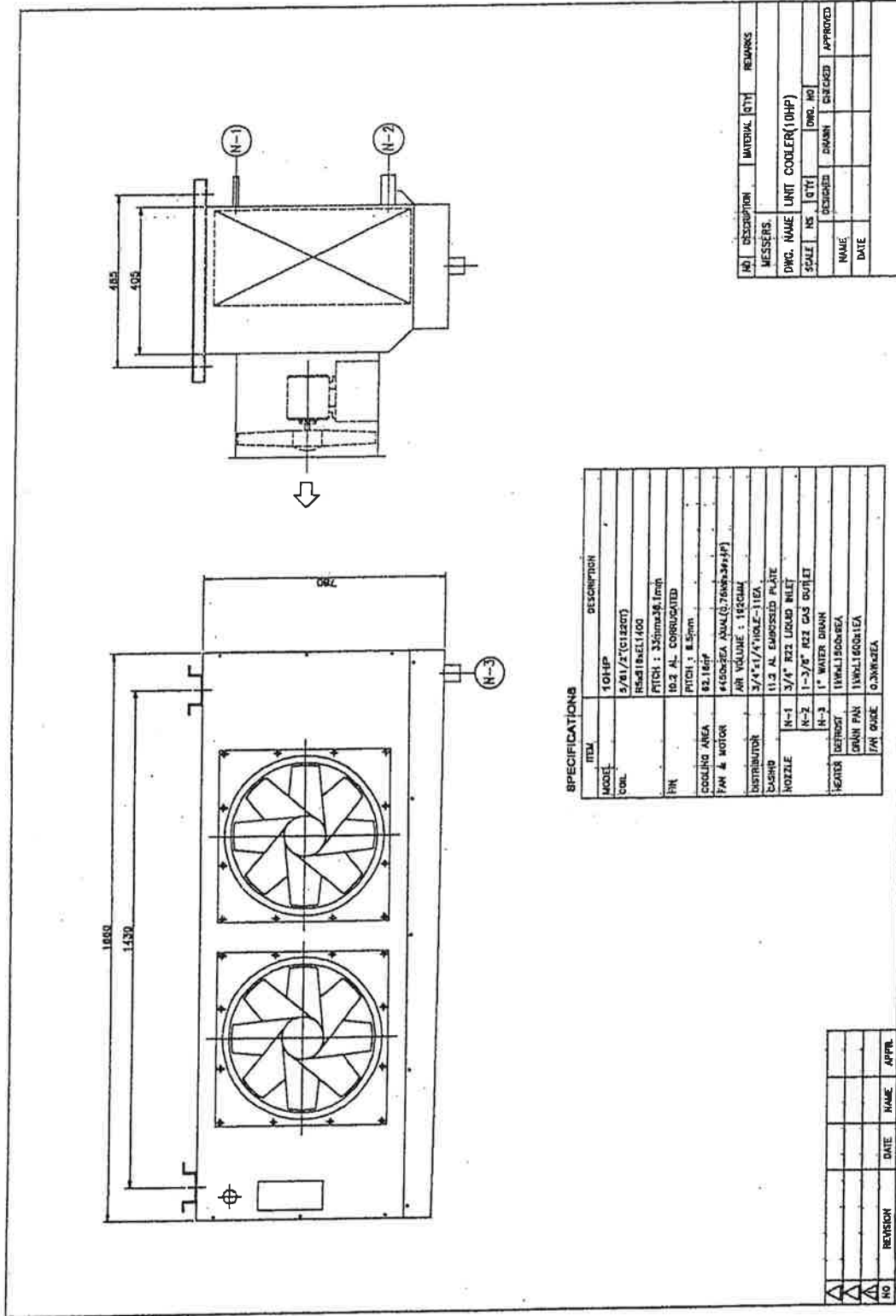
TEST PRESSURE	
HYDRAULIC TEST	35kg/cm ²
LEAK TEST	25kg/cm ²



NO	DESCRIPTION	MATERIAL	QTY	REMARKS
MESSERS:				
DWG NAME CONDENSING UNIT (20HP)				
SCALE	1/15	QTY	DWG NO	
NAME	DESIGNED	DRAWN	CHECKED	APPROVED
DATE				

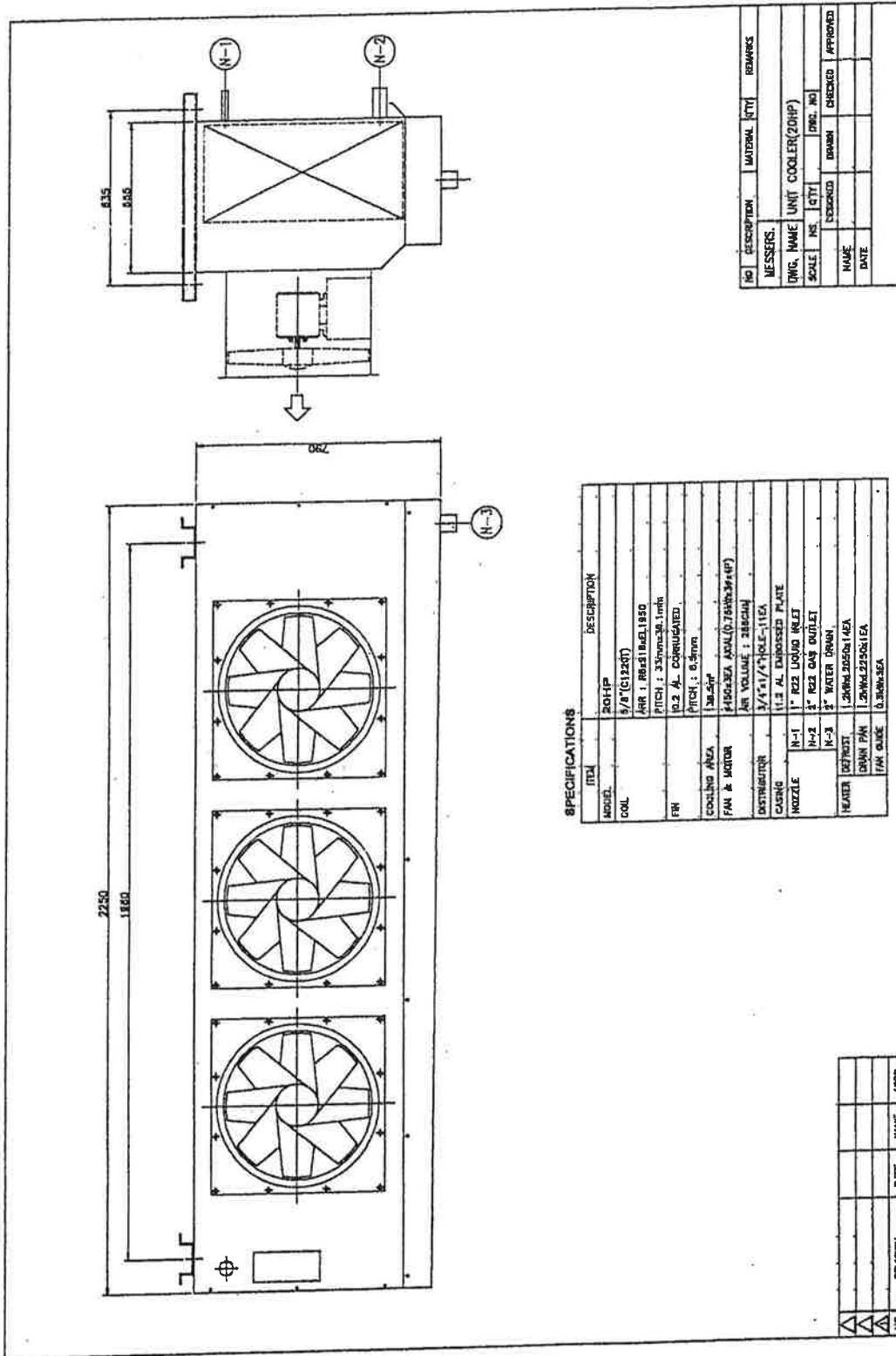
NO	REVISION	DATE	NAME	APPTL





NO	DESCRIPTION	MATERIAL	QTY	REMARKS
MESSERS.				
DRG. NAME UNIT COOLER(10HP)				
SCALE	NO	QTY	DRG. NO	
NAME	DESIGNED	DRAWN	ENGAGED	APPROVED
DATE				

NO	REVISION	DATE	NAME	APPR.

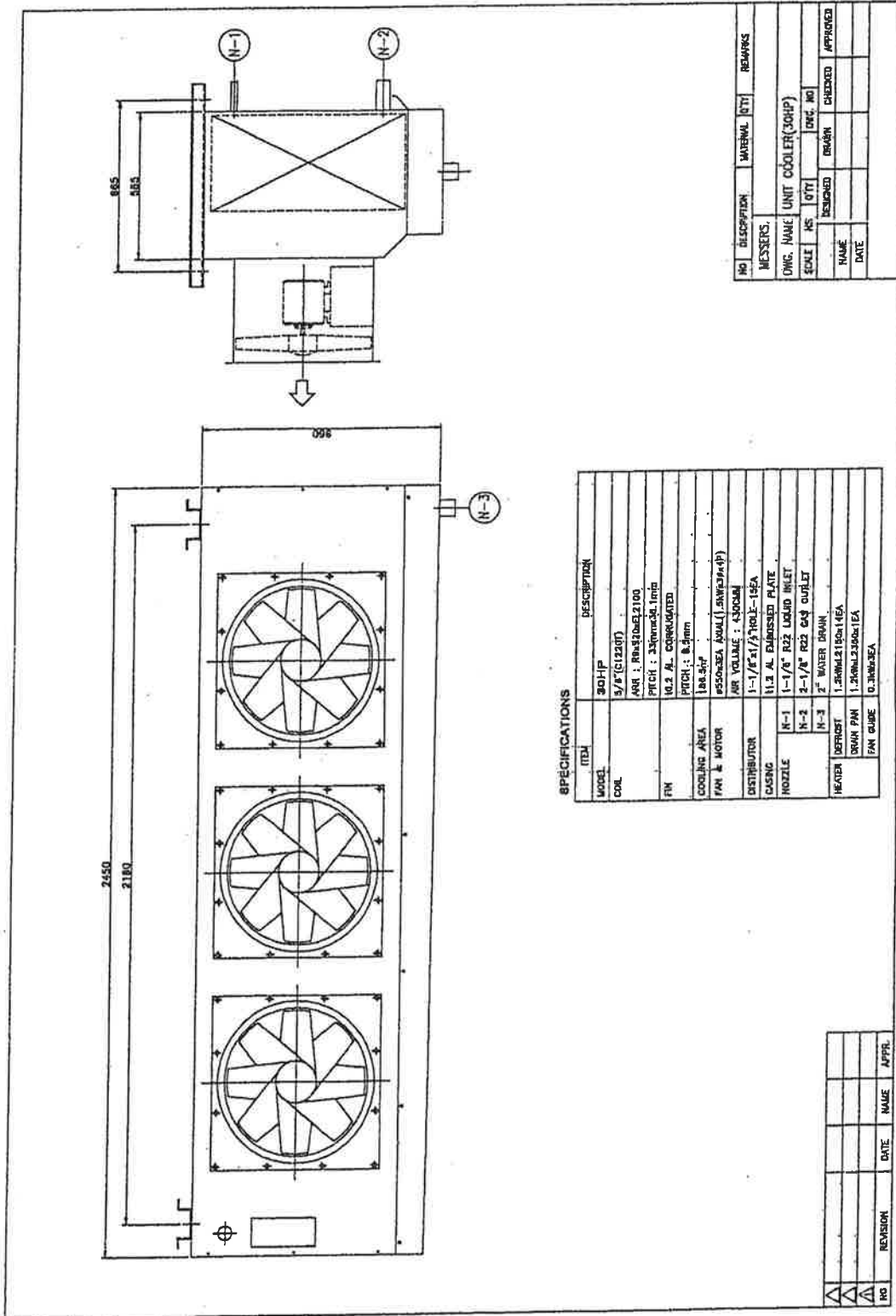


SPECIFICATIONS

ITEM	QTY	DESCRIPTION
MODEL	20HP	
COIL	5/8" (1220T)	
		AIR 1 BRASS 1/4" 1.050
		PITCH : 25mm x 31mm
FAN	10.2 AL CORRUGATED	
		PITCH : 0.5mm
COOLING AREA	1.2m ²	
FAN & MOTOR	240V/50Hz 3/4HP (7.5kW/10HP)	
		AIR VOLUME : 2800m ³
DISTRIBUTOR	3/4" 1/4" HOLE-11EA	
CASING	11.3 AL DISPOSED PLATE	
NOZZLE	N-1 1" B22 LIQUID INLET	
	N-2 3" P22 GAS OUTLET	
	N-3 3" WATER DRAIN	
HEATER	DEFROST	
DRAIN PAN	1.2M ² 2050x14EA	
FAN GUIDE	0.2M ² 2050x1EA	

NO.	DESCRIPTION	MATERIAL	QTY	REMARKS
MESSGERS.				
DWG. NAME UNIT COOLER(20HP)				
SCALE	1:1	QTY	1	1
NAME	DESIGNED	DRAWN	CHECKED	APPROVED
DATE				

NO.	REVISION	DATE	NAME	APPR.
△				
△				
△				



SPECIFICATIONS

ITEM	DESCRIPTION
MODEL	301-IP
COIL	3/8" (G1220T) ARR : BMS1204E2100 PITCH : 38mm x 1mm 10.2 AL. CORRUGATED
FAN	PITCH : 8.9mm
COOLING AREA	188.547
FAN & MOTOR	ASSOCSEA 300A (1.5KW/3000rpm)
DISTRIBUTOR	1-1/8" x 1/4" HOLE - 15EA
CASING	11.3 AL. FINISHED PLATE
NOZZLE	N-1 1-1/8" R22 LIQUID INLET N-2 2-1/8" R22 GAS OUTLET N-3 2" WATER DRAIN
HEATER	DEFROST 1.200W/1150V/1EA
DRAIN PAN	1.200W/1150V/1EA
FAN GUIDE	0.200W/3EA

NO	DESCRIPTION	MATERIAL	QTY	REMARKS
MESSERS.				
DWG. NAME UNIT COOLER(JCHP)				
SCALE	MS	QTY	DEC. NO	
NAME	DESIGNED	REVISION	CHECKED	APPROVED
DATE				

NO	REVISION	DATE	NAME	APPR.

Ⅲ. 시 방 서

Ⅲ-1. 제 1 장 일반사항

Ⅲ-2. 제 2 장 기계공사 특기사항

Ⅲ-3. 제 3 장 PANEL 공사 특기사항

(별 첨) 자동제어공사 특기사항

Ⅲ-1. 제 1 장 일반사항

1. 적 용 범 위
2. 설 치 장 소
3. 공 사 기 간
4. 감독원 및 현장 대리인
5. 도급자 기준
6. 이 외
7. 시 공
8. 책 임 한 계
9. 경미한 변경
10. 관계법규의 적용 및 수속
11. 타 공사와의 관계
12. 안전, 경고 표시판
13. 기기 및 재료
14. 사 규 준 수
15. 발생제외 처리
16. 동력사용 한계
17. 현 장 관 리
18. 하도급 금지
19. 완 공 처 리
20. 검사 및 보증

I. 제 1 장 일 반 사 항

1. 적용범위

본 시방서는 차압예냉고 설치공사 및 이에 수반되는 공사에 한한다. 공사 시방서 및 설계도에 기재된 사항이 본 시방서 범위 이외의 경우는 설계도 및 농림부와 한국식품연구원의 지침서에 준한다.

2. 설치장소

3. 공사기간

계약일로부터 ○ ○ 일

4. 감독원 및 현장대리인

감독원이라함은 공사계약시에 감독원(갑) 또는 그 보조자를 말하며 현장 대리인은 도급자(을)를 대표할 수 있는 자로서 자격을 갖추어야 한다.

5. 도급자 기준

도급자는 관련법에 의하여 허가를 득하고 공기조화 및 냉동관련기사 2급이상의 자격증 소유자 보유업체 또는 관련 전문기관으로부터 동등한 설치능력이 있다고 인정하는 업체로 한다.

6. 이 외

공사시방서와 설계도의 내용이 상이한 경우, 명기가 있는 경우 또는 이외가 있는 경우에는 반드시 감독원과 협의한다.

7. 시공

공사는 전체 공사 시방서 및 설계도에 명시된 기능을 발휘하도록 시공하고 고압가스 기술기준에 적합하도록 시공하여야 하며 기술성, 외관상 본 설비에 당연히 필요한 사항은 감독원의 지시에 따라 본 공사를 성실히 시공한다.

8. 책임한계

도급자(을)는 현장에 상주하여 작업 공정 전반에 대하여 관리 감독해야 하며, 공사로 인하여 발생하는 민·형사상의 사건·사고는 도급자가 전적으로 책임지며, 당사(갑)에서는 일체의 책임을 지지 아니한다.

9. 경미한 변경

현장의 조건에 따라 변경이 있을때는 공사에 지장이 없는 범위내에서 또한

기타의 공작물에 지장을 주지 않는 경우에 한하여 감독원의 승인을 받아 기기 및 설비의 취부위치, 취부방법 등을 변경할 수 있다. 감리원의 승인을 받지 않고 변경한 사항에 대해서는 도급자가 전적으로 책임을 진다

10. 관계법규의 적용 및 수속

공사에 관계되는 법령, 규칙, 조례등은 관계법규에 따르고 필요한 제출 수속 등은 도급사가 대행하며 여기에 소요되는 비용 (수수료, 수속경비등)은 도급자가 부담한다.

11. 타 공사와의 관계

가. 타공사와 관련된 별도공사(토목, 건축, 전기) 등에 있어서는 감독원의 지시에 따르고 관련시공자와 협의하여 공사진행에 지장이 없도록 한다.

나. 시공시 건물 및 시설을 손상시키지 않도록 주의하고 손상이 발생했을시 는 감독원의 지시에 따라 원형대로 무상 복구한다.

다. 바닥, 벽 등의 관통구는 스리브 사용을 원칙으로 하되 부득이 구멍을 뚫어야 할 때는 필요이상으로 크게 뚫지 않도록 사전에 감독원의 승인을 받아 시공하고 미려하게 마감한다.

12. 안전, 경고 표시판

공사 수행상 필요한 안전, 경고 등의 표시판을 도급자 부담으로 설치하여야 한다.

13. 기기 및 재료

가. 기기 및 재료는 신품으로서 제품 시방서에 기재된 것으로 KS 규격품 또는 이와 동등품 이상으로 하고 그의 규격 및 성능, 능력 등을 증명하는 충분한 성적표 또는 표시가 있는 것이어야 한다.

나. 한국공업 규격에 재정되어 있는 것은 K.S. 규격에 따른다.

다. 공사에 사용되는 재료는 사전 감독원의 시험검사를 득하여야 하며, 불합격품은 즉시 공사장 외부로 반출할 것이며, 재사용 할 수 없다.

라. 수입품일 경우 생산국의 표준규격 및 승인품으로서 항목 <가>기준을 만족할 수 있어야 한다.

14. 사규준수

가. 공사로 인하여 출입하는 인원은 당사 사규를 준수해야 하며, 당사 감독원의

지시에 불응하거나 사규를 위반하는 행위 적발시는 즉시 퇴장시킨다.

나. 정문 출입시 자재, 인원 목록을 제시하여 확인, 통제를 득한후 출입하는 것을 원칙으로 한다.

15. 발생재의 처리

공사 시공에 수반해서 기존시설의 해체, 부산재료 기타로부터 발생된 발생재는 정리한 후 명세서와 함께 감독원에게 인계하여야 한다.

16. 동력사용 한계

공사용 용수, 전력을 필수적인 부분에 대하여 제한 사용하며, 당시 감독원이 지정한 장소, 수량에 대하여만 사용하며, 안전시설이 되어 있지 않거나, 낭비 요인이 현저하게 많을 경우에는 사용중지를 명할 수 있다.

17. 현장관리

가. 공사로 인하여 반입된 자재, 기기, 기자재, 공구류는 도급자측에서 일괄 관리해야 하며, 당시 조업 활동 등에 지장을 초래해서는 안된다.

나. 공사장의 안전, 환경, 위생, 화재예방, 정리정돈, 공해방지, 도난예방 등의 관리는 도급자측의 책임자(현장대리인)가 상주관리 할 것이며, 이로 인한 제반사건, 사고에 대해서는 도급자가 책임진다.

다. 감독원이 지시하는 공사장 관리상 보완해야 할 사항은 준수해야하며 불응 또는 준수하지 아니할 때는 1차 경고, 2차퇴장을 명할 수 있다.

18. 하도급 금지

본 공사로 하도급 줄수 없으나 부득이 재 하도급을 요하는 경우는 사전에 감독원의 승인을 득하여야만 한다.

19. 완공처리

가. 도급자(을)는 공사가 완료되면 준공 3일전에 준공검사 신청은 감독원(갑)에게 하여야 한다.

나. 공사 완료는 현장검사 및 시설운영에 필요한 자료를 완전히 인수 받은 시점으로 한다.

20. 검사 및 보증

가. 각 기계 및 기기의 시험검사는 고압가스 안전관리법에 따른 모든 시험을 감독관의 입회하에 실시한다. (단, 기밀 누설시험은 질소로 행한다.)

나. 본 공사의 도급자(을)는 설치완료후 사용자의 고의적 또는 취급부주의에 의한 사고를 제외하고는 시공자측에서 설치한 기계 및 기기의 정상적인 작동이 되지 않을 시 1년간 무료보수 및 부품을 교환하여 정상적인 작동이 될 수 있게끔 책임을 진다.

Ⅲ-2. 제 2 장 기계공사 특기사항

1. 기기의 성능 및 체원
2. 냉매 배관공사
3. 배관보온공사
4. 시운전 및 준공

1. 기기의 사양

1) CONDENSING UNIT × 1SET(30HP)

·COMPRESSOR TYPE : SEMI HERMETIC RECIPROCATING

·MOTOR FOR COMP : 3 ψ ×380V ×60HZ ×30HP

·냉 매 : R-22

·회전수 : 1750RPM

2) CONDENSING UNIT × 2SET(20HP)

·COMPRESSOR TYPE : SEMI HERMETIC RECIPROCATING

·MOTOR FOR COMP : 3 ψ ×380V ×60HZ ×20HP

·냉 매 : R-22

·회전수 : 1750RPM

3)CONDENSING UNIT × 1SET(10HP)

·COMPRESSOR TYPE : SEMI HERMETIC RECIPROCATING

·MOTOR FOR COMP : 3 ψ ×380V ×60HZ ×10HP

·냉 매 : R-22

·회전수 : 1750RPM

4) UNIT COOLER

·CAPACITY : 30HP ×1SET (185.4m²)

·CAPACITY : 20HP ×2SET (137.5m²)

·CAPACITY : 10HP ×1SET (72.2m²)

2. 냉매 배관공사

1) 냉매 배관용 동관은 KS 규격품이면서 이음매 없는 인탈산 동관의 L Type 으로 사용한다.

2) 배관길이는 기능상, 성능상 짧고 간결하게 하며, 배관중에 곡관부나 요철 부위는 가능한 피한다.

3) 온도 변화에 의한 관의 신축으로 배관에 무리가 없도록 한다.

4) 벽을 관통하는 배관은 원칙적으로 스리브를 사용하며 관의 부식을 최대한 으로 방지하여야 하며 보온을 요할시는 보온두께를 고려하여 큰 스리브를 사용한다.

5) 모든 배관은 진동을 일으키지 않도록 배관 지지대로 견고하게 고정한다.

6) 동관은 동관 컷타 또는 쇠톱을 사용하며 절단부위는 리마로서 다듬질하여 항상 관내에 이물질이 들어가지 않도록 깨끗하게 작업한다.

7) 팽창밸브는 가능한 한 Unit Cooler 가까이 설치하고 이상시 보수 및 교환 이용이하도록 한다.

8) 전자밸브는 수평이 유지되도록 하고 앞에는 반드시 여과기를 부착한다.

9) 흡입배관은 압축기 방향으로 1/200의 하향구배를 준다.

10) 모든 배관의 관경은 도면에 기준한다.

11) 기타사항은 감독관의 지시에 의하여 무리가 없도록 시행한다.

3. 배관 보온공사

1) 배관보온재는 독립기포형 고무계 단열재(0.06~0.1g/cm³)를 사용한다.

2) 저압부 배관은 누설시험이 끝난 후, 수배관은 누수시험이 끝난후 시공한다.

3) 용기 및 배관 보온 최소 두께는 15mm이상으로 한다.

4) 보온재는 튜브형으로 사용하며 튜브형으로 사용이 불가능한 부분을 연결 부분에 접착제를 바르고 접착테이프로 접착한다. 이때 접착제를 바른 후 약 5-15분간 건조시킨다.

4. 시운전 및 준공

1) 16kg/cm²G 이상의 압력으로 누설시험을 실시하며, 24시간 방치하여 이상이 없을시는 합격한 것으로 한다. 누설이 있을시는 그 부위를 확인하고 모든 압력을 제거한 후 재차 행한다. 이때 압력시험은 반드시 질소를 사용하여야 한다.

2) 누설시험이 완료되면 관내의 압력을 방출하여 대기압으로 낮추고 전 장치를 진공 760mmHg까지 만들어 12시간 이상 방치하여 이상유무를 확인한다.

이때 이상이 있으면 재차 (가)항을 반복하여 실시한다.

3) 진공 시험시 관내에 수분이 있다고 우려될시는 가열을 하여 장치내가 완전 건조 되도록 한다. 진공 시험시는 싸이트 글라스 indicator 가 완전 Dry 표시가 되도록 행한다.

4) 진공 시험에 합격되면 냉매를 주입하되 냉매는 Dryer Filter를 경유하여 수분이 장치내에 침투하지 않도록 각별히 유의한다.

5) 냉매 주입과 동시 1대씩 기계를 시운전하며 적정량의 냉매를 투입하고 계속 냉각 시운전을 실시한다. 이때 냉동기의 상태, 전압, 전류, 압력 및 설 계온도까지의 하강 시간을 기록하고, 소정온도에 이르러 기계를 정지하면서 부터 실내 온도상승 속도를 기록하여 감독관에게 제시한다.

6) 준공은 이상의 시험을 거친 후 감독관의 승인을 득하여야 준공으로 간주 한다.

III-3. 제 3 장 자동제어공사 특시사항

1. 전기일반사항
2. 제어일반사항
3. 제어방식
4. 판넬제작일반
5. 시운전 및 조정

1. 전기 일반사항

- 1) 본 공사는 전기설비기술 기준령 및 한국전력공사의 내·외선 공사 요령과

본 시방서에 의하여 시공하여야 한다.

2) 도면 및 시방서상에 상호 상이점이 있을 때는 감독관의 지시에 따라 시공한다.

3) 본 공사의 시공용 재료는 모두 KS 규격품을 사용한다. 단 KS 규격품이 없는 재료는 공인 기관의 형식승인 또는 공인된 제품으로 감독관에게 사전 승인을 득한후 사용한다.

4) 본 공사의 시공자는 감독관의 요구가 있을 때는 제작 시공상 필요한 도면을 작성, 제출하여야 한다.

5) 본 공사에 있어서 내역에 명기되지 않은 재료일지라도 도면 및 시방서에 명기되어 있을 때는 이것에 준하여 시공해야 한다.

6) 본 공사 도급자는 시공에 있어서 근무자의 안전 및 재해방지를 위하여 위험방지책을 강구하여야 하며 이에 필요한 제반 조치를 하며 그 책임은 도급자에게 있다.

7) 본 공사에 필요한 전기 제품중 제작을 필요로 하는 것은 감독관에게 제작 도면 및 제작사양을 제출하여 승인을 득한후에 제작하여야 한다.

2. 제어 일반사항

1) 본 냉각장치는 에너지 절약에 최적의 Sequence 제어가 되도록 하여야 한다.

2) 냉동기의 발정 조정은 제어 대상을 냉장고의 온도증감에 따라 ON-OFF 되어야 한다.

3) 각 냉동기의 Starting Order를 운전자가 알기 쉽도록 표시한다.

4) 공사에 사용되는 전원은 3 ψ 380V , 60Hz이고 공사 한계는 Control Panel 의 Main Terminal 이후는 도급자가 시공하며 발주자는 Main Terminal 까지 입력 전원 공사만 시공한다.

3. 제어방식

1) Condensing Unit

(1) 냉장고의 온도에 따라 ON OFF 된다

(2) Condenser의 Fan은 응축압력에 의하여 ON OFF 된다

2) Unit cooler

냉장고의 온도는 온도지시 조절계 설정치에 따라 전자변을 제어한다.

3) 제상방식

(1) 제상은 각실 마다 TIMER 에 의해 개별로 한다.

(2) 제상은 전기 HEATER 방식으로 한다.

4. 판넬 제작일반

1) 모든 전동기의 과부하 방지용 OCR을 설치해야 한다.

2) 냉동시설의 판넬내 모든 전기 단자 결선은 판넬업자가 하며 단자 결선도를 제출하도록 한다.

3) 콘트롤 판넬은 표피 양면을 깨끗이 닦아낸 다음 방청도장을하여 샌드페파로 고른 다음 지정색으로 표면 및 이면에 각각 2회 이상 도장하여야 한다.

4) 제어 배선 부분 양단은 번호띠를 붙이며 동력라인은 색깔을 분리하여 사용한다.

5) 각 기기의 MOTOR를 제어하는 차단기 및 전자 접촉기를 용량 및 특성에 충분한 제품을 선정하여 충분한 간격을 두어서 취부한다. (각. 메이커의 표준형으로 선정)

6) 고압가스를 제조하는 시설이므로 안전장치의 동작을 즉시 볼 수 있도록 표시등 및 경보기를 반드시 설치한다.

7) 표시 LAMP, 셀렉터, 푸시버튼 스위치는 기기마다 정확한 번호와 이름을 아크릴 명판에 새겨 부착한다.

8) 운전시 진동이 전달되는 부분은 충분한 고려를 한다.

5. 시운전 및 조정

1) 회로의 연결 상태를 도면 및 작동 원리에 의거 재확인하여야 한다.

2) 모타제어의 경우 OCR을 정격전류에 맞도록 조정한다.

3) 동력을 인가하지 않은 상태에서 제어회로만을 이용, 제어기기의 동작을 수 회에 걸쳐 작동시험을 하여 이상 없음을 확인한다.

4) 각 안전 장치의 작동 여부를 개별로 점검한 다음 실제로 기계의 작동 상태에서 재확인한다.

5) 별도의 특성이 있는 사항에 대하여는 이를 기록하여 참고할 수 있도록 인계하여야 한다.

(별첨) PANEL 공사 특기사항

1. PANEL 의 제원 및 물성
2. PANEL 의 조립시공
3. 바닥방열시공
4. 방열문 제작 및 설치
5. PANEL 의 조립시공의 공통사항
6. 자재관리

1. PANEL 의 제원 및 물성

1) 적용범위 및 공사범위

본 시방서는 패널 제작에 관한 제반사항과 패널시공에 대한 사항을 적용하며, 공사 범위는 패널 공사에 대하여 계약 내역서에 한하여 적용 시행한다.

2) 제원 및 물성

가. 패널의 제원

용 도	외 벽 용	내 벽 용	천 정 용
폭(mm)	1,000	1,000	1,000
표 면 재	양면 PVC 코팅철판 0.6T		
단 열 재	경질우레탄		
접 착 재	폴리우레탄 접착재		

3) 재료의 물성

가. 표면재 (도장용용 아연도금강판)의 물성(KSD3520)

물 성	단 위	값
무 계	kg / m ³	1.17
탄 성 계 수	kg / cm ³	211 × 10 ⁴
열 팽 창 계 수	cm / cm / °C	11.5 × 10

나. 도장의 종류

구 분	종 류	피막두께	
내부·외부	프라이머	5 μ	
	표면처리	실리콘폴리에스터	10 ~ 20 μ
		불소코팅	25 ~ 30 μ

다. 내부단열재의 물성(KSM 3809 기준)

물 성	단 위	경질우레탄류
밀 도	kg / m ³	25 - 45
굴 곡 강 도	kg / cm ³	25 이상
압 축 강 도	kgf / cm ²	1.0 이상
흡 수 량	g / 100cm ³	3.0 이상
열 전 도 율	kcal / mh°C	0.020 이하
사 용 온 도	°C	100 / -118

4) 패널의 제작

가. 2)의 표기된 재료를 폴리우레탄 접착재로 영구히 접착하여 조립을 흡 가공 및 절단 등의 공정이 자동으로 이루어지는 자동 연속 프레스기에 의하여 생산한다.

나. 모든 패널과 도면은 현장 조건에 맞도록 절단 가공하여 연속 조립이 가능하도록 한다.

5) 조립부자재

가. 조립부자재의 형상, 종류, 규격 및 용도는 시공도면에 표시된 바와 같 으며 그 재질, 규격 등은 패널 고유의 사양에 따른다.

나. 규격 외에 필요한 조립부자재는 도면에 표기된 형상에 따라 가능한 한 패널 표면재와 동일한 재질과 색상으로 가공하여 사용한다.

2. PANEL

1) 일반사항

가. 패널의 조립시공에 사용되는 모든 자재는 취급에 주의하여 파손 또는 표면 흠집이 생기지 않도록 주의해야 한다.

나. 패널 조립시공에 사용되는 조립자재가 외부에 노출되어 사용하는 경우 부식에 강한 재질을 선택하여 시공한다.

다. 사용자재는 방청을 위하여 아연 도금한 것을 사용하거나 또는 방청 페인트를 칠한다.

라. 칼라시트 철판으로 제작된 조립자재의 끝부분은 반드시 절곡 가공하여 사용한다.

마. 작업중 발생된 경미한 패널 표면의 흠집은 터치업 페인트로 방청처리한다.

바. 패널 설치에 필요한 구조물은 패널설치 업자가 설치하도록 한다.

2) 외벽패널의 시공

가. 외벽패널 설치전 기초면에 상세도면과 같이 베이스 찬널을 두께에 맞추어 선정하여 1000mm 간격으로 dia 9mm 규격의 션트앙카로 고정한다.

나. 베이스찬널에 패널공정시 외부패널 하단부분에 "L" 칼라시트앵글을 사용하여 벽과 베이스찬널을 @1000 간격으로 dia 6mm 규격의 아연도볼트로 고정한다.

다. 벽패널과 벽패널의 연결은 패널 자체의 연결구조에 의하며 별도의 부자재는 사용하지 않는다.

라. 벽패널의 코너접합부분은 패널단부와 패널면을 맞대고 L형 알미늄 몰드 또는 칼라시트를 사용하여 리벳팅한다.

3) 중간벽의 시공

가. 바닥면위에 베이스찬널을 일정 규격의 앙카볼트로 @1000간격으로 고정 한 다음 패널을 삽입하여 세운 후 베이스찬널과 패널을 브라인드리벳으로 @400간격으로 고정한다.

나. 중간벽과 천정패널의 접합부는 L형부재를 사용하며 리벳으로 고정한다.

4) 천정패널의 시공

가. 천정패널의 시공전 벽패널의 상부면을 평탄하게 조정 한 뒤 천정패널을 조립한다.

나. 천정패널의 달아매기 위한 볼트 및 기타 재료의 규격 및 간격은 시공도면에 표기된 방법으로 한다.

다. 천정패널의 폭방향 이음을 벽패널과 동일한 방법으로 시공한다.

3. 바닥방열시공

1) 일반사항

시공은 방습 및 방열재의 시공과 누름콘크리트 및 걸레받이 공사로 구분하여 실시한다.

2) 제원

항 목	사 양
방 습 재	방수 몰트시트 2.5mm 2겹 (갑)
방 열 재	스치로폼보드 100mm 1겹 (갑)
누름콘크리트	100mm (갑)
마 감 재	에폭시 (논스립) (갑)

3) 시공방법

가. 바닥의 시공은 예냉고의 바닥을 철거한 후 바닥 고르기 방습, 방열, 누름콘크리트층의 순서로 시공되어야 하며 방열층과 누름콘크리트 두께는 설계도에 준한다.

나. 방습층 시공은 방수몰트시트가 각 연결부에 15mm 겹치도록하고 겹치는 부분에는 비경화성 실란트를 삽입한다.

다. 방열재는 100mm 1겹으로 배치한다.

라. 누름콘크리트는 일체형으로 하며 구배가 지지 않도록 한다.

마. 에폭시 시공은 3mm 이상으로 하며 작업시 미끄러지지 않도록 논스립 형태로 한다.

바. 걸레받이 시공시 상부에 갈구리 몰트를 설치하여 비경화성 실란트를 삽입도포하여 방열층으로 수분이 침투하는 것을 방지한다.

4. 방열문 제작 및 설치

1) STAINLESS 는 SUS 304(27종) 0.6mm로서 보호 테이프가 붙어있는 H.L관으로 사용하고 문의 전 후면에 사용되는 STAINLESS 내부에는 반드시 접착제를 사용하여 제작한다.

2) 단열재는 경질 우레탄 발포하여 충전하고 독립 기포율이 90%이상으로 비중은 0.035 ~ 0.039이어야 한다.

3) 목재는 나왕 또는 미송의 최상품으로 건조된 것을 사용한다.

4) 목조의 내부 구조물을 제외한 외부는 STAINLESS 등을 사용한다.

5) RUBBER PACKING류는 네오프렌 고무로서 각 부위별 용도에 적절한 규격을 사용하되 외부와 접합되는 모든 부위는 2회이상 차단되도록 부착하고

6) RUBBER PACKING의 고정은 알루미늄 SASH 또는 STAINLESS 밴드를 사용하여 고정시키고 교환이 용이하도록 고정되어야 한다.

7) 제상용 열선은 지정규격으로 SILICONE RUBBER로 피복한다.

8) THERMOSTAT는 자체 감지기 개폐 방식으로 온도조절 범위는 20℃ ~ 80℃로 하며 100℃를 넘는 것을 사용하여서는 안된다.

9) 열선의 배선은 석면 테이프를 깔고 그위에 배선하되 고정은 초자포판으로 한다.

10) 열선의 COVER는 알루미늄 또는 STAINLESS를 사용하고 수리가 용이하도록 제작되어야 한다.

11) 문의 중간 좌우에는 TAP SWITCH를 부착하여 지게차 또는 작업원의 폐문시 접촉되면 즉시 다시 열리게 하여 문사이에 끼우는 사고가 없도록 한다.

12) 문틈의 고정은 SET ANCHOR 와 SCREW를 사용하여 견고하게 고정시킨다.

13) PANEL의 손상이 가지 않도록 화장목 후면에 잔널을 보강하여 자체의 힘으로 지주되도록 설치하여야 한다.

5. PANEL 조립시공의 공통사항

1) 시공전 확인사항

가. 콘크리트 슬라브면이 평활하게 시공되었는가 확인한다.

나. 패널 설치에 필요한 특히 개구부 보강, 패널접침 부위보강, 방열문 개폐 설치부분 등을 CHECK LIST 에 의거 확인한다.

다. 사전에 제출되고 승인되어진 시공도에 따라 시공되었는지 실측 후 그 결과치를 감독관에게 통보 확인한다.

2) 자재의 반입 및 검수

가. 사전 협의된 시공순서에 의거하여 주. 부자재를 반입한다.

나. 반입된 자재를 분류하여 시공전 감독관에게 검수 요청하고 감독관은 요청 후 즉시 검수 확인한다.

다. 검수되어진 자재는 공사 위치에 이동, 시공 순서의 역순으로 정리, 보관 되어야 한다.

3) 청소 및 보양

가. 작업완료 후 깨끗이 청소하여 드릴 작업시 발생한 미세한 철분에 의한 표면부실 등을 방지하여야 한다.

나. 작업 중 발생된 패널표면의 흠집은 터치옐 페인트로 도포하여 부식을 방지한다.

4) 교체 및 수리

설치시 부주의로 인한 손상 제품은 교체 수리되어야하며 정도가 약한 손상은 감독관의 승인하에 현장보수 한다.

8. 자재관리

1) 운반

가. 자재의 손상을 방지하고 하차시 지게차의 사용이 용하도록 운반하는 자재의 하부에 운반용 파레트를 사용한다.

나. 운반하는 자재는 견고하게 묶어서 운반도중에 파손되는 것을 방지한다.

2) 하차

자재를 하차하는 방법은 현장 조건에 맞추어 시행하되, 장비를 사용하며 하차하는 방법을 원칙으로 한다.

3) 보관

가. 현장에 반입되는 자재는 소요예정 근접위치에 적재하는 것을 원칙으로 한다.

나. 패널이 휘거나 변형되지 않도록 평탄한 곳을 택하여 3개소 이상 고임목을 설치한 후 자재를 적재한다.

다. 현장내 적재한 자재는 보호조치를 충분히 하여 외부충격 또는 이물질 오염 등의 손상이 가지 않도록 한다.

4) 인양

가. 현장에 반입된 자재의 인양은 크레인 사용을 원칙으로 하며, 소물량이거나 인양 높이가 낮을 경우는 도르래를 이용한 인력으로 인양한다.

나. 지붕에 자재를 인양한 경우는 지붕 구조체에 집중하중이 발생하지 않도록 소요물량만큼 분산 인양한다.

5) 소운반

소운반이라 함은 현장에 도착된 자재를 시공하기 위하여 현장내에서 이동하는 작업을 말하며 현장 여건에 따라서 적절한 방법을 사용하되 특히 자재에 손상이 가지 않도록 주의를 요한다.



(20평 예냉고)

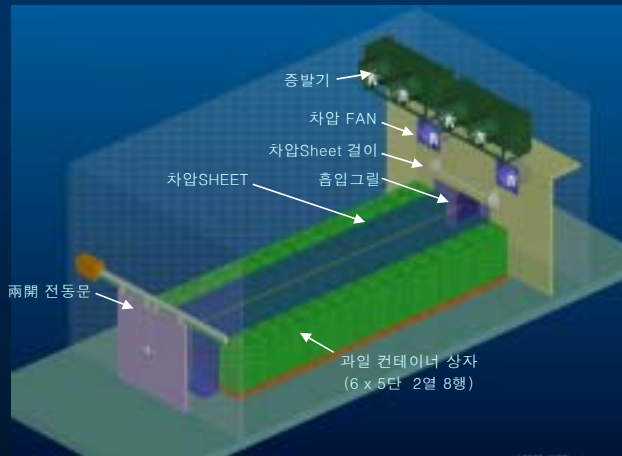


(30평 예냉고)

그림 1. 예냉시설 현장 설치 사진

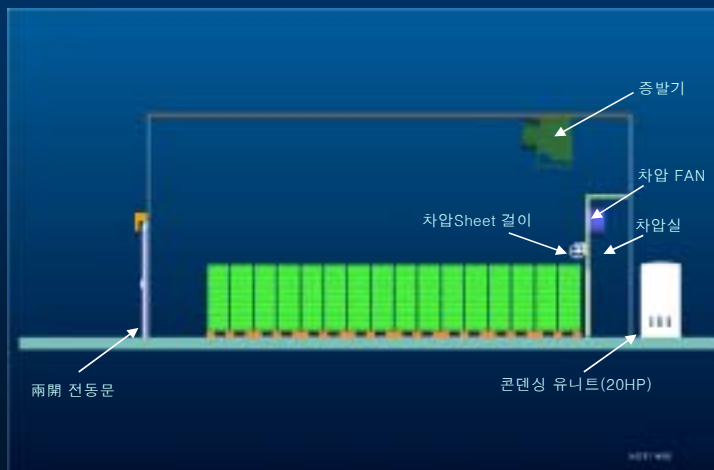
<3차원 설계 도면>

농산물 예냉 시설 표준모델 (20평형)



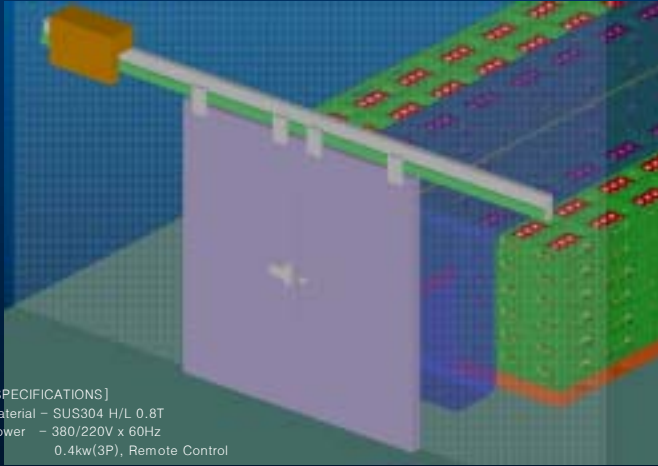
영진전문대학 자동화기술연구소

Detail View (Side Section View)



영진전문대학 자동화기술연구소

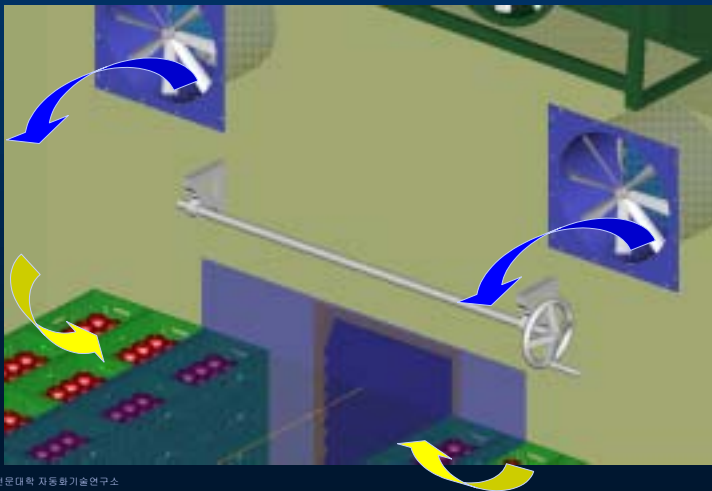
Part Detail View (전동문)



[SPECIFICATIONS]
Material - SUS304 H/L 0.8T
Power - 380/220V x 60Hz
0.4kw(3P), Remote Control

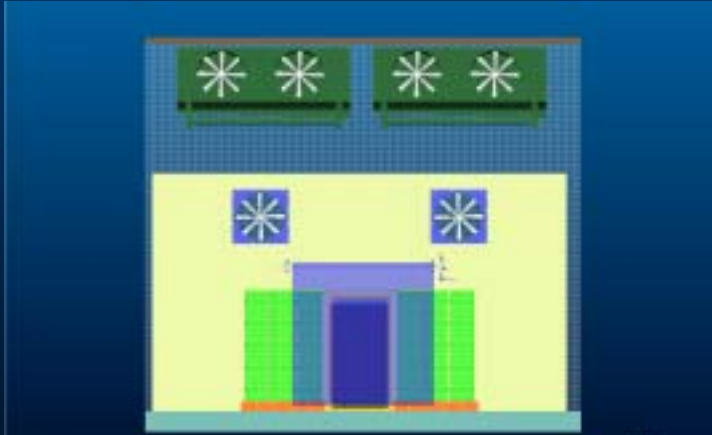
영진전문대학 자동화기술연구소

Air Circulation Diagram



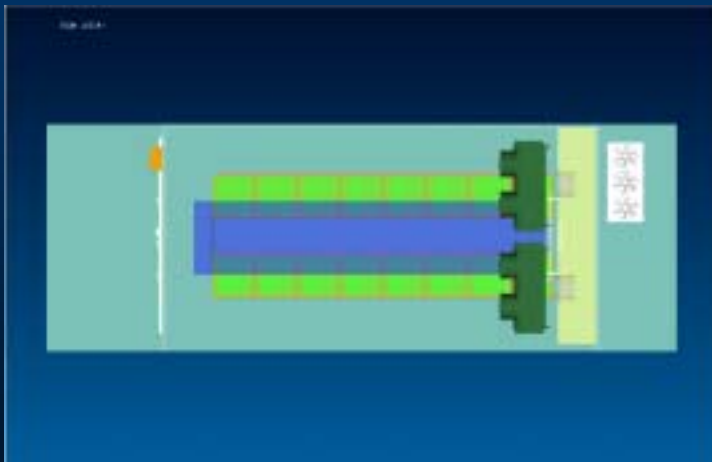
영진전문대학 자동화기술연구소

Detail View (Front Section View)

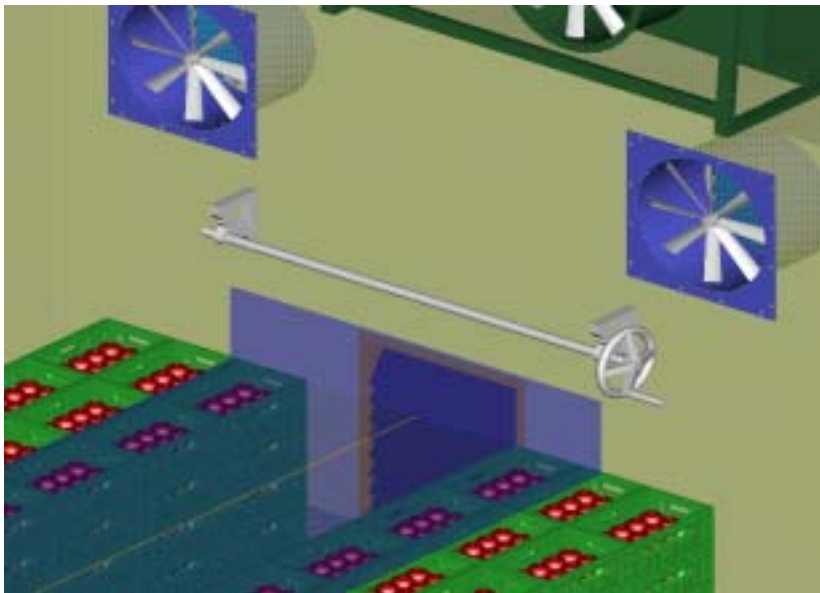
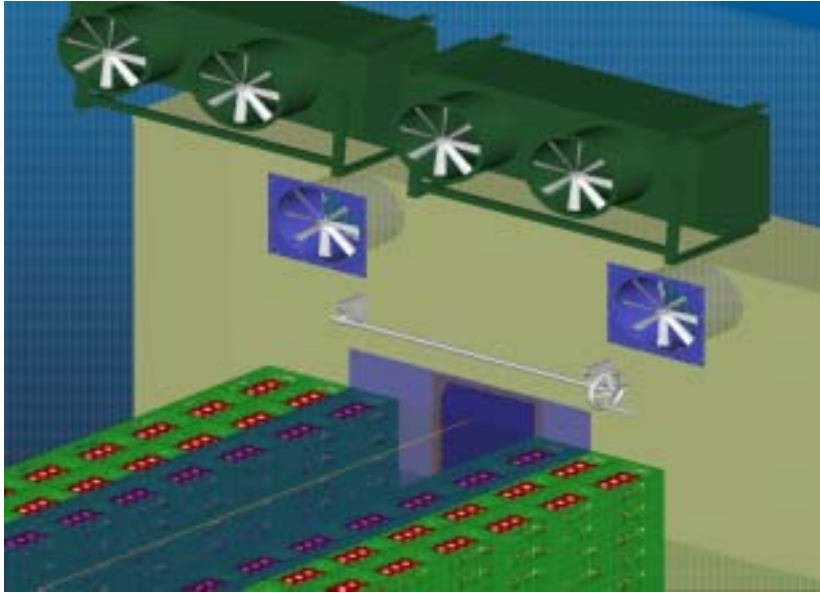


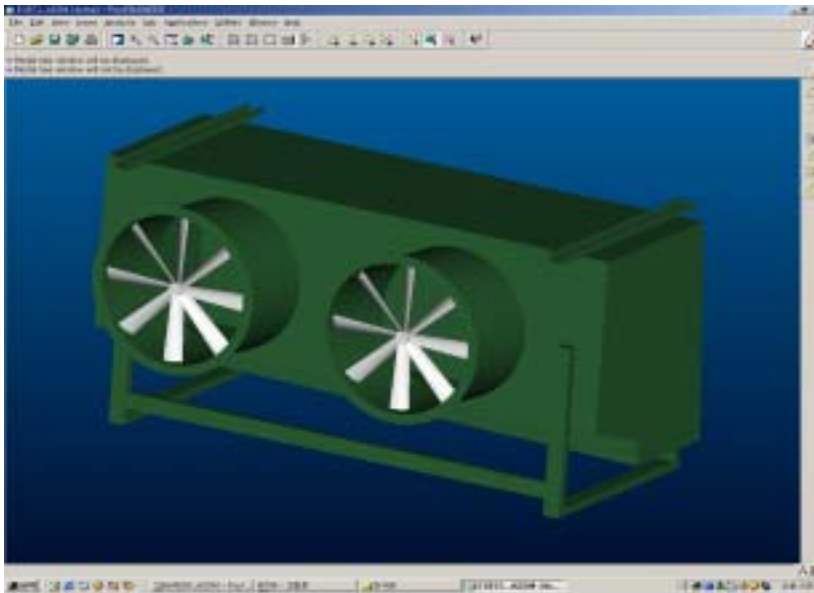
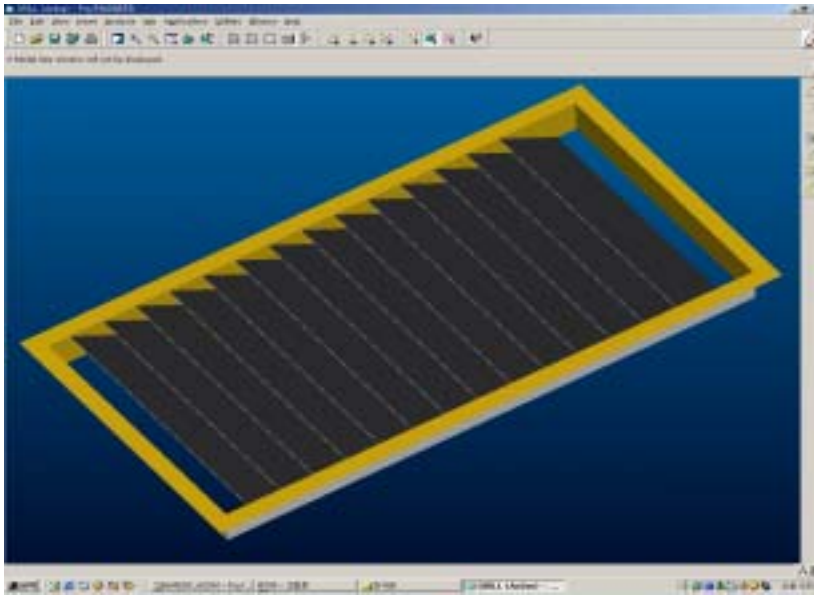
영진전문대학 자동화기술연구소

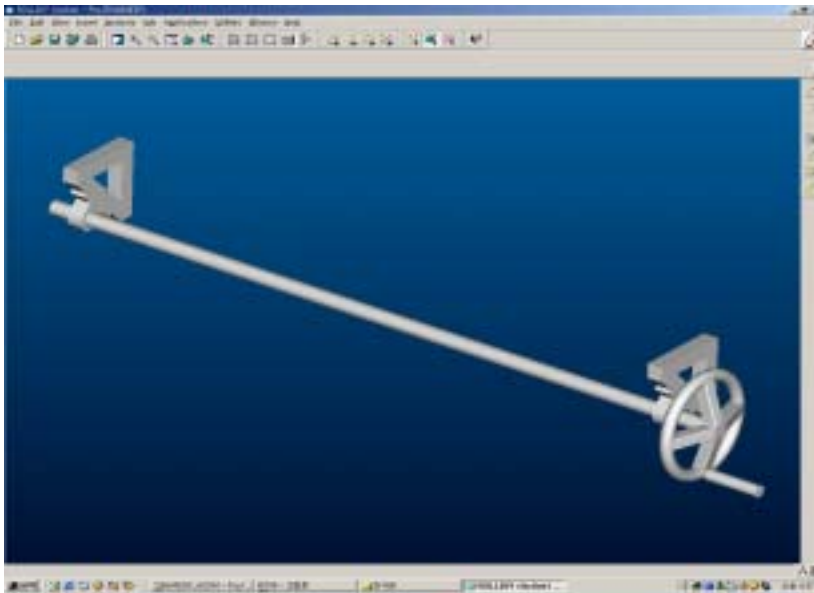
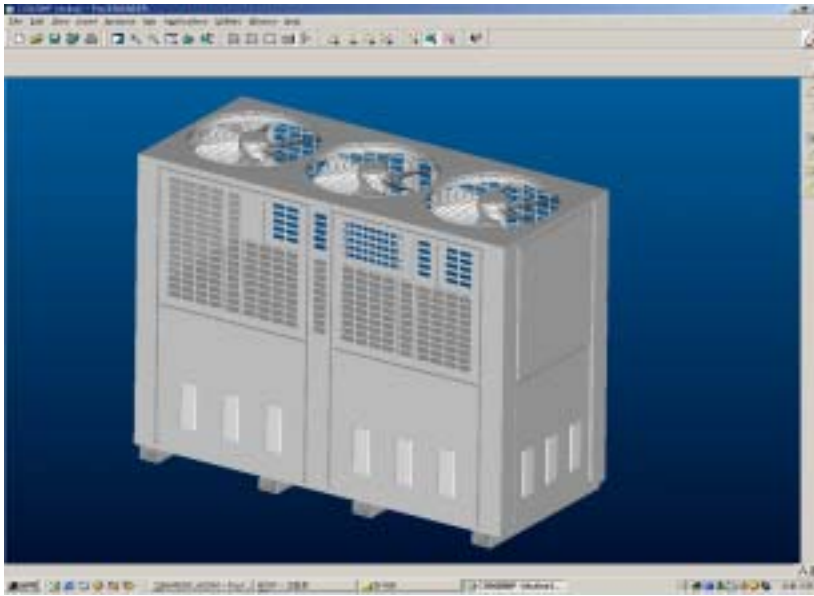
Detail View (Plan Section View)

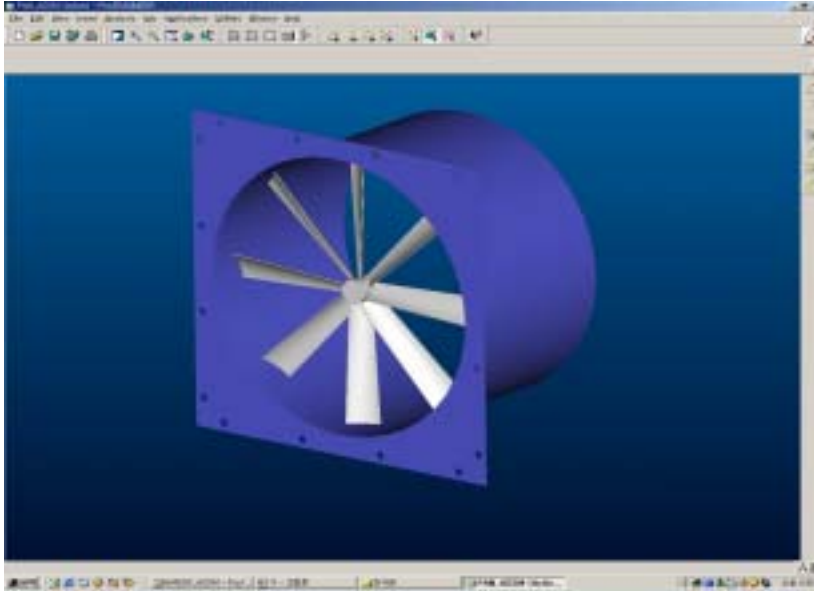


영진전문대학 자동화기술연구소









농산물 예냉창고의 3차원 모델 개발

3차원 설계 프로그램인 Pro/ENGINEER 내에 포함 된 Pro/PROGRAM 모듈을 이용하여 예냉창고의 팔레트 배치 등의 설계를 자동화 함.

Pro Program 이란?

- * 부품의 설계 과정 등 작업의 설계과정을 자동화하기 위해서 이용하는 Tool로써 앞으로의 규격화된 데이터가 없거나 설계 변이에 대해 알지 못하는 경우 이용한다,

Pro Program 장점

- 변이 가능성이 많은 File에 대하여 Library화 하여 관리 할 수 있도록 한다.
- 부품 및 어셈블리 설계 과정을 자동화 할 수 있도록 한다.
- Relation, 모자관계 등을 조합하여 Feature를 조작 할 수 있다.
- Program으로 전체 변경사항을 관리 할 수 있다.

농산물 예냉창고의 3차원 모델 개발

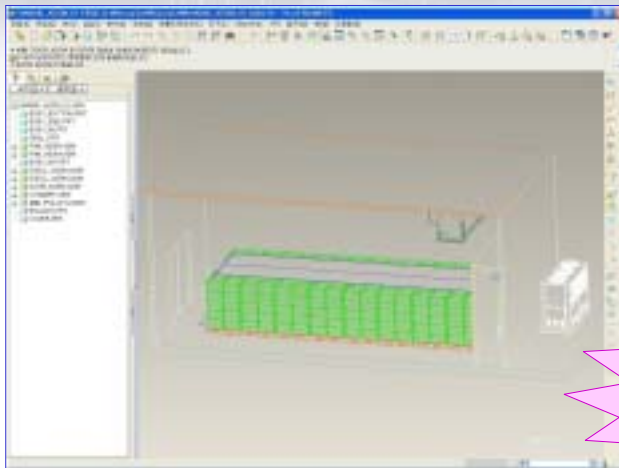
Pro Program 이용하기.

- ? Relation 및 모/자 관계, 매개변수 등의 조건을 생각하며 Modeling한다.
- ? 프로그램에 의한 Modeling의 자동변경을 위하여, 프로그램 및 Model을 조작한다.
- ? Tool > Pro-Program 의 Edit Design을 사용하여 프로그램을 액세스한다.
- ? 프로그램 내에서 설계과정 자동화를 위한 작업을 한다.
- ? Regenerate를 사용하여 프로그램 실행한다.
- ? 대화상자를 통해 Program에서 짜여진 조건에 맞추어 변이 값을 입력한다

32



농산물 예냉창고의 3차원 모델 개발



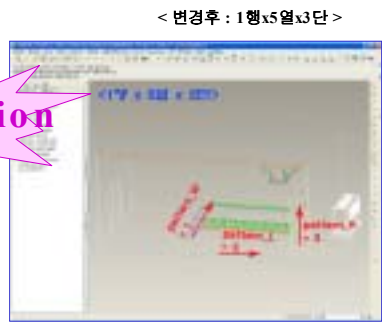
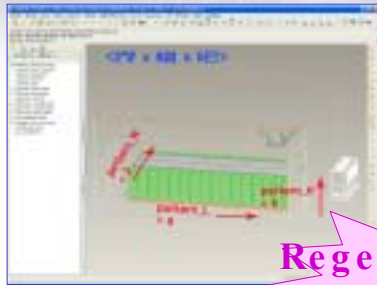
예냉창고 내의 Pallet 배치 변이에 따른 상황을 고려하여 덮개 Cover의 길이가 자동변화 되도록함.

모/자 관계 등을 고려하여 Relation 및 Program을 작성한다.

33



농산물 예냉창고의 3차원 모델 개발



Regeneration
실행



농산물 예냉창고의 3차원 모델 개발

Regeneration
실행

메시_2014년

→ INPUT (입력)

Current Value (현재 값) : 12000

Fixed Value (고정 값) :

메시_2014년

→ INPUT (입력)

PATTERN L

PATTERN R

PATTERN H

→ 패턴 (행)의 고정값 =

→ 패턴 (열)의 고정값 =

→ 패턴 (단)의 고정값 =

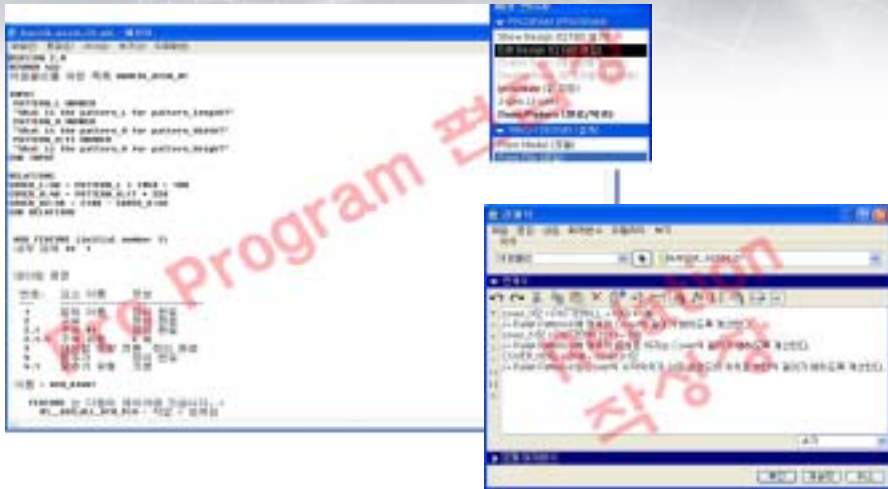
What is the pattern_L for pattern_Length? (1,0000) : 5

What is the pattern_R for pattern_Width? (12,0000) : 1

What is the pattern_H for pattern_Height? (25,0000) : 3



농산물 예냉창고의 3차원 모델 개발



나. 벽면흡인식

<시설 개요> : 중앙흡인식과 기본적으로는 냉각 원리가 같으나 다품목 소량생산 농산물에 적합한 예냉방식이다. 아울러 예냉실의 구조가 폭이 좁고 길이가 긴 예냉실의 경우 공간 활용을 효율적으로 할 수 있는 형태이다. 중앙흡인식의 경우 흡입그릴의 양측으로 파레트를 적재하는 반면 벽면흡인식은 벽면 전체가 흡입그릴 기능을 하여 벽면에 파레트를 2개정도 길이방향으로 연속 적재하는 형태이다.

I. 설계 기준 및 내역

1) 시설 규모

가. 규모

- 차압예냉실 : 1실 20평형

구분	실 규모(m)			면적		용적(m ³)
	길이	폭	층고	m ²	평	
PCR	12.7	5.2	4.5	66	20	297
PCR - 차압실	11.2	1	2.4	11.2	3.5	26.9
계				77.2	23.5	323.9

주) 1. PCR : PRESSURE COOLING ROOM(차압 예냉실)

2. 흡기구의 크기 : PCR : 2,200L x 1860H x 4SET

나. 처리물량

- 상자수 : 30상자/파레트 x 16파레트 = 48파레트
- 처리물량 : 480상자 x 15kg/상자 = 7,200kg(7.5톤)

다. 산출기준 - BOX 배치도 참조(별첨)

2). 건축

가. 구조

- 구조 : PANEL에 의한 PRE-FAB조

- 단열 : URETHAN PANEL
- 나. 형태 : 저장식 또는 텍크를 고려한 고상식
- 다. 단열재의 종류 및 두께
 - 종류 : URETHAN PANEL(저온용) · 두께 : URETHAN PANEL 100mm

3). 입출고 방식

- 가. 입출고 방식 : 기계하역 또는 수하식
- 나. 기계하역 : PALLETTE를 이용한 지게차 사용 등
 - PALLETTE의 규격 : KS 공업규격 (T-11형), : 1100W x 1100mmL

4). 냉각시스템

- 가. 냉각방식 : 냉매(R-22)를 이용한 직접 팽창식
- 나. CONDENSING UNIT
 - COMPRESSOR : RECIPROCATING COMPRESSOR(왕복동식 압축기)
 - CONDENSER : AIR COOLED CONDENSER (공냉식 응축기)
- 다. 증발기(EVAPORATOR)
 - 핀 부착 관형 UNIT COOLER
 - 제상방식 : HEATER에 의한 전열제상
- 라. 냉매(REFRIGERANT) : R-22

5). 차압발생부

- 가. 차압휠
 - 종류 : 축류 송풍기(AXIAL FAN)
 - 수량 : 8 SET
 - 용량 : 200CMM x 35mmAq, 1.5kW
 - 소요풍량(CMM)

$$\text{소요풍량} \left(\frac{\text{m}^3}{\text{min}} \right) = \frac{\text{냉각소요열량}}{\text{공기의비중}(1.282) \times \text{비열}(0.24) \times 60 \text{ min/h} \times \text{냉기의냉각전후온도차}(\Delta T)}$$

($\Delta T=4^{\circ}\text{C}$)

- MOTOR : 1.5kW

나. 차압실 규모 : PCR-A : 1mW x (2,800 x 4)mL x 2.4mH

다. 차압시트

- 종류 : 방수코팅 천막지, · 두께 : 0.3 mm
- 폭 : 2.2 m, · 길이 : 12.8 m
- 시트결이 : 2.2m × PIPE 25A (자동 또는 반자동 계폐가능)
시이트 지지용 봉을 1m 간격으로 설치

라. 흡기덕트 및 흡기구

- 흡기덕트
 - 1mW x 11.2m(2.8 x 4)L x 2.4mH
- 흡기구
 - 폭 및 높이 : 1.1mW x 1.86mH
 - 형 태 : 균일한 흡입을 위하여 간격 상하 5cm내외, 5mm내외의 녹이 슬지 않는 종류의 금형판을 수평으로부터 각도 60° 내외로 설치

6) 부하계산서(20평 기준)

건 명	차압 예냉고			실 명	PCR-A	
실 크 기	길이12.7m × 폭 5.2m × 높이4.5m					
설 계 조 건	수용능력	7.2 TON		고내온도	-5℃	
	외기온도	외벽35℃, 천정38℃, 바닥25℃		입고온도	25℃	
	입고온도	토마토, 오이, 사과 등 농산물		중 온	5℃	
	방 열 사 항	외 벽 재료명 두께	우레탄 패널 100t			
		천 장 재료명 두께	우레탄 패널 100t			
		바 닥 재료명 두께	우레탄 보드 100t			
		칸막이벽 재료명 두께	우레탄 패널 100t			
천 정 구 조	직 천 정, 이 중 천 정					
벽 면 침 입 열 (Q1)	벽면명칭	면 적 × 열통과율 × 외기와의 온도차 = 열부하				
		$L \times W = A(m^2)$	$\lambda/t = \text{Kcal}/m^2h^{\circ}C$	$T_o - T_r = \Delta T(^{\circ}C)$	Q1 Kcal/H	
	외 벽	$(12.7 + 5.2 \times 2) \times 4.5 = 104$	0.185	40	769.2	
	천 정	$12.7 \times 5.2 = 66$	0.185	43	525.0	
	바 닥	$12.7 \times 5.2 = 66$	0.185	30	366.3	
	칸막이벽	$12.7 \times 4.5 = 57.2$	0.185	25	264.6	
	소 계	Q1 = 1,925.1 Kcal/H				
환 기 열 (Q2)	유효 내용적 × 외기와의 환기열량 × 1일 환기횟수 × 냉각시간 = 열부하					
	$L \times W \times H = V(m^3)$	$\Delta i \text{ Kcal}/m^3$	회/일	1/H	Q2 Kcal/H	
	$12.7 \times 5.2 \times 4.5 = 297$	28	1	1/5	1,663.2	
제 냉 각 품 열 (Q3)	제 품 입 고 량 × 제품온도차 × 제품비열 × 냉각시간 = 열부하					
	수용량 × 입고율 × 1000 = Tkg/일	$T_o - T_r = \Delta T(^{\circ}C)$	C kcal/kg℃	1/H	Q3 Kcal/H	
	7,200	25-5 = 20	0.96	1/5	27,648	
호 흡 열 (Q4)	1 일 입 고 량 × 호 흡 열 × 1/24 × 1/1,000 = 열부하					
	G kg/일	Kcal/ton24hr	1/24	1/1,000	Q4 Kcal/H	
	7,200	3,175.2	1/24	1/1,000	952.6	
고 내 발 생 열 (Q5)	명칭	합계 용량 × 단위발열량 × 가동시간 × 냉각시간 = 열부하				
		P (kW)	q (kcal/kWh)	Th	1/H	Q5 Kcal/H
	FAN	$(1.5 \times 3 + 0.4 \times 2) = 5.3$	1,250	5	1/5	6,625
	전 등	$0.1 \times 4 = 0.4$	860	0.5	1/5	34.4
	작업원	$5\{47 - (-5)\}$	2	0.5	1/5	52
	차압팬	$1.5 \times 8 = 12$	1,250	5	1/5	15,000
소 계	Q5 = 21,724 Kcal/H					
소 계	Q6 = (Q1 ~ Q5)		Q6 = 53,912.9 Kcal/H			
안 전 율	Q7 = (Q1 ~ Q6) × 0.1		Q7 = 5,391.2 Kcal/H			
합 계	Q8 = (Q1 ~ Q7)		Q8 = 59,304.2 Kcal/H (17.9RT)			

7) 기기 선정 기준

(1) 설계조건

가. 대상품목 : 신선 과일, 채소류 등 농산물 (예냉 즉시 출하)

나. 냉각기준

- 초기 품온 : 25℃ · 목표 품온 : 5℃ · 예냉소요시간 : 5시간
- 1회 처리량 : 480상자(7.2톤)

다. 입고품의 형태

- 상자 : PLASTIC BOX · 규격 : 550(L)x 360(W)x 310(H) · 중량 : 15Kg

라. 상자적재수 : 480상자

마. 냉각시스템

구 분	설 계 기 준
냉각 방식	냉매에 의한 UNIT COOLER에서 열교환되는 직팽식, 개별식
응축 방식	REMOTE CONDENSER에 의한 공냉식
제상 방식	HEATER에 의한 전열제상
외기 온도	35℃
고내 온도	-5℃
증발 온도	-10℃
응축 온도	45℃
UNIT COOLER 입출구 온도차	3℃
UNIT COOLER 코일 전면 풍속	2.75m/s

바. 단열

- 종류 : URETHAN PANEL
- 열전도도 및 두께 : 0.0185Kcal/m h °C

사. 차압웬의 용량

- FAN : 200CMM x 35mmAq
- MOTOR : 1.5kW x 8개

· 소요풍량(CMM)

$$\text{소요풍량} \frac{(\text{m}^3/\text{min})}{=} \frac{\text{냉각소요열량}}{\text{공기의비중}(1.282) \times \text{비열}(0.24) \times 60 \text{min}/\text{h} \times \text{냉기의냉각전후온도차}(\Delta T)}$$

($\Delta T=4^\circ\text{C}$)

(2) 주요 기기 사양서

가. 총 냉각부하 : 17.9RT(59,304Kcal/h)

나. CONDENSING UNIT : 2SET

① COMPRESSOR

: COMPRESSOR : ①20HP × 1SET, ②10HP × 1SET

② CONDENSER

: CONDENSER : ①20HP × 1SET, ②10HP × 1SET

다. UNIT COOLER : 2SET

: ①20HP × 1SET, ②10HP × 1SET

· FAN & MOTOR

예)* 20HP용

- FAN : ψ 550 x 3SET

- MOTOR : 1.5KW x 4P x 3EA

- 소요풍량 : 288CMM(정압 20mmAq 기준시)

- 전열면적 : 137.5m²

$$A = \frac{\text{냉각부하}(Kcal/h)}{\Delta T M \times K} = \frac{30,000Kcal/h}{8.41^\circ\text{C} \times 28Kcal/m^2 h^\circ\text{C}} = 137.5 \text{ m}^2$$

* 10HP용

- FAN : ψ 550 x 2SET

- MOTOR : 0.4KW x 6P x 2EA

- 소요풍량 : 180CMM(정압 20mmAq 기준시)

- 전열면적 : 41.4m²

$$A = \frac{\text{냉각부하}(Kcal/h)}{\Delta T M \times K} = \frac{17,000Kcal/h}{8.41^\circ\text{C} \times 28Kcal/m^2 h^\circ\text{C}} = 41.4 \text{ m}^2$$

· 코일의 유효장

$$- C(m) = \frac{S(m)}{\text{열수} \times \text{단수} \times \text{비전열면적}(m^2/m)} \approx 1.75m$$

- 비전열면적 : $0.3897(m^2/m)$ - 열수 및 단수 : 10×22

· 핀 피치, 파이프 피치

- 핀 피치 : 8.5mm - 파이프 피치 : 38.1mm

· 코일, 핀의 재료 및 크기

- 코일 : 5/8" (15.88mm), Cu, 5t - 핀 : Al, 0.3t

□□ HEATER 용량 및 크기

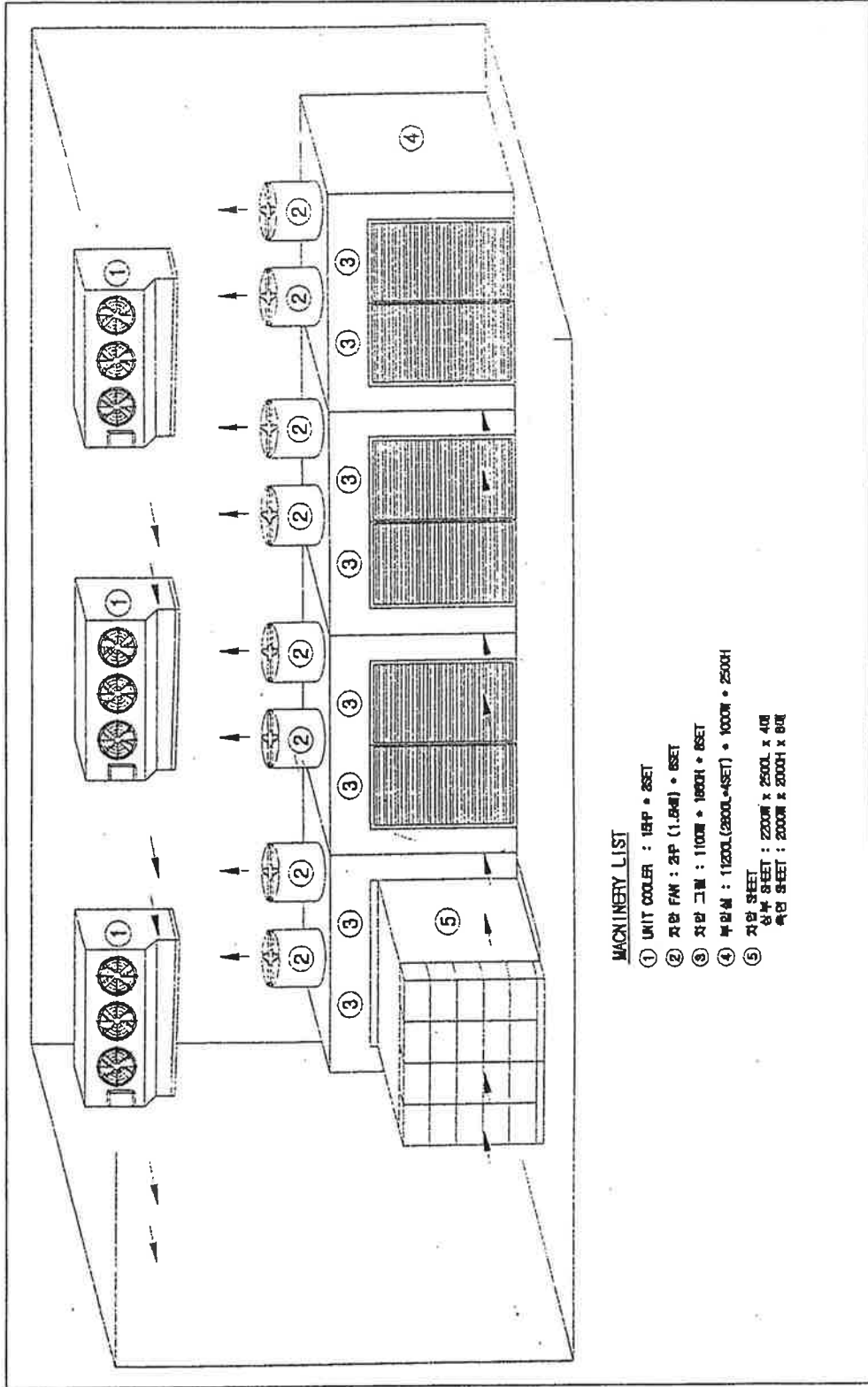
- 1.1kW \times 19EA, 1.3kW \times 2EA

라. 차압센

: 1.5kW x 8SET

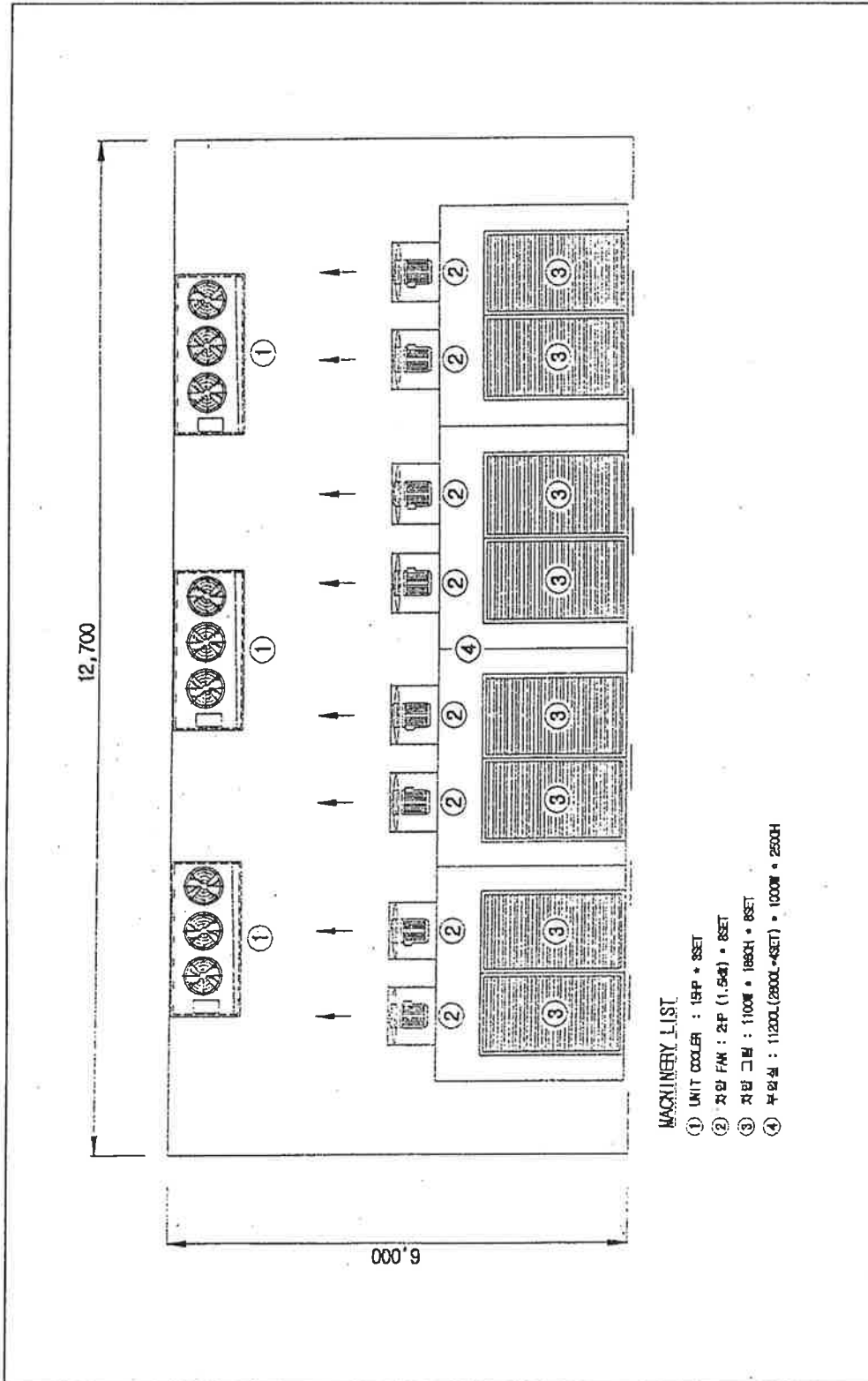
마. 품온계 - 1SET

예냉과정중 청과물과 직접 닿는 냉기의 온도와 냉각되는 품온(2점 이상)을 외부에서 측정할 수 있는 온도 센서와 계기를 부착.



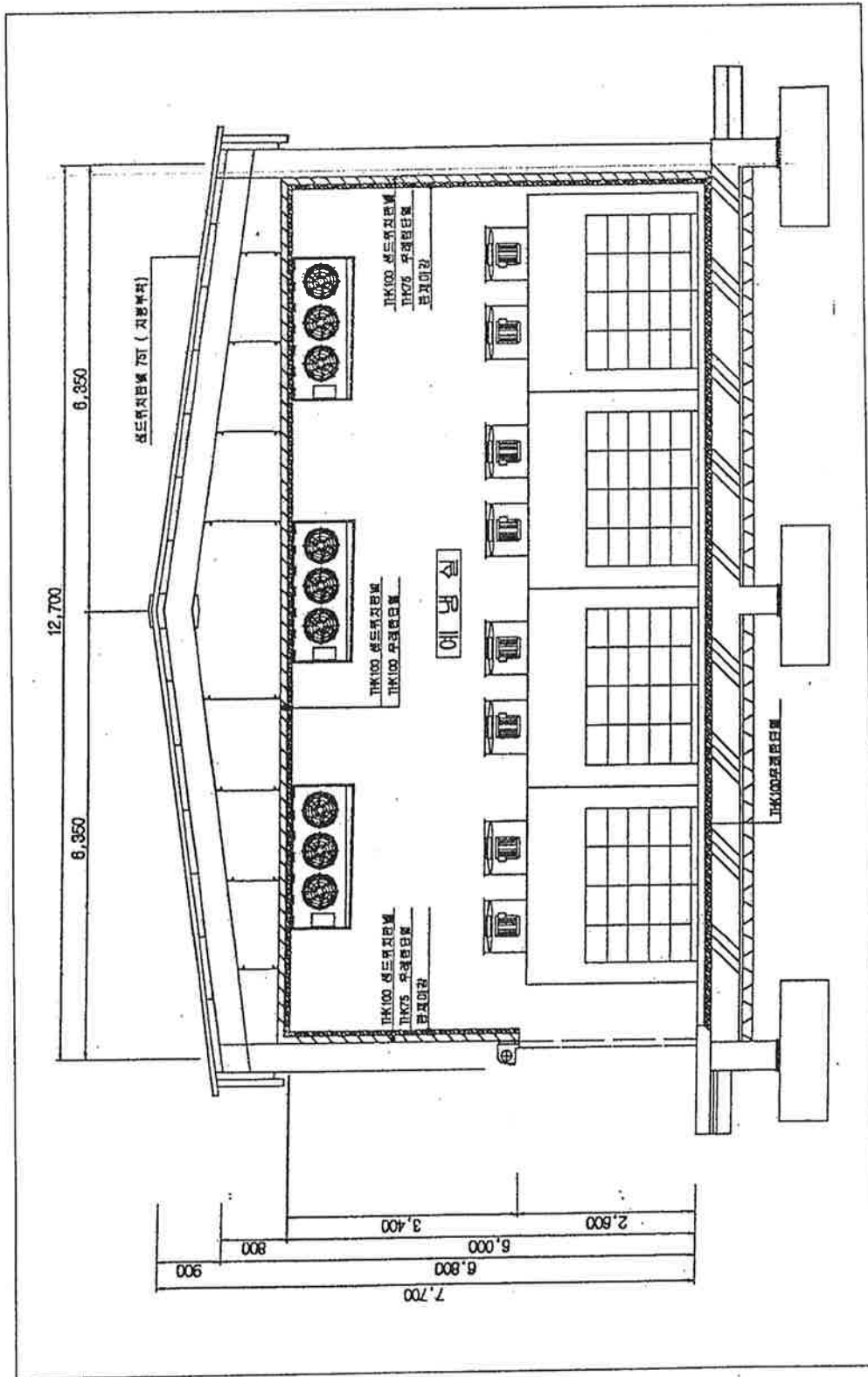
MACHINERY LIST

- ① UNIT COOLER : 1HP • 2SET
- ② 자외선 FAN : 2P (1.2kW) • 6SET
- ③ 자외선 그릴 : 1100mm • 1800H • 6SET
- ④ 부압실 : 11200L (2800L•4SET) • 1000H • 2500H
- ⑤ 자외선 SHEET
상부 SHEET : 2300mm x 2500mm x 40mm
측면 SHEET : 2000mm x 2000mm x 80mm



MACHINERY LIST

- ① UNIT COOLER : 1HP • 8SET
- ② 차안 FAN : 2P (1.54K) • 8SET
- ③ 차안 그림 : 1100W • 1800H • 8SET
- ④ 부위실 : 11200L(2800L•4SET) • 1000W • 2500H



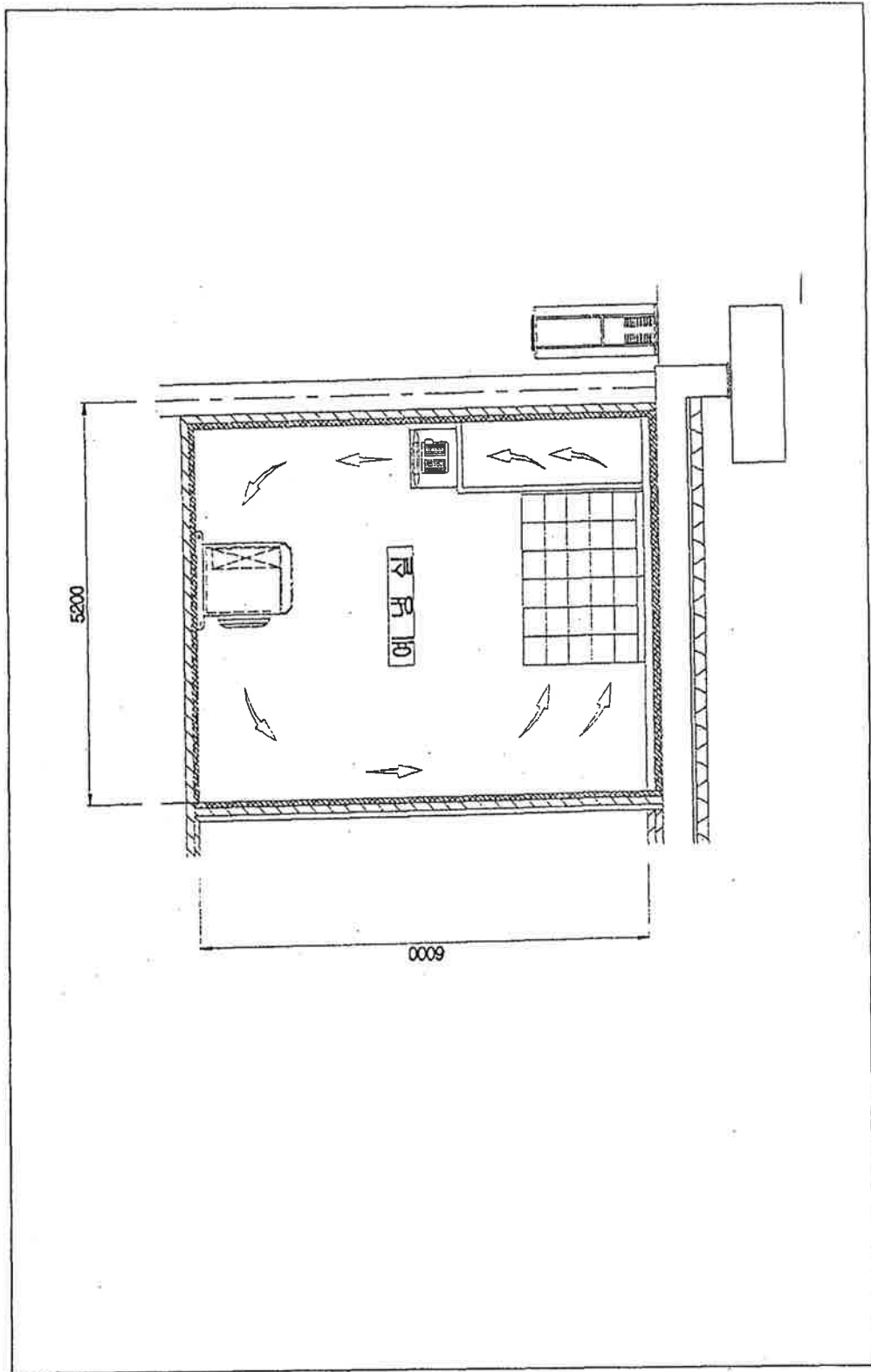
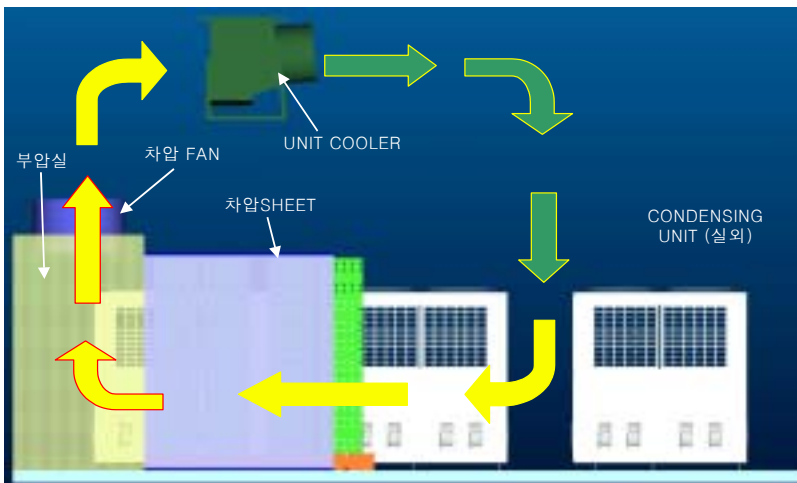
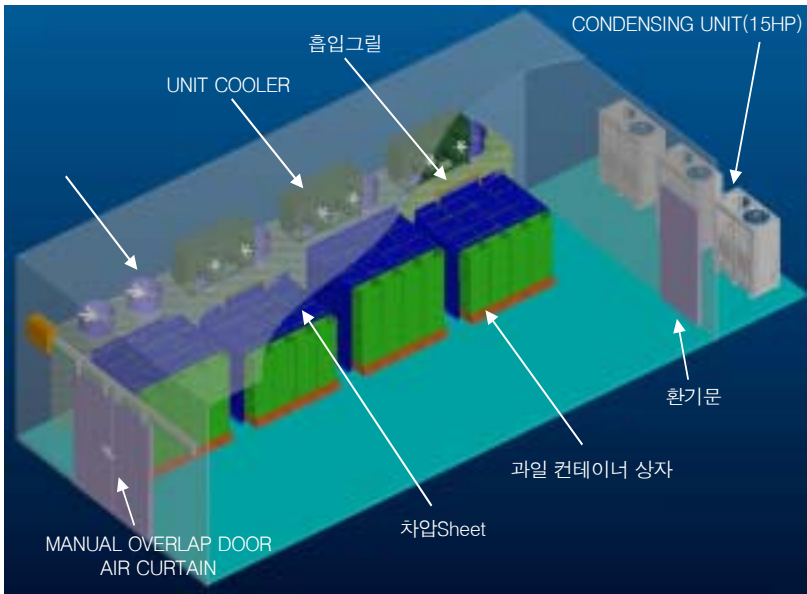
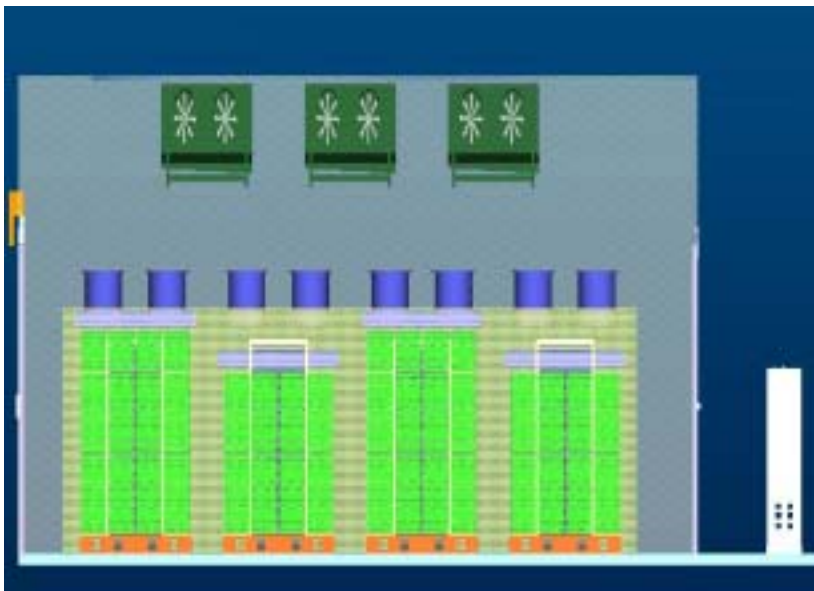
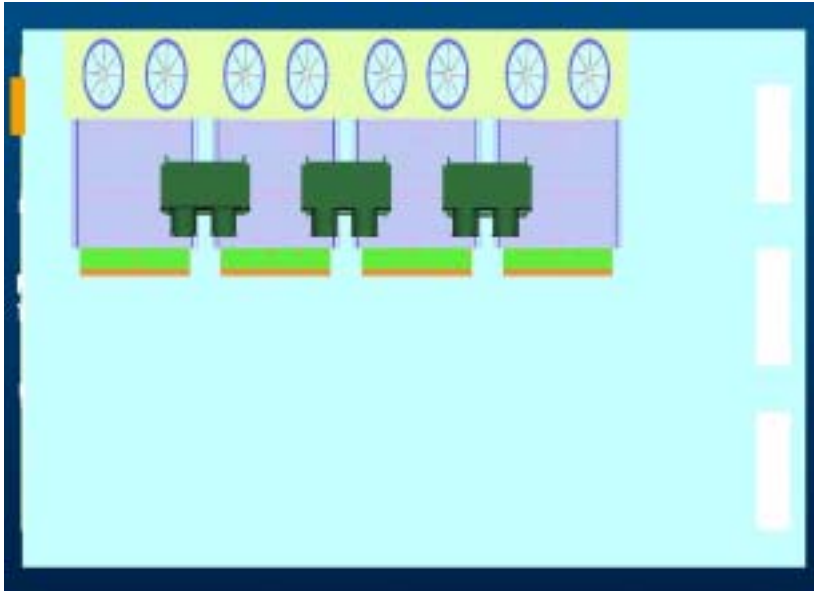




그림 2. 예냉시설의 현장 설치 사진





다. 증발기 내장식

<시설 개요> : 이 시설의 경우 중앙흡인식과 예냉방식에 있어서 큰 차이가 없다. 예냉 기본 원리가 같으나 중앙흡인식의 경우 차압훤과 증발기가 밖으로 노출되어 있으나 두 기기를 차압실 내부로 내장하였으며 예냉 목적으로 사용하지 않고 저온저장고로 사용할 때 찬 바람이 고내를 강제 순환되게 함으로서 고내 온도 분포를 고르게 할 수 있는 장점이 있다.

I. 설계 기준 및 내역

1) 시설 규모

가. 규모

- 차압예냉실 : 30평 1실

구분	실 규모(m)			면적		용적(m ³)
	길이	폭	층고	m ²	평	
PCR - A	9.9	10	5.0	99	30	495
PCR - A 차압실	9.9	1	5.0	9.9	3	49.5
계				108.9	33	544.5

- 주) 1. PCR : PRESSURE COOLING ROOM(차압 예냉실)
 2. 흡기구의 크기 : PCR-A : 800W x 1650H x 2SET

나. 처리물량

- 1회 처리물량 : 9톤 (과실류 기준)

2). 건축

가. 구조

- 구조 : PANEL에 의한 PRE-FAB조
- 단열 : URETHAN PANEL

나. 형태 : 저장식 또는 텍크를 고려한 고상식

다. 단열재의 종류 및 두께

· 종류 : URETHAN PANEL(저온용) · 두께 : URETHAN PANEL 100mm

3). 입출고 방식

가. 입출고 방식 : 기계하역 또는 수하식

나. 기계하역 : PALLETTE를 이용한 지게차 사용 등

· PALLETTE의 규격 : KS 공업규격 (T-11형), : 1100W x 1100mmL

4). 냉각시스템

가. 냉각방식 : 냉매(R-22)를 이용한 직접 팽창식

나. CONDENSING UNIT

· COMPRESSOR(압축기) : RECIPROCATING COMPRESSOR

· CONDENSER(응축기) : AIR COOLED CONDENSER

다. 증발기(EVAPORATOR)

· 핀 부착 관형 UNIT COOLER

· 제상방식 : HEATER에 의한 전열제상

라. 냉매(REFRIGERANT) : R-22

5). 차압발생부

가. 차압휨

· 종류 : 축류 송풍기(AXIAL FAN)

· 수량 : 4 SET

· 용량 : 250CMM x 40mmAq x 4SET

· 소요풍량(CMM)

$$\text{소요풍량} \left(\frac{\text{m}^3}{\text{min}} \right) = \frac{\text{냉각소요열량}}{\text{공기의비중}(1.282) \times \text{비열}(0.24) \times 60 \text{min} / \text{h} \times \text{냉기의냉각전후온도차}(\Delta T)}$$

($\Delta T=4^{\circ}\text{C}$)

· MOTOR : 3.75kW (INVERTER 사용 3단계이상 제어가능 - 풍량, 정압)

나. 차압시트

· 종류 : 내수성 천막지, · 두께 : 0.3 mm, · 폭 : 1.8 m, · 길이 : 8.2 m

· 시트길이 : 2.0m × PIPE 25A (자동 또는 반자동 폐폐가능)

시이트 지지용 봉을 1m 간격으로 설치

라. 흡기덕트 및 흡기구

· 흡기덕트

- 폭 : 상자의 장변에 여유율을 고려한 수치
- 상자의 장변의 0.5배-1.5배

· 흡기구

- 폭 및 높이 : 800W x 1650H
- 형 태 : 균일한 흡입을 위하여 간격 상하 5cm내외, 5mm내외의 녹이 슬지 않는 종류의 금형판을 수평으로부터 각도 60° 내외로 설치

6) 부하계산서

건 명		차압 예냉고		실 명		PCR-B		
실 크 기		길이10m × 폭 9.9m × 높이5.0m						
설 계 조 건	수용능력	9 TON		고내온도	-5℃			
	외기온도	외벽35℃, 천정38℃, 바닥25℃		입고온도	25℃			
	입고온도	토마토, 오이, 사과 등 농산물		중 온	5℃			
	방 열 사 항	외 벽 재료명 두께	우레탄 패널 100t					
		천 장 재료명 두께	우레탄 패널 100t					
		바 닥 재료명 두께	우레탄 보드 100t					
칸막이벽 재료명 두께		우레탄 패널 100t						
천 정 구조	직 천 정, 이 중 천 정							
벽 면 침 입 열 (Q1)	벽면명칭	면 적 × 열통과율 × 외기와의 온도차 = 열 부 하						
		L×W=A(m ²)		λ/t=Kcal/m ² h℃	To-Tr=ΔT(℃)	Q1 Kcal/H		
	외 벽	(10+9.9×2)×5.0=134.1		0.185	40	992.34		
	천 정	10 × 9.9 = 99		0.185	43	787.55		
	바 닥	10 × 9.9 = 99		0.185	30	549.45		
	칸막이벽	10 × 5.0 = 50		0.185	25	208.13		
소 계	Q1= 2,537.47 Kcal/H							
환 기 열 (Q2)	유 효 내 용 적 × 외기와의 환기열량 × 1일 환기횟수 × 냉각시간 = 열 부 하							
	L×W×H=V(m ³)		Δi Kcal/m ³	회/일	1/H	Q2 Kcal/H		
	10×9.9×5.0 = 445.5		28	1	1/5	2,494.8		
체 냉 각 품 열 (Q3)	제 품 입 고 량 × 제품온도차 × 제품비열 × 냉각시간 = 열 부 하							
	수용량×입고온×1000=Tkg/일		To-Tr=ΔT(℃)	C kcal/kg℃	1/H	Q3 Kcal/H		
	9,000		25-5 = 20	0.96	1/5	34,560		
호 흡 열 (Q4)	1 일 입 고 량 × 호 흡 열 × 1/24 × 1/1,000 = 열 부 하							
	G kg/일		Kcal/ton24hr	1/24	1/1,000	Q4 Kcal/H		
	9,000		3,175.2	1/24	1/1,000	1,190.7		
고 내 발 생 열 (Q5)	명칭	합계 용량 × 단위발열량 × 가동시간 × 냉각시간 = 열부하						
		P (kW)		q (kcal/kWh)	Th	1/H	Q5 Kcal/H	
	FAN	1.5×6=9		1,250	5	1/5	11,250	
	전 등	0.1×6=0.6		860	0.5	1/5	51.6	
	작업원	5{47-(-5)}		2	0.5	1/5	52	
	차압팬	3.75×4=15		1,000	5	1/5	15,000	
소 계	Q5 = 26,353.6 Kcal/H							
소 계	Q6 = (Q1 ~ Q5)		Q6 = 67,136.57 Kcal/H					
안 전 율	Q7 = (Q1 ~ Q6)×0.1		Q7 = 6,713.66 Kcal/H					
합 계	Q8 = (Q1 ~ Q7)		Q8 = 73,850.23 Kcal/H (22.24RT)					

7) 기기 선정 기준

(1) 설계조건

가. 대상품목 : 신선 과일, 채소류 등 농산물 (예냉 즉시 출하)

나. 냉각기준

· 초기 품온 : 25℃ · 목표 품온 : 5℃ · 예냉소요시간 : 5시간

· 1회 처리량 : 900상자(13.5톤)

다. 입고품의 형태

· 상자 : PLASTIC BOX · 규격 : 550(L)x 360(W)x 310(H) · 중량 : 15 Kg

라. 상자적체수 : 900상자

마. 냉각시스템

구 분	설 계 기 준
냉각 방식	냉매에 의한 UNIT COOLER에서 열교환되는 직팽식, 개별식
응축 방식	REMOTE CONDENSER에 의한 공냉식
제상 방식	HEATER에 의한 전열제상
외기 온도	35℃
고내 온도	-5℃
증발 온도	-10℃
응축 온도	45℃
UNIT COOLER 입출구 온도차	3℃
UNIT COOLER 코일 전면 풍속	2.75m/s

바. 단열

· 종류 : URETHAN PANEL

· 열전도도 및 두께 : 0.0185Kcal/m h °C

사. 차압휀의 용량

· FAN : 250CMM x 40mmAq

· MOTOR : 3.75kW(INVERTER 사용 3단계 이상 풍량, 정압 제어 가능)

· 소요풍량(CMM)

$$\text{소요풍량} \left(\frac{\text{m}^3}{\text{min}} \right) = \frac{\text{냉각소요열량}}{\text{공기의비중}(1.282) \times \text{비열}(0.24) \times 60 \text{min/h} \times \text{냉기의냉각전후온도차}(\Delta T)}$$

($\Delta T=4^\circ\text{C}$)

(2) 주요 기기 사양서

가. 총 냉각부하 : 22.24RT(73,850Kcal/h)

나. CONDENSING UNIT : 2SET

① COMPRESSOR

· ①30HP × 1SET, ②20HP × 1SET

② CONDENSER

· ①30HP × 1SET, ②20HP × 1SET

다. UNIT COOLER : 2SET

· ①30HP × 1SET, ②20HP × 1SET

· FAN & MOTOR

예)

* 30HP용

- FAN : ψ 600 x 3SET

- MOTOR : 1.5KW x 4P x 3EA

- 소요풍량 : 430CMM(정압 20mmAq 기준시)

- 전열면적 : 185.4 m²

$$A = \frac{\text{냉각부하}(Kcal/h)}{\Delta T M \times K} = \frac{45,000 Kcal/h}{8.41^\circ\text{C} \times 28 Kcal/m^2 h^\circ\text{C}} = 185.4 \text{ m}^2$$

* 20HP용

- FAN : ψ 550 x 3SET

- MOTOR : 1.5KW x 4P x 3EA

- 소요풍량 : 288CMM(정압 20mmAq 기준시)

- 전열면적 : 137.5m²

$$A = \frac{\text{냉각부하}(Kcal/h)}{\Delta T M \times K} = \frac{30,000 Kcal/h}{8.41^\circ\text{C} \times 28 Kcal/m^2 h^\circ\text{C}} = 137.5 \text{ m}^2$$

· 코일의 유효장

$$- C(m) = \frac{S(m)}{\text{열수} \times \text{단수} \times \text{비전열면적} (m^2/m)} \approx 1.75m$$

- 비전열면적 : 0.3897(m²/m) - 열수 및 단수 : 10×22

· 핀 피치, 파이프 피치

- 핀 피치 : 8.5mm - 파이프 피치 : 38.1mm

· 코일, 핀의 재료 및 크기

- 코일 : 5/8" (15.88mm), Cu, 5t - 핀 : Al, 0.3t

□□ HEATER 용량 및 크기

- 1.1kW × 19EA, 1.3kW × 2EA

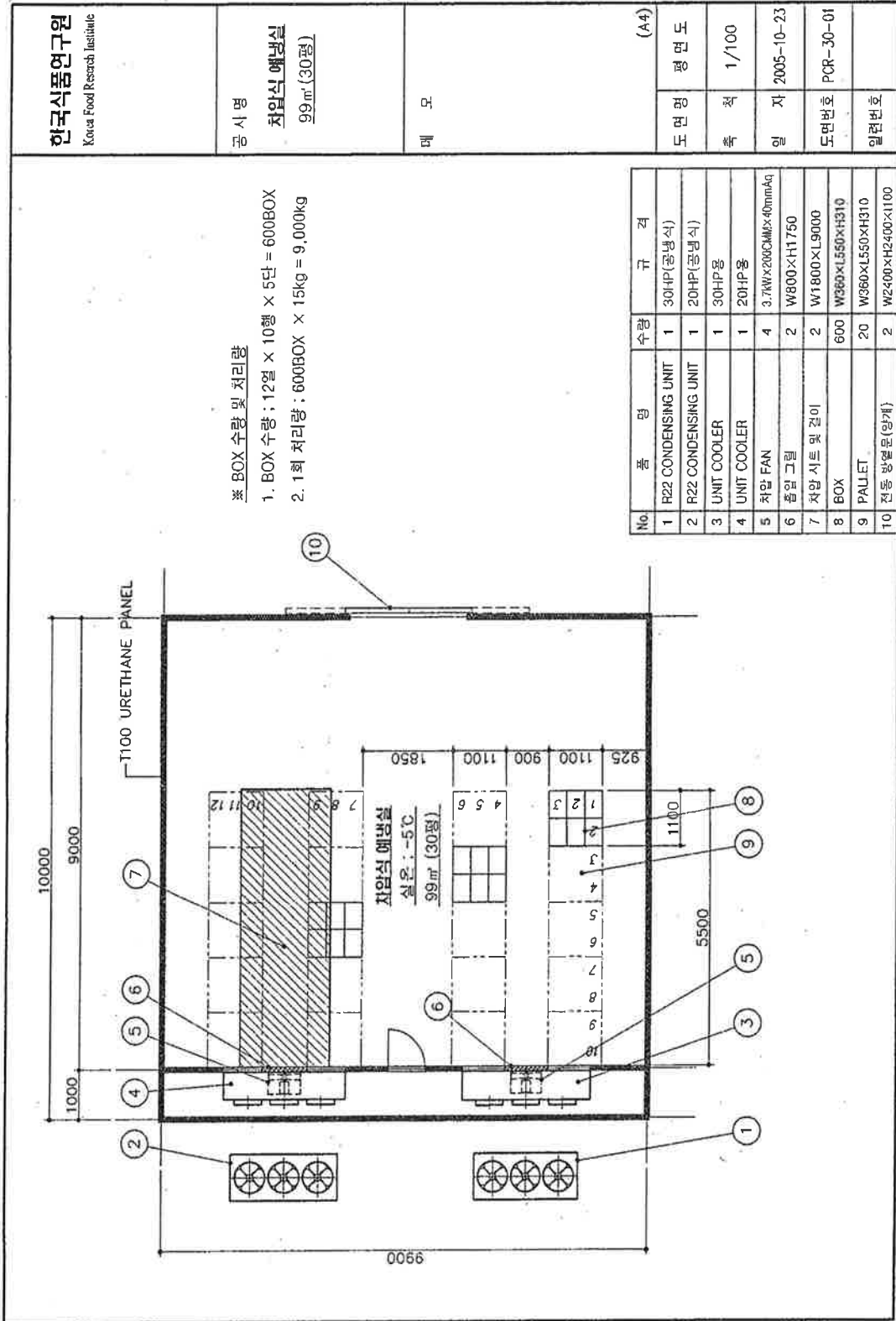
라. 차압웬

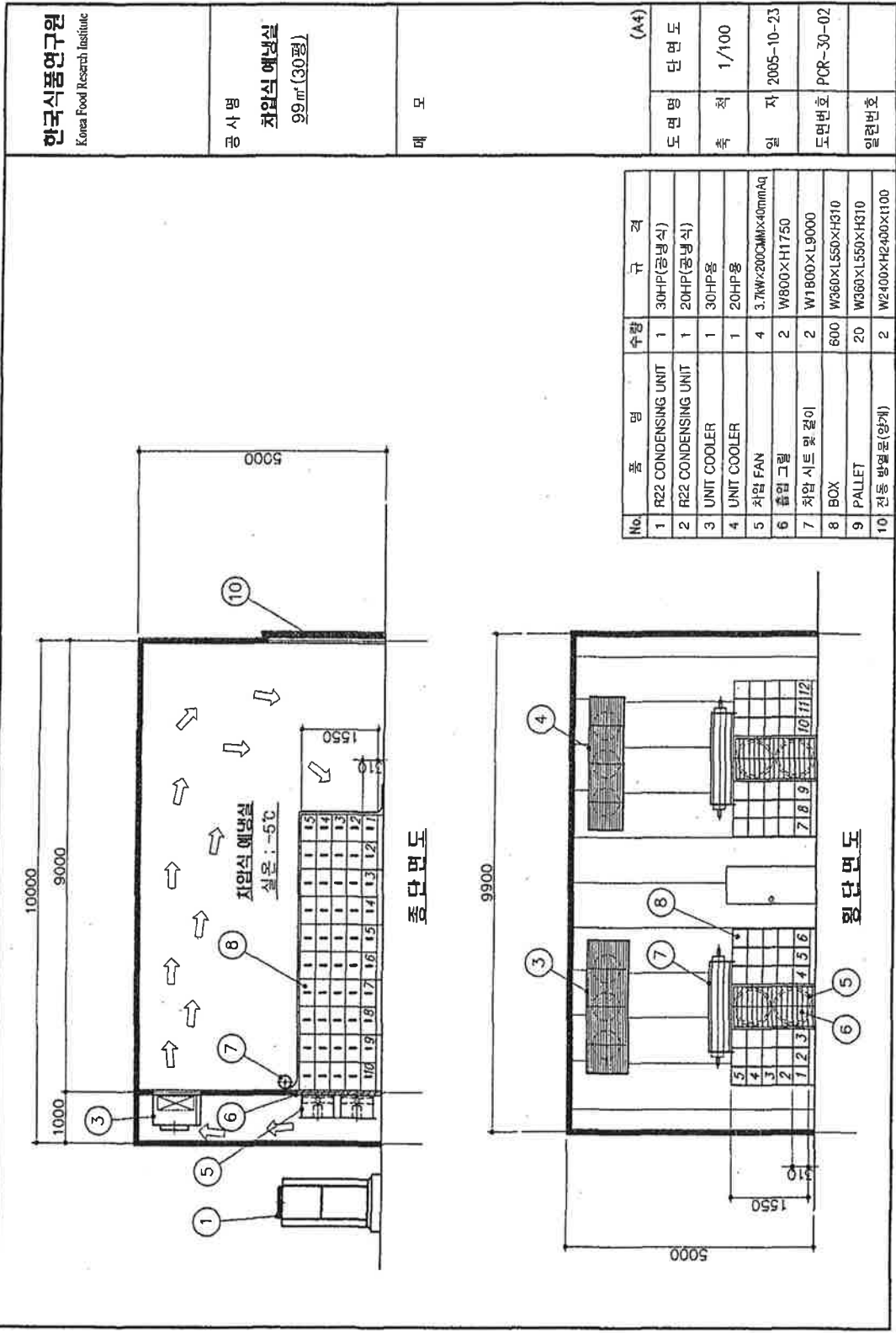
· 40mmAq x 250CMM x 4SET

· MOTOR는 INVERTER를 사용 3단계이상 풍량, 정압 제어 가능

마. 품온계 - 4SET

예냉과정중 청과물과 직접 닿는 냉기의 온도와 냉각되는 품온(2점 이상)을 외부에서 측정할 수 있는 온도 센서와 계기를 부착.





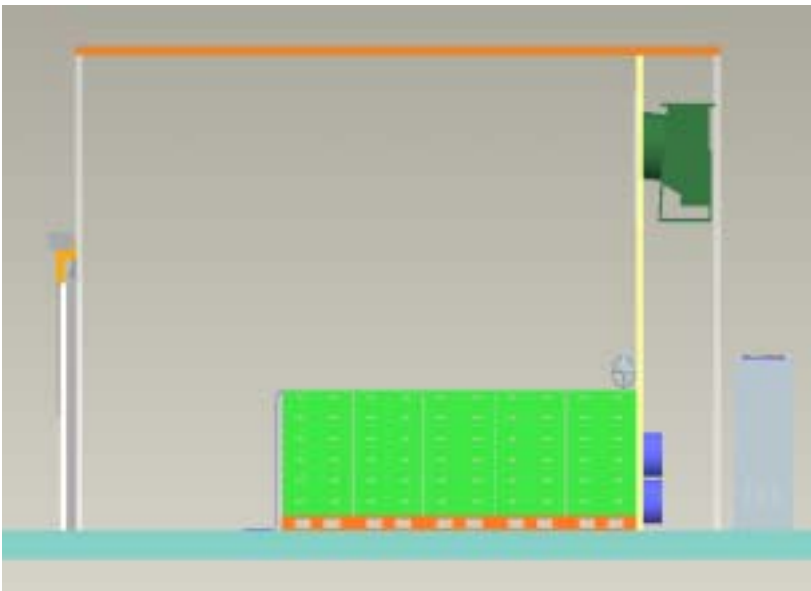
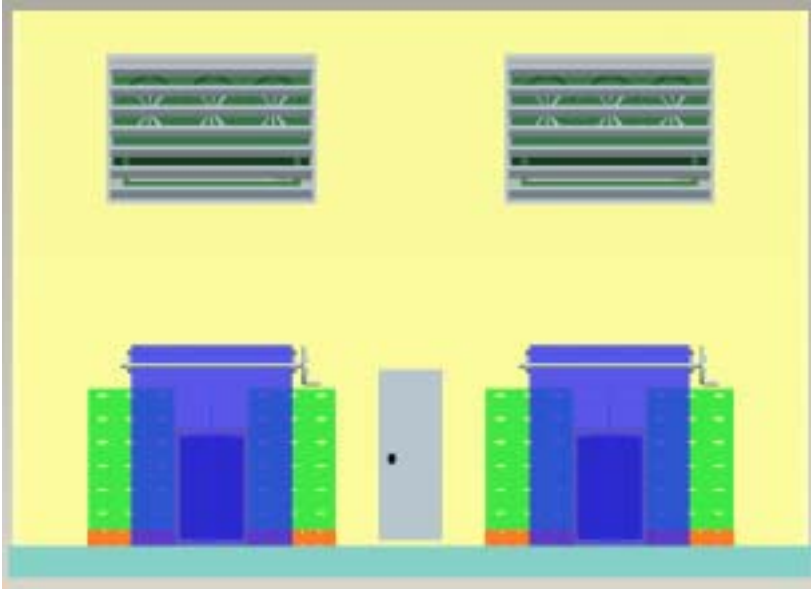
한국식품연구원
Korea Food Research Institute

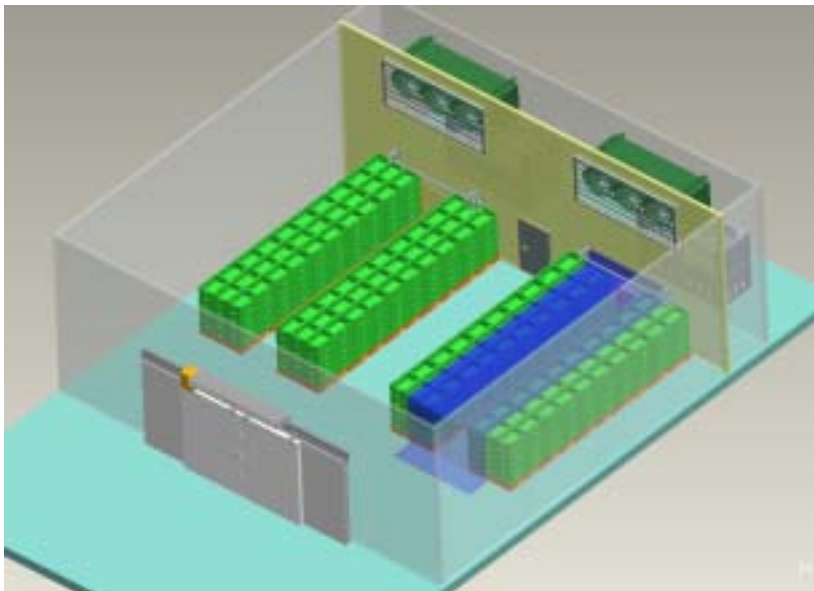
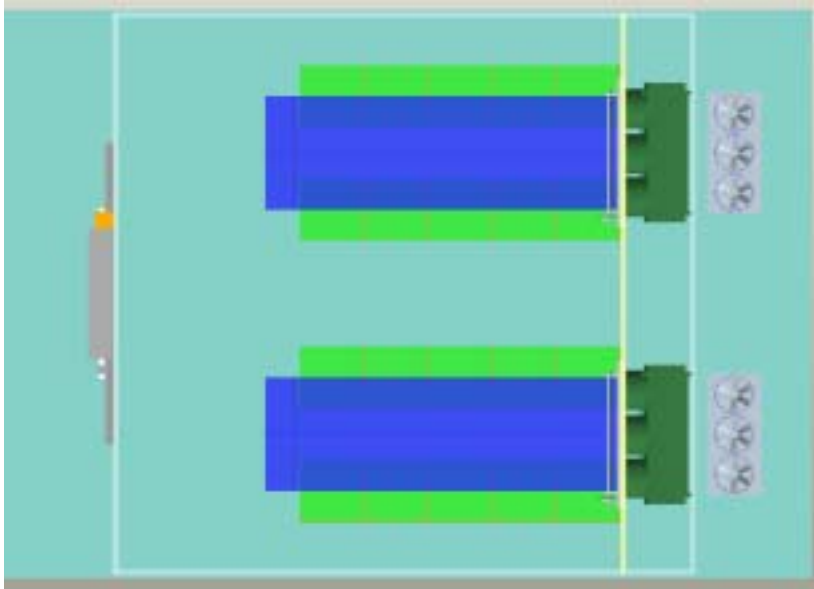
공시명
차압식 예냉실
99㎡(30평)

대모

(A4)
도면명 단면도
축척 1/100
일자 2005-10-23
도면번호 PCR-30-02
입력번호

<3차원 도면>





라. 저온저장겸용 벽면흡인식

<시설 개요> : 이 방식은 벽면 흡인식을 변형한 것으로 여름 배추나 가을철에 수확되는 과실 등과 같이 증장기 저장이 필요한 농산물의 경우 예냉후 저온저장고로 이동하여 저장해야 하는 번거로움을 피하기 위한 예냉 시설이다. 딸기나 버섯처럼 선도저하가 빠르지 않으면서 어느 정도 저장성이 있는 농산물에 대하여 저온저장중 예냉 효과를 부여하기 위해 고안되었다.

I. 설계 기준 및 내역

1) 시설 규모

가. 규모

- 차압예냉실 : 1실 35평형

구분	실 규모(m)			면적		용적(m ³)
	길이	폭	층고	m ²	평	
PCR	13.9	10.75	6.8	149.4	35	1,016

* 차압실 폭 : 1.075m

나. 처리물량

- 상자수 : 6열 x 8행 x 90박스(3파레트 x 6 x 5=90박스) = 4,320박스 (144파레트)
- 4,320박스 x 15kg/박스 = 64,800kg

다. 산출기준 - BOX 배치도 참조(별첨)

2). 건축

가. 구조

- 구조 : PANEL에 의한 PRE-FAB조
- 단열 : URETHAN PANEL

나. 형태 : 저장식 또는 텍크를 고려한 고상식

다. 단열재의 종류 및 두께

- 종류 : URETHAN PANEL(저온용) · 두께 : URETHAN PANEL 100mm

3). 입출고 방식

가. 입출고 방식 : 기계하역 또는 수하식

나. 기계하역 : PALLETTE를 이용한 지게차 사용 등

- PALLETTE의 규격 : KS 공업규격 (T-11형), : 1100W x 1100mmL

4). 냉각시스템

가. 냉각방식 : 냉매(R-22)를 이용한 직접 팽창식

나. CONDENSING UNIT

- COMPRESSOR: RECIPROCATING COMPRESSOR(왕복동식 압축기)
- CONDENSER : AIR COOLED CONDENSER (공냉식 응축기)

다. 증발기(EVAPORATOR)

- 핀 부착 관형 UNIT COOLER
- 제상방식 : HEATER에 의한 전열제상

라. 냉매(REFRIGERANT) : R-22

5). 차압발생부

가. 차압웬

- 종류 : 축류 송풍기(AXIAL FAN)
- 수량 : 8 SET
- 용량 : 250CMM x 40mmAq, 3.75W
- 소요풍량(CMM)

$$\text{소요풍량 (m}^3/\text{min)} = \frac{\text{냉각소요열량}}{\text{공기의비중}(1.282) \times \text{비열}(0.24) \times 60 \text{ min/h} \times \text{냉기의냉각전후온도차}(\Delta T)}$$

($\Delta T=4^{\circ}\text{C}$)

- MOTOR : 3.75kW

나. 차압실, 흡기덕트 및 흡기구 : 도면 참조

6) 부하계산서(35평, 냉각시간 18시간 기준)

건 명	차압 예냉고			실 명	PCR-A	
실 크 기	길이 13.9m × 폭 10.75m × 높이 6.8m					
설 계 조 건	수용능력	64.8 TON		고내온도	-5℃	
	외기온도	외벽35℃, 천정38℃, 바닥25℃		입고온도	25℃	
	대상	배추 등 농산물		중 온	5℃	
	방 열 사 항	외 벽 재료명 두께	우레탄 패널 100t			
		천 장 재료명 두께	우레탄 패널 100t			
		바 닥 재료명 두께	우레탄 보드 100t			
칸막이벽 재료명 두께		우레탄 패널 100t				
천 정 구 조	직 천 정, 이 중 천 정					
벽 면 침 입 열 (Q1)	벽면명칭	면 적 × 열통과율 × 외기와의 온도차 = 열 부 하				
		$L \times W = A(m^2)$	$\lambda/t = \text{Kcal}/m^2h^{\circ}C$	$T_o - T_r = \Delta T(^{\circ}C)$	Q1 Kcal/H	
	외 벽	$(13.97 + 10.75 \times 2) \times 6.8 =$	0.185	40		
	천 정	$13.97 \times 10.75 =$	0.185	43		
	바 닥	$13.97 \times 10.75 =$	0.185	30		
	칸막이벽 소 계	Q1 = Kcal/H				
환 기 열 (Q2)	유효 내용적 × 외기와의 환기열량 × 1일 환기횟수 × 냉각시간 = 열 부 하					
	$L \times W \times H = V(m^3)$	$\Delta i \text{ Kcal}/m^3$	회/일	1/H	Q2 Kcal/H	
	$13.97 \times 10.75 \times 6.8 =$	28	1	1/5		
제 냉 각 품 열 (Q3)	제 품 입 고 량 × 제품온도차 × 제품비열 × 냉각시간 = 열 부 하					
	수용량×입고율×1000=Tkg/일	$T_o - T_r = \Delta T(^{\circ}C)$	C kcal/kg℃	1/H	Q3 Kcal/H	
	64,800	$25 - 5 = 20$	0.96	1/18		
호 흡 열 (Q4)	1 일 입 고 량 × 호 흡 열 × 1/24 × 1/1,000 = 열 부 하					
	G kg/일	Kcal/ton24hr	1/24	1/1,000	Q4 Kcal/H	
	64,800	3,175.2	1/24	1/1,000		
고 내 발 생 열 (Q5)	명칭	합계 용량 × 단위발열량 × 가동시간 × 냉각시간 = 열부하				
		P (kW)	q (kcal/kWh)	Th	1/H	Q5 Kcal/H
	FAN	$(1.5 \times 3 + 0.4 \times 2) = 5.3$	1,250	15	1/18	6,625
	전 등	$0.1 \times 4 = 0.4$	860	0.5	1/18	34.4
	작업원	$5\{47 - (-5)\}$	2	0.5	1/18	52
	차압팬	$3.75 \times 8 =$	1,000	18	1/18	
소 계	Q5 = Kcal/H					
소 계	Q6 = (Q1 ~ Q5)		Q6 = Kcal/H			
안 전 율	Q7 = (Q1 ~ Q6) × 0.1		Q7 = Kcal/H			
합 계	Q8 = (Q1 ~ Q7)		Q8 = Kcal/H (RT)			

7) 기기 선정 기준

(1) 설계조건

가. 대상품목 : 배추등 신선 과실, 채소류 등 농산물 (예냉 후 보관)

나. 냉각기준

- 초기 품온 : 25℃ · 목표 품온 : 5℃ · 예냉소요시간 : 5시간
- 1회 처리량 : 4,320상자(64.8톤)

다. 입고품의 형태

- 상자 : PLASTIC BOX · 규격 : 550(L)x 360(W)x 310(H) · 중량 : 15Kg

라. 상자적재수 : 4,320상자

마. 냉각시스템

구 분	설 계 기 준
냉각 방식	냉매에 의한 UNIT COOLER에서 열교환되는 직팽식, 개별식
응축 방식	REMOTE CONDENSER에 의한 공냉식
제상 방식	HEATER에 의한 전열제상
외기 온도	35℃
고내 온도	-5℃
증발 온도	-10℃
응축 온도	45℃
UNIT COOLER 입출구 온도차	3℃
UNIT COOLER 코일 전면 풍속	2.75m/s

바. 단열

- 종류 : URETHAN PANEL
- 열전도도 및 두께 : 0.0185Kcal/m h °C

사. 차압휨의 용량

- FAN : 250CMM x 40mmAq
- MOTOR : 3.75kW x 8개

· 소요풍량(CMM)

$$\text{소요풍량} \frac{(\text{m}^3/\text{min})}{=} \frac{\text{냉각소요열량}}{\text{공기의비중}(1.282) \times \text{비열}(0.24) \times 60 \text{min}/\text{h} \times \text{냉기의냉각전후온도차}(\Delta T)}$$

($\Delta T=4^\circ\text{C}$)

(2) 주요 기기 사양서

가. 총 냉각부하 : 33.21RT(110,253.5Kcal/h)

나. CONDENSING UNIT : 2SET

① COMPRESSOR : COMPRESSOR : 30HP × 2SET

② CONDENSER : 30HP × 2SET,

다. UNIT COOLER : 30HP x 2SET

· FAN & MOTOR

예) 30HP용

- FAN : ψ 600 x 3SET

- MOTOR : 1.5KW x 4P x 3EA

- 소요풍량 : 430CMM(정압 20mmAq 기준시)

- 전열면적 : 185.4 m²

$$A = \frac{\text{냉각부하}(Kcal/h)}{\Delta T M \times K} = \frac{45,000 Kcal/h}{8.41^\circ\text{C} \times 28 Kcal/m^2 h^\circ\text{C}} = 185.4 \text{ m}^2$$

· 핀 피치, 파이프 피치

- 핀 피치 : 8.5mm

- 파이프 피치 : 38.1mm

· 코일, 핀의 재료 및 크기

- 코일 : 5/8" (15.88mm), Cu, 5t

- 핀 : Al, 0.3t

□□ HEATER 용량 및 크기

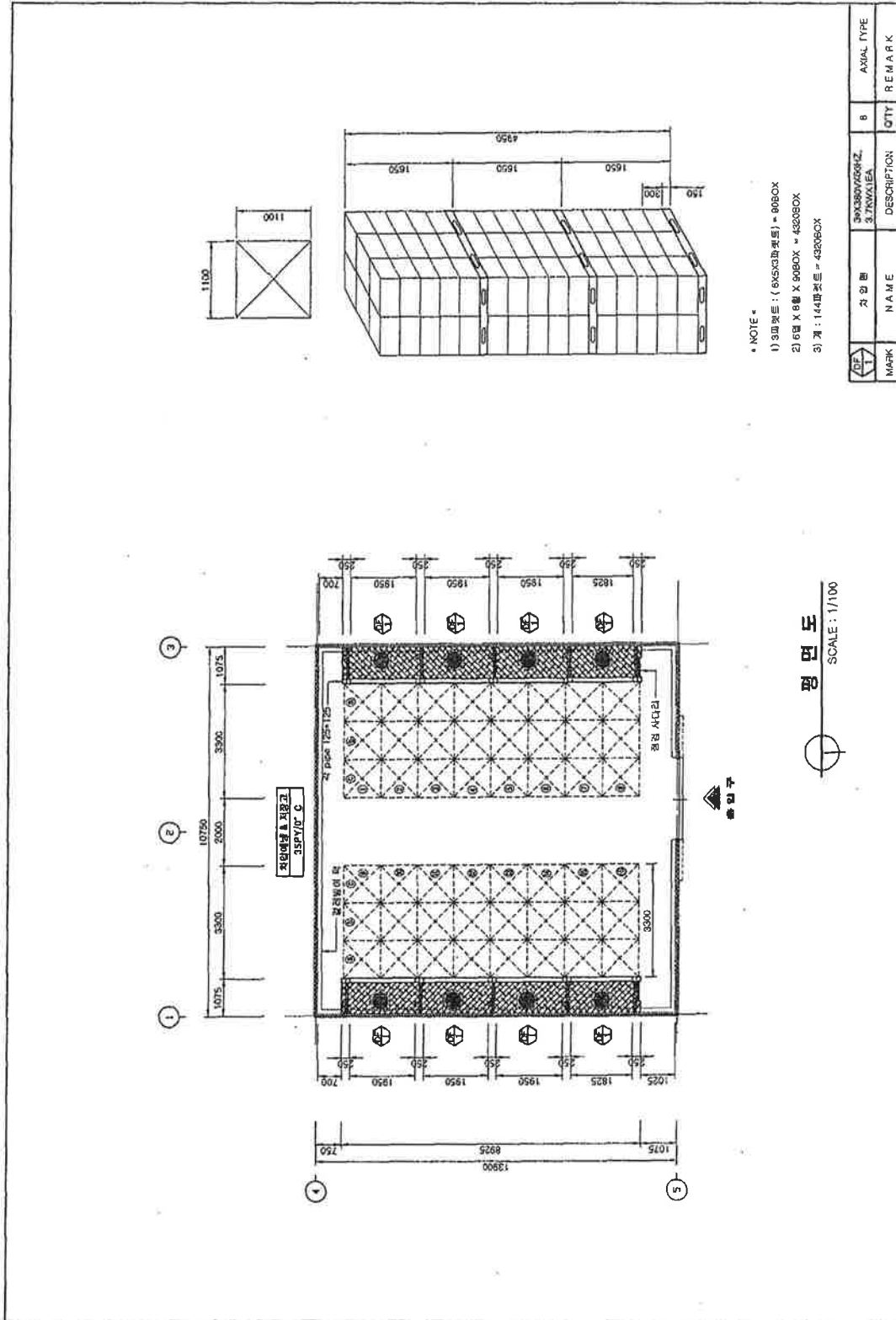
- 1.1kW × 19EA, 1.3kW × 2EA

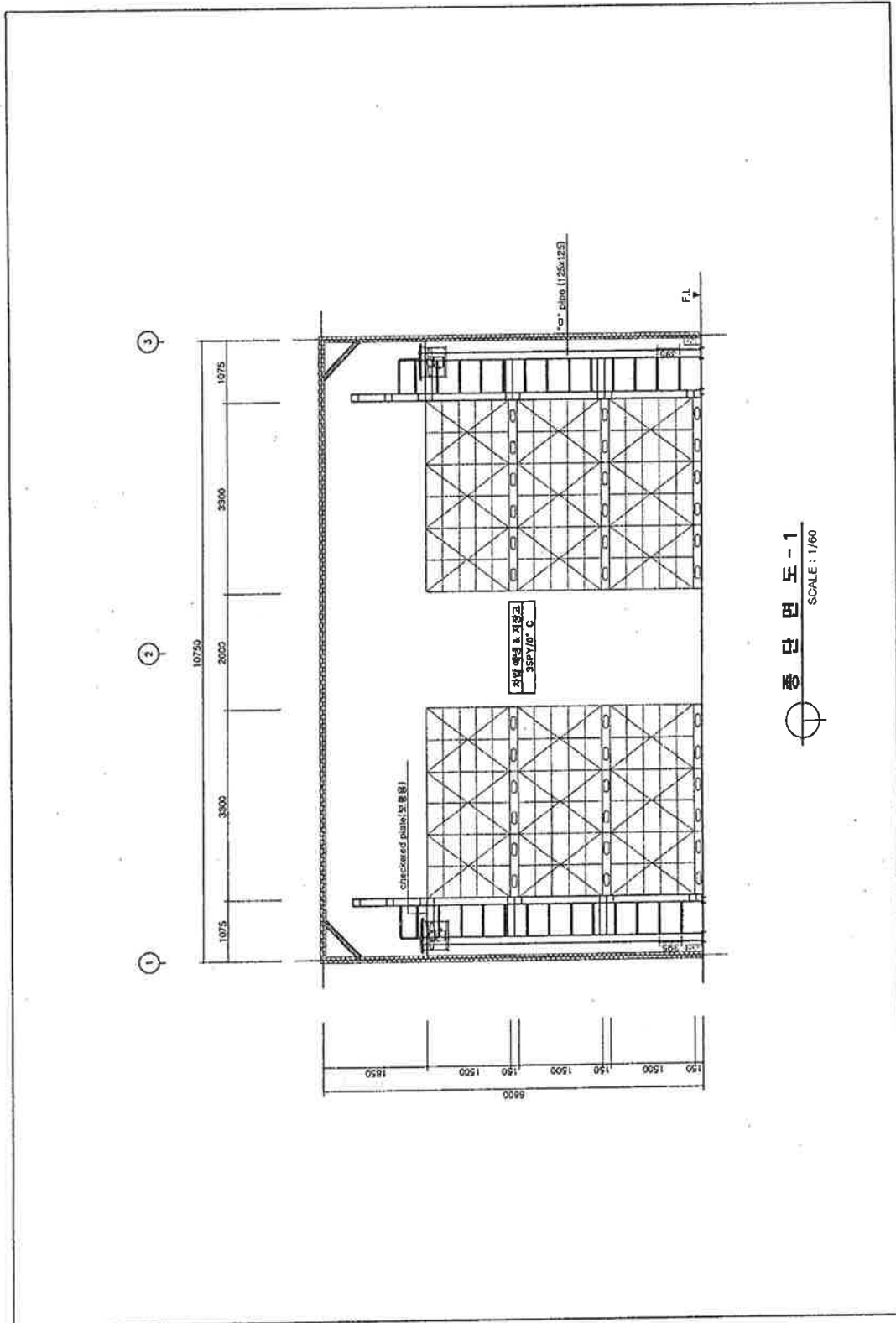
라. 차압웬

: 3.75kW x 8SET

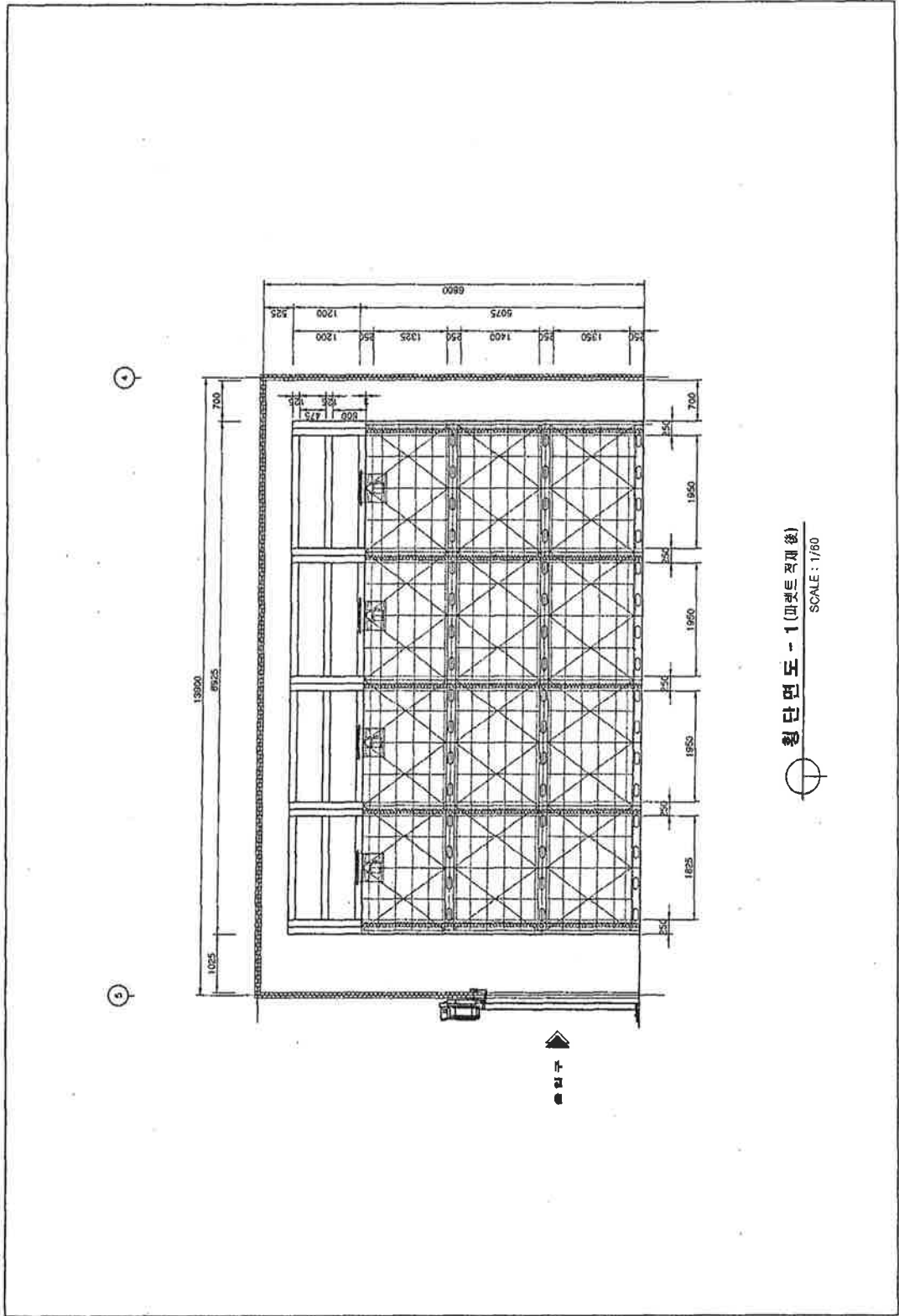
마. 품온계 - 1SET

예냉과정중 청과물과 직접 닿는 냉기의 온도와 냉각되는 품온(2점 이상)을 외부에서 측정할 수 있는 온도 센서와 계기를 부착.

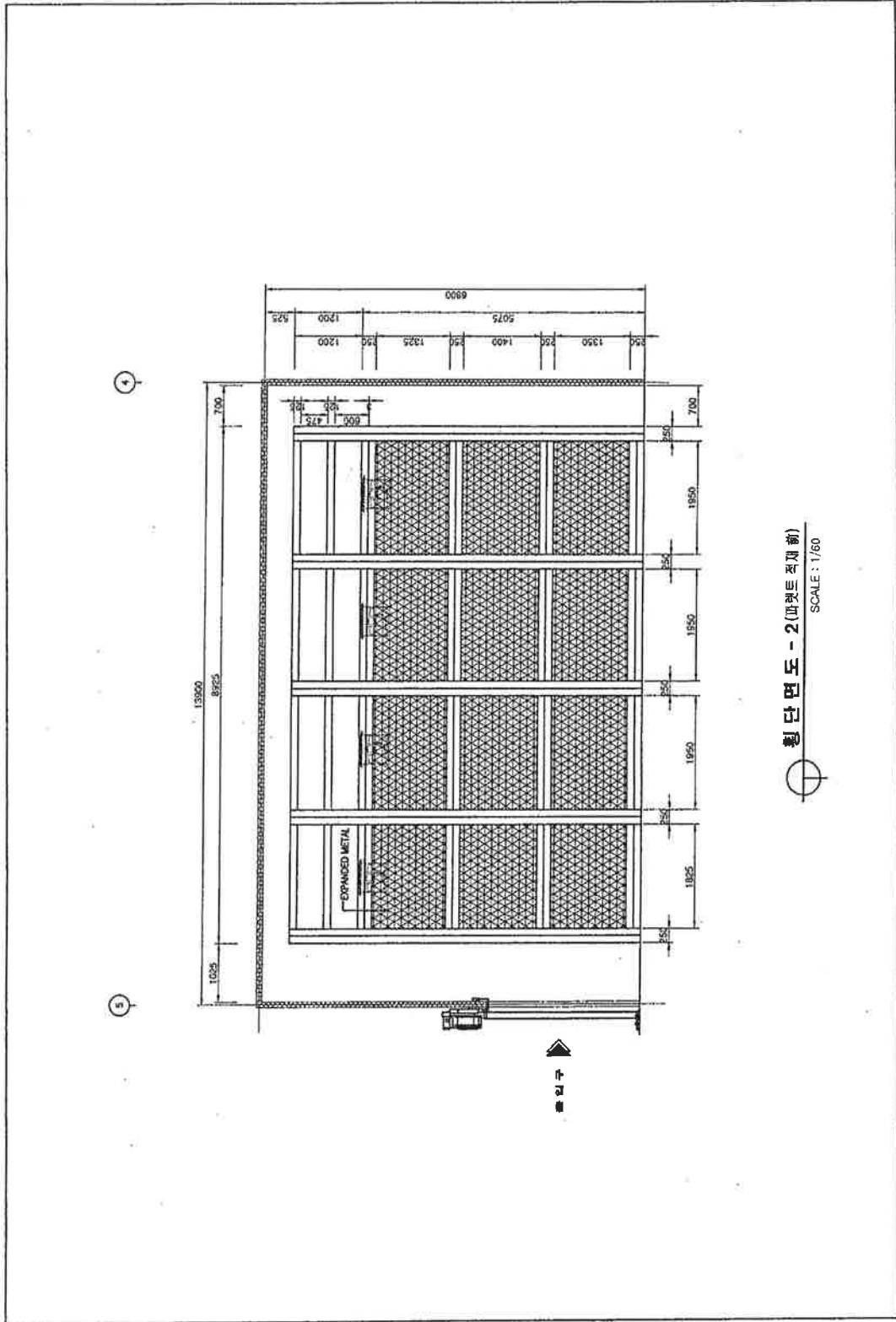


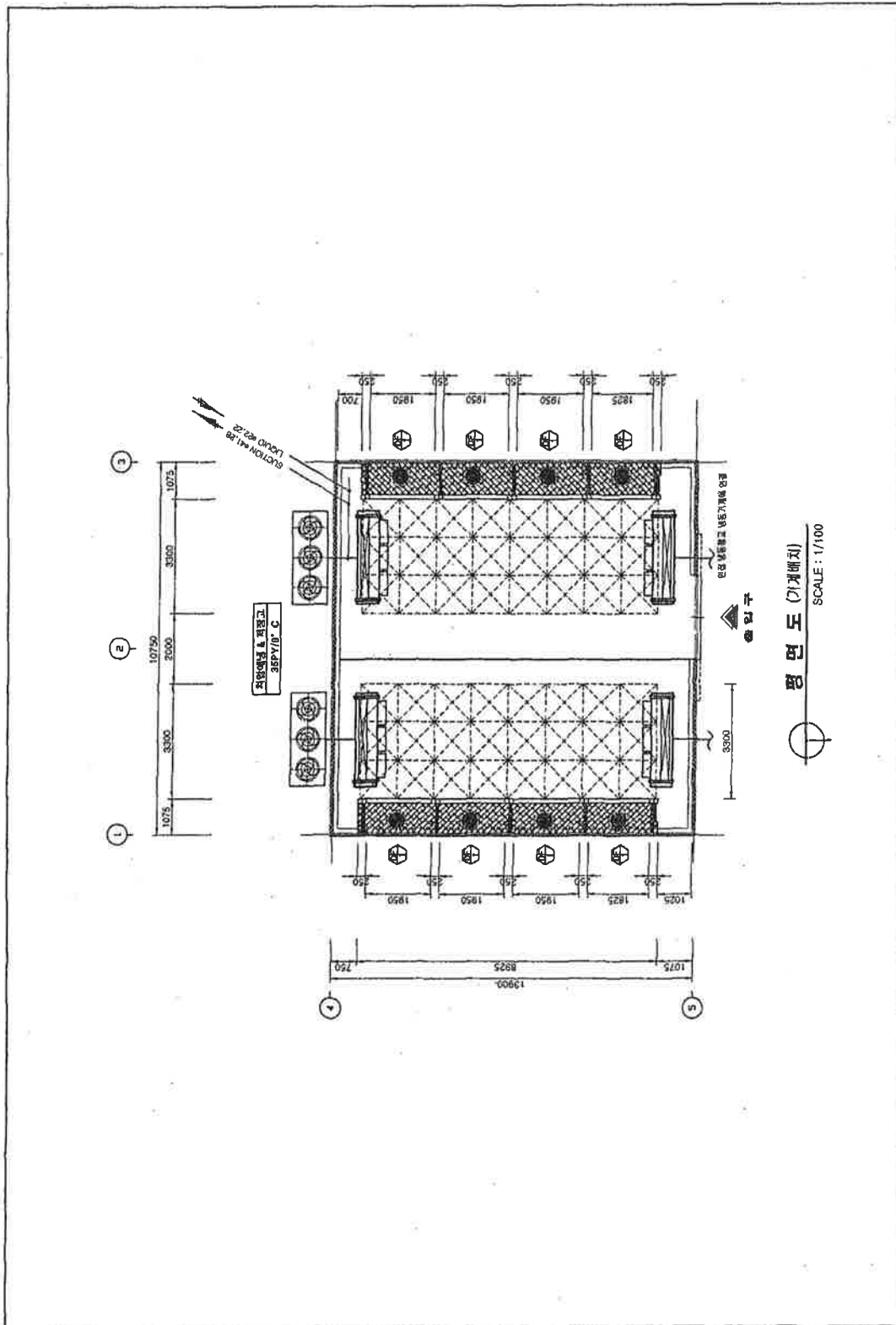


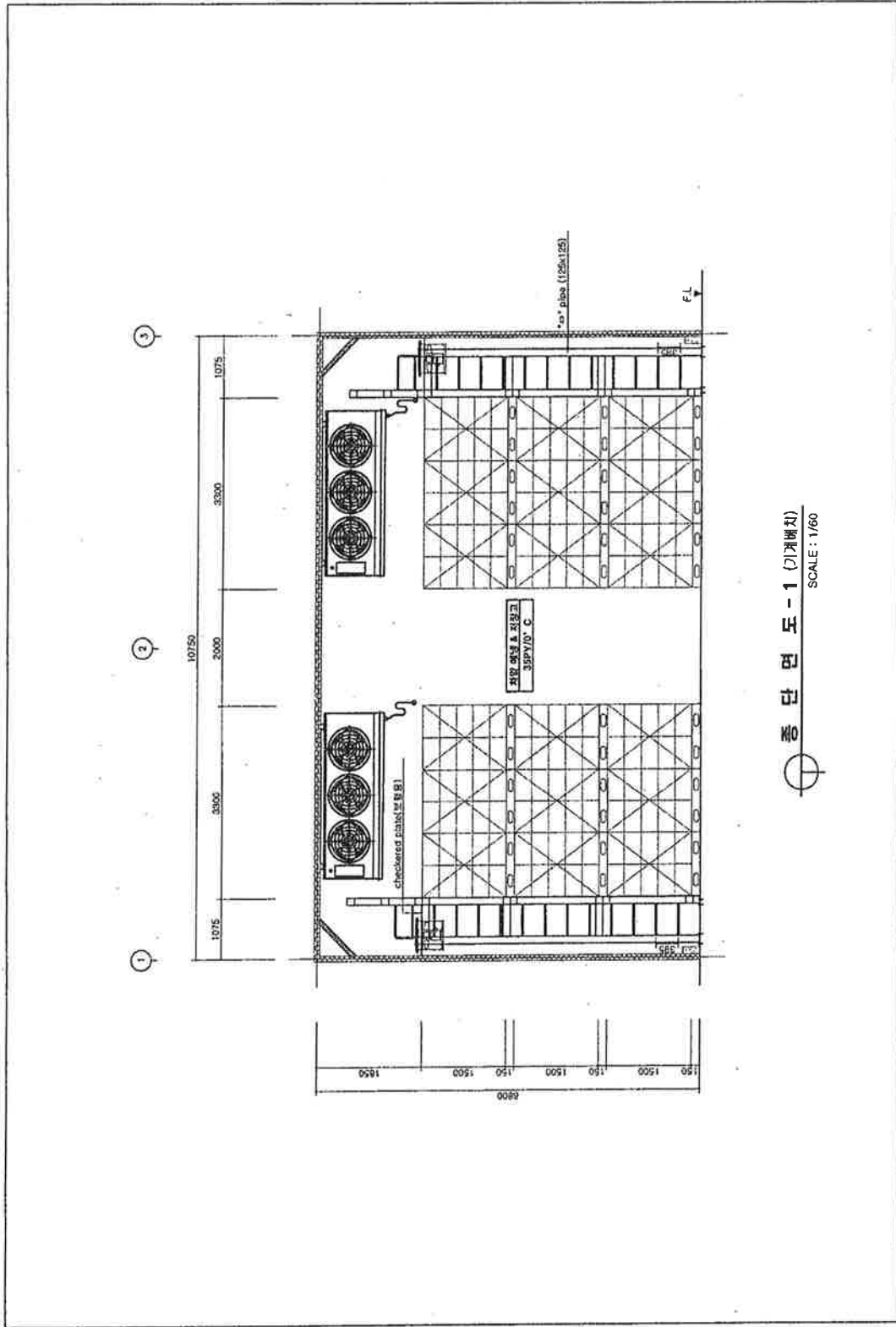
중 단 면 도 - 1
SCALE : 1/60

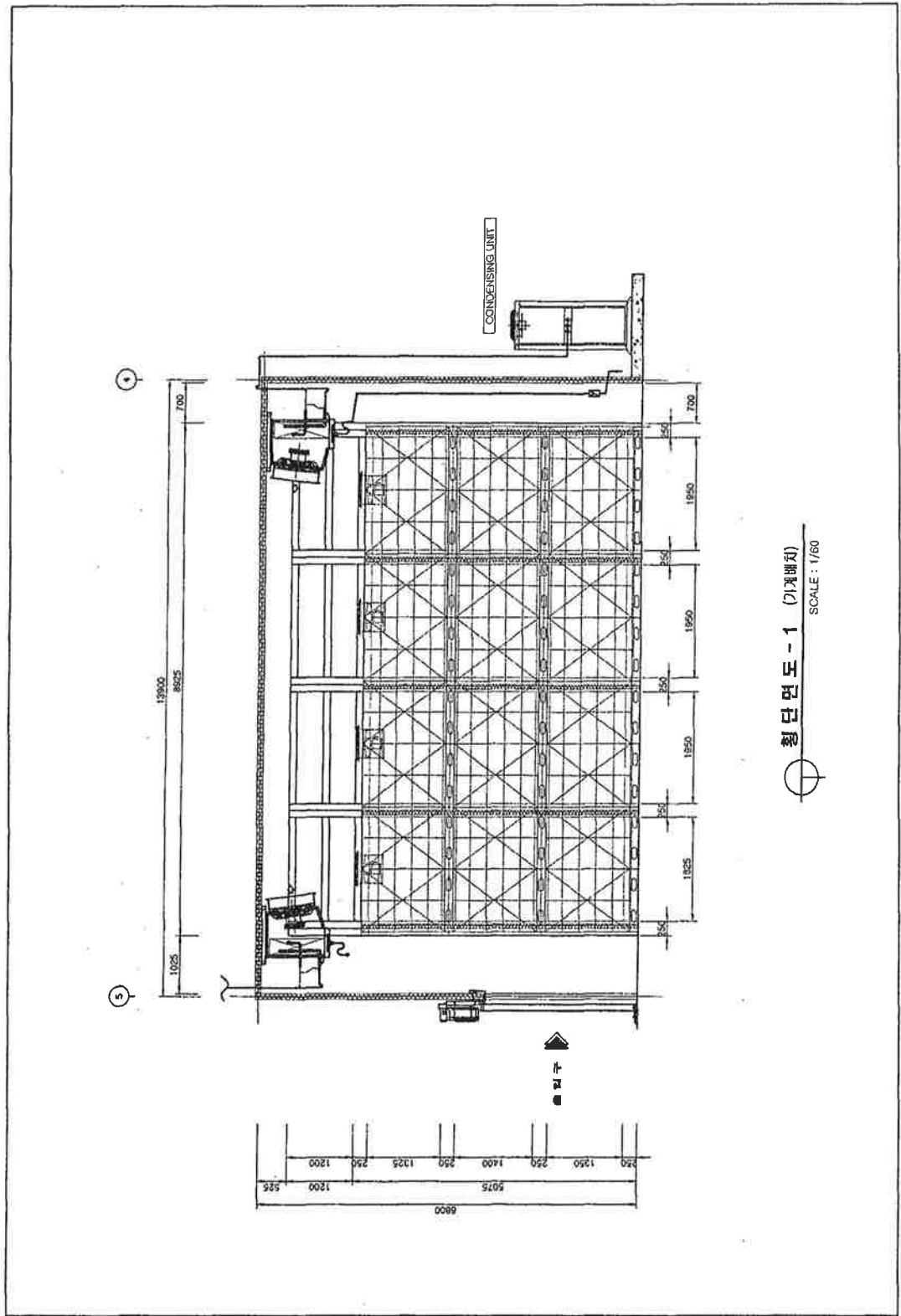


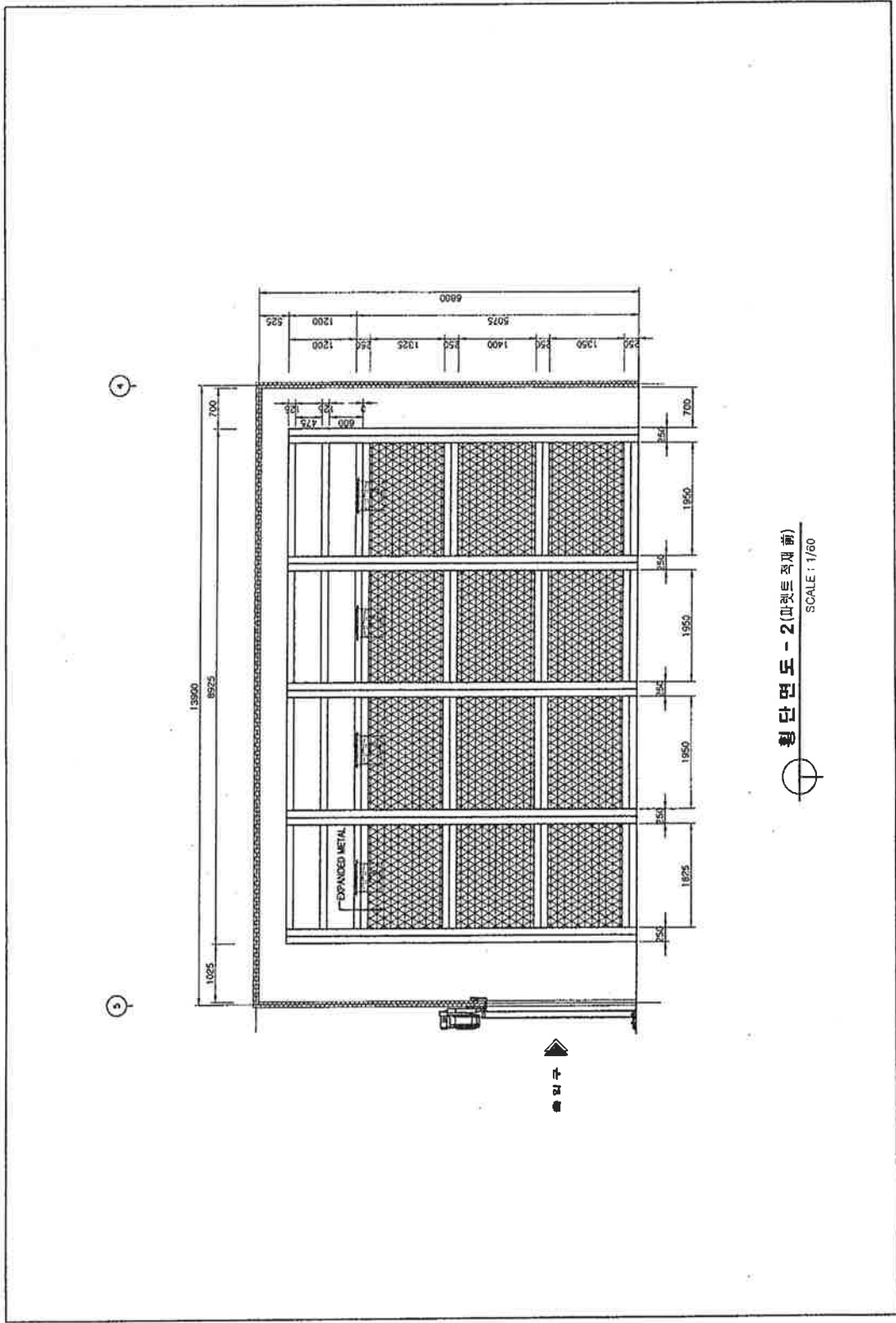
원 단 면 도 - 1 (이 린 트 직 제 후)
SCALE : 1/80





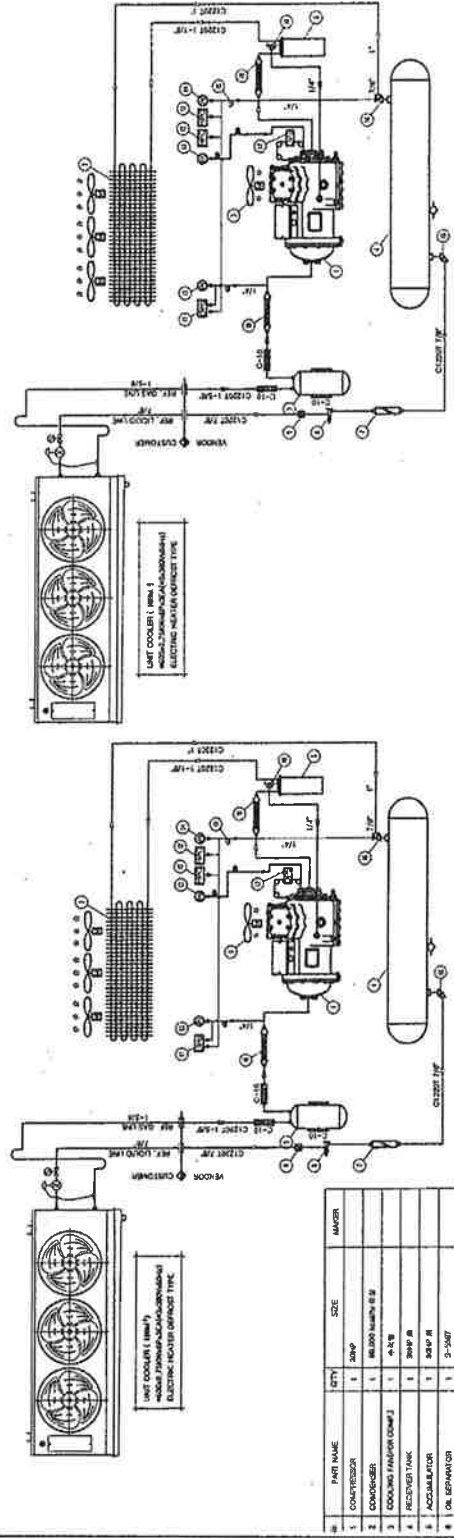






원 단 면 도 - 2 (바 렛 트 직 직 新)
SCALE : 1/80

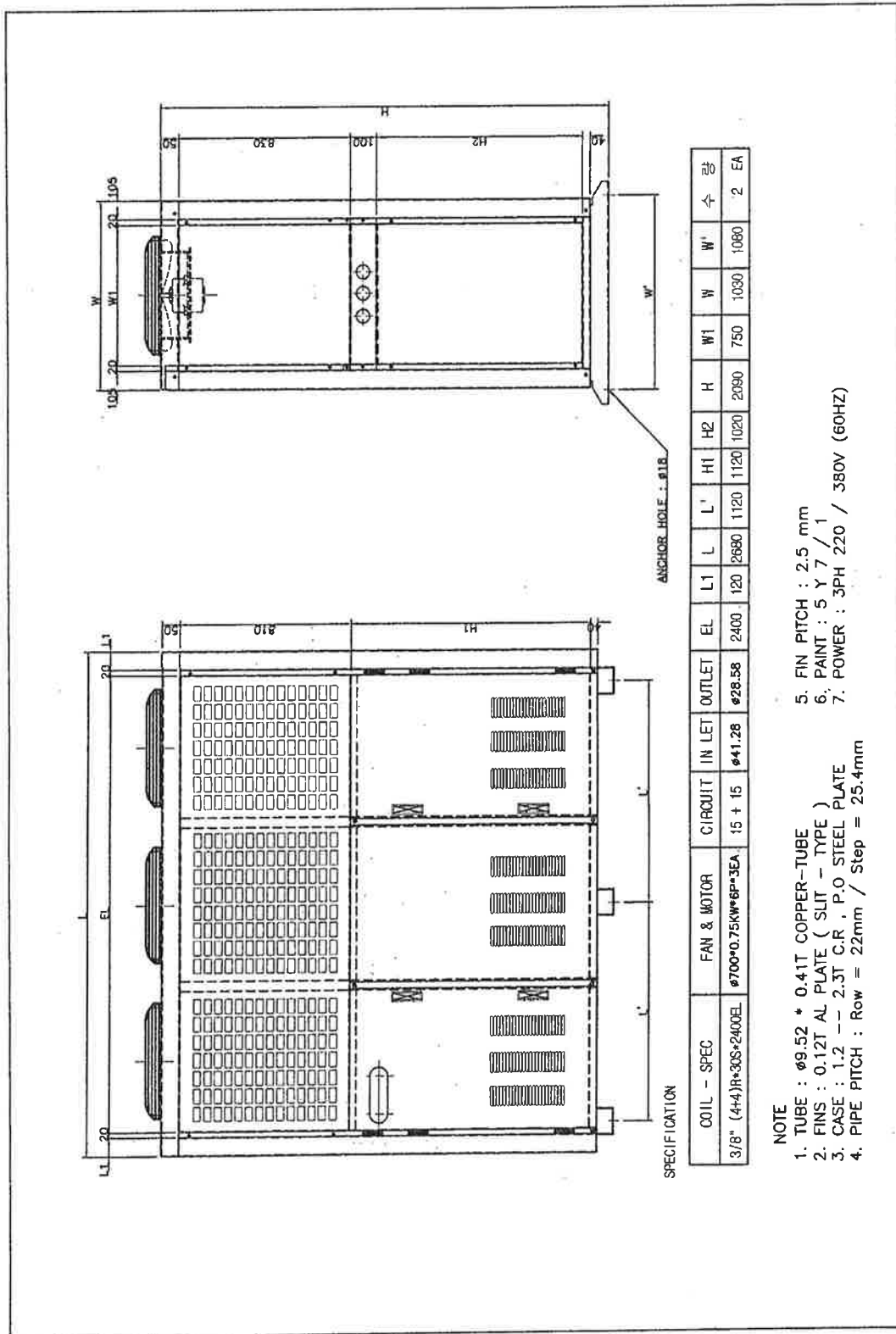
차압예방 & 저장고
0°C



NO.	PART NAME	QTY	SIZE	MAKER
1	COMPRESSOR	1	3HP	
2	CONDENSER	1	48,000 Btu/hr 8.0P	
3	COOLING FAN(COIL)	1	4-1/2P	
4	RECEIVING TANK	1	3HP R	
5	ACCUMULATOR	1	3HP R	
6	OIL SEPARATOR	1	3-5/8T	
7	FILTRER DRYER	1	7/8P	
8	BRACKET W/	1	7/8P	
9	SOFT GLASS	1	7/8P	
10	OIL RETURN VALV	1	3/8"	
11	CL.P.S	1	DN5 1/2"0.004"	
12	M.P.C	1	5/8x 3/8	
13	PRESSURE GAUGE	2	1/2"0.004" (1/2"0.004")	
14	PRESSURE GAUGE	1	0 - 100psi (0 - 100psi)	
15	CHARLARY TUBE	1	0.125" x 3.00"	
16	RESPONSE W/	2	7/8P	
17	CHG. TUBE	1	0.125"	
18	FLEXIBLE TUBE	1	1/2"	
19	FLANGE TUBE	1	1/2"	

- NOTES -
1. 사용냉매 : R-22, 사용오일 : SUNISO 3GS.
 2. 배관에 °C 도 표시된 것은 EPDM(고무알코보온재)으로 보낼 것.
(°C 도 표시된 숫자는 두께임)

FLOW SHEET
SCALE : 1/100



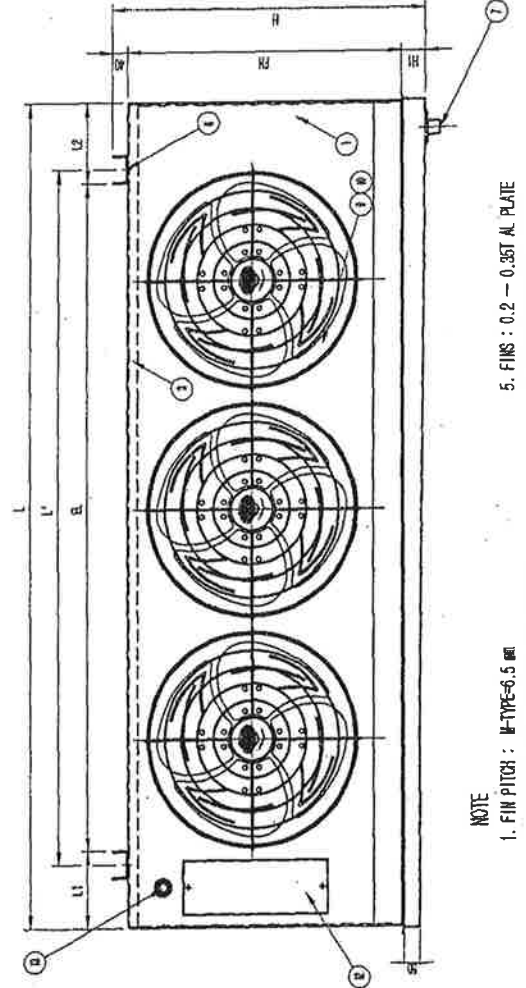
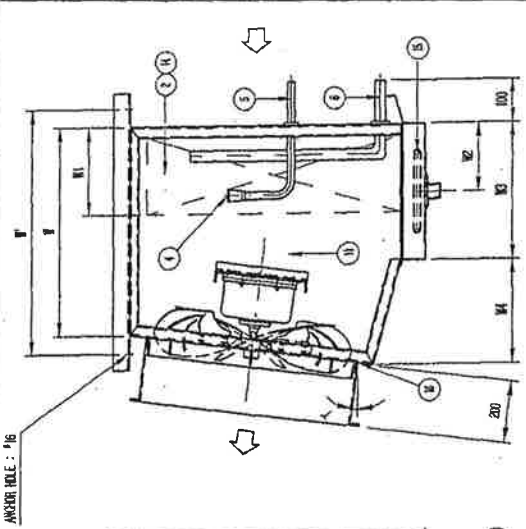
COIL-SPEC.	FAN & MOTOR	동종-히터	드레인-히터	BL	L1	L2	L	L'	W1	W	W2	W3	H1	H	H1	H2	F.P.	수	공	진	스	RTY	REMARK
1/2" 8# * 24# * 24# * 24#	650 * 0.75HP * 36A	1.7kW * 15A	2.0kW * 20A	240	150	150	265	265	150	150	150	150	120	114	120	114	6.5	2	EA	100.77	1.2 - 2.0 T	0	

ID	DESCRIPTION	MATERIAL	SPEC.	QTY	REMARK
1	COIL	COPPER	1.2 - 2.0 T	0	
2	COIL	ALUMINUM	DIMENSION	1	
3	TOP-PLATE	COPPER	1.2 - 2.0 T	1	
4	DRAIN-PIPE	STEEL	DIMENSION	1	
5	INLET	CU	DIMENSION	1	
6	OUTLET	CU	DIMENSION	1	
7	DRAIN-SOCKET	SP	DIMENSION	1	
8	ANCHOR SUPPORT	SP	75 * 75	2	
9	PIPE-FLANGE	AL	DIMENSION		
10	MOTOR	AL	DIMENSION		
11	MOTOR-PROTECT	ALUMINUM	DIMENSION		
12	TERMINAL BOX	C.A	1.2 T	1	
13	PIPE-FLANGE	STEEL	DIMENSION		
14	SOFT-HEADER	SUS304	DIMENSION		
15	DRAIN-HEADER	SUS304	DIMENSION		
16	FAN-HEADER	STEEL	DIMENSION		

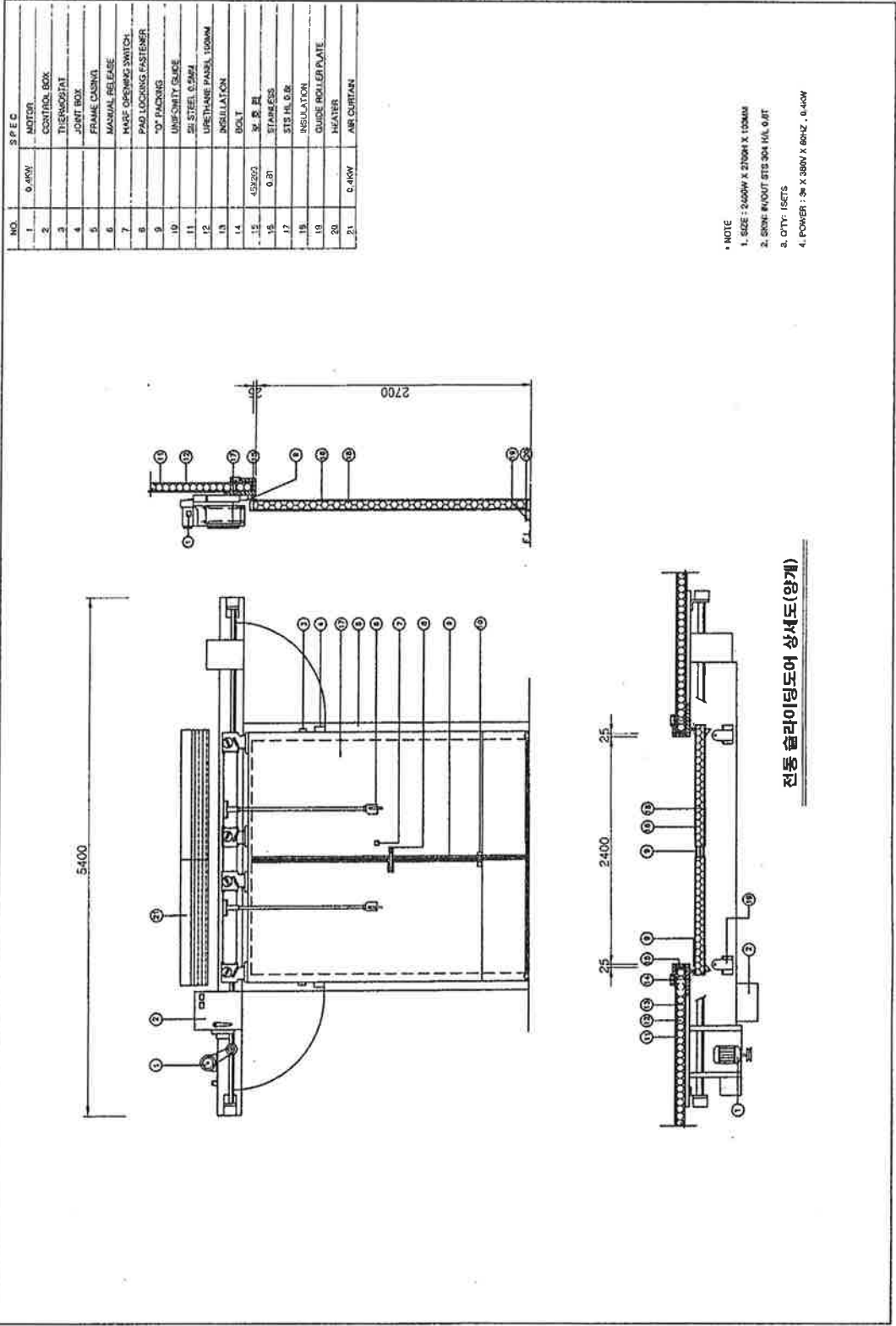
<공조조합의 검사필>

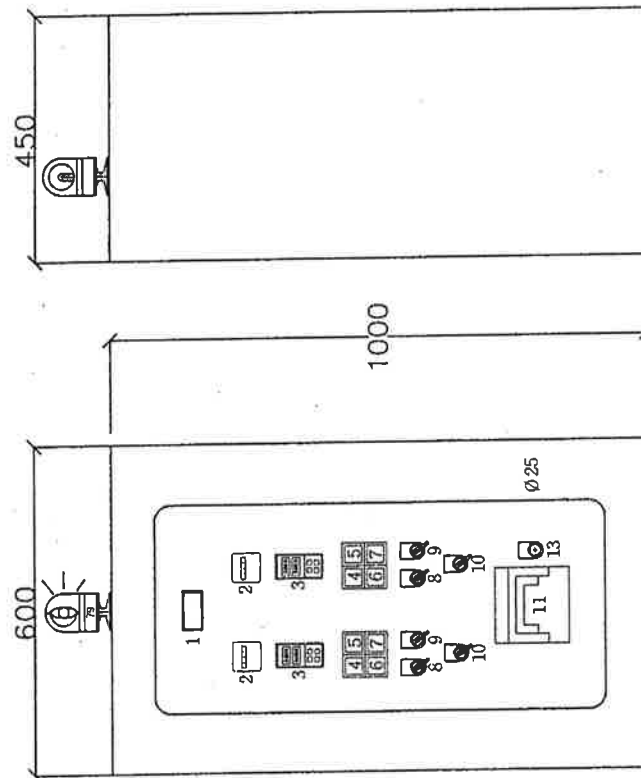
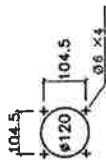
CONNECTIONS

MODEL	IN LET	OUTLET	CIRCUIT	DRAIN-SOCKET
1-450 W	122.22	153.98	1/4" * 17P	50 A



- NOTE
1. FIN PITCH : W-TYPE=6.5 ㎜
 2. PIPE PITCH : ROW = 33 ㎜ / STAP = 38.1 ㎜
 3. POWER : 3P 220/380V (60HZ)
 4. TUBE : φ12.70 * 0.43T COPPER-TUBE
 5. FINS : 0.2 - 0.35T AL PLATE
 6. 프레임 및 T.C 부속.
 7. M.L - TYPE = FAN 기어드 부속.
 8. PAINT : D - 80580



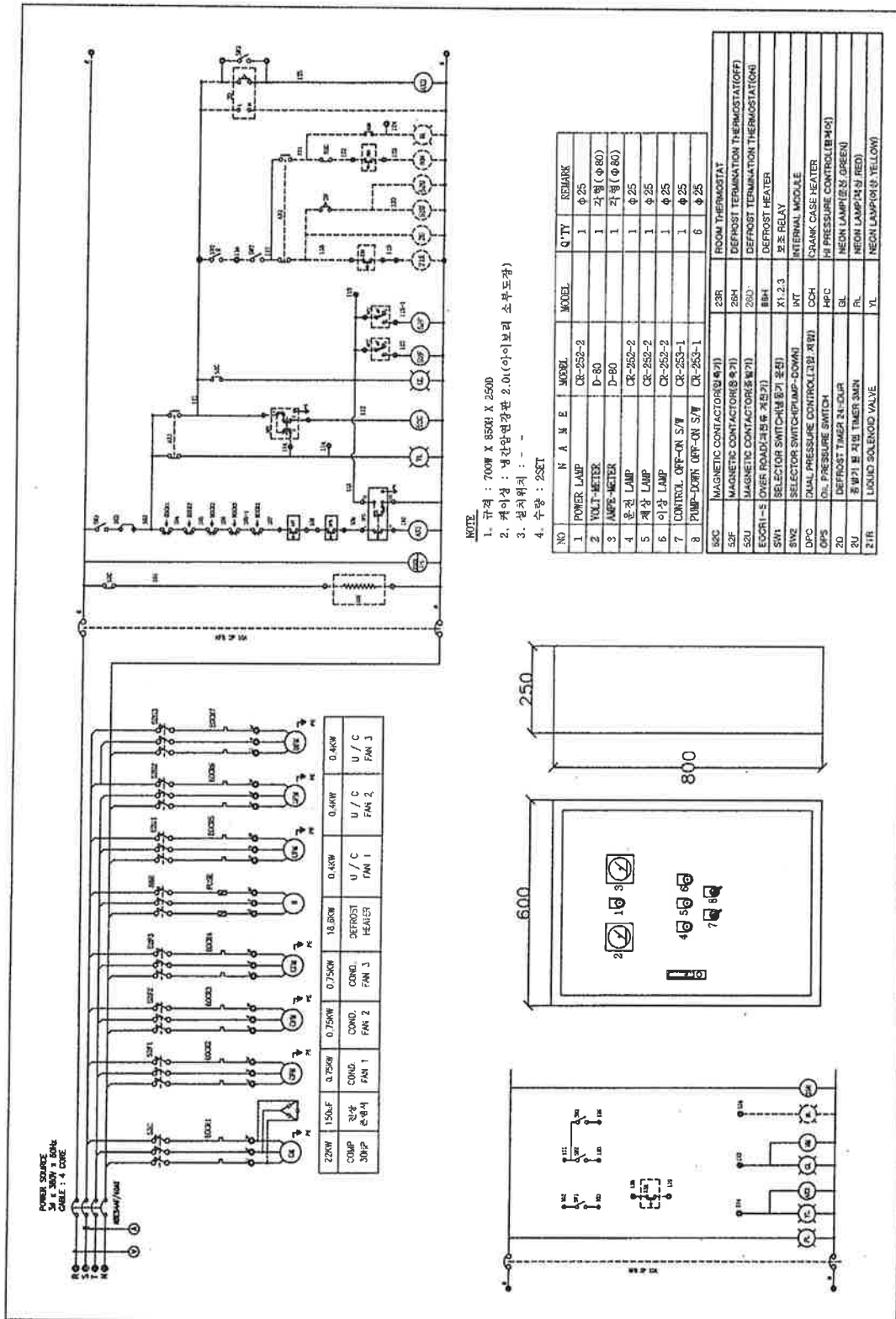


NOTE

1. 규격 : 800W X 2200H X 450D
2. 케이싱 : SUS 2t
3. 설치위치 : ---
4. 수량 : 1SET

NO	N A M E	MODEL	Q'TY	REMARK
1	MAIN POWER LAMP	KH-5002-2	1	80*40
2	COMP HOUR-METER	49557	6	48*48
3	TEMP CONTROLLER	FALL47	6	---
4	진입 램프	KH-5002-1	6	40*40
5	출구 램프	KH-5002-1	6	40*40
6	경광 램프	KH-5002-1	6	40*40
7	이상 램프	KH-5002-1	6	40*40
8	CONTROL OFF-ON S/W	CR-253-1	6	φ 25
9	PUMP-DOWN OFF-ON S/W	CR-253-1	6	φ 25
10	수동계상 OFF-ON S/W	CR-253-1	6	φ 25
11	REORDER(문도기록제)	RR-100	1	138*138
12	WARNING BUZZER	WY-606	1	80*80
13	WARNING STOP S/W	CR-252-1	1	φ 25
14	경광동	TP-012	1	---
15				
16				
17				

메인 컨트롤 패널 외형도
제 4:1/NS

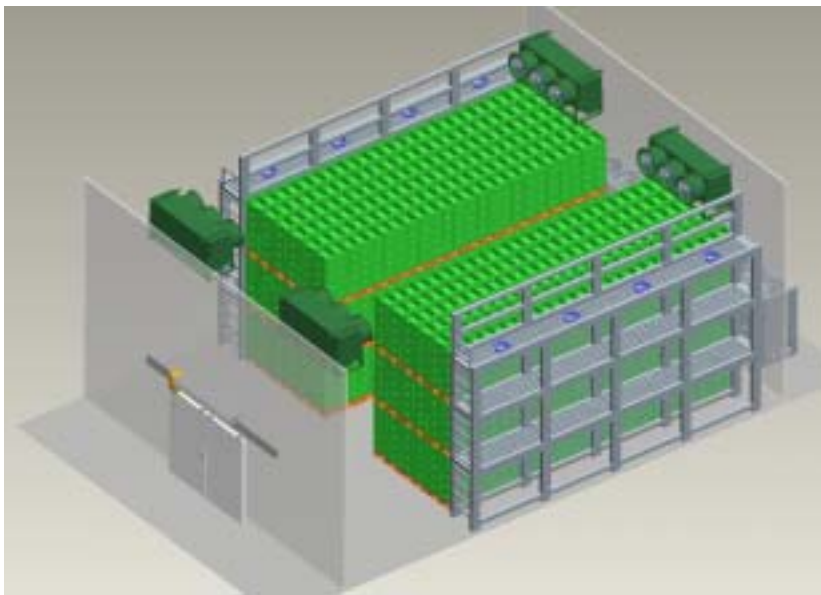
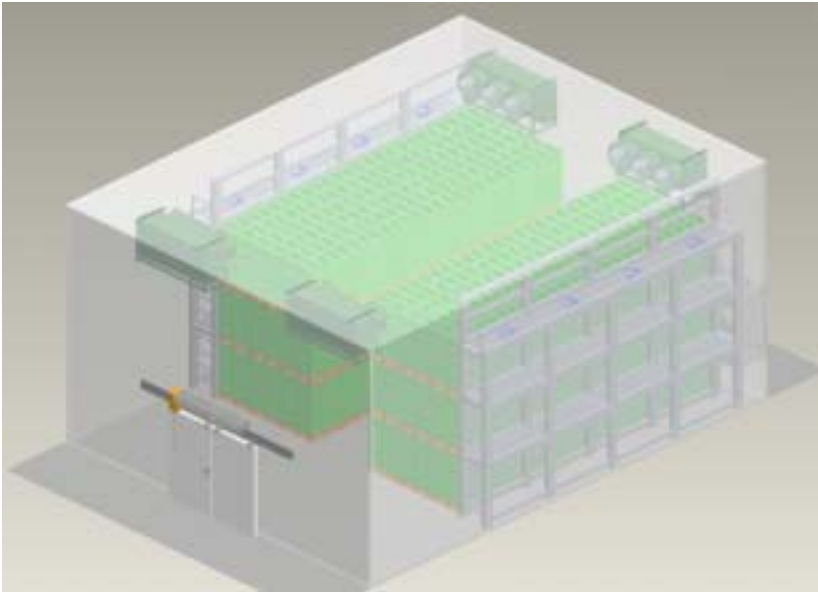


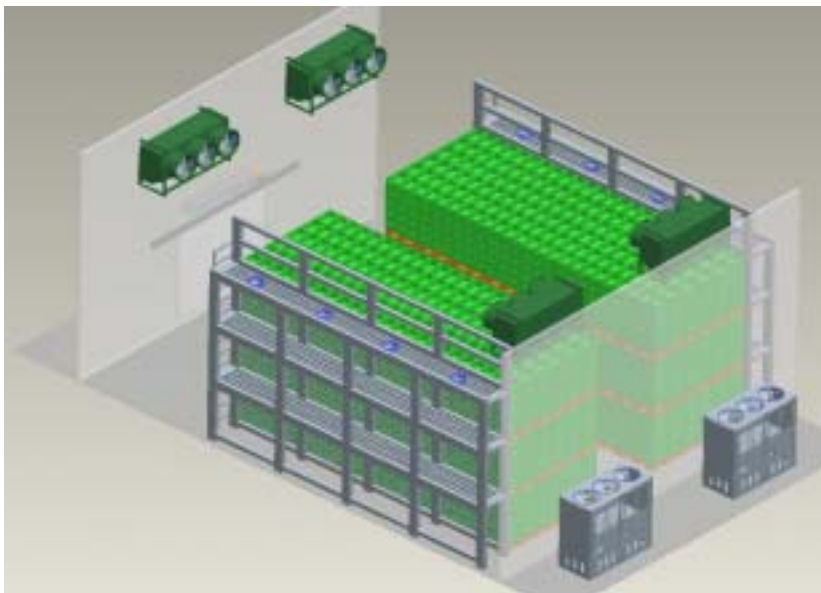
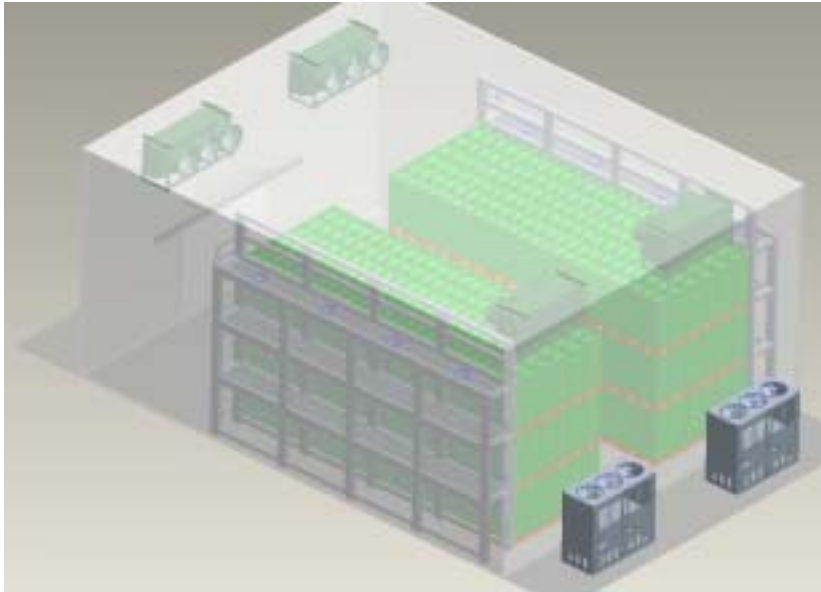
NOTE.

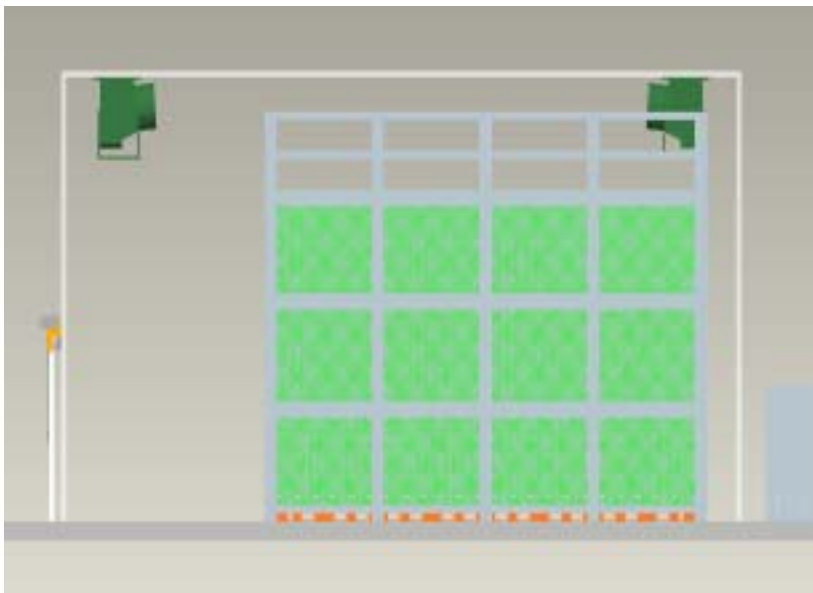
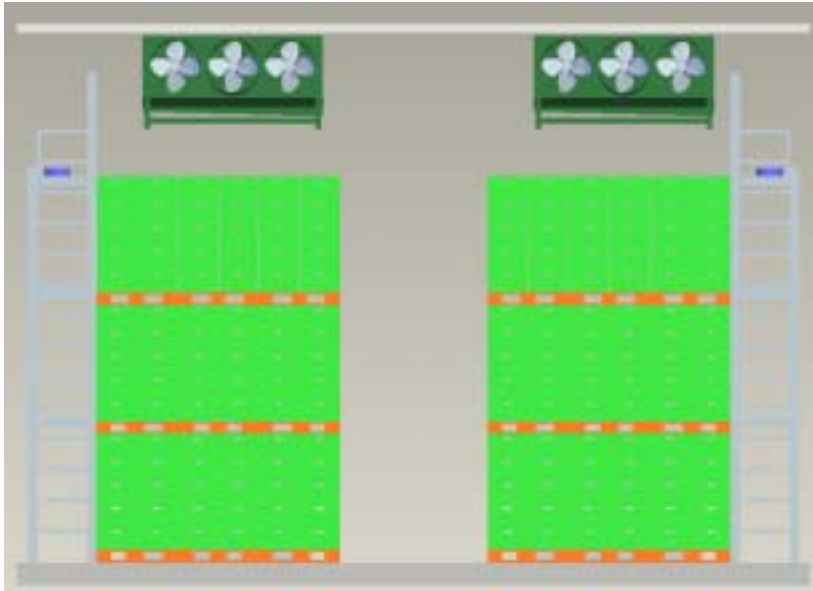
1. 규격 : 700W X 850H X 250D
2. 색이징 : 영안당발전관 2.0(아이보리 소부도장)
3. 설치위치 : - -
4. 수량 : 2SET

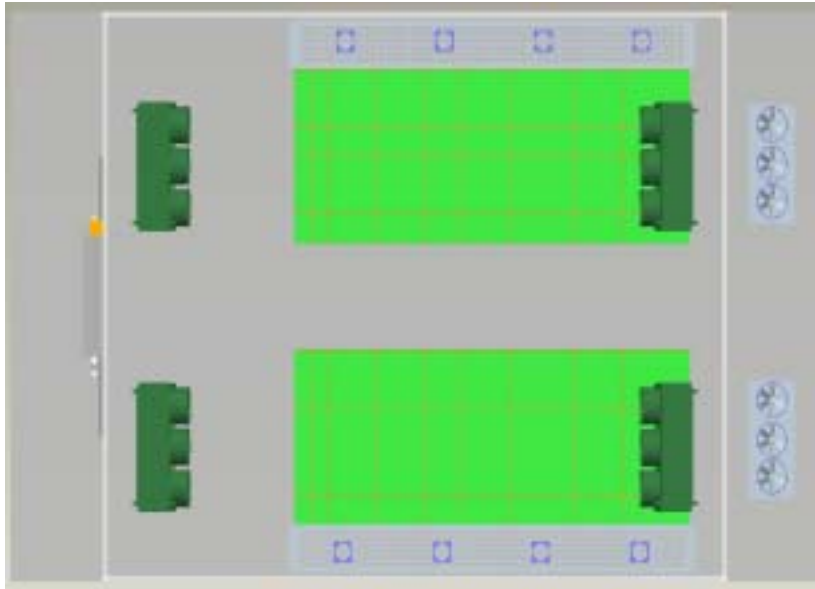
NO	N A M E	MODEL	MODEL	Q T Y	REMARK
1	POWER LAMP	CR-252-2		1	φ 25
2	VOLT-METER	D-80		1	각형 (φ 80)
3	AMPE-METER	D-80		1	각형 (φ 80)
4	온전 LAMP	CR-252-2		1	φ 25
5	계상 LAMP	CR-252-2		1	φ 25
6	이상 LAMP	CR-252-2		1	φ 25
7	CONTROL OFF-ON S/W	CR-253-1		1	φ 25
8	PUMP-ON/OFF S/W	CR-253-1		6	φ 25

ROOM THERMOSTAT	MODEL	REMARK
23R		ROOM THERMOSTAT
23H		DEFROST TERMINATION THERMOSTAT(OFF)
23D		DEFROST TERMINATION THERMOSTAT(ON)
23B		DEFROST HEATER
X1.2.3		5/3 RELAY
INT		INTERNAL MODULE
CSH		CRANK CASE HEATER
HPC		HI PRESSURE CONTROL(B.M-10)
GL		NEON LAMP(N. GREEN)
RL		NEON LAMP(N. RED)
YL		NEON LAMP(N. YELLOW)









마. 유니트형

<시설 개요>

1) 예냉예건 겸용

본 연구에서 고려한 시스템은 개발되어지는 시스템의 활용도를 고려하여 제습(건조, 큐어링 포함) 기능과 함께 냉각(예냉) 기능을 겸하는 복합시스템으로 개발을 추진하였다. 제습시스템은 품목에 따라 여러형태로 조절이 가능하도록 하였다. 즉, 가을철에 수확되는 작물 및 고부가가치 농산물들에 대해서는 저온에서 제습, 건조가 가능하도록 하고(그림 참조) 늦봄부터 여름철에 수확되는 마늘, 양파와 같은 품목은 30℃ 이상에서 제습이 이루어지면서 큐어링이 병행될 수 있도록 계절별 콘트롤이 가능하도록 설계되었다. 아울러 건조가 행해지면 이어서 저장공정에 들어가는 점을 고려하여 바로 냉각이 되도록 하였으며 기본적인 공기의 순환시스템은 중앙흡인식차압예냉시스템의 원리를 modify하여 구성하였다(외형도면 참조).

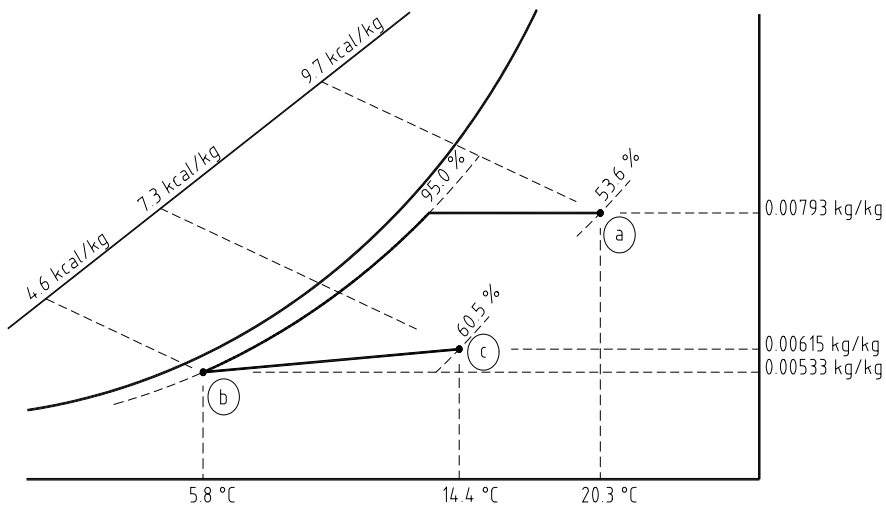


Fig. 1. Changes of air states through evaporator and reheater on psychrometric chart((a) : ambient air, (b) : exit air from evaporator, (c) : exit air from reheater).

1. 시스템 설계

가. 설계 조건

1) 예냉처리를 위한 냉동시스템 설계 < 30평 기준 예>

건 명		예냉고		실 명		예냉예건실	
실 크 기		길이 14m × 폭 8m × 높이 6m					
설 계 조 건	수용능력	10 TON		고내온도		-5℃	
	외기온도	외벽35℃, 천정38℃, 바닥25℃		입고온도		25℃	
	입고온도	과실 등 농산물		중 온		5℃	
	방 열 사 항	외 벽 재료명 두께	우레탄 패널 100t				
		천 장 재료명 두께	우레탄 패널 100t				
		바 닥 재료명 두께	우레탄 보드 100t				
칸막이벽 재료명 두께		우레탄 패널 100t					
천 정 구 조		직 천 정, 이 중 천 정					
벽 면 침 입 열 (Q1)	벽면명칭	면 적 × 열통과율 × 외기와의 온도차 = 열 부 하					
		L×W=A(m ²)		λ/t=Kcal/m ² h℃		To-Tr=ΔT(℃)	
	외 벽	(14+8×2)×6=180		0.185		40	
	천 정	8 × 14 = 112		0.185		43	
	바 닥	8 × 14 = 112		0.185		30	
	칸막이벽	14 × 6 = 84		0.185		25	
소 계		Q1= 2,781.66 Kcal/H					
환 기 열 (Q2)	유 효 내 용 적 × 외기와의 환기열량 × 1일 환기횟수 × 냉각시간 = 열 부 하						
	L×W×H=V(m ³)		Δi Kcal/m ³		회/일		
14×8×6 = 604.8		28		1		1/5	
		3,386.88					
제 냉 각 품 열 (Q3)	제 품 입 고 량 × 제품온도차 × 제품비열 × 냉각시간 = 열 부 하						
	수용량×입고온×1000=Tkg/일		To-Tr=ΔT(℃)		C kcal/kg℃		
10,000		25-5 = 20		0.96		1/5	
		36,000					
호 흡 열 (Q4)	1 일 입 고 량 × 호 흡 열 × 1/24 × 1/1,000 = 열 부 하						
	G kg/일		Kcal/ton24hr		1/24		
10,000		1,510		1/24		1/1,000	
		Q4 Kcal/H					
		629.17					
고 내 발 생 열 (Q5)	명칭	합계 용량 × 단위발열량 × 가동시간 × 냉각시간 = 열부하					
		P (kW)		q (kcal/kWh)		Th	
	FAN	2.2×3=6.6		1,000		5	
	전 등	0.1×6=0.6		860		1	
	작업원	5{47-(-5)}		3		1	
	차압팬	3.75×4=15		1,000		5	
소 계		Q5 = 21,859.2 Kcal/H					
소 계		Q6 = (Q1 ~ Q5)		Q6 = 64,656.91 Kcal/H			
안 전 율		Q7 = (Q1 ~ Q6)×0.1		Q7 = 6,465.69 Kcal/H			
합 계		Q8 = (Q1 ~ Q7)		Q8 = 71,122.6 Kcal/H (21.42RT)			

2) 예건 및 제습 시스템의 제습량
 가) 냉각공기의 열 물성치

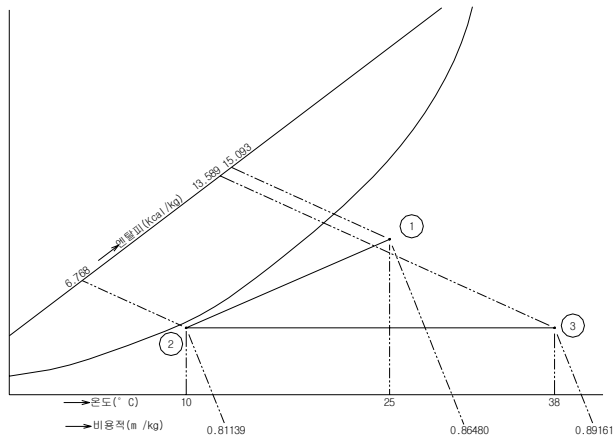


Fig. 3. Psychrometric chart of air for dehumidification and predrying.

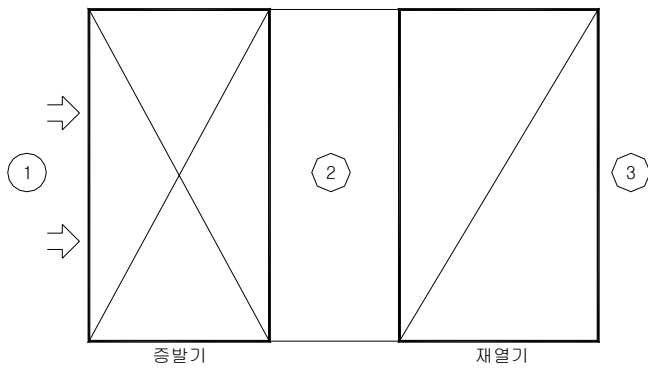


Fig. 4. Basic diagram of cooling and predrying.

그림 3은 제습건조 Psychrometric Chart 이다.

그림 4는 제습을 위한 냉각과 건조 장치를 조합한 모형도 이다

그림 3, 4에서 ①은 제습기에 공급되는 초기공기이며

②는 제습기에 공급되어 냉각제습된 공기이며

③은 건조가 발생하도록 가열된 출구공기 이다.

위의 그림의 ①②③공기의 열 물성치는 Table 1과 같다.

Table 1. Heat properties of air used for dehumidification and predrying

	①	②	③
온도(℃)	25	10	38
상대습도(%)	75	95	17.6
X 절대습도(kg/kg)	0.01493	0.00724	0.00724
V 비용적(m ³ /kg)	0.8648	0.81139	0.89161
E 엔탈피(kcal/kg)	15.093	6.768	13.589

나) 시스템의 제습량

□ 제습량(M) 33.24kg/h

$$M = \frac{Vm}{V} (X1 - X2) = \frac{3,738.74 \text{ m}^3/\text{h}}{0.8648 \text{ m}^3/\text{kg}} * (0.01493 - 0.00724) \text{ kg/kg} = 33.24 \text{ kg/h}$$

○ 송풍량(Vm) : 3,738.74 m³/h (62.30m³/min)

$$Vm = \frac{Q}{E1 - E2} V = \frac{35,991 \text{ kcal/h}}{(15.093 - 6.768) \text{ kcal/kg}} * 0.8648 \text{ m}^3/\text{kg} = 3,738.74 \text{ m}^3/\text{h}$$

Q(냉각열량) : 71,122.6 kcal/h

E1(① 엔탈피) : 15.093 kcal/kg

E2(② 엔탈피) : 6.768 kcal/kg

V(① 비용적) : 0.8648 m³/kg

X1(① 절대습도) : 0.01493 kg/kg

X2(② 절대습도) : 0.00724 kg/kg

E3(③ 엔탈피) : 13.589 kcal/kg

다. 시스템의 제열량

□ 재열열량(Q_r) : 29,488.94 kcal/h

$$Q_r = \frac{Vm}{V} * (E3 - E2) = \frac{3,738.74 \text{ m}^3/\text{h}}{0.8648 \text{ m}^3/\text{kg}} * (13.589 - 6.768) \text{ kcal/kg} = 29,488.84 \text{ kcal/h}$$

2. 제작

가. 시스템의 주요기기

1) 압축기(Compressor)

□ 압축기 기본모델

○ 증발온도/응축온도 : -10/45℃

○ 냉각열량 : 24,900kcal/hr

○ 응축열량 : 29,630kcal/hr

○ 축동력 : 5.5 kw

○ 냉매 : R-22

○ 형식 : 반밀폐형 왕복동식 모터 압축기/흡입가스 냉각방식

2) 냉각코일(Evaporator)

□ 냉각코일 유니트

5/8 “ 6r * 36s * 1100EL + 1100EL

FP : 8.5 , PP : 38.1

Copper Tube, Al Fin

3) 응축기(Condenser)

- 응축기 유니트

JAC-Y250

Fan $\Phi 600 * 0.4\text{kw} * 2\text{ea}$

4) 재열코일(Reheater)

- 재열코일 유니트

3/8 " 6r * 18s * 1800EL

FP : 2.5 , PP : 25.4

Copper Tube, Al Fin

5) 차압송풍기(Axial Fan)

- 차압송풍기

$\Phi 650 \times 250\text{CMM} * 40\text{mmAq}$

3.75kW * 380V * 4P X 2ea

6) 가습기(Humidifier)

- 가습기

원심식 가습기 12 l/hr

7) 기타

- 차압시트

2600w * 10m * 0.6t

- 팽창변

TEX 12-7.5(Danforss)

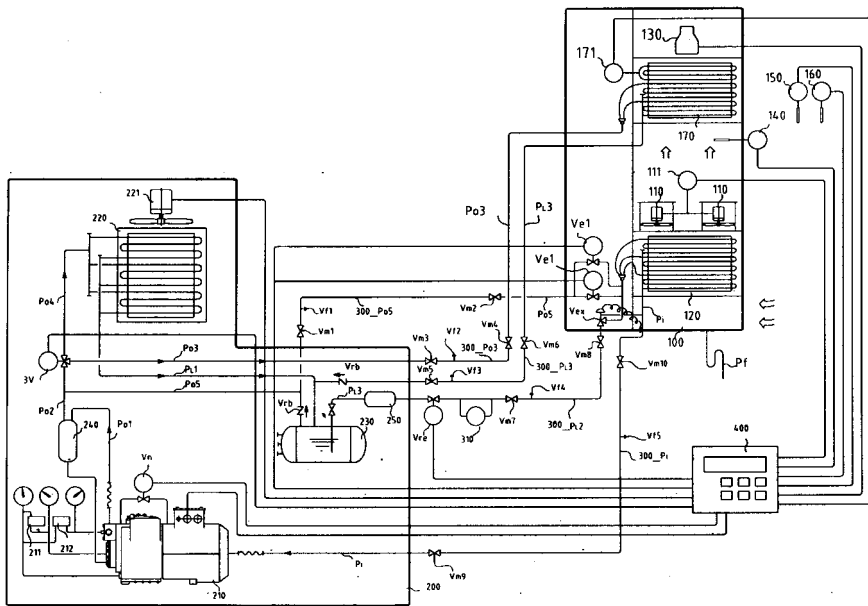


Fig. 5. Flow diagram of cooling, curing and dehumidification system

2. 제작

가. 시스템 구성

농산물의 신선도를 유지하기 위한 예냉 겸 예건장치의 기본 구성은 냉풍 또는 열풍을 선택적으로 생성하는 예냉예건유니트와 콘덴싱유니트를 독립된 장치로 분리하여 구성하고, 예냉예건유니트와 콘덴싱유니트 사이에서 냉매가 상호 유통되게 하는 플렉시블 연결배관부로 연결하였다.

본 연구에서 개발한 시스템은 예냉예건유니트박스 내에는 외부공기(여기서 외부는 유니트 외부를 의미하는 것으로 예냉실 또는 큐어링실 내부를 의미함)를 유니트박스내로 유입하는 것으로 풍량(風量)의 제어가 가능하고 정역회전이 가능한 차압팬(差壓 fan), 유입된 외부공기를 냉각 또는 가열하여 냉풍 생성시키는 증발기, 콘덴싱유니트로부터 유입되는 고온고압의 냉매를 이용하여 공기를 가열하는 가열기와 보조 히터, 생성된 냉풍이나 열풍의 습도를 조절하기 위한 가습기, 생성된 냉풍이나 열풍의 온도를 측정하는 온도센서가 설치되어 있고, 유니트박스의 외측면에는 저장고 내의 온도를 측정하여 제어부에 정보를 제공하는 온도센서와 저장고의 상대습도를 측정하는 습도센서와 상기 온도센서 및 상기 습도센서의 정보를 수집하여 각 장치의 작동을 전반적으로 제어하기 위한 제어부가 설치되며, 유니트박스내에 시트를 권취하고 풀어낼 수 있는 구조로 된 차압시트부가 형성되도록 하였다.

【도면의 주요 부분에 대한 부호의 설명】

100 : 예냉예건유니트	110 : 차압팬
111 : SV 인버터	
120 : 증발기	130 : 가습기
140 : 온도센서	150 : 온도센서
160 : 습도센서	170 : 가열기
171 : 히터	180 : 예건예냉유니트박스
191 : 공기흡입구	192 : 공기유출구
193 : 격리판	200 : 콘덴싱유니트

210 : 압축기	211 : 유압스위치
212 : 고저압 스위치	220 : 응축기
221 : 응축기 팬	230 : 수액기
240 : 유분리기	250 : 드라이필터
300 : 플렉시블 연결배관부	400 : 제어부
310 : 사이트그라스	
300_P _{L2} 300_P _{L3} 300_Po3 300_Po5 300_P _i : 플렉시블 배관	
Vf1 Vf2 Vf3 Vf4 Vf5 : 피지밸브	
Vm1 Vm2 Vm3 Vm4 Vm5 Vm6 Vm7 Vm8 Vm9 Vm10 : 이동용 연결밸브	
P _{L1} P _{L2} P _{L3} : 액배관	
Po1 Po2 Po3 Po4 Po5 : 토출배관	Pi : 흡입배관
Pf : 응결수배관	3V : 3방밸브
Vn : 무부하전자밸브	Vrb : 역지밸브
Vel : 전자밸브	Vex : 팽창밸브
Vre : 냉매전자밸브	
S : 차압시트부	S1 : 시트
S2 : 시트권취롤	S3 : 시트출입구
S4 : 고정홀	W : 바퀴
G : 수납폼	P : 파렛트
H : 통기공	D : 청과물 상자
B : 범퍼	C1 : 적재내부공간
	C2 : 적재외부공간

Fig. 6은 개략적인 구성도로 예냉예건유니트와 콘덴싱유니트를 독립된 장치로 분리하여 구성하고, 상기 두 장치사이를 냉매가스가 서로 유통되게 하는 다수의 배관으로 이루어지고 각 배관은 상기 두장치와 탈착이 가능한 플렉시블 연결배관부로 연결하며, 상기 플렉시블 연결배관부는 플렉시블한 파이프로 형성된다. 이와 같은 구성으로 이루어진 본 시스템은 기본적으로 냉풍을 발생시키는 냉풍기와

열풍을 생성시키는 열풍기가 하나의 장치로 구성되는 것인데, 이동 및 운반이 가능한 구조로 되어 예냉 및 예건이 필요한 농산물이 저장된 저장고내에 놓고서 냉풍이나 열풍을 생성시켜 농산물의 신선도를 유지하도록 하는 장치이다.

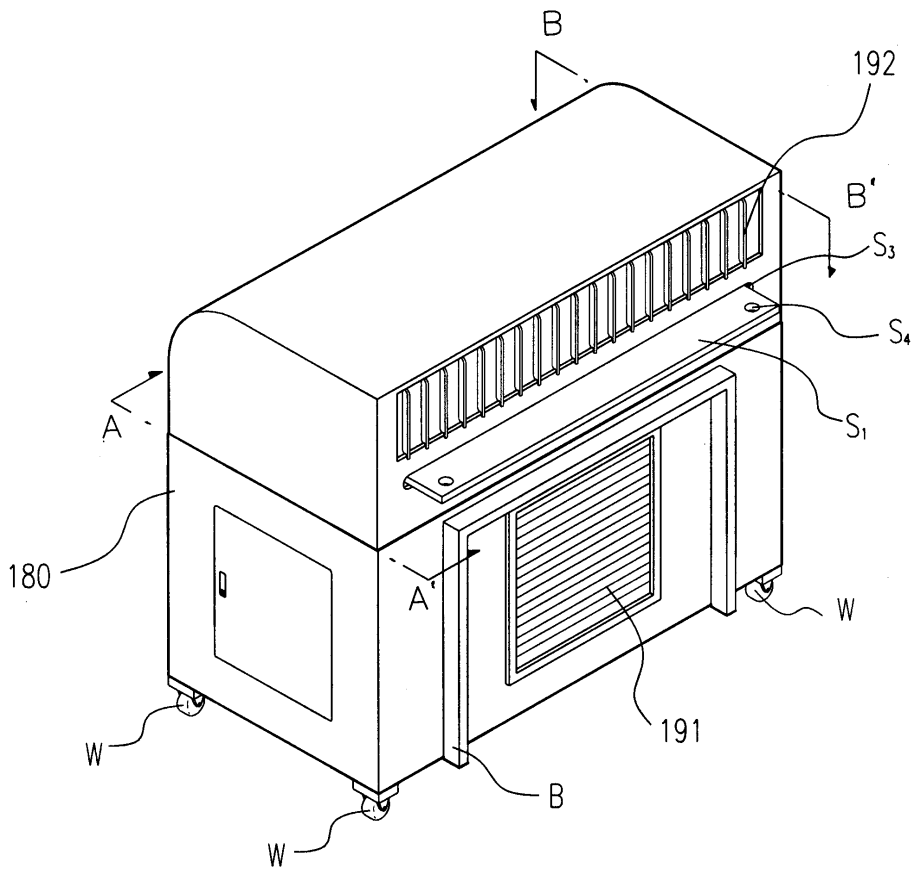


Fig. 6. Outline drawing of pilot cooling and curing system.

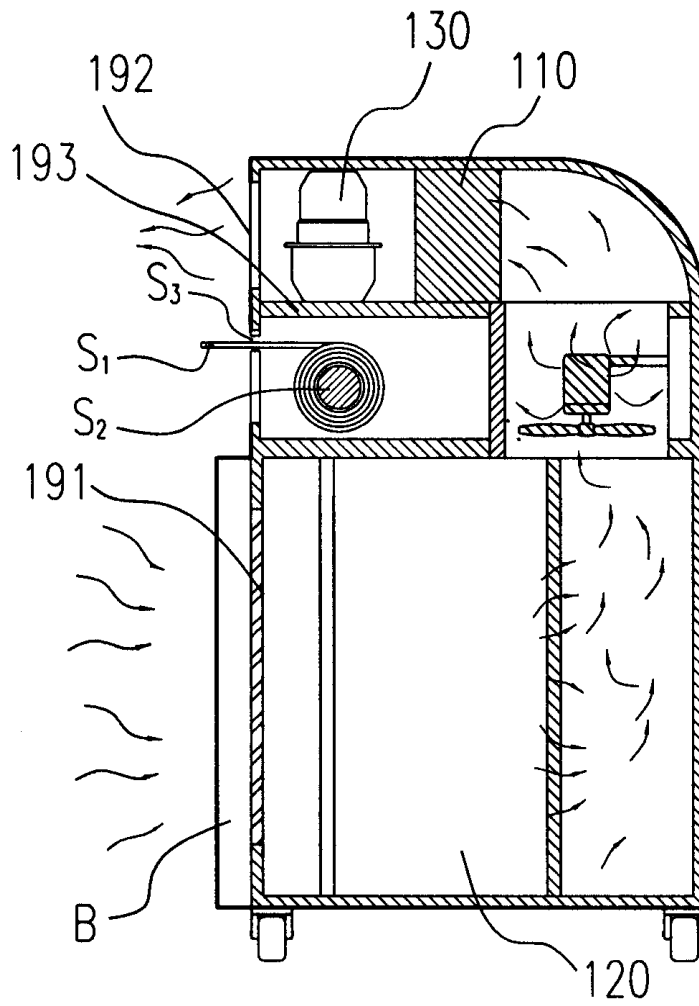


Fig. 7. Flow of cold and hot air during operation.

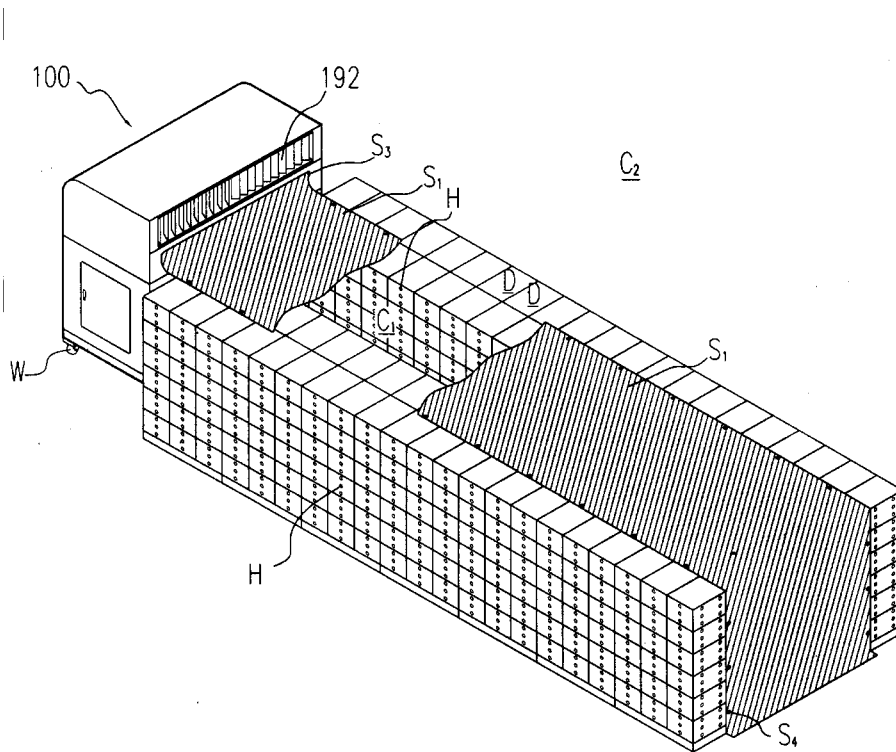


Fig. 8. Loading for cooling and curing operation.

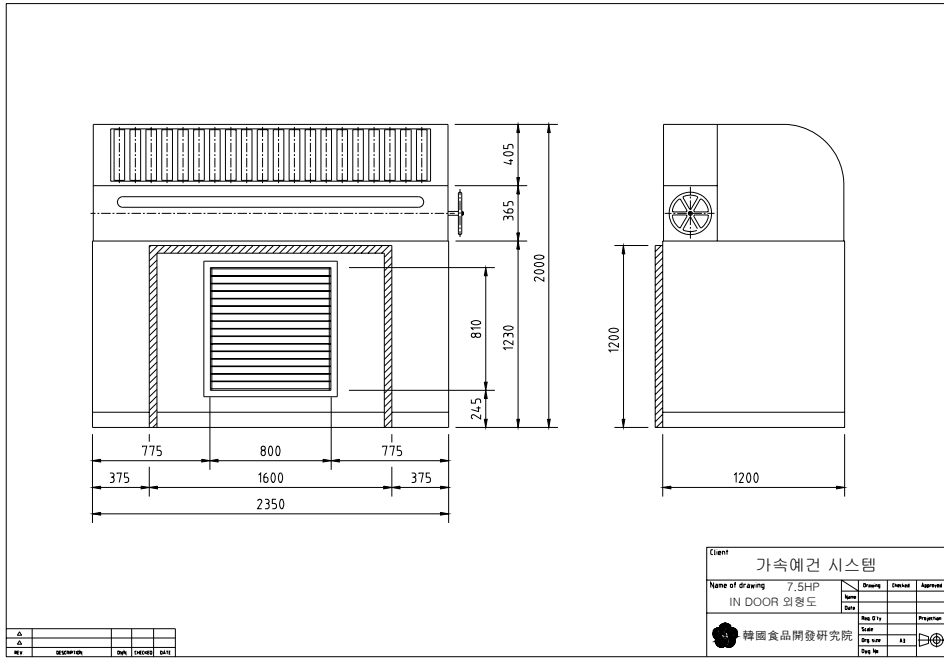
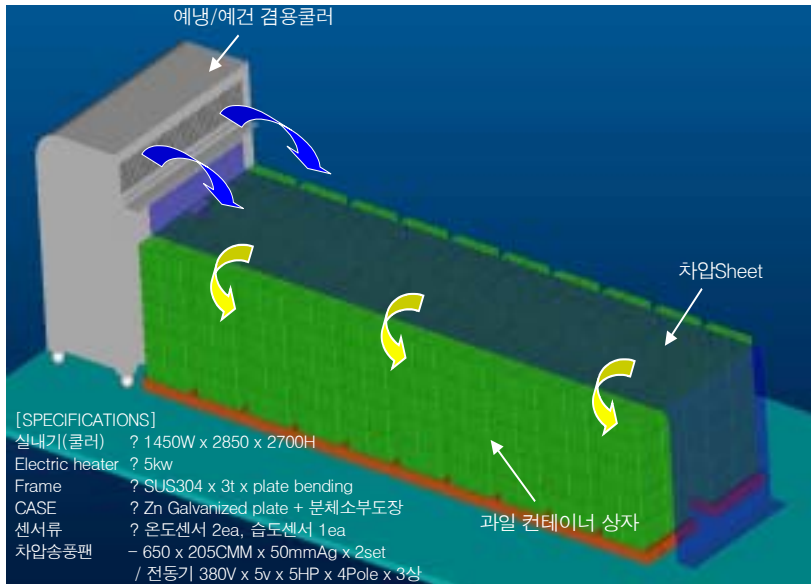


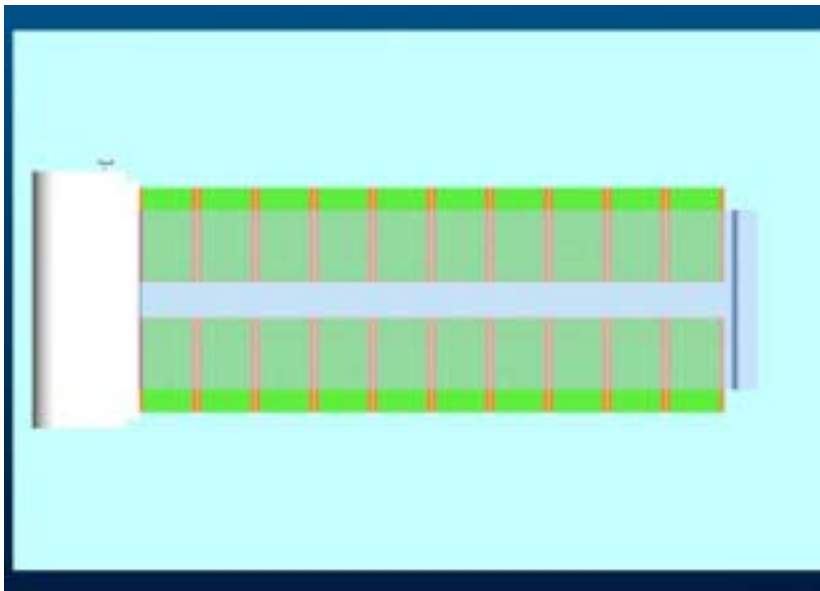
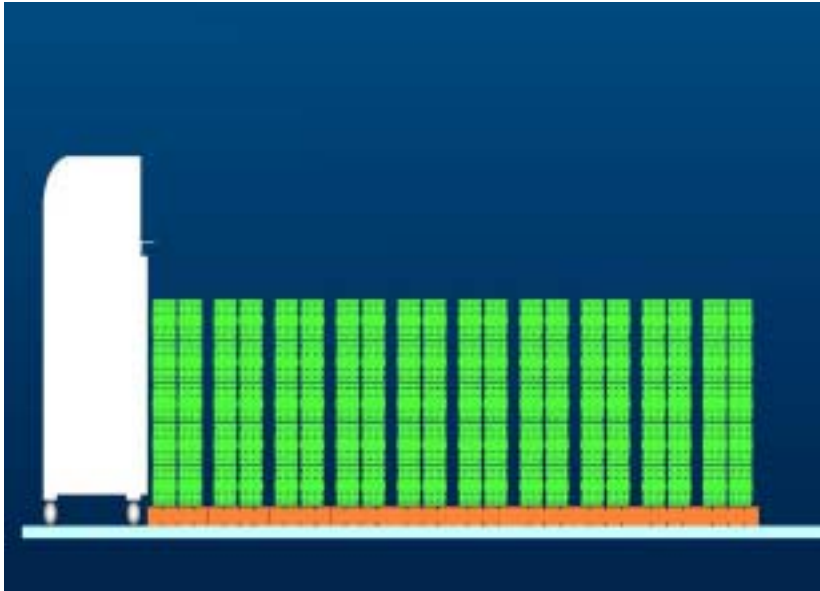
Fig.9.Front view for manufacturing of combined cooling and curing system.



Fig.10. Local installation and operation of cooling and curing system.
(upper : curing practice of onion, lower : local installation)

<3차원 도면>





2) 예냉유니트형

<시설 개요> : 앞 절의 예냉예건 유니트에서 예냉기능만을 갖춘 시설로서 플렉시블 배관을 이용하여 이동식으로 설치가 가능하다.

- 시설 설계 기준 등은 앞절의 예냉예건 유니트중 예냉 부분만을 적용하면 된다.



그림 11. 예냉 유니트의 현장 설치 사진(K 농협)

3) 차압유니트형

<시설 개요> : 냉각능력이 충분한 예냉용 저온저장고나 소량의 농산물을 간이로 예냉처리하여야 하는 경우 단순히 차압유지만 하는 간이 이동식 차압송풍기가 활용될 수 있다. 이 경우는 유니트형 차압예냉장치를 변형하여 냉각기능을 제거하고 단순히 유니트에 차압팬과 흡입그릴만을 부착하고 하부에 이동이 가능하게 바퀴를 장착하여 이동이 편리하게 하였다.

- 시설 설계는 예냉유니트나 예냉예건 겸용 유니트 형태를 그대로 하고 바퀴를 부착하여 각 실로 이동이 가능하게 하며 내부에 냉각 유니트는 배제한 경우이다.

2. 수냉식예냉시설

가. 원형 농산물의 예냉시설

<시설 개요> : 여름철에 생산되는 농산물의 품온을 강하시켜 호흡작용을 억제하고 선도를 유지하기 위한 수단으로 공기냉각과 함께 냉수냉각이 가능하다. 본 연구에서는 예냉 과정에서 수확시 농산물에 붙어있는 이물질등을 제거하기 위하여 수냉식예냉 공정 전후에 세척과 행균 공정을 부가함으로써 상품성을 부여시켰다. 즉, 작업 공정은 1차 예비세척 → 침지 또는 살수 냉각 → 살수 행균 → 탈수 등의 작업공정 체계를 구상하였다.

<시설 설계 예>

- 시설 형태 : 침지식 수냉식예냉기
- 시설 규모 : 냉각능력 15,000kg/h, 냉각수 용량 900liter, 냉수온도 0.5℃
- 예냉처리능력 : 4톤/10시간, 25→7℃/7~10분, 방울토마토 기준
- 냉각방식 : 2차냉매에 의한 전도방식
- 제어방식 : 냉수온도에 따라 ON/OFF 제어
- 예냉처리공정 : 입고 → 예비세척 → 냉각 → 탈수 → 선과포장 작업
- 작업장 조건 : 외기온도 28℃, 입고온도 25℃, 예냉중온 7℃
- 예냉기 체원 : 4,000(L) x 1,000(W) x 850(H)mm
- 그 외 설계 조건 : 방울토마토 비열 1kg/kg℃, 냉수유지온도 2℃(방울토마토와 온도차 ΔT : 5℃, 냉매증발온도 -3℃(냉수와의 온도차 ΔT : 5℃), 단열 EPS 25mm($k=0.4\text{kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$), 표면열전달율 : $8\text{kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$ -상부 대기중 개방)

- 부하계산서 :
 - 방울토마토 냉각 부하
$$400\text{kg} \times 1 \text{ kcal/kg}^\circ\text{C}(25-7) = 7,200 \text{ kcal/h}$$
 - 예냉기 벽체 열손실
$$12.5\text{m}^2 \times 0.4 \text{ kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}(28-2) = 130 \text{ kcal/h}$$

예냉기 상부 열손실

$$4\text{m}^2 \times 8(28-2) = 832 \text{ kcal/h}$$

냉각부하 소계 : 8,162kcal/h

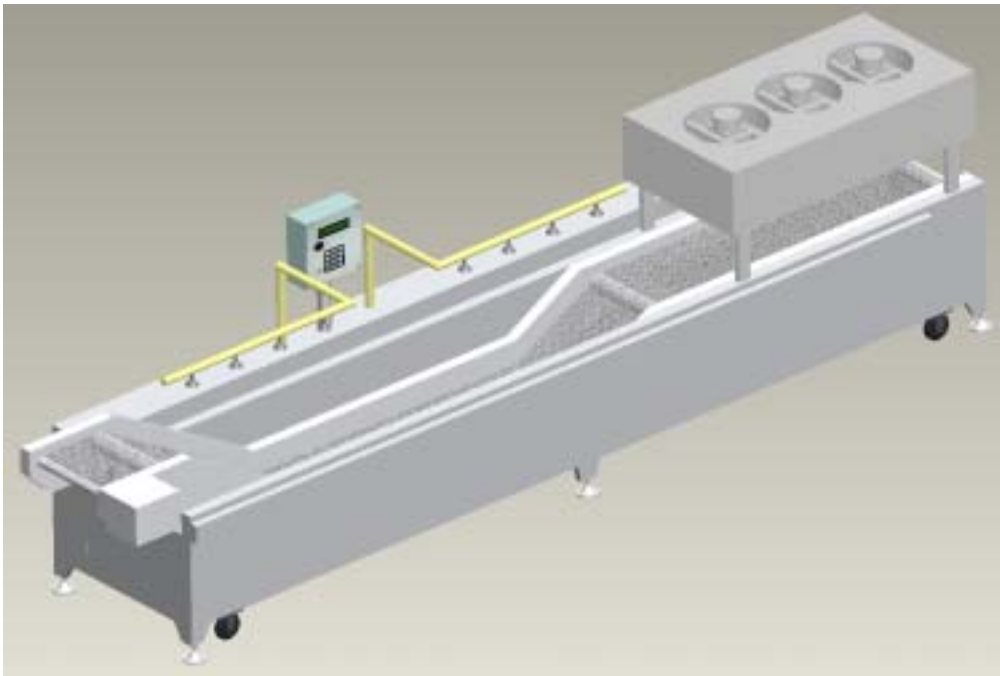
안전율 및 여유치 10%를 고려하면

$$8,162 \times 1.1 = 8,978 \text{ kcal/h}$$

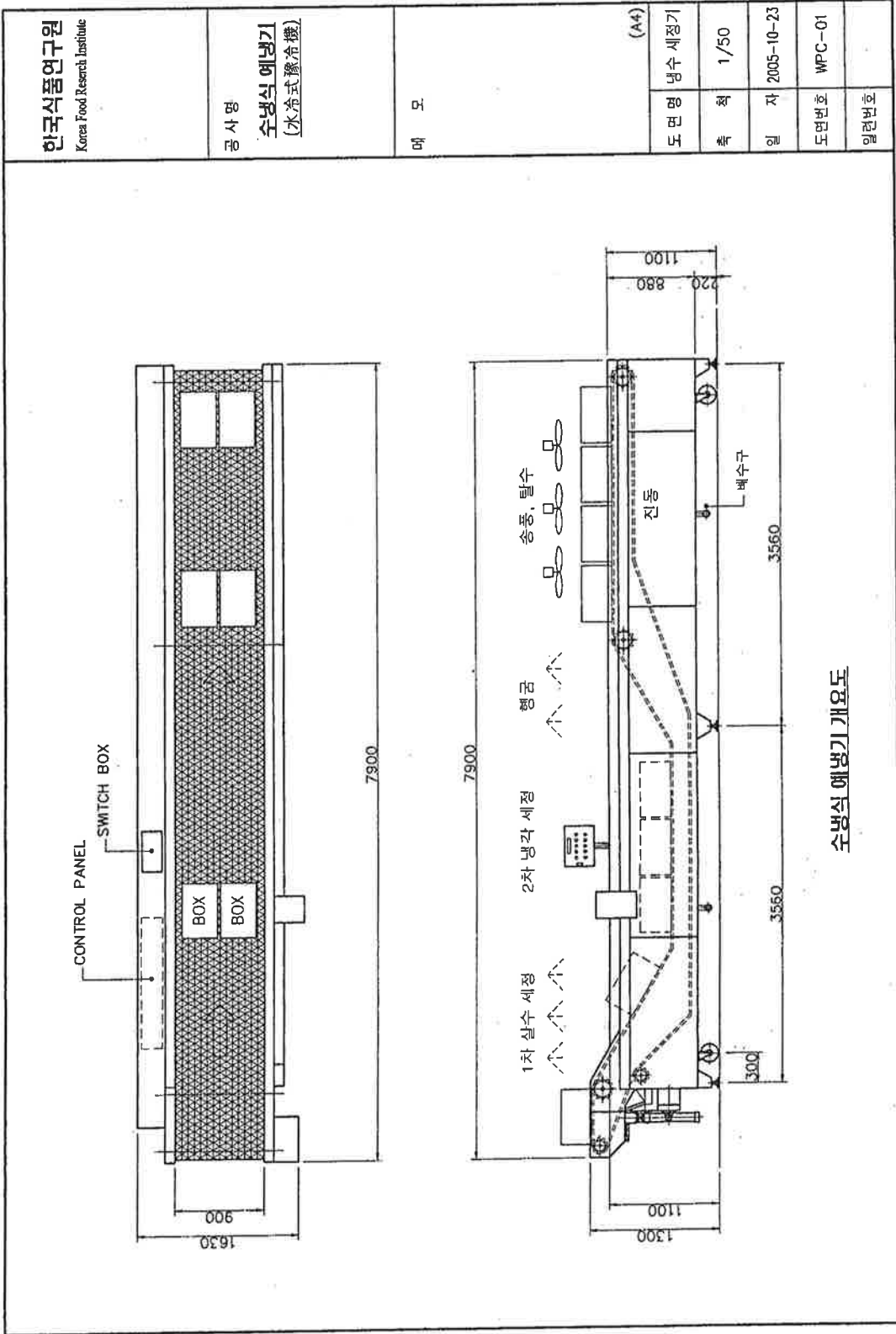
- 냉동기기 선정

증발온도 -3°C , 응축온도 50°C , 1HP당 열량 2,000kcal/h 기준시

약 5HP 냉동기 소요, 냉각기 동력 3 ϕ 380V, 60HZ



<수냉식 예냉 시스템의 3차원 설계 도면>



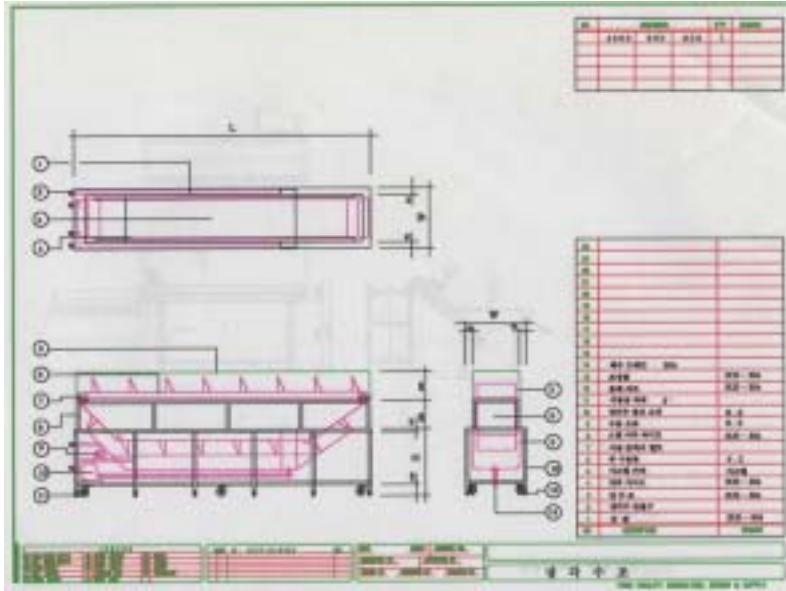


그림 12-3. 방울토마토 수냉식 예냉설비(상:냉각수조, 하:세척조)

나. 신선편이농산물 예냉시설

1) 신선편이농산물의 가공공정과 설비

신선편이농산물의 가공 공정은 최종 제품의 형태, 시설 규모, 시설 투자비 등 제반 여건에 따라서 차이가 있지만 기본적인 공정은 아래와 같다.

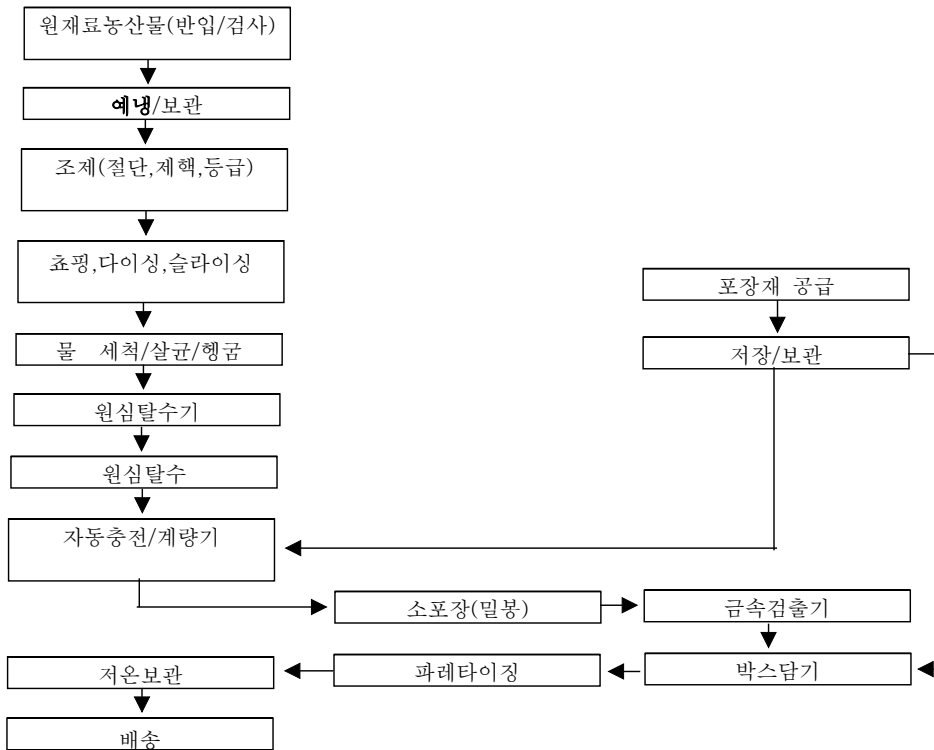


그림 13. 신선편의 채소 샐러드 제조 공정

한편 각 공정별 작업내용과 기구, 설비, 기계등을 보면 다음과 같다.

표 2. 주요 공정, 작업내용 및 기기설비

원료입하	작업내용	기구,기계,설비
저온창고 보관	부패,변색,해충의 혼입 점검 (산지,생산자,생산이력확인) 4℃이하	작업장 저온창고 예냉고
Trimming(다듬기)	(냉기가 잘 흐르도록하고 필요시 예냉) 외엽,부패부분,변색부분의 제거 오염부분의 제거	컨테이너입고장소
컨테이너 담기	작업장과 저온창고를 이동하는 전용컨테이너 (컨테이너 자체의 세정 고려)	컨테이너
전처리장 반입	전처리장에 가능한한 균 반입(오염)이 되지 않도록 함.	전처리장
전처리	1/2 절단(halving), 심부분 제거(비가식부분의 제거), 다음 단계의 기계에 잘 적용되도록 정렬	도마등 작업대
절단(슬라이스 등)	슬라이스에 의한 절단(물을 흘리는 경우와 안흘리는 경우가 있다)(제품형태별 조정)	슬라이서, 제품담 는 컨테이너, 망
세정	절단 면의 세포액등을 제거, 충등 이물제거 살균과 행균 공정이 연속 이어짐	세정용수조 냉각수 및 살균수 공급시설 냉각수설비, 빙축 설비 등
냉각	냉각수(4℃이하) 또는 빙수로 냉각	탈수기
탈수	표면수의 제거 탈수시간은 종류, 절단방법에 따라 변경 상품에 직접 접촉하므로 오염에 주의하고 호 흡열을 냉각하는 형태	계량대,저울
계량	플라스틱필름 포장이나 트레이 사용	포장기(진공,가스)
탈기	CA콘트롤하기 위한 포장내 공기 조성 조정	
금속탐지기	상품마다 설정하고 테스트피스 체크이력을 남긴다	금속탐지기
저온보관	4℃이하 상품마다 냉기가 잘 흐르도록 적제	저온창고
출하	냉장차(4℃이하로 설정)로 배송	냉장차

표 3. 신선편의농산물의 가공을 위한 주요 설비와 시설

구분	관련 시설 및 장치
건축	패널(항균), 공조시설
가공기계설비	원료(제품) 반출입 이송 시설, 다듬기, 절단(슬라이싱, 컷팅), 세척(정), 살균, 탈수, 계량, 포장, 금속검출기 등
저온설비	원료 예냉시설(진공, 차압, 냉수) , 원료 및 완제품 저온 보관 시설, 가공 작업장 저온시설
수처리시설	저온냉각수 제조 공급 시설, 폐수처리시설
기타 부대시설	냉장탑차, 에어 샤워(air-shower), 작업 준비실, 탈의실, 사무실, 검사실, 자재 창고 등

신선편의농산물 가공 시설의 건축자재에 대한 특별한 규정이 되어 있지 않으나 향후 HACCP 시스템을 도입하고자 할 때는 가급적 패널의 경우 항균패널을 도입하고 코너 부분이나 기기 부착부위에는 먼지나 이물질의 착상이 어렵게 그리고 필요시 세정이 가능하게 설계한다. 냉매 배관등 오염 물질의 부착이 가능한 부분은 수직배관과 내장을 원칙으로 한다. 작업장의 경우 적어도 12℃ 이하의 저온을 유지하고 응축을 피하기 위하여 패널은 단열 패널을 사용하고 75mm 내외의 두께를 갖는 저온용 패널을 권장한다.

구역별로 오염정도에 따라 구획화(zoning)가 필요하다. 즉, 오염구역, 준오염구역, 청결구역을 명확히하고 사람이나 물품에 의한 교차 오염을 방지한다. 제조 공정의 작업 동선은 전진 이동형(forward-only movement) 이어야 하며 원료와 제품이 교차(crossing-over)하여서는 안된다. 즉 가공중 원료와 가공중의 제품이 서로 접촉되어서는 안된다.

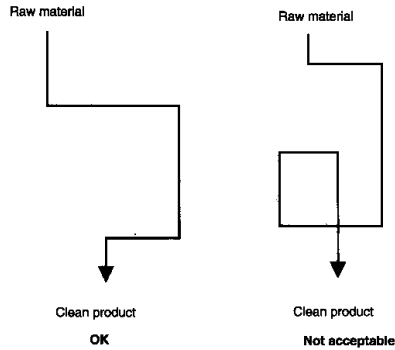


Fig. 14. Principle of the forward-only movement

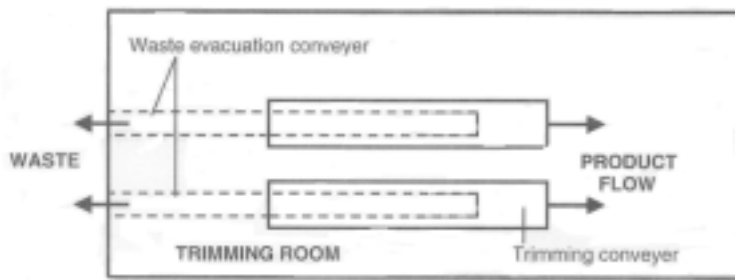


Fig. 15. Waste disposal.

가공 라인은 1)조제실(trimming room), 2)세정(washing), 살균(disinfection), 헹굼(rinsing) 3)소포장실 4) 배송, 보관실로 나뉘어지며 이때 2)의 세정, 살균,헹굼 작업실은 조제실 및 소포장실과 적어도 하나의 벽으로 분리되어야 한다. 그리고 온도 관리를 위하여 작업은 10℃ 이하에서 행하고(적어도 12℃를 초과해서는 안됨) 소포장 전에 0~2℃로 냉장하고, 저장중 이 온도를 유지하여야 한다(적어도 4℃ 이하).

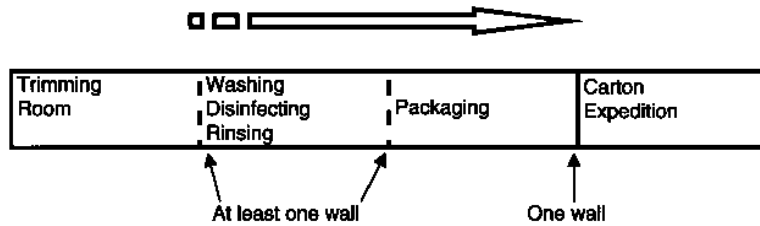


Fig. 16. Segmentation of the processing line

Airflow ←		Positive pressure →		
Ambient T	12°C	4°C		4°C
	Washing			
Raw materials	Trimming Prewashing	Disinfecting Rinsing Draining	Packing	Carton Expedition

Fig. 17. Temperature gradation and airflow in the processing line.

한편 본 연구에서는 신선편의농산물중 싹채소류와 같은 단순 세척 채소류 가공을 위한 공정과 기계설비에 국한하여 공정을 설계하고 소요 비용을 분석하였으며 그림 18~20은 시설 계획에 대한 기본 안을 제시한 것이다. 기본적인 공정은 그림 18 및 19와 같이 원료 투입, 예비세척, 본세척, 냉각 및 살균, 선별, 탈수, 계량 및 포장의 기본 공정으로 구성하였다.

세척설비를 구축하는데 소요되는 예산은 소규모 단체 급식소 및 소형 유통 업체용과 생산자 단체단체 및 대형 유통 업체용으로 구분하여 기본적인 시설비에 대하여 조사하였으며 대략적인 내역은 각각 표와 같다.

신선 열채류의 표면살균 처리 시스템 배치도

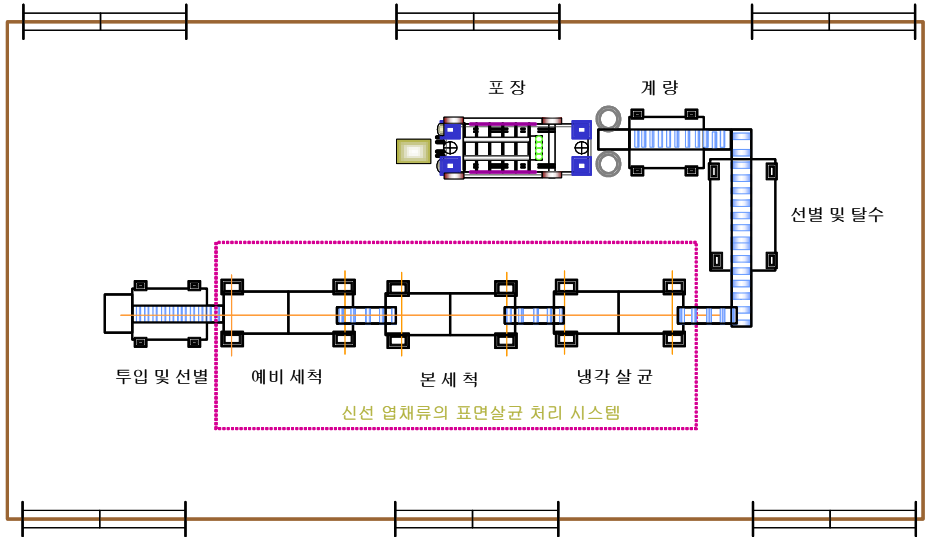


그림 18. 세척 채소류 가공을 위한 공정 개요

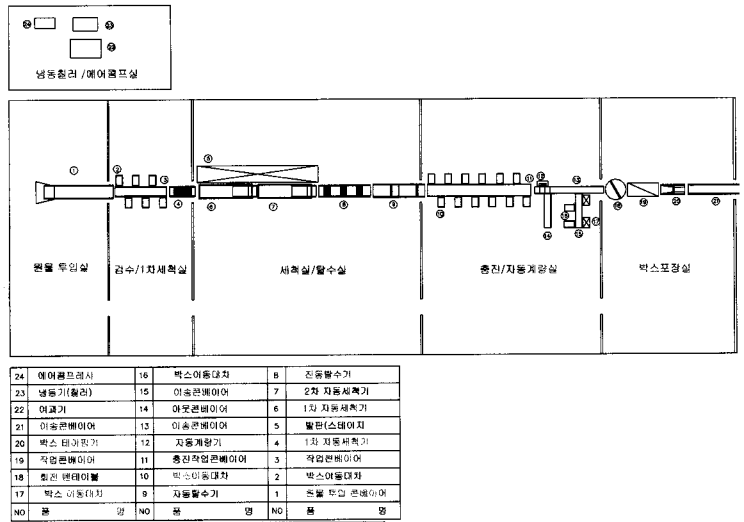


그림 19. 세척 채소류 가공을 위한 시설 lay-out

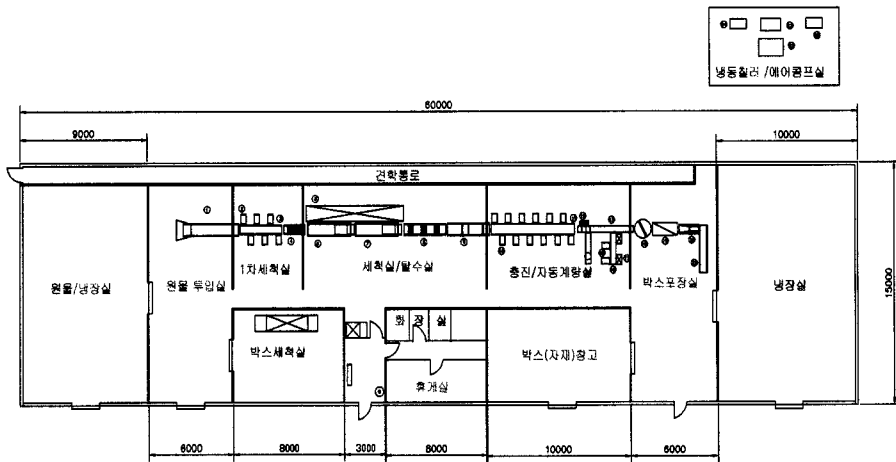


그림 20. 세척 채소류 가공 공장의 lay-out

표 4. 단위 설비 계획 예

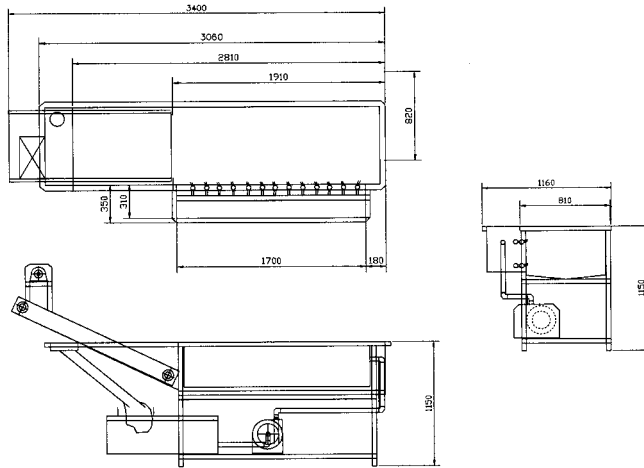
항 목	재 원	규 격	수 량	비 고
엽채류 세척기	SUS304 40*40*1.2T	800*3000~3200	1개	전원 : Ø 380v, 220v 펌프 : 해수용 펌프 3HP
자동 탈수기	SUS304 50*50*1.5T	1000*3000* 4000*1600	1개	전원 : Ø 380v, 220v 모터 : 기어 1/2HP 10:1
작업 컨베이어(포장)	SUS304 40*40*1.2T	작업량에 기준	1개	전원 : Ø 380v, 220v 모터 : 인버터 1.2HP
진동 탈수대	SUS304 40*10*1.2T	800*2000*900	1개	전원 : Ø 380v, 220v 모터 : 인버터 1/4HP
원날 투입 컨베이어	SUS304 40*40*1.2T	800*2000~3000	1개	전원 : Ø 380v, 220v 모터 : 인버터 1/4HP
2차 살균기	SUS304 40*40*1.2T	800*3000~3200	1개	전원 : Ø 380v, 220v 모터 : 인버터 1/4HP

표 5. 시스템 구축 소요 예산(소규모 단체급식소 및 소형 유통 업체 용)

항목	제원(용량)	금액(천원)	비고	
세척 및 냉수 공급부	1 ton/hr	25,000		
예비 세척부	500kg/hr	15,000		
본 세척부	500kg/hr	40,000		
살균처리부	오존수제 조기	1 ton/hr	16,500	
	본체	500kg/hr	40,000	
	탈 수 부	1 ton/hr	60,000	압착 및 흡입식
포장·계량	포 장	500kg/hr	15,000	소비자 포장 및 boxing
	계 량	500kg/hr	10,000	반자동
기타 장비	이송벨트	500kg/hr	10,000	바이브레이터
	작업대		4,000	
	이송장비	2 ton	30,000	전기이동차
계		265,500		

표 6. 시스템 구축 소요 예산(생산자 단체 및 대형 유통 업체용)

항목	제원(용량)	금액(천원)	비고	
세척 및 냉수 공급부	5 ton/hr	50,000		
예비 세척부	5 ton/hr	25,000		
본 세척부	5 ton/hr	60,000		
살균처리부	오존수제 조기	1 ton/hr	50,000	
	본체	5 ton/hr	60,000	
탈 수 부	1 ton/hr	80,000	압착 및 흡입식	
계량 및 포 장	포 장	5 ton/hr	60,000	소비자 포장 및 boxing
	계 량	5 ton/hr	30,000	반자동
기타 장비	이송벨트	5 ton/hr	15,000	바이브레이터
	작업대		6,000	
	이송장비	2 ton	30,000	전기이동차
계		466,000		



(a)



(b)

Fig. 21. Precooling and washing machine for leafy vegetables
 (a) Outline design (b) Local installation

전처리 농산물 제조 시스템

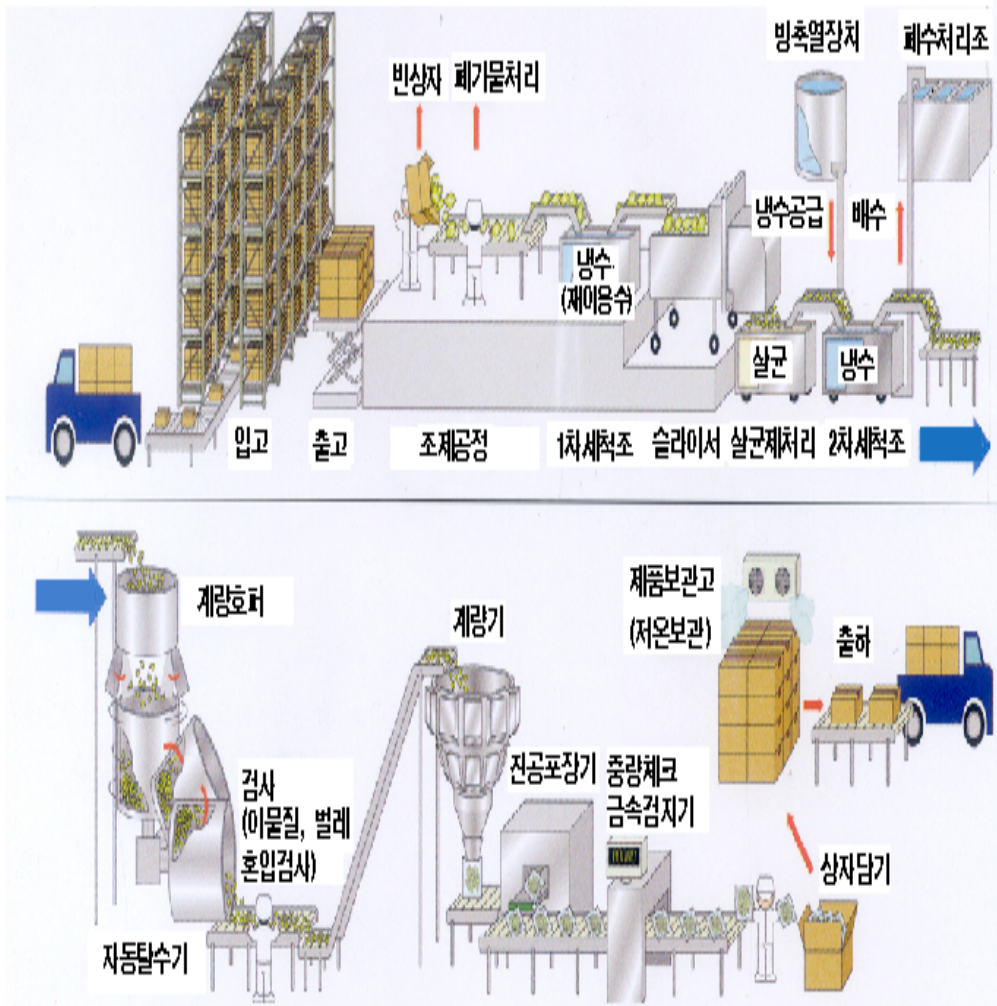


Fig. 22. Flow diagram of fresh-cut products processing

제 2 절 예냉처리 관련 기술

1. 과채류

가. 방울토마토

1) 수확

수확은 높이가 낮은(10~15cm 정도) 접철식 플라스틱 상자나 특별히 제작된 플라스틱 상자를 사용함으로써 다층 적입에 의한 압상을 최소화한다. 플라스틱 상자 내측에는 스폰지 등 충격을 완화시킬 수 있는 소재를 부착하는 것이 좋다.

방울토마토의 경우 한 낮에는 품온이 30℃ 이상 올라가 열과가 발생할 우려가 있고 높은 환경 온도하에서는 호흡이 왕성하기 때문에 수확은 가급적 오전 10시 이전에 행하는 것이 좋으며 수확한 후에는 바로 서늘한 곳이나 예냉실로 옮긴다.

수확에 적합한 속도는 대체적으로 유통과정중 숙성을 고려하여 50~70%의 것을 수확하나 수출용의 경우는 채색기(과피 전체의 10-30% 채색, 당도 8Brix이상), 국내 소비용은 도색기(과피 전체의 50% 내외 채색, 당도 8Brix이상), 단기간 소비용은 담적색기(과피 전체의 70~80 채색, 당도 8Brix)의 과실을 수확한다.

2) 전처리, 포장 및 적재

예냉 전 특별한 전처리나 포장은 필요 없고 수확시 사용한 플라스틱 상자 그대로 예냉실로 옮겨 파레트에 적재한다. 차압식의 경우 파레트는 중압의 흡입 그릴을 중심으로 60~80cm의 바람 통로를 두고 양측에 대칭으로 적재하고 차압시이트를 양측면은 제외하고 위에서부터 중방향으로 내려 덮는다. 이 때 파레트는 길이 방향으로 5~6파레트 정도가 적당하며 그 이상 적재할 경우 냉각 편차가 발생한다. 파레트 적재후 파레트 하단의 지게차 운반용 틈과 파레트와 파레트 사이의 틈을 막아 준다.

통기공이 있는 골판지 상자에 미리 방울토마토를 담아 예냉하는 방법을 고려할 수도 있는데 방울토마토의 경우 예냉을 먼저 행한 후 선과와 소포장 작업

공정을 진행시키는 것이 현실적이다.

수냉식 예냉의 경우 침지식은 수확시의 상자를 그대로 사용하고 살수식의 경우는 별도의 상자가 필요없다. 수냉식 예냉후는 탈수하여 중량 선별, 소포장 작업의 순서로 이어진다.

3) 예냉

가) 수냉식

(1) 예냉시스템

침지식과 살수식의 두 방식이 적용가능하며 냉각효과면에서는 침지식이 적절하나 표면의 이물질과 농약등의 제거를 겸하기 위해서는 두 방식의 combination(조합)이 좋다. 시스템은 투입구 → 세정부 → 냉각조 → 탈수 및 건조부 → 선별 및 계량 → 포장부로 구성되는 것이 적절하다.

(2) 예냉처리

냉각수 온도는 2~3℃가 적정하며 토마토 투입전 30분에 미리 예냉기를 가동하여 냉각수 온도를 낮춘다. 이 때 예냉실(작업장)의 온도는 가급적 15℃ 정도로 조절한다. 예냉 시간은 투입량에 따라 달라질 수 있지만 보통 7~10 분이면 7℃ 부근까지 냉각이 가능하다. 방울토마토는 7℃ 이하에서는 저온 장해를 입을 수 있기 때문에 냉각수와 10분 이상 접촉하는 것은 적절치 않다. 현재 소비지 도매시장의 경우 저온매장이 형성되어 있지 않고 물류 센터의 경우도 완벽한 저온유통시스템의 구축이 되어 있지 않아 지나친 저온처리는 유통과정중 결로현상에 의한 품질저하가 우려될 수 있기 때문에 현실적으로는 10℃ 내외까지의 예냉이 오히려 적당하다고 사료된다.

(3) 냉각 특성

방울토마토의 수냉중 냉각곡선은 그림 23과 같다. 냉각속도는 반냉각시간으로 평가할 수 있는데 냉각수 온도별 반냉각시간은 2℃에서 3.5분, 4℃에서 4.5분, 6℃에서는 5.5분으로 나타났다.

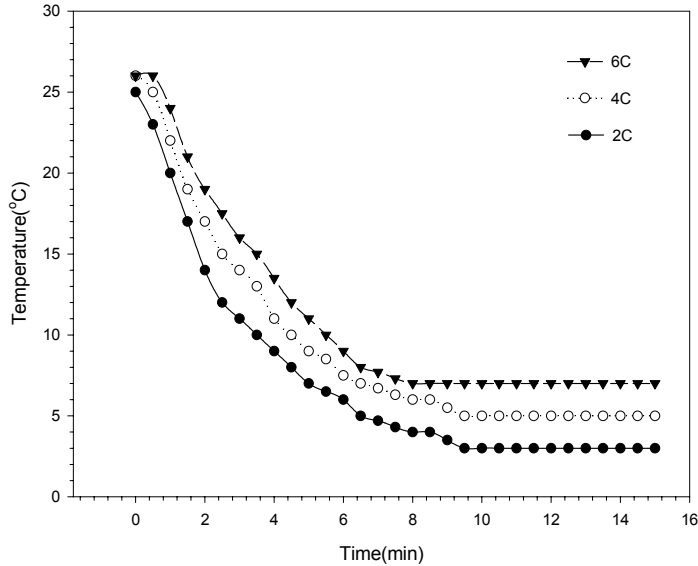


Fig 24. Product temperature changes of tomato by hydrocooling

(4) 예냉 중의 품질 변화

방울 토마토는 여름철에 수확하면 내심온도가 34°C까지 상승하는데 유통 중 표피가 갈라지거나 탈수, 경도저하, 당도변화 등이 나타난다. 예냉처리에 의해 품온을 강하시킴으로써 이러한 현상은 상당히 억제 가능하다. 표 7은 수냉처리 과정 중 및 수냉 후 품질 변화를 나타낸 것이다. 표에서 본 바와 같이 예냉과정중 특별한 품질 변화는 나타나지 않고 있다. 단, 예냉 중 주의할 점은 품온이 7°C이하로 장기간 유지됨으로써 나타나는 저온장해 현상이다. 이는 유통 중 표피 연화 현상을 유발시킨다. 방울토마토를 수냉처리할 경우는 2°C 냉각수로 7°C까지 예냉하여 처리할 경우 완숙과의 경우도 저온장해 없이 유통이 가능하였다. 이 때 초기 품온은 25~34°C, 냉각소요시간은 5~7분이었다.

Table 7. Required time that arrived to final product temperature by different cooling water temperatures(min)

final product temp.(°C)	cooling water temp.(°C)		
	2	4	6
5	6.5	9.5	-
7	5.2	7	8
10	3.5	4.6	5.8
13	2.3	3.6	4.2
½ cooling time	3.5	4.5	5.5

(5) 예냉시 주의점

① 냉각수 온도를 균일하게 콘트롤 할 수 있어야 한다. 예냉 중 투입속도와 냉각수량의 균형이 맞지 않으면 냉각수온 상승으로 냉각 속도가 지연될 수 있으므로 시스템 능력에 맞게 미리 조절한다.

Table 8. Final cooling temperature, required cooling time and quality changes during precooling by 2°C¹⁾ cooling water(placed 10 hours at 20°C after hydrocooling)

product temp.(°C)	cooling time required (min)	cracking	taste	color	softening	sugar degree (°Brix)
5	6.5	N	ND	ND	N	6.60±0.62
7	5.2	N	ND	ND	N	6.72±0.96
10	3.5	N	ND	ND	N	6.40±0.62
13	2.3	N	ND	ND	N	6.84±0.86

* initial sugar degree(6.44 ± 0.17 °Brix), ¹⁾ some disorders when treated over 10 minutes

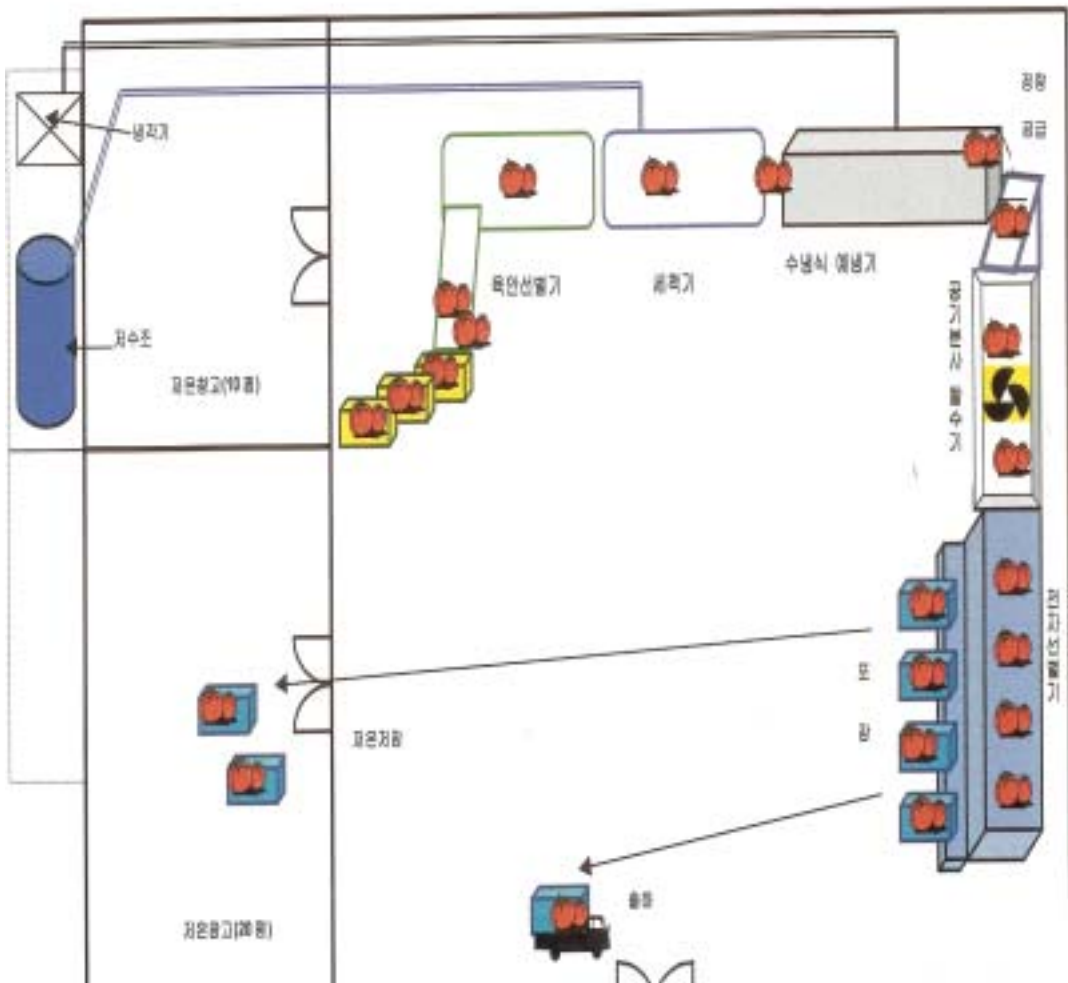
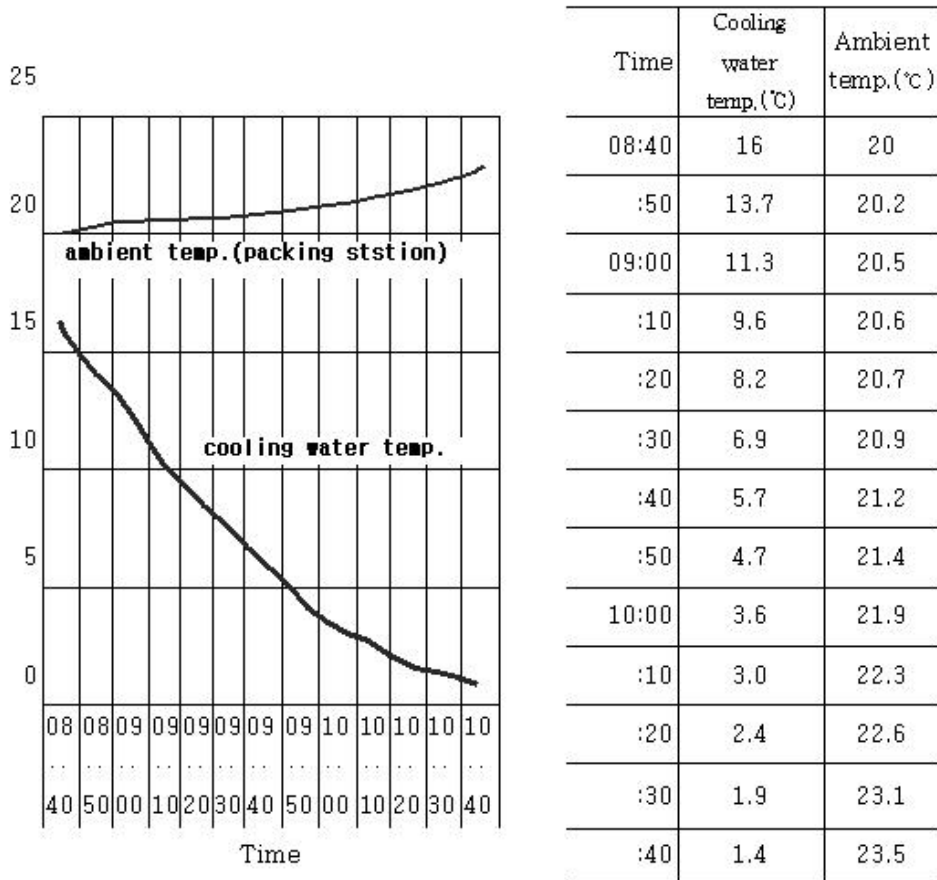


Fig. 25. Hydrocooler of tomatoes(local hydrocooler at Simni Agricultural Corporation).

<Temperature change during cooling of cooling water>



Outside temp. : 20 ~ 23.5°C (08:40~10:40)

Cooling water temp. : initial temp. : 16°C

setting temp. : 1.4°C

Fig. 26. Product and cooling water temperatures changes during hydrocooling of tomatoes (local hydrocooler at Sinni Agricultural Corporation).

② 냉각 후 충분한 탈수가 필수적이다. 탈수는 air filter가 부착된 air compressor를 이용한 저온 공기 탈수나 저온 창고 또는 차압 예냉기를 이용한 저온 탈수가 적절하다. 탈수가 불충분할 경우는 유통 중 박스내에서 흰색 곰팡이 성장과 짓물러짐 현상에 의해 품질 저하가 가속될 수도 있다.

③ 작업장의 온도는 가급적 저온시설이 구비되도록 하여 15℃ 내외의 온도가 유지되도록 한다. 하절기의 경우 방울토마토의 표면온도가 34℃ 이상까지 상승하기 때문에 예냉처리를 하더라도 작업장 온도가 높으면 품온의 재상승과 결로 현상으로 원하는 효과를 기대할 수 없다. 따라서 신규 예냉시설을 설치할 경우는 예냉기와 저온저장고, 저온작업장(선별, 포장실)이 동시에 구비되도록 설계할 필요가 있다.

나) 차압식

(1) 예냉시스템

방울토마토 냉각을 위해서는 중앙 흡인식과 벽면 흡인식의 적용이 가능한데 어느 방법이든 냉각에는 큰 차이가 없다. 예냉시설의 설계시는 표준파레트 기준으로 4~5파레트를 직렬로 적재할 수 있도록 하여 공간확보와 냉동기 및 차압팬 용량을 선정하여야 한다. 그리고 수확이 계획적으로 정량적으로 되지 않을 수도 있기 때문에 처리물량에 따라서 신속적으로 가동이 되도록 풍량 조절기를 설치하고 냉동기는 용량을 나누어서 과냉이 되지 않도록 한다.

(2) 포장 및 적재

방울토마토는 차압예냉할 경우 두가지 방법을 고려할 수 있다. 통기공이 있는 골판지 상자에 미리 방울토마토를 담아 예냉하는 방법과 높이가 10~20 cm 내외인 플라스틱 콘테이너에 수확하여 그대로 예냉처리한 다음 15℃ 이하의 작업장에서 선별, 포장 작업을 진행하는 방법으로 전자의 경우는 골판지 상자의 강도와 비용이 부담으로 작용할 수 있다. 방울토마토의 경우는 완숙된 과실을 수확할 경우는 손접촉이 많을수록 품질에 장애를 가져올 수도 있으므로 후자가 현실적인 것으로 사료된다. 파레트 적재시는 방울토마토 상자 외부로 냉기가 흐르지 않도록 파레트 측면 지게차용 구멍과 파레트 간격사이를 밀폐시켜야 한다.

(3) 예냉처리 및 냉각특성

수냉시와 동일한 기준으로 적용하면 된다. 방울토마토의 경우 미리 냉기의 온도를 2~3℃로 조절한 다음 방울토마토를 적입, 적재하고 냉각하면 냉각초기에는 고내온도가 10℃ 이상으로 상승하다가 다시 강하하게 된다. 방울토마토는 구의 크기가 작기 때문에 예냉기의 냉각능력과 적재량에 따라 차이가 있지만 1시간정도면 10℃ 부근까지 냉각이 가능하다. 냉각중 차압웬은 운전초기에 비하여 후반부로 갈수록 속도를 낮추어 전체적으로 균일한 냉각이 되도록 한다.

이유는 후반부에는 냉기와 토마토의 온도차가 적어 공급되는 냉기량에 비례하여 냉각이 진행되지 않아 잘못하면 과도한 냉각에 의해 저온장해를 입을수도 있기 때문이다. 물론 예냉기의 냉각능력이 충분한 경우 적재후 예냉기를 가동하여도 큰 차이는 없다. 파레트, 상자등 부자재등은 미리 냉각시켜두는 것이 예냉중 냉각속도를 촉진시키는데 좋다.

방울토마토를 2℃와 6℃ 그리고 박스당 공급되는 풍량을 25.7~72.4m³/h/box로 변화시키면서 냉각특성을 조사한 결과는 Fig. 5, 6과 같다. 그림에서 보면 방울토마토의 경우 냉기의 온도가 낮고 풍량이 증가할수록 냉각속도가 증가함을 알 수 있었다.

(4) 예냉중의 품질변화

차압예냉중 품질변화는 Hunter value, 당도 및 외관상의 저온장해 유무를 조사하였는데 품은 7℃까지 냉각시킨 경우는 냉기온도에 상관없이 저온장해 유무를 발견하기 힘들었다. 저온장해는 7℃ 이하의 온도에서 장시간 노출될 경우 발생하는 것으로 단시간의 저온접촉으로는 품질에 영향을 미치지 않는다고 한다. 단 급격한 예냉시 냉기온도를 2℃ 이하로 조절할 경우는 heat balance가 맞지 않아 순간적인 표면증발에 의해 표면이 0℃ 부근까지 내려가 장해를 유발할 수도 있다.

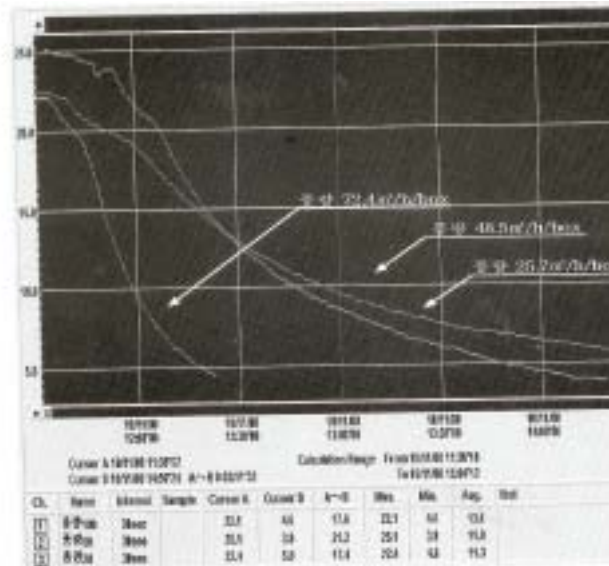


Fig. 27. Cooling curve during pressure cooling of tomatoes by 2°C cold air

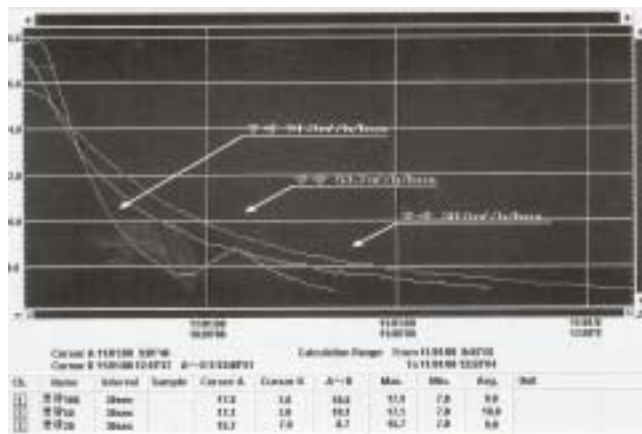


Fig. 28. Cooling curve during pressure cooling of tomatoes by 6°C cold air

Table 9. Sugar degree changes of mini tomato after precooling by pressure cooling system. unit : °Brix

cold air temp.	air velocity (m ³ /h/box)	storage period		
		initial	after precooling	24 hr
2°C	non precooling	5.7±0.51	5.7±0.48	5.7±0.58
	25.7		5.8±0.44	6.0±0.50
	48.5		5.9±0.51	6.0±0.27
	72.4		5.7±0.54	5.8±0.58
6°C	non precooling	6.9±0.32	6.9±0.32	6.8±0.35
	30.5		6.9±0.52	6.6±0.15
	53.7		7.0±0.33	7.1±0.40
	91.3		7.4±0.33	6.4±0.39

4) 예냉 처리 후의 조작

차압식의 경우는 15~20°C의 작업장에서 선과 후 소포장을 행한다. 소포장을 마치면 냉장차나 보냉차로 수송하게 되며 수송시 냉장차의 온도는 10~15°C 정도가 적당한다. 당일 출하가 되지 않는 물량은 저온저장고에 보관하여 과숙을 막아야 하며 이 때 저장고의 온도는 10~15°C가 적당한다. 출하 조절을 위한 보관은 1주일 이내로 한다.

Table 10. Color change of mini tomato after precooling by pressure cooling system

cold air temp .	air velocity (m ³ /h/box)	storage period								
		initial			after precooling			24 hr		
		L	a	b	L	a	b	L	a	b
2°C	non	39.1 ±1.11	19.3 ±2.18	17.29 ±1.78	39.2 ±0.95	20.8 ±2.20	16.7 ±1.47	39.2 ±0.95	20.8 ±2.20	16.7 ±1.47
	25.7				39.0 ±0.78	18.9 ±1.79	15.8 ±1.07	39.0 ±0.78	18.9 ±1.79	15.8 ±1.07
	48.5				38.8 ±1.08	19.5 ±2.88	15.9 ±1.98	38.8 ±1.09	19.3 ±2.95	16.0 ±1.98
	72.4				38.9 ±1.38	19.5 ±2.66	16.3 ±2.03	38.9 ±1.39	19.1 ±3.01	16.3 ±2.03
6°C	Non	41.71 ±1.08	17.4 ±1.40	16.7 ±1.49	40.9 ±0.89	18.4 ±1.92	16.1 ±1.78	41.4 ±2.09	19.0 ±2.77	17.2 ±3.02
	30.5				41.0 ±1.50	15.1 ±1.42	15.58 ±1.77	41.2 ±0.75	17.6 ±1.63	16.1 ±1.46
	53.7				41.4 ±1.82	17.2 ±2.11	16.6 ±1.87	41.1 ±1.43	17.8 ±2.06	15.9 ±1.98
	91.3				40.8 ±1.28	17.5 ±1.76	16.8 ±1.60	40.7 ±0.86	18.4 ±1.66	15.8 ±1.19

나. 참외

1) 수확

수확은 높이가 낮은(10~15cm 정도) 접철식 플라스틱 상자나 특별히 제작된 플라스틱 상자를 사용함으로써 다층 적입에 의한 압상을 최소화한다. 플라스틱 상자 내측에는 스폰지 등 충격을 완화시킬 수 있는 소재를 부착하는 것이 좋다.

높은 환경 온도하에서는 호흡이 왕성하기 때문에 수확은 가급적 오전 10시 이전에 행하는 것이 좋다.

2) 전처리, 포장 및 적재

예냉 전 특별한 전처리나 포장은 필요 없고 수확시 사용한 플라스틱 상자 그대로 예냉실로 옮겨 파레트에 적재한다. 차압식의 경우 파레트는 중압의 흡입구를 중심으로 60~80cm의 바람 통로를 두고 양측에 대칭으로 적재하고 차압시트를 양측면은 제외하고 위에서부터 중방향으로 내려 덮는다. 이 때 파레트는 길이 방향으로 5~6파레트 정도가 적당하며 그 이상 적재할 경우 냉각 편차가 발생한다. 파레트 적재후 파레트 하단의 지게차 운반용 틈과 파레트와 파레트 사이의 틈을 막아 준다.

통기공이 있는 골판지 상자에 미리 참외를 담아 예냉하는 방법을 고려할 수도 있는데 예냉을 먼저 행한 후 선과와 소포장 작업 공정을 진행시키는 것이 현실적이다.

수냉식 예냉의 경우는 침지식의 경우는 수확시의 상자를 그대로 사용하고 살수식의 경우는 별도의 상자가 필요없다. 수냉식 예냉후는 탈수하여 중량 선별, 소포장 작업의 순서로 이어진다.

3) 예냉

가) 수냉식

(1) 예냉시스템

침지형 수냉기를 이용하여 플라스틱 상자에 참외를 담아 침지시키는 식으로 행하였다. 예냉시스템의 구성은 수확시의 흙이나 이물질을 제거하기 위하여 전처리부에 살수 세척부, 그리고 이송부, 침지냉각조, 냉각수제조부, 제어부 등으로

로 구성되었으며 탈수는 자연탈수 및 차압식 예냉기를 이용하여 2℃ 냉기를 이용한 저온탈수를 행하였다.

(2) 예냉처리

참외의 경우 수확은 노란색으로 착색된 완숙과를 수확하게 된다. 본 실험에서는 예냉시 냉각 종온을 2~10℃로 구분하여 행하였는데 소비지 유통여건에 맞게 예냉목표온도를 조절할 필요가 있다(소비지 유통 여건을 고려할 때 현실적으로는 10℃까지 예냉하여 유통하는 것이 적절함). 냉각수 온도는 2~3℃가 적절하였으며 현실적으로 그 이하의 온도를 갖는 것은 쉽지 않다. 여름철에 수확한 경우 가능한한 작업장의 온도는 15~20℃로 낮게 유지하는 것이 품질유지와 냉각수의 열손실 방지에 효과적이다.

(3) 냉각특성

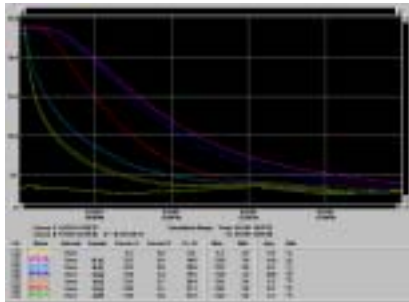
참외의 경우 수냉각처리는 2~3℃와 6℃ 냉수로서 과육과 내심의 온도가 3, 4, 6, 8, 10℃에 도달할 때까지 행하였는데 냉각수 온도가 낮을수록 과실의 크기가 작을수록 냉각속도는 빨라졌다. 그리고, 외부 과육부위와 내심 부위 간에 조직 구성 성분에 차이가 있어 냉각속도에 큰 차이가 있었다.

수냉식 예냉의 경우 차압식에 의한 공기냉각에 비하여 냉각속도가 빨랐는데 과실의 내심기준으로 6℃ 냉수로는 0.66~0.99시간(과육기준 0.34~0.49시간), 3℃ 냉수로는 0.49~0.79시간(과육기준 0.14~0.29시간)이 소요되었다. 수냉식의 경우는 과육 표면의 냉각이 단시간에 이루어지기 때문에 과육과 과심의 온도차가 차압식에 비하여 크게 나타났다.

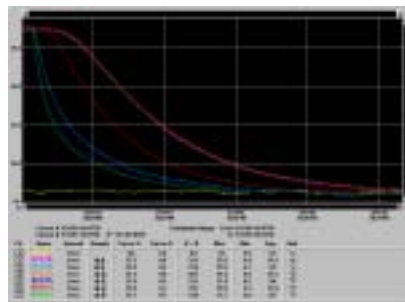
Table 11. Required cooling times of oriental melon during hydrocooling at different cooling water temperatures(unit : hr)

Cooling water temp. (°C)	Fruit size	Position of fruit	Temp.(°C)					$\frac{1}{2}$ cooling time (hr)
			10	8	6	4	3	
6	large	center	0.99	1.3	1.8	-	-	0.63
		flesh	0.49	0.68	1.3	-	-	0.22
	medium	center	0.95	1.2	1.6	-	-	0.60
		flesh	0.38	0.6	1.2	-	-	0.17
	small	center	0.66	0.9	1.5	-	-	0.43
		flesh	0.33	0.55	0.97	-	-	0.13
3	large	center	0.79	0.92	1.2	1.6	1.9	0.62
		flesh	0.29	0.37	0.5	0.93	1.2	0.15
	medium	center	0.7	0.83	1	1.4	1.6	0.55
		flesh	0.17	0.23	0.37	0.62	0.92	0.13
	small	center	0.49	0.58	0.72	1	1.4	0.42
		flesh	0.14	0.22	0.33	0.57	0.8	0.12

initial product temperature : 25.2°C



(by 3°C cooling water)



(by 6°C cooling water)

Fig.29. Cooling curves of oriental melon during hydrocooling by cooling water

(4) 예냉처리와 품질변화

참외의 경우 후술하는 차압식에 있어서 1℃ 냉기로 예냉처리한 경우는 냉각 시간에 상관없이 저온처리에 의한 장해는 보여지지 않았다. 그러나, 수냉식 예냉의 경우 3℃ 냉수로 예냉처리한 경우 냉각시간이 30분 이상 과다하게 소요된 경우 상온에서 유통시킬 때 오히려 저온장해 현상이 나타나기 시작하여 품질 저하가 더 빠르게 나타났다.

참외의 경우 유통중 품질저하는 수분 감모에 따른 조직의 탄력저하와 표면의 pitting, 내부조직 붕괴 등이 두드러진다. 특히 수확시 입은 충격에 의한 표면 갈변등은 1차적인 품질저하의 징후인데 이러한 현상은 주위 온도가 높을수록 촉진되어진다. 본 연구에서 보면 상온 유통의 경우 예냉처리를 하지 않으면 5일 이내에 이러한 현상이 나타나기 시작하였으나 예냉처리를 한 경우는 7일 이상 지나야 나타났다. 특히 예냉처리를 3, 5, 10℃와 같이 냉각중온을 변화시킨 경우 품질저하는 10℃→5℃→3℃순서로 빠르게 나타났다.

Table 12. Final cooling temperature, required cooling time and quality changes of oriental melon¹⁾ during precooling by 3℃²⁾ cooling water(placed 10 hours at 20℃ after hydrocooling)

product temp.(℃)	cooling time required ³⁾ (hr)	brown spot & pitting	taste	color	softening	soluble solid content (°Brix)
3	0.93	D	N	N	D	12±0.59
4	0.61	N	N	N	N	12±0.94
6	0.38	N	N	N	N	12±0.54
8	0.24	N	N	N	N	12±0.61
10	0.16	N	N	N	N	12±0.87

¹⁾ initial soluble solid content(12±0.22 °Brix), ²⁾ some disorders when treated over 30 minutes, ³⁾ fruit flesh temperature

참외는 여름철에 수확하면 내심온도가 30℃까지 상승하는데 유통중 표면갈변과 내부과육 붕괴 등이 나타난다. 예냉처리에 의해 품온을 강하시킴으로써 이러한 현상은 상당히 억제 가능하다. 단, 예냉 중 주의할 점은 과다한 수냉처리로 인해 나타나는 저온장해 현상이다. 참외는 수냉처리할 경우는 3℃

냉각수로 3~10℃까지 예냉하여 처리하면 완숙과의 경우도 저온장해 없이 유통이 가능하였다. 그러나 표에서 본 바와 같이 3℃까지 과육을 냉각시키는데는 1시간 가까이 냉각수와 접촉하여야 하는 관계로 일부 저온장해 현상이 나타남을 관찰할 수 있었다. 참외의 경우 저온에서 예냉처리를 하면 오히려 과육 부위가 더 단단해짐을 관찰할 수 있었고 아울러 호흡이나 증산작용에 의한 감도가 적어 상대적으로 무예냉구에 비하여 조직의 탄력이 잘 유지되어 높은 경도를 나타낸 것으로 여겨졌다.

수확시 참외의 당도는 12.2°Brix로 완숙과에 가까운 상태였다. Table 13에서 보면 참외의 당도는 예냉처리를 하지 않은 경우는 유통중 일부 증가후 감소함을 관찰할 수 있었는데 예냉처리한 참외의 경우는 그 증가폭이 적게 나타났으며 전반적으로 볼 때 유통중 당도 변화는 거의 없는 것으로 나타났다.

Table 13. Hardness changes of oriental melon during distribution at 22℃
unit : kg_f

Treatment		Storage period(day)		
Precooling type	Final product temp.(℃)	initial	2	5
Non-precooling		2.37	1.89	1.62
	3℃	2.40	2.30	2.11
	5℃	2.39	2.29	2.08
Hydrocooling	10℃	2.39	2.29	2.07
	3℃	2.39	2.29	2.10
Pressure cooling	5℃	2.37	2.30	2.11
	10℃	2.37	2.26	2.09

참외는 외관상 밝은 노란색 표면이 흰 세로 무늬와 선명하게 나타나는 것을 신선하게 볼 수 있다. 따라서 표면 색택을 Hunter L- 및 a-value를 측정해 본 결과 수확시 L값이 81.94, b값이 57.46이었으며 예냉처리에 의해 b값이 약간 증가함을 알 수 있었다. 유통중 색도 변화는 처리구에 상관없이 L값과 b값이 감소하였는데 예냉처리한 참외의 경우 상대적으로 무예냉처리 참외에 비하여 감소

폭이 적게 나타났다. 참외의 품질은 외표면의 갈반점, 내부조직의 붕괴 그리고 위조에 따른 식감 저하에 의해 평가된다. 이러한 기준으로 상품성이 저하되는 정도를 서로 비교한 경우 예냉처리하지 않은 경우 5일 후에 22.7%였으나 예냉처리한 경우는 동일 기간에 8.12~10.2%로 절반 이하로 나타났다

Table 14. Soluble solid content changes of oriental melon during distribution at 22°C unit : °Brix

Treatment		Storage period(day)		
Precooling type	Final product temp.(°C)	initial	2	5
Non-precooling		12.22	12.89	12.49
	3°C	12.22	12.14	12.32
	5°C	12.22	12.42	12.39
Hydrocooling	10°C	12.22	12.61	12.38
	3°C	12.22	12.15	12.37
Pressure cooling	5°C	12.22	12.44	12.19
	10°C	12.22	12.64	12.41

(5) 예냉시 주의점

① 냉각수 온도를 균일하게 컨트롤 할 수 있어야 한다. 예냉 중 투입속도와 냉각수량의 균형이 맞지 않으면 냉각수온 상승으로 냉각 속도가 지연될 수 있으므로 시스템 능력에 맞게 미리 조절한다.

② 냉각 후 충분한 탈수가 필수적이다. 탈수는 air filter가 부착된 air compressor를 이용한 공기 탈수나 저온 창고 또는 차압 예냉기를 이용한 저온 탈수가 적절하다. 탈수가 불충분할 경우는 유통 중 골판지 박스의 흡습에 의한 강도저하와 과육의 짓물러짐 현상에 의해 품질 저하가 가속될 수도 있다.

③ 작업장의 온도는 가급적 저온시설이 구비되도록 하여 15~20°C 내외의 온도가 유지되도록 한다. 하절기의 경우 참외의 표피온도가 30°C 이상까지 상승하기 때문에 예냉처리를 하더라도 작업장 온도가 높으면 품온의 재상승과 결로 현상으로 원하는 효과를 기대할 수 없다. 따라서 신규 예냉시설을 설치할

경우는 예냉기와 저온저장고, 저온작업장(선별, 포장실)이 동시에 구비되도록 설계할 필요가 있다.

Table 15. Hunter L and b-value changes of oriental melon during distribution at 22°C

Treatment		Storage period(day)			
Precooling type	Final product temp.(°C)	Hunter value	initial	2	5
Non-precooling		L	81.94	80.25	79.51
		b	57.46	55.40	53.29
Hydrocooling	3°C	L	81.92	81.49	80.89
		b	58.32	57.22	55.12
	5°C	L	81.92	81.44	80.72
		b	58.32	57.00	54.89
	10°C	L	81.92	81.44	80.69
		b	58.38	56.94	55.02
Pressure cooling	3°C	L	81.93	81.48	80.88
		b	57.98	56.49	54.10
	5°C	L	81.93	81.46	80.39
		b	57.98	57.01	54.89
	10°C	L	81.92	81.50	80.54
		b	57.81	56.99	55.00

Table 16. Non-marketable fruits ratio during distribution of oriental melon at 22°C, unit : %

Treatment		Storage period(day)		
Precooling type	Final product temp.(°C)	initial	2	5
Non-precooling		0	8.2	22.7
Hydrocooling	3°C	0	1.9	7.8
	5°C	0	2.2	8.1
	10°C	0	2.0	10.2
	3°C	0	2.0	8.3
Pressure cooling	5°C	0	2.4	8.5
	10°C	0	1.8	9.4

나) 차압식

(1) 예냉시스템

참외의 냉각을 위해서는 중앙 흡인식과 벽면 흡인식의 적용이 가능한데 어느 방법이든 냉각에는 큰 차이가 없다. 예냉시설의 설계시는 표준파레트 기준으로 4~5파레트를 2열 직렬로 적재할 수 있도록 하여 공간확보와 냉동기 및 차압팬 용량을 선정하여야 한다. 그리고 수확이 계획적으로 되지 않을 수도 있기 때문에 처리물량에 따라서 신속적으로 가동이 되도록 풍량 조절기를 설치하고 냉동기는 용량을 나누어서 과냉이 되지 않도록 한다.

(2) 포장 및 적재

참외는 수확시 표피에 묻은 흙등 이물질은 먼저 제거하여야 한다. 참외는 차압예냉할 경우 두가지 방법을 고려할 수 있다. 통기공이 있는 골판지 상자에 미리 담아 예냉하는 방법과 높이가 10~20cm 내외인 플라스틱 콘테이너에 수확하여 그대로 예냉처리한 다음 저온 작업장에서 선별, 포장 작업을 진행하는 방법으로 전자의 경우는 골판지 상자의 강도와 비용이 부담으로 작용할 수 있다. 참외의 경우는 완숙된 과실을 수확할 경우는 손접촉이 많을수록 품질에 장애를 가져올 수도 있으므로 후자가 현실적인 것으로 사료된다. 파레트 적재시는 참외 상자 외부로 냉기가 흐르지 않도록 파레트 측면 지게차용 구멍과 파레트 간격사이를 밀폐시켜야 한다.

(3) 예냉처리 및 냉각특성

냉기를 이용한 차압식의 경우 1℃의 냉기를 이용하여 예냉처리한 경우 냉각속도는 풍량과 과실의 크기가 냉각속도에 영향을 미치는 것으로 나타났다. 그림과 표에서 알 수 있는 바와 같이 풍량이 많을수록 상자에 걸리는 정압이 크게 나타났으며 그 결과 냉각속도는 빨라졌다. 특히 참외는 과육부분과 내심부분의 조직구성 성분이 다르게 나타났는데 과육에 비하여 내심부분의 냉각에는 더 많은 시간이 소요되었다. 차압식을 적용한 경우 참외는 25℃에서 10℃까지 냉각시키는데 풍량 변화에 따라 0.9~1.5시간이 소요되었고 과실의 크기가 클수록 냉각시간은 지연되었다. 참외를 플라스틱상자에 담아 예냉한 경우 상

자에 걸리는 정압은 풍량이 63~239m³/box/h로 공급된 경우 3.2~20.2mmAq가 걸렸다.

참외의 경우 미리 냉기의 온도를 2~3℃로 조절한 다음 참외를 적입, 적재하고 냉각하면 냉각초기에는 고내온도가 순간적으로 10℃ 이상으로 상승하다가 다시 강하하게 된다. 참외는 구의 크기가 크기 때문에 예냉기의 냉각능력과 적재량에 따라 차이가 있지만 내심까지 냉각하는데는 많은 시간이 소요된다. 냉각중 차압웬은 운전초기에 비하여 후반부로 갈수록 속도를 낮추어 전체적으로 균일한 냉각이 되도록 한다. 이유는 후반부에는 냉기와 참외의 온도차가 적어 공급되는 냉기량에 비례하여 냉각이 진행되지 않아 잘못하면 과도한 냉각에 의해 저온장해를 입을수도 있기 때문이다. 물론 예냉기의 냉각능력이 충분한 경우 적재후 예냉기를 가동하여도 큰 차이는 없다. 파레트, 상자등 부자재등은 미리 냉각시켜두는 것이 예냉중 냉각속도를 촉진시키는데 좋다.

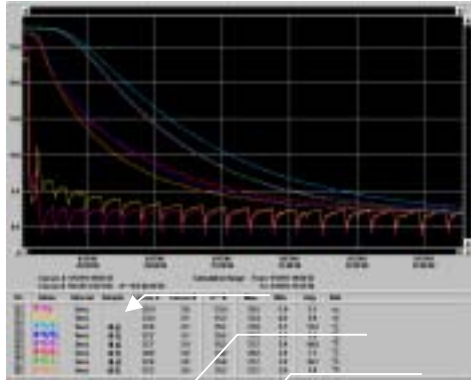
(4) 예냉중의 품질변화

차압예냉중 품질변화는 Hunter value, 당도 및 외관상의 저온장해 유무를 조사하였는데 품온 10~3℃까지 냉각시킨 경우 냉기온도에 상관없이 저온장해 유무를 발견하기 힘들었다.

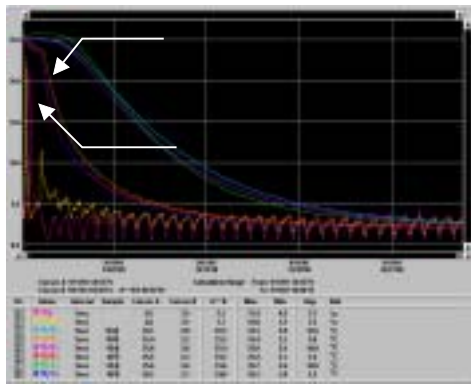
Table 17. Required cooling times of oriental melon in the plastic container during pressure cooling at various velocities and static pressures, hr

Velocity (m ³ /h/box)	Static pressure (mmAq)	Position of fruit	Temp.(℃)				
			10	8	6	4	2
239	20.2	center	0.9	1	1.3	1.7	2.3
		flesh	0.32	0.42	0.57	0.87	1.4
114	6.8	center	1.3	1.5	1.8	2.1	3
		flesh	0.85	1	1.3	1.7	2.3
63	2.2	center	1.5	1.8	2.1	2.6	3.2
		flesh	1.2	1.4	1.8	2.3	2.9

initial product temperature : 25.1℃, 10kg/container, vent ratio : 10.73%



air velocity:114 m³/h/box, static pressure:6.8mmAq



air velocity:239m³/h/box, static pressure: 20.2mmAq

Fig. 30. Cooling curve of different oriental melons during pressure cooling

다. 애호박

1) 수확 및 전처리

수확은 오전 중 기온이 낮을 때 수확하고 보통 청과용은 열매가 맺히고 나서 7~10일 후에 행하고, 수확시는 외피에 상처나 충격이 가해지지 않도록 하여야 한다. 수확한 호박은 컨테이너 박스나 골판지박스에 보습용 완충 슈이트를 펼치고 적입한다. 가급적 단층으로 적입하는 것이 좋으나 적층할 경우는 서로 접촉이 되지 않도록 한다. 적입전에 가능하면 표면을 살균처리하는 것이 저장중 곰팡이 생육을 억제할 수 있다.

2) 예냉처리

예냉 방식은 수냉식과 차압식을 적용할 수가 있는데 본 연구에서는 차압식 예냉을 채용하였다. 예냉실의 냉기 온도는 7℃로 조절하여 품온이 10℃가 될 때까지 냉각하였으며 이 때 예냉용 상자는 통기공이 있는 접철식 플라스틱 컨테이너를 활용하였다.

3) 보관 및 유통

예냉처리후 10℃와 25℃에서 보관하면서 품질 변화를 측정하였다. 실험 결과 애호박의 경우 10℃ 부근이 적절한 보관 온도로 사료되어 적온인 10℃와 실제 소비지 판매장의 온도를 고려한 25℃에서 보관하면서 품질 변화를 관찰하였다. 저장용 포장은 플라스틱컨테이너 포장, 플라스틱 컨테이너에 wrapping한 포장 그리고 개체별 wrapping한 포장으로 나누어 예냉 처리구와 무예냉 처리구로 나누어 보관하였다. 두 온도구에서 보관하면서 전반적인 품질 변화를 볼 때 10℃의 경우는 15일 정도, 25℃의 경우는 5일 정도가 적절한 유통 기한으로 나타났다. 그러나 품질 저하중 꼭지 부분의 줄기 절단면에서 곰팡이가 성장하고 표면에서 부패 현상이 나타나는 것을 고려하면 수확후 표면살균 처리가 유통 기한을 연장하는데 도움이 될 것으로 사료되었다. 특히 애호박의 경우는 내부 숙성(씨앗, 색택)이 계속 진행되고 개체가 성장하는것을 최대한 억제시키는 것이 상품성을 유지하는 관건으로 여겨졌다. 전체적인 품질 변화는 개별 wrapping한 경우가 가장 신선도가 높게 나타났고 다음이 플라스틱컨테이너 그리

고 무예냉 순이었다.

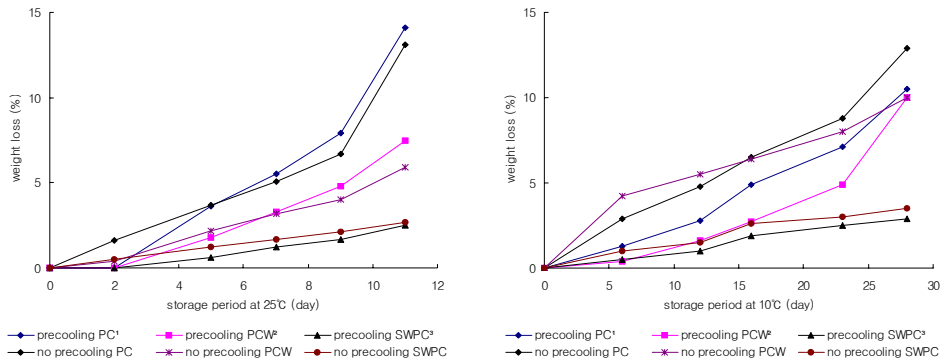


Fig. 31. Changes in weight loss of zucchini squash during storage at 25 and 10°C. ¹P-container, ²P-container + Wrapping, ³ individual wrapping + P-container

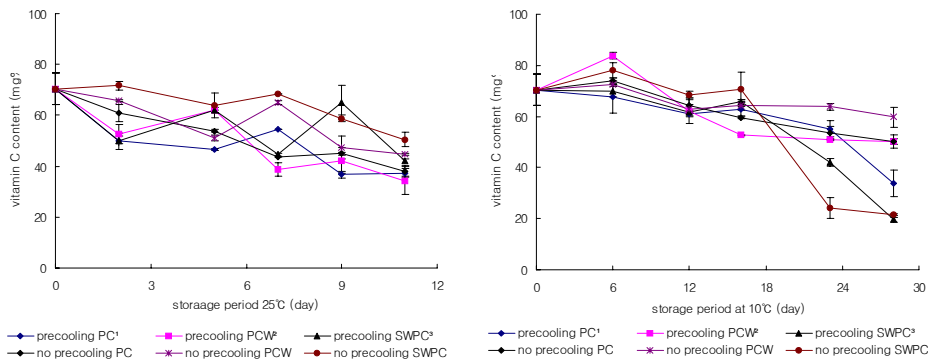


Fig. 32. Changes in vitamin C of zucchini squash during storage at 25 and 10°C. ¹P-container, ²P-container + Wrapping, ³ individual wrapping + P-container

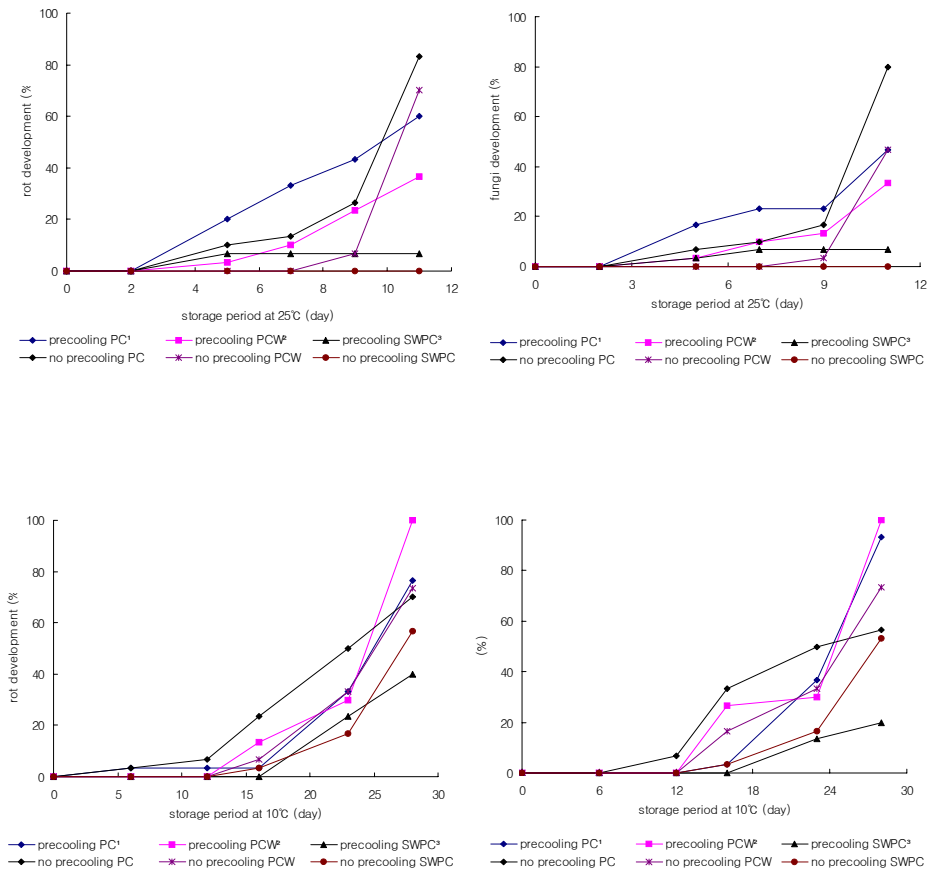
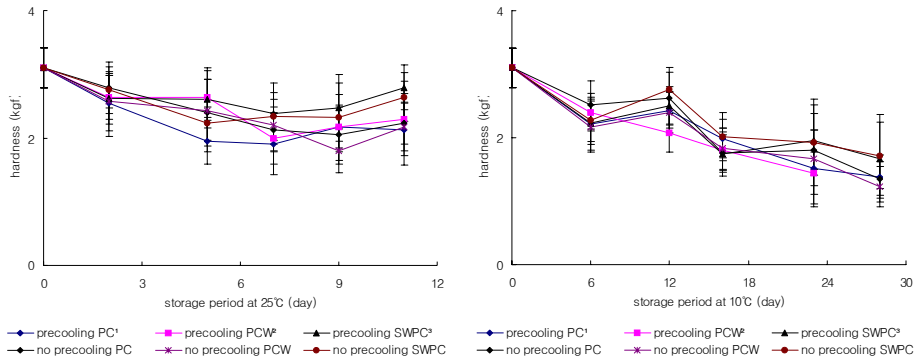
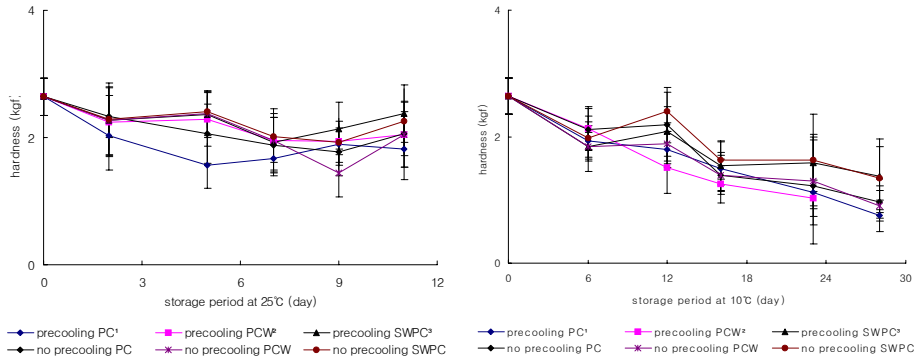


Fig.33. Changes in decaying ratio(rot development, fungi development) of zucchini squash during storage at 25 and 10°C.

1)P-container, 2)P-container + Wrapping, 3)individual wrapping + P-container



<outer surface layer>



<inner flesh>

Fig. 34. Changes in hardness of zucchini squash during storage at 25 and 10°C. ¹P-container, ²P-container + Wrapping, ³individual wrapping + P-container

Table 18. Changes in Hunter-L value of zucchini squash during storage at 25 and 10°C (L : 100 white ↔ 0 black)

Treatment		Storage period (day)							
		0	2	5	7	9	11		
25 °C	no precooling	PC ¹⁾	58.32±2. 87	58.41±3. 38	60.21±3. 67	63.01±5. 28	65.9±7.0 1	67.88±6. 13	
		PCW ²⁾	58.32±2. 87	55.46±2. 1	56.98±1. 06	58.93±2. 76	64.43±6. 85	67.85±6. 54	
		SWPC ³⁾	58.32±2. 87	59.50±4. 73	59.27±4. 63	61.05±3. 81	60.73±3. 53	62.37±3. 7	
	precooling	PC	58.32±2. 87	59.13±2. 7	59.18±2. 49	62.7±5.6 5	64.41±7. 09	66.25±6. 94	
		PCW	58.32±2. 87	58.3±2.9 5	60.24±4. 36	59.9±2.6	64.13±3. 92	67.73±6. 86	
		SWPC	58.32±2. 87	58.32±2. 44	59.27±3. 22	58.29±4. 7	61.97±2. 71	61.49±3. 04	
	Treatment		Storage period (day)						
			0	6	12	16	23	28	
	10°C	no precooling	PC ¹⁾	58.32±2.8 7	58.75±2.70	57.04±2.77	57.18±2.86	57.91±2.76	61.20±3.50
			PCW ²⁾	58.32±2.8 7	59.87±1.74	58.71±2.38	57.13±2.79	59.10±2.45	58.62±3.88
			SWPC ³⁾	58.32±2.8 7	59.08±2.35	58.24±1.67	59.15±1.71	60.35±1.64	60.48±2.39
		precooling	PC	58.32±2.8 7	61.48±2.76	60.18±2.68	59.65±2.74	61.15±2.50	62.15±2.59
PCW			58.32±2.8 7	57.92±3.30	56.87±2.47	56.91±3.13	58.97±3.23	58.47±3.11	
SWPC			58.32±2.8 7	57.83±2.70	56.24±2.68	56.4±3.6	58.13±3.43	58.40±2.86	

¹⁾P-container, ²⁾P-container + Wrapping, ³⁾individual wrapping + P-container

Table 19. Changes in Hunter-a of zucchini squash during storage at 25 and 10°C (a : - green ↔ + red)

Treatment		Storage period (day)							
		0	2	5	7	9	11		
25°C	no precooling	PC ¹⁾	-22.61±0.66	-21.98±0.5	-21.87±0.73	-20.08±1.45	-16.9±6.24	-18.63±2.95	
		PCW ²⁾	-22.61±0.66	-21.13±1.11	-21.52±1.04	-20.12±0.78	-20.46±3.23	-17.6±4.04	
		SWPC ³⁾	-22.61±0.66	-21.81±1.5	-21.8±1.09	-20.89±0.6	-20.51±0.78	-19.68±1.03	
	precooling	PC	-22.61±0.66	-22.57±0.85	-22.96±0.46	-20.84±1.28	-19.76±2.95	-19.03±5.23	
		PCW	-22.61±0.66	-22.91±0.9	-22.85±0.52	-21.32±0.6	-22.19±0.59	-17.91±3.29	
		SWPC	-22.61±0.66	-22.41±0.78	-22.16±0.59	-19.93±1.42	-21.2±0.72	-19.94±0.72	
	Treatment		Storage period (day)						
			0	6	12	16	23	28	
	10°C	no precooling	PC ¹⁾	-22.61±0.66	-22.30±0.74	-19.4±0.61	-20.52±0.84	-20.15±1.37	-20.00±0.94
			PCW ²⁾	-22.61±0.66	-22.20±0.73	-19.63±1.03	-20.06±0.90	-18.96±0.90	-18.77±1.63
			SWPC ³⁾	-22.61±0.66	-23.04±0.60	-19.76±1.03	-21.42±0.87	-19.95±0.99	-20.96±1.17
		precooling	PC	-22.61±0.66	-22.43±0.84	-19.29±0.56	-19.42±1.09	-20.05±0.60	-19.08±1.76
PCW			-22.61±0.66	-22.83±0.4	-18.94±0.67	-20.8±0.81	-18.28±2.07	-17.41±3.54	
SWPC			-22.61±0.66	-21.96±0.62	-19.52±0.56	-20.72±0.91	-20.23±0.79	-20.02±1.04	

¹⁾P-container, ²⁾P-container + Wrapping, ³⁾individual wrapping + P-container

Table 20. Changes in Hunter-b of zucchini squash during storage at 25 and 10°C (b : - blue ↔ + yellow)

Treatment		Storage period (day)						
		0	2	5	7	9	11	
25°C	no precooling	PC ¹⁾	37.58±2.	36.36±1.	36.69±1.	35.67±5.	36.14±4.	36.48±3.
			05	26	3	03	14	67
		PCW ²⁾	37.58±2.	34.5±2.2	35.11±2.	32.9±2.3	38.23±3.	37.6±4.4
			05		24	1	49	8
		SWPC ³⁾	37.58±2.	37.6±3.1	37.9±2.1	34.87±1.	34.37±1.	33.61±2.
			05	1	6	27	58	3
	precooling	PC	37.58±2.	37.46±2.	38.81±1.	36.67±3.	36.9±3.2	38.46±3.
			05	21	68	15	3	44
		PCW	37.58±2.	38.65±2.	39.09±2.	35.36±2.	37.4±2.2	38.02±3.
			05	86	51	03	8	76
		SWPC	37.58±2.	37.57±2.	38.11±2.	33.29±2.	34.49±1.	34.37±3.
			05	01	11	18	87	07
Treatment		Storage period (day)						
		0	6	12	16	23	28	
10°C	no precooling	PC ¹⁾	37.58±2.0	37.04±2.4	31.36±1.7	33.94±2.3	34.36±1.4	35.01±1.7
			5	4	4	5	0	5
		PCW ²⁾	37.58±2.0	35.84±2.1	30.13±2.8	30.89±2.6	31.67±2.4	33.29±2.2
			5	4	6	7	9	3
		SWPC ³⁾	37.58±2.0	37.85±1.4	30.83±2.2	33.6±2.34	31.04±2.6	35.32±3.1
			5	5	6		7	7
	precooling	PC	37.58±2.0	36.30±2.5	29.23±1.7	29.65±3.3	32.62±1.9	35.21±1.8
			5	0	4		1	0
		PCW	37.58±2.0	37.73±1.1	28.41±1.9	33.68±1.5	31.70±2.2	32.95±4.3
			5	5	6	7	4	7
		SWPC	37.58±2.0	35.81±2.0	30.44±1.4	33.75±1.6	33.59±2.5	34.68±2.0
			5	4	4	8	4	1

¹⁾P-container, ²⁾P-container + Wrapping, ³⁾individual wrapping + P-container

애호박은 7℃ 이하의 온도에서는 저온장해가 나타날 수 있으며 따라서 예냉처리하는 10~15℃ 정도까지만 행하는 것이 적절하다. 즉 과도한 예냉보다는 오히려 15℃에서 2일 정도의 콘디셔닝이 필요한 농산물이다. 다음 자료는 10℃까지 예냉하여 10℃와 상온에 보관하였을 때의 품질 변화 자료이다.

< 10℃ >

		저장기간(일)				
		0	4	8	12	16
감모율(%)	무예냉	0	0.70	1.54	2.30	3.65
	예냉	0	0.61	1.37	2.12	3.30
경도(kgf)	무예냉	3.28	3.03	2.94	2.78	2.59
	예냉	3.28	3.11	3.08	2.93	2.87
부패율(%)	무예냉	0	-	5.82	15.71	33.50
	예냉	0	-	3.10	8.42	17.69

< 상온 >

		저장기간(일)				
		0	2	4	6	8
감모율(%)	무예냉	0	1.43	2.73	3.98	5.85
	예냉	0	1.24	2.27	2.79	4.76
경도(kgf)	무예냉	3.28	3.02	2.84	2.64	2.43
	예냉	3.28	3.10	2.99	2.86	2.57
부패율(%)	무예냉	0	-	5.71	12.89	18.26
	예냉	0	-	2.12	6.98	11.08

<대표적인 품질 저하 현상>

- 위조 현상, 꼭지 부분 시들어감, 외관은 위조
- 꼭지 부분 흰곰팡이 성장
- 내부 씨앗 성장하여 단단해짐
- 장기적으로는 갈색으로 썩기 시작
- 겹쳐 포개져 있는 부위에 곰팡이 성장
- 부패된 애호박은 물렁거림
- 내부 조직이 스폰지처럼 소프트하고 내부에 공간이 형성됨.

라. 딸기

1) 수확

수확은 높이가 낮은 15cm 이하의 플라스틱 상자를 사용함으로써 다층 적입에 의한 압상을 최소화한다. 플라스틱 상자 내측에는 스폰지 등 충격을 완화시킬 수 있는 소재를 부착하는 것이 좋다(2단 이상 적재하지 않는 것이 좋다). 높은 환경 온도하에서는 호흡이 왕성하기 때문에 수확은 가급적 오전 10시 이전에 행하는 것이 좋다.

수확은 당도 9Brix 이상의 것을 수확하며 수출용은 80% 정도의 적숙된 것을 수확하고, 국내소비용은 90% 이상 착색된 것을 수확한다

2) 전처리, 포장 및 적재

예냉 전 특별한 전처리나 포장은 필요 없고 수확시 사용한 플라스틱 상자 그대로 예냉실로 옮겨 파레트에 적재한다. 차압식의 경우 파레트는 중압의 흡입구를 중심으로 60~80cm의 바람 통로를 두고 양측에 대칭으로 적재하고 차압시트를 양측면은 제외하고 위에서부터 종방향으로 내려 덮는다. 이 때 파레트는 길이 방향으로 5~6파레트 정도가 적당하며 그 이상 적재할 경우 냉각 편차가 발생한다. 파레트 적재후 파레트 하단의 지게차 운반용 틈과 파레트와 파레트 사이의 틈을 막아 준다.

통기공이 있는 골판지 상자에 미리 딸기를 담아 예냉하는 방법도 고려할 수 있으며 이 경우는 과실과 손 접촉을 억제함으로써 물리적 손상을 감소시킬 수 있다. 이 경우는 수확시 숙련된 작업자에 의해 밭에서 선과, 포장이 동시에 이루어져야 한다. 아울러 골판지 상자는 발수도와 압축강도가 저온처리에 견딜 수 있도록 설계, 제작되어야 한다.

3) 예냉

(1) 예냉시스템

딸기의 냉각을 위해서는 중앙 흡인식과 벽면 흡인식의 적용이 가능한데 어

는 방법이든 냉각에는 큰 차이가 없다. 예냉시설의 설계시는 표준파레트 기준으로 4~5파레트를 2열 직렬로 적재할 수 있도록 하여 공간확보와 냉동기 및 차압팬 용량을 선정하여야 한다. 그리고 수확이 계획적으로 되지 않을 수도 있기 때문에 처리물량에 따라서 신속적으로 가동이 되도록 풍량 조절기를 설치하고 냉동기는 용량을 나누어서 과냉이 되지 않도록 한다.

(2) 예냉처리 및 냉각특성

딸기의 차압예냉중 품온변화는 그림과 같다. 딸기는 과실의 크기가 작아 1℃ 냉기로 3~4℃까지 냉각시키는데 1~2시간밖에 소요되지 않았다. 예냉시 딸기의 포장은 4kg골판지 박스에 4개의 소포장을 담아 행하였으며 통기공은 약 5% 정도를 유지하였다. 딸기의 예냉처리는 보통 오전 10~12시 사이에 행해지는데 딸기는 조직이 취약하고 호흡이 왕성하여 서늘한 시간에 수확하여 신속히 냉각 처리하는 것이 선도 유지의 관건이다.

현재는 국내 딸기 작업장의 경우 합천, 담양, 부여, 논산 등 일부 작업장을 제외하고는 저온작업장이 구별되어 있지 않아 예냉처리후 냉장과 수송과정중 품온이 2~5℃ 상승하며 심지어 적재 파레트의 외측 포장 딸기의 경우는 표면 온도가 10℃ 이상까지 상승하게 된다. 그림에서 보면 냉장 수송의 경우(3~5℃ 내외)는 소비지 도착시 5~7℃가 되며 보냉수송은 7~10℃, 상온 수송의 경우는 10℃ 이상까지 상승함을 알 수 있다.

Table 21은 예냉처리하여 냉장 또는 보냉수송한 딸기와 예냉처리하지 않고 상온수송한 딸기의 비타민 C 유지 상태를 분석한 것이다. 수확 직후 딸기의 비타민 C는 84.2mg%였으나 3일후 무예냉/상온수송의 경우는 62.7mg%로 감소하였다. 그러나 예냉처리차에 냉장 수송한 딸기는 78.1mg%, 보냉수송한 경우는 69.2mg%로 높게 나타났다. 한편 20℃에서 3일간 보관 중 딸기의 부패과와 곰팡이 발생 정도를 조사한 결과 Fig.35에서 보는 바와 같이 저온처리에 의한 효과가 두드러지게 나타남을 알 수 있었다. 즉, 무예냉 처리구의 경우는 3일 후에는 90% 이상이 진물러지지거나 부패하고 곰팡이 발생과도 60% 이상 발생하였다. 그러나 예냉 처리후에 저온 수송한 경우는 부패과가 70% 정도 발생하였다. 그러나 예냉처리후에 저온 수송한 경우는 부패과가 70% 정도, 곰팡이 발

생과는 10% 내외로 현저히 억제됨을 알 수 있었다.

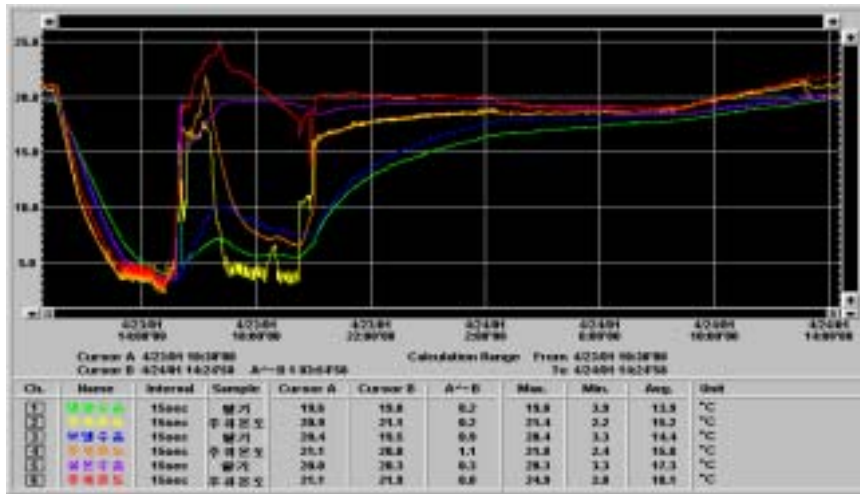
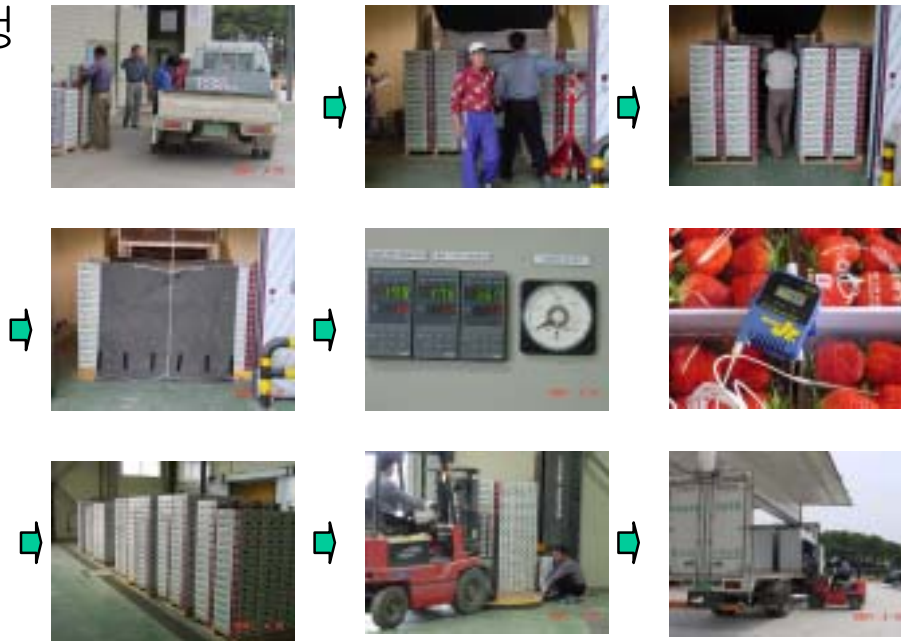


Fig. 35. Product temperature changes of strawberry during cooling and distribution.

Table 21. Ascorbic acid content changes of strawberry at 20°C by precooling and different transportation

	Treatment	Storage period(day)			
		0	1	2	3
Ascorbic acid content(mg%)	Non-precooling	84.2	80.4	74.3	62.7
	Precooling/Insulated transportation	84.2	82.3	77.9	69.2
	Precooling/Cold transportation	84.2	83.1	81.7	78.1

예냉



딸기의 예냉처리 및 출하 공정

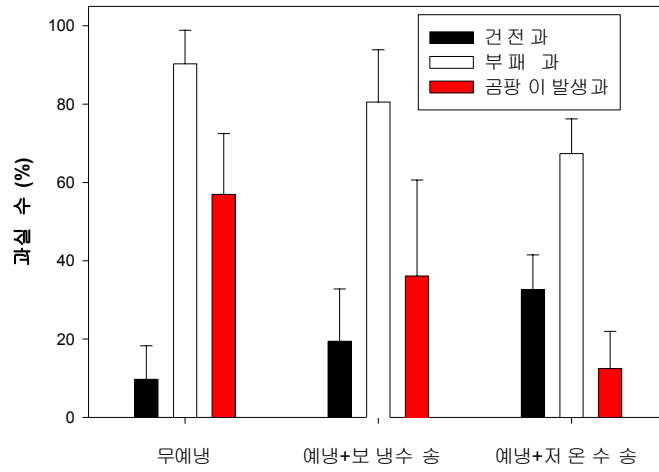


Fig. 36. Strawberry qualities after 3 days at 20°C.

2. 엽채류

가. 고랭지 배추

1) 수확

수확은 접철식 플라스틱 상자나 특별히 제작된 수확용 플라스틱 상자를 사용함으로써 다층 적입에 의한 압상을 최소화한다. 플라스틱 상자 내측에는 스펀지 등 충격을 완화시킬 수 있는 소재를 부착하는 것이 좋다.

품온이 올라가면 호흡이 왕성하기 때문에 수확은 가급적 오전 10시 이전에 행하는 것이 좋다.

2) 전처리, 포장 및 적재

차압냉각을 위해서는 플라스틱컨테이너에 배추를 냉기방향으로 3~4포기씩 횡으로 담아 표준파레트에 적재한다. 플라스틱컨테이너의 높이는 배추 직경보다 2~3cm 정도 높은 것이 냉각과 적재효율을 고려하였을 때 효율적이며 컨테이너는 표준파레트에 정합성이 좋도록 제작한 것을 사용한다.

예냉 전 특별한 전처리나 포장은 필요 없고 수확시 사용한 플라스틱 상자 그대로 예냉실로 옮겨 파레트에 적재한다. 차압식의 경우 파레트는 중압의 흡입구를 중심으로 60~80cm의 바람 통로를 두고 양측에 대칭으로 적재하고 차압시이트를 양측면은 제외하고 위에서부터 종방향으로 내려 덮는다. 이 때 파레트는 길이 방향으로 5~6파레트 정도가 적당하며 그 이상 적재할 경우 냉각 편차가 발생한다. 파레트 간격사이에는 틈을 모두 막아 냉기가 배추와 최대한 접촉하도록 하는 것이 에너지 절약과 냉각효율면에서 긍정적이다. 출하시는 플라스틱컨테이너에 담은 채로 그대로 출하하거나 골판지 박스에 재포장하여 출하한다.

진공냉각의 경우 포장이나 적재형태는 냉각속도에 큰 영향을 미치지 않는다. 출하나 저장을 위해서는 작업성을 고려하여 파레트 단위로 미리 PVC wrapping을 하여 예냉처리를 하여도 냉각에는 지장이 없다.

3) 예냉

가) 진공식

(1) 예냉시스템

진공냉각시스템은 각형과 원통형, 1챔버형과 2챔버형, 대차식과 반입반출식 여러가지가 있으나 기본적으로 냉각이 되는 원리와 시스템 구성은 유사하다. 여기서는 현재 산지(대관령지역)에 설치되어 있는 예냉기를 중심으로 알아보고자 한다.

(가) 진공냉각장치의 원리

물은 常壓(101kPa)에서는 100℃에서 끓지만, 압력이 저하하면 100℃이하의 온도에서 비등증발이 발생한다. 예를 들면 압력 2.67kPa에서는 물은 약 22도에서 비등하고, 600kPa에서는 0도에서 비등한다. 물이 비등증발해서 액체에서 기체로 변할 때, 증발잠열을 필요로 하고, 압력 약 600kPa(0℃)에서는 597.1 kcal/kg라고 하는 대량의 열을 필요로 합니다. (덧붙여서 말하면 1kg의 물을 1도 온도 상승시키기 위해서는 약 1kcal의 열량이면 충분합니다.)

냉각할 물품을 수납해서 진공조의 공기를 진공 펌프에서 배출해가면 물품의 표면에서 수증기증발을 방해하는 공기가 점차적으로 적어지게 되고, 증발이 촉진됩니다. 압력이 낮아짐에 따라 수분이 증발하는 비율이 크게 되고, 물이 그때의 압력에 따라 증발열을 물품으로부터 빼앗아서 증발하고, 그것에 따라 물품의 온도는 압력에 대응해서 물의 비등점 까지 냉각됩니다. 예를 들면, 계기를 최저 압력 800kPa에 세트시켜 놓으면, 물품의 온도는 약 4도가 될 때까지 내려가게 됩니다. 진공조 내에서 증발했던 수증기는 압력의 저하되고 감소됨과 함께 체적이 팽창해서 다음의 표에 보여지는 것처럼 상압 101kPa에서 1g의 물은 600-667Pa에서는 약 21만cc의 수증기로 팽창합니다.

상압1기압=101kPa

101kPa에서는 100℃

높은산 꼭대기 100℃이하에서 비등

2.67kPa는 22℃에서 비등

Table 22. Physical properties of water

Pressure (kPa)	boilng temp. (°C)	latent heat for vaporization (kcal/kg.°C)	latent heat for sublimation (kcal/kg.°C)
100	100	538.8	
53.3	82.96	549.3	
26.7	66.44	559.2	
13.3	51.57	567.9	
6.67	38.11	575.6	
2.67	22.14	584.7	
1.33	11.18	590.8	
0.933	5.98	593.9	
0.800	3.78	595.0	
0.667	1.22	596.4	
0.610	0.	597.1	676.9
0.533	-1.64		677.6
0.467	-3.23		679.7
0.400	-5.05		681.2
0.333	-7.68		
0.267	-9.72		

이처럼 팽창한 다량의 수증기를 직접 진공펌프에서 배기하는 것은, 시간적으로도 능률적으로도 비경제적입니다. 또한, 진공펌프안에 수증기가 들어가면, 펌프의 성능도 저하하기 때문에, 진공조와 진공펌프의 중간에서 이 수증기를 포집할 필요가 있습니다. 이 역할을 수행하는 것이 콜드트랩입니다. 이 콜드트랩이 냉동기에서 냉각시키고, 그 저온면에 닿아 있는 수증기는 점점 원래의 물로 돌아감과 동시에, 증기압차에 의한 수증기가 콜드트랩으로의 이동을 촉진시키는 역할도 겸하고 있습니다.

Table 23. Water vapor volume of 1g water at different pressures

P(Pa)	V (cc)	P (Pa)	V (cc)	P (Pa)	V (cc)
133	944×10^3	533	236×10^3	1.07k	1.18×10^3
200	630×10^3	600	210×10^3	1.33k	95×10^3
267	472×10^3	667	189×10^3	2.07k	63×10^3
333	375×10^3	733	172×10^3	2.67k	47×10^3
400	315×10^3	800	157×10^3	3.33k	38×10^3
467	270×10^3	1.0K	135×10^3	4.0k	32×10^3

(나) 주요기기구성

① 진공조

실제로 처리물을 반입하는 부분으로 처리량 및 시스템에 의한 1조식과 2조식의 2종류가 있다. 또한, 처리물의 반입시스템에 의한 일방반입반출과 통과형 반입반출의 2종류가 있다.

② 진공펌프

진공조 안을 감압 상태(진공)로 하기 위한 펌프로 구성에 의해 1~4대의 유형이 있다. 또한 펌프의 종류로서 유 회전의 경우와 공기 냉각 루트식이 있습니다. 유 회전식(rotary oil pump)의 경우, 부대시설로서 오일, 수분리기, 수냉 냉각수 공급, 오일먼지의 보수장치(오일 미스트트랩)가 필요하다.

③ 콜드트랩

처리물로부터 증발한 수증기를 물로 바꾸는 부분으로 銅製多管式(동제다관식) 열교환기이다.

④ 수기(受器)

콜드트랩에서 변환된 물을 일시 저장해서, 배출하는 부분으로 자동 노출판이 부착됩니다.

⑤ 냉동기

콜드트랩에서의 열교환을 위한 냉각액(브라인)의 냉각공급을 하는 장치입니다. 수냉식, 공냉식, 일체공냉식의 세 종류가 있습니다. 수냉식은 부속설비로

서, 냉각수 펌프, 냉각수배관, 크린타워(clean tower)가 필요하고, 공냉식은 옥외응축유닛, 냉매배관(冷媒配管)가 필요하다.

⑥ 브라인(열교환을 위한 냉각액)탱크

냉각기에서 냉각되어진 브라인을 저장, 열을 저장하는 부분으로, 銅제탱크입니다. 콜드트랩의 브라인의 공급을 위해 펌프(브라인펌프)가 부착되어 있다.

⑦ 압공계

냉각시스템제어관, 위치규제용실린더, 문크램프용실린더, 반입용실린더는 공기압에 의해 구동됩니다. 그것을 위한 압축공기를 공급한다.

㉠ 필터, 레귤레타, 루부리케타(에어3점세트)

㉡ 압공 분배 전자판

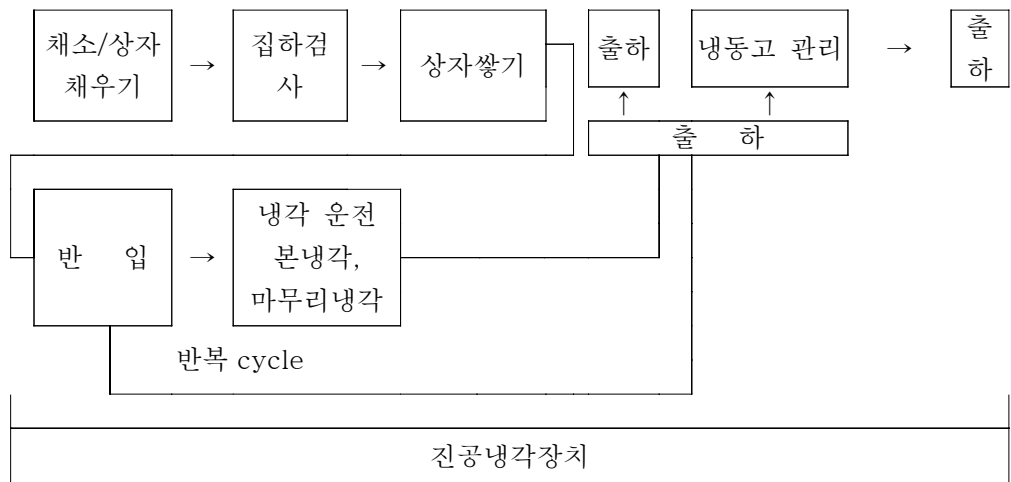
㉢ 공기압축기

⑧ 제어반

냉각시스템에 필요한 계기류, 스위치류, 동력관련 기록계를 내장한다.

(다) 운전사이클

[표준냉각싸이클] 집하부터 출하까지(1일)



< 각 진공도에서의 압력 및 소요시간 예 >

단 계	압 력(Pa)	소요시간(분)
예비냉각	101 kpa →	8분간
본냉각	5.3 kpa →	-----
마무리 냉각 NO.1	1.5 kpa →	-----
마무리 냉각 No.2	-----	타이머세트에 의해.

<진공냉각장치의 운전 기본 사이클 예>

㉠760-40Torr(粗引)

㉡ 40-15(本引)

㉢ 15-6(마무리)

㉣ 6-(최종마무리)

- ㉠(粗引)은 기계설계시 10분 미만으로 계산하며
- ㉡(本引)의 완료는 보통 외기온도에 따라 변경됨
- ㉢(마무리) 6 Torr는 냉각 종온에 따라 변경
- ㉣(최종마무리)는 품목별 냉각특성에 따라 조절함.

(2) 예냉처리 및 냉각특성

여름배추의 경우 직경이 커서 잎상추나 양상추에 비하여 내심까지 냉각이 쉽지는 않다. 배추의 진공냉각은 주로 표면증발에 의한 품온강하에 의해 일어나기 때문에 내심까지 2℃ 이하로 냉각시키는 것은 쉽지 않을 뿐더러 진공냉각 장치의 냉각원리를 충분히 이해하지 못한 것이다. 결구된 배추의 냉각특성상 5~10℃까지 냉각시킨 후 유통시키는 것이 적절하다. Fig. 7, 8은 여름배추의 진공냉각중 냉각특성을 나타낸 것이다. 내심까지 배추를 냉각시키는데는 약 1시간이 소요되었고 10℃ 부근까지만 냉각시킬 경우는 30분정도면 가능하였다. 배추의 경우 표층부위는 30분이내에 냉각이 가능하지만 하부에서 10cm까지의 내심부위의 냉각은 느린데 이 부위는 표면증발에 의한 냉각에 이어 전도에 의한 2차 냉각이 일어나야 냉각이 되기 때문이다.

Table 24. Required cooling time and weight loss ratio during vacuum cooling of Chinese cabbage

	final product temp.(°C)				
	10	8	6	4	2
required time(min)	27(0.5)	31(3)	37(9)	45(17)	57(29)
weight loss ratio(%)	2.0	2.2	2.5	2.8	3.2

* final vacuum degree : 5Torr, * () : controlled finishing time

(3) 예냉중의 품질 변화

예냉과정중 배추는 2~3%의 수분 감도가 일어나며 외관상, 성분조성상 품질 변화는 유의적으로 나타나지 않았다. 예냉후 배추의 유통중 품질변화를 정선 손실을 기준으로 분석하였을 때 Table 10에서 보는 바와 같다. 2°C까지 냉각하면 15°C에서 8일, 25°C에서는 4일, 10°C까지 냉각하면 15°C에서는 5일, 25°C에서는 2일의 유통기한을 나타내었다(정선손실 10% 기준). 여름배추의 경우 진공 예냉은 단기유통을 위해서는 처리량과 유통중 품질을 고려할 때 내심기준 6~10°C부근까지만 예냉하여 유통시키면 물류센타(15~25°C내외)와 같이 실내매장에서 판매할 경우 3일 이상 상품성 유지 가능하다.

여름배추 예냉은 7~8월 장마철과 기상변동에 따른 배추 수급불균형을 조절하기 위해서도 필요한데, 여름 배추의 경우는 호흡속도가 왕성하고 조직이 취약하여 저장성이 취약한 것으로 보고되고 있다. 고랭지배추를 진공 예냉 처리하여 실온에서 4일동안 보관한 경우 4일 후 진공 예냉한 배추는 겉잎 3~4매만 황변이 일어났으나 무 예냉한 배추는 황변과 함께 대부분의 겉잎이 짓물러지고 내부에 검은 반점(black speck)이 많이 발생하였다.

진공 예냉 처리한 배추의 경우 감모율 및 품질(환원당, 비타민 C, 클로로필 색소 등)측면에서 무예냉 처리한 배추에 비하여 20% 이상 상대적으로 우수한 상태를 나타내었다. 출하조절을 위해 저온저장할 경우 예냉 처리를 하더라도 플라 스틱 컨테이너에 그대로 저장한 경우는 예냉 처리구와 감모율 측면에서 큰 차이가 없었으며, 예냉 처리 후 wrapping하여 주는 것이 감모율과 선도유지에 양호한 것으로 나타났다. 저온저장을 위한 배추의 예냉은 단기 유통용에 비하여

가급적 품온을 더 낮게 예냉 처리(5℃ 내외)하여 wrapping하는 것이 적절할 것으로 사료되었다.

Table 25. Shelf-life at different distribution temperatures of Chinese cabbage precooled by vacuum cooler(day)

distribution temp.	final product temp.(℃)		
	2	6	10
15℃	8	6	5
25℃	4	3	2

* trimming loss 10%

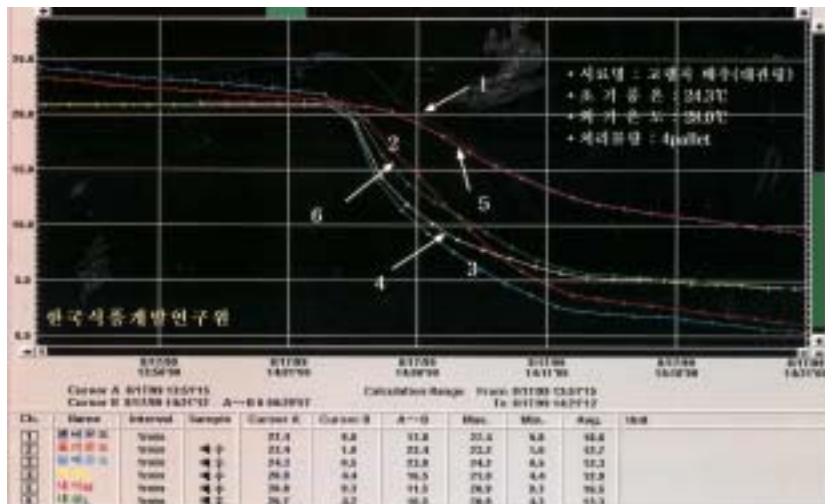


Fig. 37. Cooling curve during vacuum cooling of summer Chinese cabbage

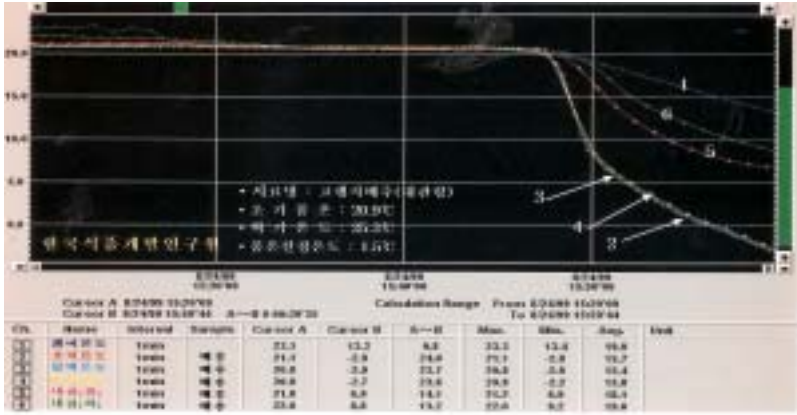


Fig. 38. Cooling curve during vacuum cooling of summer Chinese cabbage

나) 차압식

(1) 예냉시스템

배추의 냉각에는 중앙흡인식과 벽면흡인식 차압예냉시스템의 적용이 가능한데 대량처리를 위해서는 중앙흡인식이 더 효율적으로 적용될 수 있다. 예냉기는 설계시 보통 흡입구 1구당 4톤 정도 처리가 가능하도록 하고 차압웍의 풍량은 400CMM, 정압은 40mmAq 정도로 하여 인버터를 부착하여 처리량에 따라 풍량이 조절될 수 있도록 한다.

(2) 예냉처리 및 냉각특성

배추의 경우 체적이 커서 1회 처리에 대량 물량 처리가 필요하게 되어 차압웍의 풍량이 클 필요가 있다. Fig. 39, 40은 배추를 차압예냉하는 중 품온변화를 나타낸 것이며 Table 26은 풍량과 정압 변화에 따른 냉각 소요시간의 변화를 나타내고 있다. 풍량이 증가할수록 박스에 걸리는 정압도 증가하였는데 동일 냉기온도에서는 박스당 풍량의 증가에 따라 냉각속도가 증가하나 105m³

/h/box 이상에서는 냉각시간의 단축효과가 크지 않았다. 배추는 직경이 커서 내심까지의 냉각에는 시간이 소요되기 때문에 냉각시간별 풍량의 조절, 적재위치별 냉각편차의 감소, 유통조건별 적정 예냉조건의 설정을 위한 방법의 강구가 필요하다. 냉각속도는 배추의 경우 차압식 예냉에서는 냉기의 온도, 차압팬의 풍량, 박스의 개공율 등이 주로 영향을 미친다. 차압예냉에 의해 내심 품온을 2℃까지 냉각시키는데는 10~13시간, 10℃까지는 3.3~4.6시간이 소요되었다.

(3) 예냉중의 품질변화

차압예냉중 품질변화는 외관적으로 관찰되지 않았다. 냉각에 의해 호흡속도나 에틸렌 발생속도가 억제됨으로서 노화가 억제되어 유통중 유통기한이 연장된다. 그러나 지나친 냉각(5℃)은 소비지에서 저온유통이 안될 경우 결로에 의해 상품성이 오히려 저하될 수도 있으므로 주의를 요한다.

예냉 처리한 배추의 경우 저온유통 조건하에서 호흡속도는 6.78 mlCO₂/h/kg로 무 예냉 처리구의 9.31 mlCO₂/h/kg보다 낮게 나타났다.

Table 26. Required cooling time during pressure cooling of summer Chinese cabbage by different cold air supply(hour)

cold air volume (m ³ /h/box)	static pressure (mmAq)	final product temp.(℃)				
		10	8	6	4	2
138	5.4	3.3	4.1	5.0	6.5	10.1
105	3.9	3.4	4.2	5.2	6.7	10.7
73	2.5	3.7	4.4	5.4	7.1	11.4
33	0.8	4.6	5.6	7.0	9.0	13.4

*cold air temp. : 0~2℃, container(64Wx32Lx20Hcm), ventilation ratio 6.97%, 3 Chinese cabbage loading horizontally in container, 4x4 pallets loading

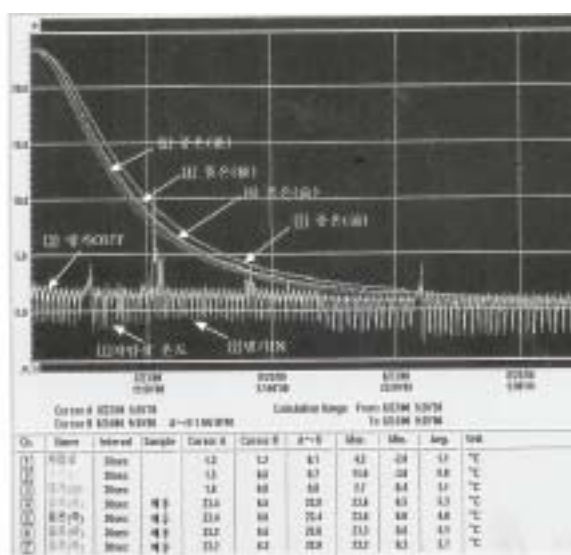


Fig. 39. Cooling curve during pressure cooling of summer Chinese cabbage

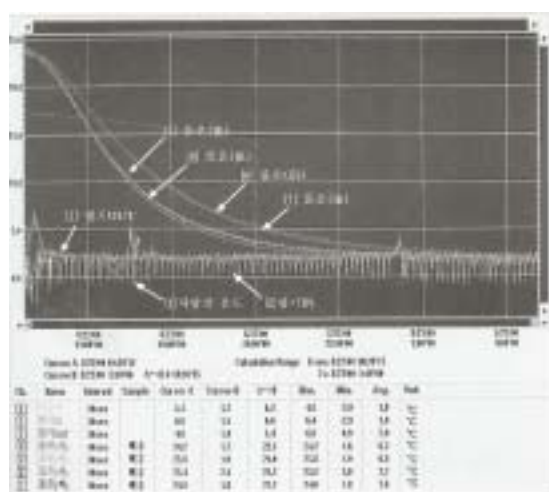


Fig. 40. Cooling curve during pressure cooling of summer Chinese cabbage



그림 41. 고랭지 배추 진공예냉후 저온저장 사진

나. 상추

1) 수확

수확은 접철식 플라스틱 상자나 특별히 제작된 수확용 플라스틱 상자를 사용함으로써 다층 적입에 의한 압상을 최소화한다. 가급적 수확상자의 높이는 20cm 이하로 낮을수록 좋다. 품온이 올라가면 호흡이 왕성하기 때문에 수확은 가급적 오전 10시 이전에 행하는 것이 좋다.

2) 전처리, 포장 및 적재

예냉방법은 진공식이 가장 좋은 방법이나 대관령원협을 제외한 현재 시설 여건상 차압식이나 수냉식을 사용할 수밖에 없다.

차압냉각을 위해서는 플라스틱컨테이너에 상추 냉기방향으로 담아 표준파레트에 적재한다. 예냉 전 특별한 전처리나 포장은 필요 없고 수확시 사용한 플라스틱 상자 그대로 예냉실로 옮겨 파레트에 적재한다. 냉기에 의한 장해를 막기 위해 스폰지등을 상자 내측에 붙여 사용한 것도 좋다. 차압식의 경우 파레트는 중압의 흡입구를 중심으로 60~80cm의 바람 통로를 두고 양측에 대칭으로 적재하고 차압시이트를 양측면은 제외하고 위에서부터 종방향으로 내려 덮는다. 이 때 파레트는 길이 방향으로 5~6파레트 정도가 적당하며 그 이상 적재할 경우 냉각 편차가 발생한다. 파레트 간격사이에는 틈을 모두 막아 냉기가 상추와 최대한 접촉하도록 하는 것이 에너지 절약과 냉각효율면에서 긍정적이다. 출하시는 플라스틱컨테이너에 담은 채로 그대로 출하하거나 골판지 박스에 재포장하여 출하한다.

진공냉각의 경우 포장이나 적재형태는 냉각속도에 큰 영향을 미치지 않는다. 미리 다공성의 플라스틱 필름 백등에 담은 후 골판지 상자에 외포장하여 파레트 단위로 진공조에 넣고 예냉처리를 하여도 냉각에는 지장이 없다(국내 여건상 진공예냉장치가 상추 생산지역에 보급되어 있지 않아 여기서는 적용 시험을 제외하였다).

최근들어 미리 세척하여 유통하는 상추 소비가 증가할 것에 대비하여 세척을 겸한 냉수냉각을 적용할 수 있다. 단순 냉수냉각의 경우는 플라스틱 상자에 담아 그대로 살수 또는 침지식 냉각을 행할 수 있다. 그러나 세척 기능을 부가하

여 바로 먹을 수 있게 하기 위해서는 개체별 세척이 행해지도록 할 필요가 있다.

3) 예냉

가) 수냉식 예냉

- 상추는 씻어서 유통하는 경우를 고려하여 수냉식 예냉기를 이용하여 예냉처리후 10℃와 22℃(판매장 온도 고려)에 보관하면서 품질 변화를 측정하였다. 예냉처리는 앞 절의 방울토마토와 동일한 예냉기를 사용하였다
- 상추는 다른 채소류와 달리 수확하여 쌈등 날로 먹는 경우가 대부분이기 때문에 선도 유지가 필수적이다. 특히 유통환경의 변화에 따라 최소가공식품등의 보급이 많아지면서 상추는 산지에서 수확후 세정하여 탈수, 소포장 형태로 유통되는 경우가 많아진다. 따라서 수확후 세정 과정시 냉수를 사용하여 세정과 함께 품온을 강하시켜 호흡속도를 낮추는등 예냉의 효과를 겸할 필요가 있다. 상추의 경우는 초기 품온 25℃ 이상에서 5℃ 이하로 냉각시키는데 5분 정도 소요되었다.

표 27. 잎상추의 예냉처리후 유통중 품질 변화(보관온도 : 10℃)

		저장기간(일)				
		0	2	4	6	8
감모율(%)	무예냉	0	5.82	12.08	16.45	21.89
	예냉	0	2.39	5.90	8.49	13.98
비타민 C (mg%)	무예냉	18.75	12.33	10.45	8.67	6.86
	예냉	18.75	16.21	15.08	13.77	12.35

표 28. 잎상추의 예냉처리후 유통중 품질 변화(보관온도 : 22℃)

		저장기간(일)		
		0	1	2
감모율(%)	무예냉	0	12.21	19.01
	예냉	0	6.21	9.89
비타민 C (mg%)	무예냉	18.75	14.26	11.98
	예냉	18.75	16.99	14.82

상추를 예냉처리하여 유통한 경우 감모율과 비타민 C 함량의 변화를 나타낸 것이다. 위 표에서 보면 10℃에서는 2일후에 감모율이 무예냉구는 5.82%로 나타난 반면 예냉구는 2.39%로 나타났다. 그러나 상온에서는 2일후에 무예냉구가 19.01%, 예냉구는 9.89%로 나타났다. 비타민 C는 수확 초기에 18.75mg%에서 10℃에서는 8일후에 무예냉구는 6.96%, 예냉구는 12.35mg%로 나타났다. 상온에서는 2일후에 무예냉구는 11.98%로 감소한 반면 예냉구는 14.82%로 나타났다.

나) 차압식 예냉

(1) 예냉시스템

상추의 냉각에는 중앙흡인식과 벽면흡인식 차압예냉시스템의 적용이 가능한데 대량처리를 위해서는 중앙흡인식이 소량 처리시에는 벽면흡인식이 더 효율적으로 적용될 수 있다. 중앙흡인식의 경우 예냉기는 설계시 보통 흡입구 1구당 2~3톤 정도 처리가 가능하도록 하고 차압팬의 풍량은 400CMM, 정압은 40mmAq 정도로 하여 인버터를 부착하여 처리량에 따라 풍량이 조절될 수 있도록 한다. 벽면흡인식의 경우 흡입구당 2파레트 기준으로 하고 차압팬 풍량은 100CMM, 정압은 20mmAq 정도로 한다.

(2) 예냉처리 및 냉각특성

상추의 경우 비체적이 커서 상대적으로 중량에 비하여 부피가 크며 처리시 조직이 상하거나 위조 현상을 주의해야 한다.

Table 11은 풍량과 정압 변화에 따른 냉각 소요시간의 변화를 나타내고 있

다. 풍량이 증가할수록 박스에 걸리는 정압도 증가하였는데 동일 냉기온도에서는 박스당 풍량의 증가에 따라 냉각속도가 증가함을 알 수 있었다. 상추는 강한 냉기에 의하여 위조 현상을 보이므로 균일한 바람을 골고루 분배시키는 것이 중요하며 냉각중 가슴을 하여줄 필요가 있다. 차압예냉에 의해 내심 품온을 2℃까지 냉각시키는데는 4~5시간, 10℃까지는 2~3시간이 소요되었다.

Table 29. Required cooling time during pressure cooling of leafy lettuce by different cold air supply(hour)

cold air volume (m ³ /h/box)	static pressure (mmAq)	final product temp.(℃)				
		10	8	6	4	2
105	3.9	3.2	3.6	4.1	4.8	5.4
73	2.5	3.4	4.2	4.6	5.1	5.8
33	0.8	3.8	4.4	5.0	5.3	6.1

*cold air temp. : 0~2℃, container(64Wx32Lx20Hcm), ventilation ratio 6.97%, 4x4 pallets loading

(3) 예냉중의 품질변화

차압예냉중 품질변화는 위조 현상외에는 외관적으로 관찰되지 않았다. 냉각에 의해 호흡속도나 에틸렌 발생속도가 억제됨으로서 노화가 억제되어 유통중 유통기한이 연장된다. 그러나 지나친 냉각(5℃)은 소비지에서 저온유통이 안 될 경우 결로에 의해 상품성이 오히려 저하될 수도 있으므로 주의를 요한다.

3. 과실류

가. 복숭아

1) 수확

수확은 높이가 낮은(10~15cm 정도) 접철식 플라스틱 상자나 특별히 제작된 플라스틱 상자를 사용하여 단층으로 상자에 담아 다층 적입에 의한 압상을 최소화한다. 플라스틱 상자 내측에는 스폰지 등 충격을 완화시킬 수 있는 소재를 부착하는 것이 좋다.

복숭아의 경우 수확기가 여름철로서 한 낮에는 품온이 30℃ 이상 올라가며 높은 환경 온도하에서는 호흡작용과 에틸렌 생성이 왕성하기 때문에 수확은 가급적 오전 10시 이전에 행하는 것이 좋다.

2) 전처리, 포장 및 적재

차압냉각을 위해서는 플라스틱컨테이너나 골판지 상자에 복숭아를 1단으로 담아 표준파레트에 적재한다. 포장상자는 복숭아 직경보다 2~3cm 정도 높은 것이 냉각과 적재효율을 고려하였을 때 효율적이며 컨테이너는 표준파레트에 정합성이 좋도록 제작한 것을 사용한다. 파레트 간격사이에는 틈을 모두 막아 냉기가 피냉각물과 최대한 접촉하도록 하는 것이 에너지 절약과 냉각효율면에서 긍정적이다. 출하시에는 플라스틱컨테이너에 담은 채로 그대로 출하하거나 골판지 박스에 재포장하여 출하한다.

예냉 전 특별한 전처리나 포장은 필요 없고 수확시 사용한 플라스틱 상자 그대로 예냉실로 옮겨 파레트에 적재한다. 차압식의 경우 파레트는 중압의 흡입구를 중심으로 60~80cm의 바람 통로를 두고 양측에 대칭으로 적재하고 차압시이트를 양측면은 제외하고 위에서부터 종방향으로 내려 덮는다. 이 때 파레트는 길이 방향으로 5~6파레트 정도가 적당하며 그 이상 적재할 경우 냉각 편차가 발생한다. 파레트 적재후 파레트 하단의 지게차 운반용 틈과 파레트와 파레트 사이의 틈을 막아 준다.

통기공이 있는 골판지 상자에 미리 담아 예냉하는 방법을 고려할 수도 있다. 이 경우 잦은 손접촉과 옮겨 담는 과정중의 과육의 손상을 막을 수가 있다.

3) 예냉

가) 예냉시스템

복숭아의 냉각에는 중앙흡인식과 벽면흡인식 차압예냉시스템의 적용이 가능하다.. 예냉기는 설계시 보통 흡입구 1구당 파레트 1단 기준으로 4~5톤 정도 처리가 가능하도록 하고 차압팬의 풍량은 400CMM, 정압은 40mmAq 정도로 하여 인버터를 부착하여 처리량에 따라 풍량이 조절될 수 있도록 한다.

나) 예냉처리 및 냉각특성

복숭아의 경우는 가급적 충격을 최소화하면서 예냉과 포장, 선별작업이 진행될 수 있는 작업체계를 구축하여야 한다. 권장할만한 작업공정은 플라스틱 박스(예: 네스팅타입)의 밑바닥에 스펀지와 같은 완충재를 놓고 수확하여 그대로 예냉한 다음 저온에서 선별, 포장하여 출하하는 것이다. 그러나 본 연구에서는 플라스틱박스에 수확하여 그대로 예냉처리하는 공정과 골판지박스에 수확하여 예냉처리하는 경우 두 경우를 가정하여 시행하였다. 플라스틱상자를 이용한 경우 초기 품온 25.9℃에서 10℃까지 냉각하는데 풍량이 293m³/h/box인 경우는 1시간, 94m³/h/box인 경우는 1.8시간으로 풍량이 많고 정압이 높을수록 냉각속도가 빠르게 나타났다. 그러나 골판지상자의 경우는 개공율(5.3%)이 낮아 박스당 풍량이 55~17m³/h/box, 정압은 28.9~2.7로 나타났다. 냉각속도를 보면 10℃까지 냉각하는데 1.5~1.8시간이 소요되었다. 그리고 2℃와 같이 낮은 온도에 도달하는 시간은 풍량에 따른 차이 폭이 줄어들었는데 이는 일정온도 이하의 저온에 도달한 다음에는 품온강하가 과육 내부로의 전도에 의한 열전달에 의해 좌우되기 때문으로 사료되었다. 박스에 걸리는 정압은 풍량에 비례하여 나타나지 않았는데 냉각속도의 경우 플라스틱과 골판지박스 두종류에서 풍량이 큰 경우는 플라스틱박스가 빠르게 나타났으나 풍량이 적은 경우는 서로 차이를 나타내지 않았다. 표에서 보면 풍량이 155m³/h/box 이하에서는 박스에 걸리는 정압이 냉각속도에 큰 영향을 미치는 것으로 나타났으며 플라스틱박스의 경우는 냉기의 공급량은 많으나 많은 양이 냉각에 직접적인 영향을 미치지 못하고 손실되는 것으로 나타났다.

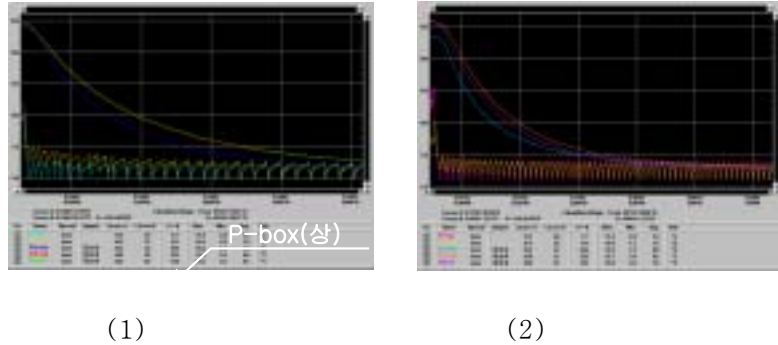


Fig.42. Cooling curve of different Mibaekdo peaches during pressure cooling

-Left : air velocity : 155m³/h/box, static pressure : 6.7mmAq, carton; 27m³/h/box, static pressure : 3.7mmAq

-Right : air velocity : 293m³/h/box, static pressure : 19.7mmAq, carton; 55m³/h/box, static pressure : 28.9mmAq)

Table 30. Required cooling times of peaches in the plastic container during pressure cooling at various velocities and static pressures

Velocity (m ³ /h/box)	Static pressure (mmAq)	Temp.(°C)				
		10	8	6	4	2
293	19.7	1	1.4	2	3.3	4.7
155	6.7	1.7	2.1	2.7	3.7	4.9
94	2.1	1.8	2.4	3.1	4.4	5.4

initial product temperature : 25.9°C, 5kg/container, vent ratio : 10.73%

Table 31. Required cooling times of peaches in the carton during pressure cooling at various velocities and static pressures

Velocity (m ³ /h/box)	Static pressure (mmAq)	Temp.(°C)				
		10	8	6	4	2
55	28.9	1.5	1.9	2.5	3.8	4.8
27	3.7	1.6	2.1	2.7	3.7	5
17	2.7	1.8	2.4	3.1	4.3	5.9

initial product temperature : 25.9°C, 5kg/container, vent ratio : 5.29%

Table 320. Quality changes of mature Mibaekdo peaches during distribution at 22~25°C

	Treatment	Storage period			
		after harvest	after precooling	2 days	5 days
Vitamin C (mg%)	non-precooling	9.82	-	8.45	7.56
	precooling	9.82	9.73	9.16	8.83
Hardeness (kgf)	non-precooling	0.74	-	0.35	0.29
	precooling	0.74	0.75	0.60	0.47
Soluble solid content (°Brix)	non-precooling	13.12	-	13.54	12.79
	precooling	13.12	13.15	13.38	13.27
Weight loss ratio (%)	non-precooling	-	-	3.02	4.72
	precooling	-	-	1.90	3.89

* precooled temp. : 7~10°C

차압에냉중 품질변화는 외관적으로 관찰되지 않았다. 냉각에 의해 호흡속도나 에틸렌 발생속도가 억제됨으로서 노화가 억제되어 유통중 유통기한이 연장된다. 그러나 지나친 냉각(5°C 이하)은 소비지에서 저온유통이 안될 경우 결로에 의

해 상품성이 오히려 저하될 수도 있으므로 주의를 요한다.

다) 예냉중의 품질변화

복숭아의 경우 예냉처리에 의한 품질유지 효과는 두드러지게 나타났는데 예냉처리에 의해 미백의 경우 단기적으로는 경도가 증가하는 현상이 나타났다. 그러나 저온처리에 의해 완숙과가 아닌 경우 후숙이 정지되어 당도가 다소 감소하는 느낌을 준 것으로 나타났다. 따라서 예냉 바로 익일에는 무예냉구가 오히려 식감이 우수한 감을 보였다. 그러나 2일째부터는 무예냉구는 품질저하가 가속된 반면 예냉구는 서서히 후숙이 진행되어 상품성이 우수하게 나타났다. 수확시 입은 충격에 의한 갈반점은 예냉처리에 의해 지연되는 것을 알 수 있었다.

나. 자두

1) 수확 및 전처리

자두의 경우는 80% 정도 속도를 갖는 과실을 주로 수확하여 유통하게 된다. 수확 시기는 가급적 서늘할 때 행하며 조직이 연하기 때문에 과실에 물리적 충격을 주지 않는 수확상자나 백을 활용하도록 권장한다. 가급적 수확 상자는 예냉 작업에 바로 적용이 될 수 있는 통기공이 있는 플라스틱 컨테이너나 통기공이 있는 골판지 상자를 이용하게 된다. 상자에 적입은 가능한한 단층으로 행하고 2단 적입시는 완충용 슈이트를 사용한다.

2) 예냉처리

예냉처리는 차압식 예냉이 적절하다. 예냉시 냉기의 온도는 0~1℃의 냉기를 이용하여 품온이 5℃ 이하가 될 때까지 예냉한다. 그러나 바로 출하하는 경우는 소비지에서의 결로 생성을 억제하기 위하여 10℃ 부근까지만 예냉하는 것이 효율적이다. Fig. 43은 3종류의 플라스틱 상자를 이용하여 예냉처리한 경우 냉각곡선을 도시한 것이다. 그림에서 보면 접철식 상자가 예냉 속도가 상대적으로 빠른데 이는 적재시 냉기 손실이 억제되어 상자 내부에 정압이 크게 걸리기 때문으로 사료되었다. 특히 자두의 경우는 호흡속도가 높고 수확기 품온이 높아 예냉기의 냉각능력을 충분히 높여 설계하는 것이 적절하다. 5℃ 이하로 예냉하는데 보통 4시간 정도 소요되는데 처리량에 따라 2~7시간으로 변경될 수 있으며 특히 오후에 수확하여 익일 출하하는 경우는 풍량을 낮게하여 10시간이상 소요되어 행할 수도 있다.

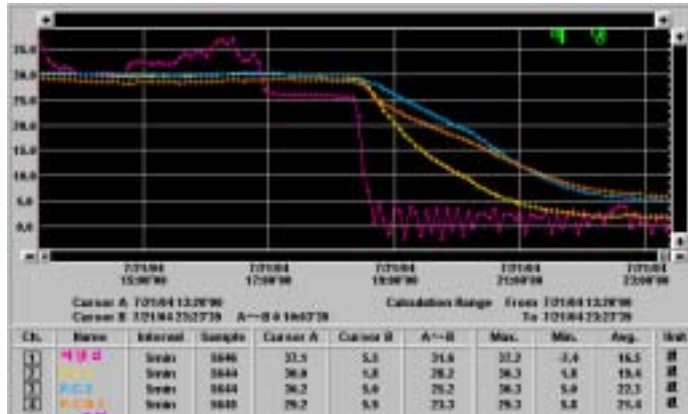


Fig. 43. cooling curve of formosa plum packed with different plastic containers

3) 저장 및 유통

적정 저장온도인 0°C, 저온유통을 고려한 10°C와 25°C에 보관하면서 품질 변화를 조사하였다. 현재까지 분석한 결과 처리구별로 차이가 있으나 자두의 품질 변화는 수확후 저장유통중 산도가 감소하고 당도가 증가하는 경향이 나타났으며 색택이 적색으로 변화하게 된다. 특히 예냉처리후 경도가 증가하는 감이 있으나 저장중 지속적으로 감소함을 알 수 있었다. 전반적인 품질 변화는 골판지 상자와 플라스틱상자에 wrapping처리한 자두의 경우 품질 유지가 양호한 것으로 나타났으며 예냉처리구가 무예냉처리에 비하여 우수한 품질 유지 결과를 나타내었다.. 각 온도별 유통가능기한은 25°C에서는 5일까지, 10°C는 10일, 0°C에서는 20일 이상 상품성을 유지하였다.

Table 33. Changes in weight loss of 'Formosa' plum during storage at 25°C, unit : %

Treatment		Storage period(day)				
		Initial	2	4	6	8
no precooling	carton	0.0	0.3	2.2	3.6	5.2
	P-container	0.0	1.8	6.2	7.9	11.5
precooling	P-container(w)	0.0	0.8	3.5	4.5	9.6
	carton	0.0	0.0	1.3	2.2	3.6
	P-container	0.0	0.9	5.2	6.8	8.9
	P-container(w)	0.0	0.0	1.8	2.4	3.9

Table 34. Changes in weight loss of 'Formosa' plum during storage at 10°C, unit : %

Treatment		Storage period(day)					
		initial	4	8	12	16	20
no precooling	carton	0.0	0.0	0.3	0.8	2.2	3.0
	P-container	0.0	1.6	2.1	3.0	3.7	4.8
precooling	carton	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.8
	P-container	0.0	0.5	0.9	1.6	1.7	2.9
	P-container(w)	0.0	0.1	0.4	0.8	1.1	1.6

Table 35. Changes in weight loss of 'Formosa' plum during storage at 0°C unit : %

Treatment		Storage period(day)			
		initial	7	14	21
no precooling	carton	0.0	0.9	1.8	2.6
	P-container	0.0	1.6	2.5	3.4
precooling	carton	0.0	0.3	0.7	1.2
	P-container	0.0	0.8	1.8	2.8
	P-container(w)	0.0	0.4	0.7	1.0

Table 36. Changes in hardness of 'Formosa' plum during storage at 25°C,
unit : cm

Treatment	Storage period(day)								
	after harvest	after precooling	2	4	6	8	10		
no precooling	carton	U ¹⁾ m ²	0.38±0.10 0.38±0.08	0.40±0.11	0.41±0.07	1.08±0.82	0.97±0.57	0.73±0.25	1.10±0.43
				0.38±0.04	0.45±0.03	0.81±0.35	0.88±0.39	0.80±0.21	1.09±0.24
	P-container	U m	0.38±0.10 0.38±0.08	0.40±0.11			0.55±0.11		
				0.38±0.04			0.60±0.13		
precooling	carton	U m	0.38±0.10 0.38±0.08	0.40±0.11	0.42±0.13	0.60±0.11	0.58±0.12	0.65±0.18	0.66±0.06
				0.38±0.04	0.44±0.08	0.63±0.11	0.57±0.09	0.76±0.18	0.74±0.05
	P-container	U m	0.38±0.10 0.38±0.08	0.40±0.11	0.43±0.11	0.72±0.21	0.72±0.26	0.58±0.11	0.82±0.21
				0.38±0.04	0.44±0.07	0.79±0.23	0.81±0.25	0.66±0.13	0.97±0.16
	P-container (w)	U m	0.38±0.10 0.38±0.08	0.40±0.11	0.33±0.08	0.48±0.09	0.82±0.69	0.66±0.07	0.71±0.20
				0.38±0.04	0.39±0.08	0.51±0.03	0.78±0.52	0.79±0.08	0.80±0.17

¹⁾ compressed vertically, ²⁾ compressed horizontally

Table 37. Changes in hardness of 'Formosa' plum during storage at 1
0°C, unit : cm

Treatment	Storage period(day)								
	after harvest	after precooling	4	8	12	16	20		
no precooling	carton	U ¹⁾ m ²	0.38±0.10 0.38±0.08	0.40±0.11	0.53±0.11	0.52±0.04	0.65±0.10	0.71±0.13	0.70±0.19
				0.38±0.04	.51±0.10	.58±0.04	0.65±0.06	0.75±0.08	0.70±0.08
	P-container	U m	0.38±0.10 0.38±0.08	0.40±0.11			.51±0.08		0.73±0.13
				0.38±0.04			0.58±0.03		0.76±0.10
precooling	carton	U m	0.38±0.10 0.38±0.08	0.40±0.11	0.46±0.03	0.46±0.04	0.55±0.07	0.69±0.18	0.64±0.08
				0.38±0.04	.44±0.04	.49±0.06	.58±0.05	0.72±0.15	0.71±0.02
	P-container	U m	0.38±0.10 0.38±0.08	0.40±0.11	0.48±0.08	0.39±0.07	0.43±0.10	0.55±0.17	0.65±0.28
				0.38±0.04	.48±0.04	0.50±0.04	0.56±0.06	0.63±0.01	0.75±0.28
	P-container(w)	U m	0.38±0.10 0.38±0.08	0.40±0.11	0.45±0.10	.41±0.02	.52±0.09	.54±0.09	0.73±0.20
				0.38±0.04	0.43±0.07	0.50±0.08	.58±0.05	0.72±0.15	0.73±0.09

Table 38. Changes in hardeness of 'Formosa' plum during storage at 0°C, unit : cm

Treatment		Storage period(day)					
		after harvest	after precooling	7	14	21	
no precooling	carton	U ¹⁾	0.38±0.10	0.40±0.11	0.35±0.03	0.35±0.05	0.33±0.18
		m ²⁾	0.38±0.08	0.38±0.04	0.37±0.04	0.42±0.04	0.42±0.05
	P-container	U	0.38±0.10	0.40±0.11			0.40±0.03
		m	0.38±0.08	0.38±0.04			0.52±0.09
precooling	carton	U	0.38±0.10	0.40±0.11	0.37±0.13	0.35±0.16	0.43±0.06
		m	0.38±0.08	0.38±0.04	0.39±0.07	2.35±4.48	0.43±0.05
	P-container	U	0.38±0.10	0.40±0.11	0.32±0.10	0.31±0.10	0.35±0.08
		m	0.38±0.08	0.38±0.04	0.35±0.07	0.34±0.05	0.43±0.04
	P-container (w)	U	0.38±0.10	0.40±0.11	0.29±0.04	0.27±0.07	0.31±0.09
		m	0.38±0.08	0.38±0.04	0.30±0.04	0.34±0.05	0.34±0.06

Table 39. Changes in Hunter-L, a, b of 'Formosa' plum during storage at 25°C

Treatment		Storage period(day)						
		after harvest	2	4	6	8	10	
no precooling	carton	L	48.47±3.93	51.39±3.37	47.64±4.44	47.82±3.60	39.70±2.96	46.41±32.34
		a	8.54±5.88	10.55±5.73	13.99±6.01	14.34±5.60	19.41±3.61	21.14±2.80
		b	24.28±4.36		25.43±4.30	23.26±3.69	16.02±3.44	12.10±2.53
	P-container	L	48.47±3.93	26.88±3.83		47.82±3.60		
		a	8.54±5.88			14.34±5.60		
		b	24.28±4.36			23.26±3.69		
precooling	carton	L	48.47±3.93	56.15±3.35	53.91±3.52	50.67±3.23	46.44±2.39	40.36±1.83
		a	8.54±5.88	2.94±6.05	5.44±5.60	8.68±4.18	11.09±3.60	18.17±2.39
		b	24.28±4.36		30.41±3.39	27.17±3.53	23.24±2.97	16.55±1.96
	P-container	L	48.47±3.93	29.78±3.33	50.74±5.07	46.80±5.38	43.58±4.47	38.58±3.18
		a	8.54±5.88	53.34±6.04	8.47±8.68	12.57±7.98	13.68±6.97	16.96±4.79
		b	24.28±4.36	6.11±9.74	26.88±5.27	23.28±5.73	19.25±4.93	13.90±3.22
	P-container(w)	L	48.47±3.93	55.17±4.58	51.36±5.22	45.73±5.85	41.46±3.98	35.42±2.17
		a	8.54±5.88	3.76±7.38	6.81±7.80	20.19±9.46	21.62±6.19	24.41±6.14
		b	24.28±4.36		27.19±4.88	21.90±5.97	16.95±4.39	10.22±2.78
				28.62±3.83				

Table 40. Changes in Hunter-L, a, b of 'Formosa' plum during storage at 10°C

Treatment	Storage period(day)						
	after harvest	4	8	12	16	20	
no precooling						43.15±3.80	
	carton	L 48.47±3.93 a 8.54±5.88 b 24.28±4.36	53.22±4.31 11.38±5.84 26.65±4.17	51.37±4.68 13.40±6.21 26.00±4.33	48.70±4.41 15.71±5.57 24.35±3.88	45.18±4.44 15.78±5.32 20.74±3.70	16.53±4.80
	P-container	L 48.47±3.93 a 8.54±5.88 b 24.28±4.36			53.70±4.57 11.02±6.74 28.87±3.94		46.21±6.17 14.20±5.58 22.07±3.46
precooling	carton	L 48.47±3.93 a 8.54±5.88 b 24.28±4.36	56.33±4.82 4.11±7.08 31.38±4.58	55.36±4.59 5.13±7.27 30.28±4.43	51.52±4.97 10.59±7.11 26.92±4.66	48.27±4.23 13.14±6.63 23.40±3.81	44.96±4.28 15.92±5.61
	P-container						19.35±3.78
			L 48.47±3.93 a 8.54±5.88 b 24.28±4.36	53.67±5.90 6.76±6.31 28.87±4.67	53.58±3.83 8.35±5.55 28.50±3.88	50.88±3.92 12.35±4.88 27.34±4.18	48.34±3.40 13.41±4.22 23.70±3.49
P-container(w)	L 48.47±3.93 a 8.54±5.88 b 24.28±4.36	53.70±5.65 6.89±9.36 27.93±5.42	52.19±5.04 8.68±8.04 27.33±4.70	49.52±4.62 13.02±6.80 25.38±4.37	45.60±4.71 15.23±7.02 21.45±4.14	42.12±3.80 17.19±6.27 17.52±3.26	

Table 41. Changes in Hunter-L, a, b of 'Formosa' plum during storage at 0°C

Treatment		Storage period(day)				
		after harvest	7	14	21	
no precooling	carton	L	48.47±3.93	53.55±6.33	51.09±5.20	50.70±4.62
		a	8.54±5.88	4.89±8.96	5.48±7.85	5.78±7.69
		b	24.28±4.36	27.32±5.31	27.87±4.50	25.02±5.11
	P-container	L	48.47±3.93			
		a	8.54±5.88			
		b	24.28±4.36			
precooling	carton	L	48.47±3.93	53.68±3.98	51.74±4.37	51.80±4.57
		a	8.54±5.88	3.67±6.46	4.99±6.64	5.27±6.91
		b	24.28±4.36	28.1±3.51	28.20±3.84	27.00±3.91
	P-container	L	48.47±3.93	51.39±6.01	46.03±6.30	43.07±5.66
		a	8.54±5.88	5.34±7.40	4.79±6.93	3.70±4.29
		b	24.28±4.36	34.92±3.35	21.60±5.21	16.69±5.60
	P-container (wrapped)	L	48.47±3.93	53.47±4.84	52.61±5.60	53.13±5.27
		a	8.54±5.88	5.35±7.54	4.47±7.93	5.08±7.61
		b	24.28±4.36	26.89±4.32	28.41±4.73	26.83±4.49

Table 42. Changes in titratable acidity of 'Formosa' plum during storage at 25°C, unit :%

Treatment		Storage period(day)					
		after harvest	2	5	7	9	12
no precooling	carton	1.27±0.00	0.92±0.00	0.33±0.07	0.39±0.05	0.29±0.09	0.24±0.03
	P-container	1.27±0.00			0.48±0.06		
precooling	carton	1.27±0.00	1.04±0.00	0.36±0.01	0.29±0.02	0.30±0.07	0.20±0.02
		P-container	1.27±0.00	1.01±0.01	0.29±0.03	0.32±0.03	0.26±0.07
	P-container(w)	1.27±0.00	0.94±0.03	0.20±0.02	0.27±0.03	0.31±0.05	0.22±0.02

Table 43. Changes in titratable acidity of 'Formosa' plum during storage at 10°C, unit : %

Treatment		Storage period(day)					
		after harvest	5	9	12	15	21
no precooling	carton	1.27±0.00	0.36±0.03	0.32±0.06	0.44±0.14	0.30±0.07	0.40±0.23
	P-container	1.27±0.00			0.40±0.04		0.35±0.12
precooling	carton	1.27±0.00	1.01±0.02	0.35±0.03	0.52±0.10	0.23±0.05	0.52±0.03
	P-container	1.27±0.00	0.30±0.09	0.25±0.06	0.41±0.20	0.28±0.07	0.41±0.07
	P-container(w)	1.27±0.00	0.39±0.10	0.27±0.03	0.49±0.10	0.39±0.04	0.51±0.04

Table 44. Changes in titratable acidity of 'Formosa' plum during storage at 0°C, unit :%

Treatment		Storage period(day)					
		after harvest	7	14	21	28	35
no precooling	carton	1.27±0.00	0.39±0.02	0.22±0.03	0.38±0.05		
	P-container	1.27±0.00			0.44±0.19		
precooling	carton	1.27±0.00	0.25±0.03	0.28±0.03	0.35±0.11		
	P-container	1.27±0.00	0.29±0.09	0.22±0.01	0.28±0.08		
	P-container(w)	1.27±0.00	0.34±0.05	0.32±0.10	0.27±0.02		

Table 45. Changes in soluble solid content of 'Fumoosa' plum during storage at 25°C
unit : °Brix

Treatment		Storage period(day)					
		after harvest	2	5	7	9	12
no	carton	8.81±0.72	7.66±0.12	9.57±0.12	10.30±0.90	9.10±1.04	7.40±1.06
precooling	P-container	8.81±0.72			8.70±1.61		
	carton	8.81±0.72	10.20±0.17	9.83±0.12	10.00±0.53	8.63±1.26	9.20±1.04
precooling	P-container	8.81±0.72	9.30±0.35	8.67±1.02	8.60±0.66	9.70±0.66	8.73±2.33
	P-container(w)	8.81±0.72	8.97±0.21	8.80±0.10	9.70±0.46	8.60±1.60	9.53±0.70

Table 46. Changes in soluble solid content of 'Fumoosa' plum during storage at 10°C
unit : °Brix

Treatment		Storage period(day)					
		after harvest	5	9	12	15	21
no	carton	8.81±0.72	10.47±1.36	10.70±1.15	10.03±0.38	9.83±0.21	8.87±0.64
precooling	P-container	8.81±0.72			9.07±1.94		9.30±1.64
	carton	8.81±0.72	10.30±0.53	9.43±1.56	9.03±0.32	10.50±0.82	7.93±1.17
precooling	P-container	8.81±0.72	10.03±0.95	9.10±0.10	9.20±1.30	10.47±0.67	10.37±0.51
	P-container(w)	8.81±0.72	9.93±0.86	10.47±0.12	9.40±0.80	9.53±1.18	11.07±0.55

Table 47. Changes in soluble solid content of 'Fumoosa' plum during storage at 0°C
unit : °Brix

Treatment		Storage period(day)					
		after harvest	7	14	21	28	35
no	carton	8.81±0.72	9.27±1.21	8.13±1.14	11.20±0.75		
precooling	P-container	8.81±0.72			10.27±1.51		
	carton	8.81±0.72	9.17±1.08	9.20±0.61	9.90±1.08		
precooling	P-container	8.81±0.72	9.17±1.08	9.23±0.95	9.77±0.55		
	P-container(w)	8.81±0.72	9.00±0.95	8.87±1.46	8.80±0.80		

4. 기타(버섯류)

가. 느타리

1) 전처리 및 포장

차압냉각을 위해서는 플라스틱컨테이너에 버섯을 위에서 2cm 정도를 남기고 적입한다. 따라서 플라스틱컨테이너의 높이는 버섯 적재높이보다 2~3cm 정도 높은 것이 냉각과 적재효율을 고려하였을 때 효율적이며 컨테이너는 표준파레트에 적합성이 좋도록 제작한 것을 사용한다. 파레트 간격사이에는 틈을 모두 막아 냉기가 버섯과 최대한 접촉하도록 하는 것이 에너지 절약과 냉각효율면에서 긍정적이다. 출하시에는 플라스틱컨테이너에 담은 채로 그대로 출하하거나 골판지 박스에 재포장하여 출하한다.

진공냉각의 경우 포장이나 적재형태는 냉각속도에 큰 영향을 미치지 않는다. 진공냉각을 위해서는 수확시 플라스틱컨테이너에 수확하여 예냉처리한 다음 저온작업장에서 골판지박스에 소포장을 하여 출하하게 된다. 출하나 저장을 위해서는 작업성을 고려하여 파레트 단위로 미리 PVC wrapping을 하여 예냉처리를 하여도 냉각에는 지장이 없으며 감모손실을 억제하기 위해서는 오히려 바람직하다.

2) 예냉

가) 차압식

(1) 예냉시스템

느타리버섯의 냉각에는 중앙흡인식과 벽면흡인식 차압예냉시스템의 적용이 가능한데 대량처리를 위해서는 중앙흡인식이 더 효율적으로 적용될 수 있다. 예냉기는 설계시 보통 흡입구 1구당 4톤 정도 처리가 가능하도록 하고 차압팬의 풍량은 400CMM, 정압은 40mmAq 정도로 하여 인버터를 부착하여 처리량에 따라 풍량이 조절될 수 있도록 한다.

(2) 예냉처리 및 냉각특성

버섯의 경우는 생산량을 추정하여 설계시 냉동기 용량과 차압팬의 풍량을

조절할 필요가 있다. 풍량이 증가할수록 박스에 걸리는 정압도 증가하였는데 동일 냉기온도에서는 박스당 풍량의 증가에 따라 냉각속도가 증가하나 55m³/h/box 이상에서는 냉각시간의 단축효과가 크지 않았다. 버섯은 두께가 얇아서 내심까지의 냉각에는 많은 시간이 소요되지 않기 때문에 냉각시간별 풍량의 조절, 적재위치별 냉각편차의 감소, 유통조건별 적정 예냉조건의 설정을 위한 방법의 강구가 필요하다. 특히 과냉각에 의한 버섯 표면의 갈변을 주의하여야 하며 수확시 상처난 버섯의 경우는 이러한 변색을 피하기 곤란하다. 다른 품목과 마찬가지로 냉각속도는 차압식 예냉에서 냉기의 온도, 차압팬의 풍량, 박스의 개공율 등이 주로 영향을 미친다. 차압예냉에 의해 내심 품온을 2℃까지 냉각시키는데는 2~3시간 정도면 충분하나 이는 처리물량에 좌우되게 된다.

(3) 예냉중의 품질 변화

예냉과정중 느타리버섯은 수분감모를 포함해 특별한 변화는 일어나지 않으나 냉기온도가 지나치게 낮거나(0℃ 이하로) 호흡중에 발생한 수증기가 버섯표면에 접촉하게 되면 표면 갈변이 촉진되는 경우가 있다. 이를 위해서는 냉기의 온도조절과 적정량의 적입 및 적재가 필요하다. 그리고 전술한 바와 같이 수확시 지나친 손상을 입은 버섯의 경우는 예냉후 갈변이 촉진되는 경우도 있다. 아래 Table 13은 예냉처리후 버섯을 다른 온도조건별로 유통시켰을 때의 감모율의 변화를 나타낸 것이다. 표에서 보면 버섯의 예냉중온이 낮을수록 유통중 감모율이 억제되었는데 이는 저온에 의해 호흡과 증산속도가 억제되었기 때문으로 여겨졌다. 감모율은 동일한 중온까지 냉각하였더라도 유통온도가 높을수록 높게 나타났다.

나) 진공식

(1) 예냉시스템

진공냉각시스템은 각형과 원통형, 1챔버형과 2챔버형, 대차식과 반입반출식 등 여러가지가 있으나 기본적으로 냉각이 되는 원리와 시스템 구성은 유사하다. 여기서는 성남물류센타에 설치되어 있는 진공예냉기(4파레트 1챔버식, 대차식, 각형)를 이용하여 행하였다.

Table 48. Weight loss changes of pressure cooled oyster mushroom during storage at different temperatures. (unit : %)

temp.(°C)	period(day)	control	final product temp.(°C)		
			2	5	10
	after precooling	-	3.52	2.37	2.25
5	7	11.56	7.66 (11.18)	14.79 (17.16)	6.37 (8.62)
	14	31.54	20.60 (24.12)	25.24 (27.61)	25.97 (32.22)
	21	43.58	29.81 (33.33)	38.08 (40.45)	38.20 (40.45)
20	4	28.93	22.68 (26.20)	20.81 (23.18)	19.45 (21.70)

(2) 예냉처리 및 냉각특성

느타리버섯의 경우 진공냉각은 잎상추나 양상추와 같이 두께가 얇기 때문에 20~30분내에 0°C 부근까지 냉각이 가능하다. 특히 갓부위가 줄기부위에 비하여서는 냉각속도가 빠르고 냉각중 감모도 주로 갓부위에서 일어난다. 느타리버섯의 기하학적 특성상 원하는 온도까지 냉각은 쉽지만 현재 소비지 유통여건(상온유통시 결로발생 우려)을 고려하면 5°C 부근까지 냉각시킨 후 유통시키는 것이 적절하다. 내심까지 냉각시키는데는 약 30분이 소요되었고 5°C 부근까만 냉각시킬 경우는 20분정도면 가능하였다.

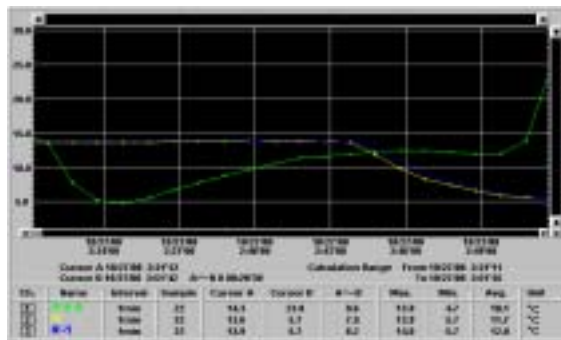


Fig. 44. Cooling curve of oyster mushroom during vacuum cooling

(3) 예냉중의 품질 변화

예냉과정중 느타리버섯은 2~3%의 수분 감도가 일어나며 외관상, 성분조성상 품질변화는 유의적으로 나타나지 않았다. 그러나 수확시 지나친 손상을 입은 버섯의 경우는 예냉후 갈변이 촉진되는 경우도 있다. Table 11과 12는 예냉처리후 상이한 온도조건별로 버섯을 유통시켰을 때의 감모율과 표면색택의 변화를 나타낸 것이다. 표에서 보면 버섯의 예냉중온이 낮을수록 유통중 감모율이 억제되었는데 이는 저온에 의해 호흡과 증산속도가 억제되었기 때문으로 여겨졌다. 감모율은 동일한 중온까지 생각하였더라도 유통온도가 높을수록 높게 나타났다. 진공예냉후 버섯의 표면색택 변화도 예냉후 7일후에 측정할 경우 예냉처리온도가 낮을수록 L-value가 높게 나타났으며 이는 냉각이 많이 일어날수록 표면 수분 감도가 커서 수분에 의한 갈변이 억제된 것으로 여겨졌다. 온도별 색택변화를 보면 5℃에 유통한 경우가 20℃에 유통한 경우보다 전체적으로 명도가 높게 나타났다. 느타리버섯의 경우 예냉의 가장 큰 효과는 포장열과 호흡열 제거로 호흡속도를 억제하여 호흡에 의해 발생하는 수증기가 느타리버섯 갓 주위에 접촉하여 조직이 갈라지고 색택이 변하는 속칭 물버섯 현상 억제로 표면 변색과 물흐르는 현상등이 감소하게 된다.

Table 49. Weight loss changes of vacuum cooled oyster mushroom at different final product temperature and distribution temperatures(unit : %)

Temp.(℃)	period(day)	control	final product temp.(℃)		
			2	5	7
	after precooling	-	3.71	2.79	2.74
5	7	7.84	2.08 (5.25)	3.46 (6.25)	6.35 (9.09)
20	4	20.45	16.22 (19.93)	18.45 (21.24)	20.43 (23.17)

Table 50. Hunter L-value changes of vacuum cooled oyster mushroom at different final product temperature and distribution temperatures

Temp.(°C)	period(day)	control	final product temp.(°C)		
			2	5	7
	after precooling	45.22*	50.41 (5.19)	49.17 (3.95)	48.44 (3.22)
5	7	43.69 (-1.53)	51.19 (5.97)	49.02 (3.8)	47.80 (2.58)
20	4	36.45 (-8.77)	48.99 (3.77)	47.51 (2.29)	40.17 (-5.05)

* after harvesting

나. 양송이

1) 수확 및 전처리

양송이의 경우 수확은 농가단위에서 미리 보급된 플라스틱 수확상자(내부에 스폰지 등을 부착해 버섯을 보호하고 예냉시 찬바람에 직접 접촉하는 것을 어느 정도 예방함)에 채취하여 농협의 예냉시설로 운반하여 바로 적재후 예냉하는 경우와 바로 스티로폼 박스에 농가에서 선별하여 적입하여 가져오는 경우가 있다. 후자의 경우는 S농협에서 행하는 방법으로 뚜껑을 오픈한 채로 강제통풍식 실내냉각을 통해 예냉한 후 예냉이 종료되면 뚜껑을 닫고 냉장차나 보냉차로 소비지 물류센터로 출하한다.

2) 예냉

예냉시 냉기 온도는 0°C에 설정하고 최종 품온이 2°C 이하로 내려갈 때까지 예냉한다. 이 경우 풍속이 강할 경우 표면 변색등이 일어날 수 있으므로 풍량을 최고 풍량의 50% 정도로 조절하여야 한다. 수확용 컨테이너 상자 내벽에 스폰지 등을 부착할 경우는 냉기가 강하게 접촉하지 않기 때문에 이런 장해를 막을 수가 있다. Fig. 45는 양송이의 예냉, 적수송, 유통 과정중 냉기 및 환경온도와 품온변화를 나타낸 것이다.



Fig. 45. Temperature fluctuation during distribution after precooling

3) 품질 변화

양송이(*agaricus bisporus*)의 유통 과정중 신선도를 연장시켜 상품성을 장기간 유지시키고자 수확후 예냉처리와 함께 포장과 수송 방법의 개선을 시도하였다. 양송이는 부여 지역에서 생산된 백색종인 sky 505 품종을 대상으로 실험을 행하였으며 수확후 EPS 용기에 담아 room cooling에 의해 2°C까지 예냉처리를 행하여 냉장차로 소비지로 수송하였다. 반면 대조구는 기존 관행적인 방법으로 수확후 골판지 상자에 담아 상온 수송한 것을 시료로 사용하였으며 소비지 여건을 고려하여 10°C와 25°C에서 보관하면서 품질 변화를 측정하였다.

양송이의 호흡속도는 10°C에서는 수확후 4일 동안 25~60mg CO₂/kg.h, 25°C에서는 100~150mg CO₂/kg.h로 나타났다. 표면색택의 경우 L-value는 저장기간이

경과함에 따라 감소하였으며 예냉처리한 버섯의 경우 백색도가 더 높은 값을 유지하였는데, 이러한 현상은 갓과 줄기에서 동일하게 관찰되었다. 버섯의 경우 수확후 생육이 계속되는데 갓과 전체 길이의 신장율을 조사한 결과 예냉처리에 의해 생육이 억제됨을 알 수 있었다. 특히 유통중 감모율에 있어서 예냉처리구와 상온 유통구간에는 큰 차이를 나타내었는데 25℃에서 대조구는 2일후에 15% 이상을 나타낸 반면 예냉처리구는 6% 정도를 나타내었고 10℃에서는 예냉처리구는 3일째까지 감모율이 0.5% 정도였으나 대조구는 7% 내외를 나타내었다. 관능적 품질을 기준으로 상품성을 분석한 결과 25℃에서 대조구는 1일 경과후 상품성을 상실하였으나 예냉처리구는 3일 이상 상품성을 유지할 수 있었고 10℃에서는 대조구는 3일, 예냉처리구는 5일 정도 상품성을 유지하였다..

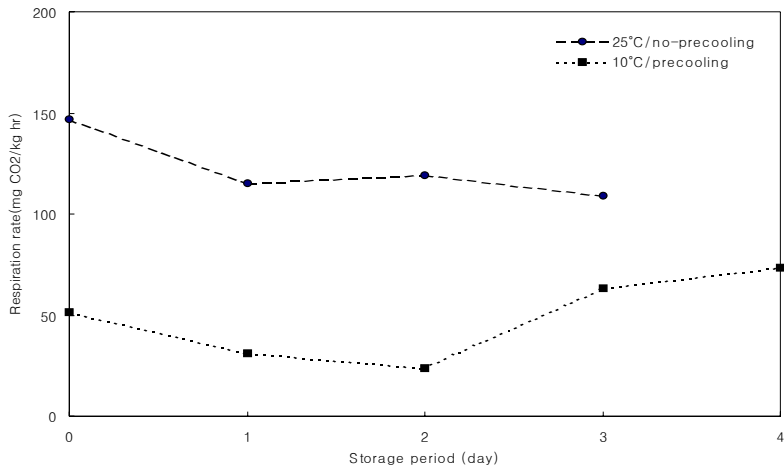


Fig.46. Changes in the respiration rate of agaricus bisporus during storage

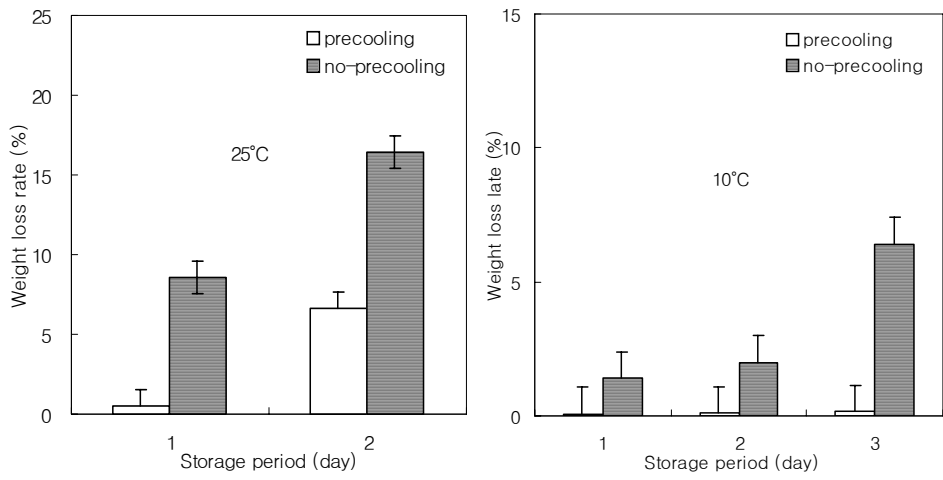


Fig.47. Changes in the weight loss rate of agaricus during storage

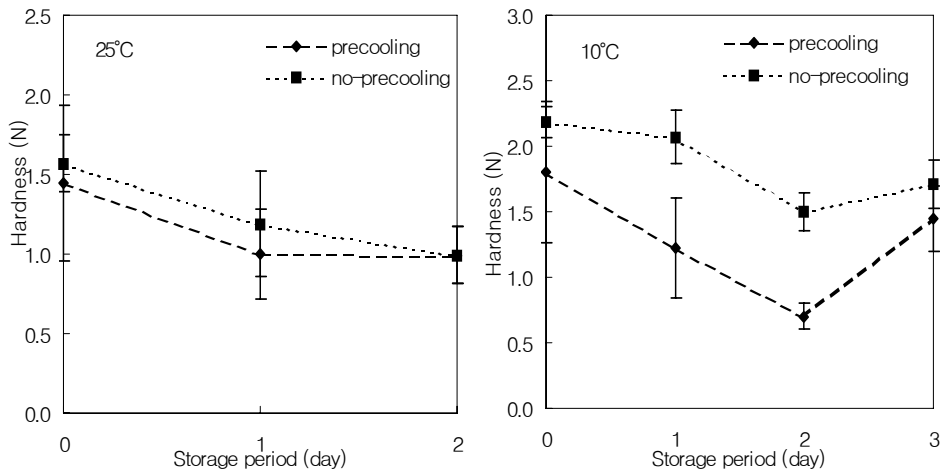
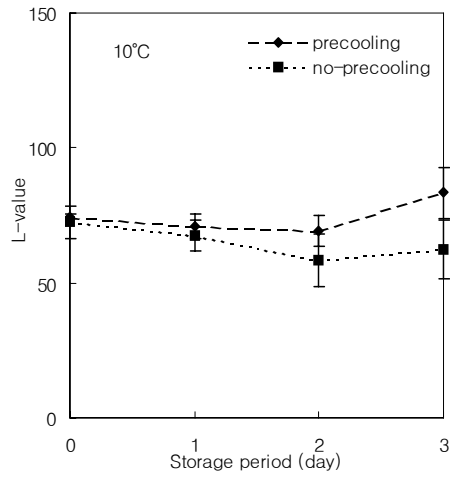
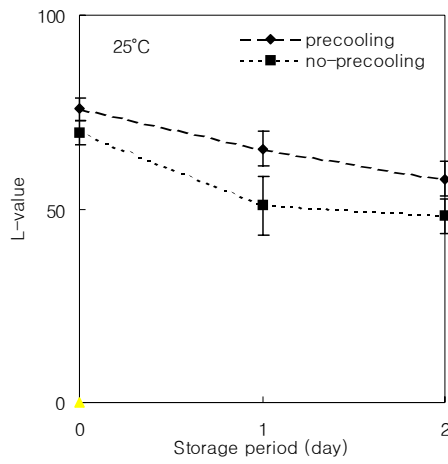


Fig.48. Changes in the hardness of agaricus bisporus during storage

Stem



Cap

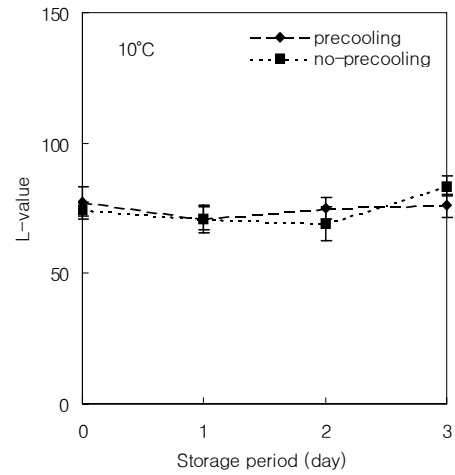
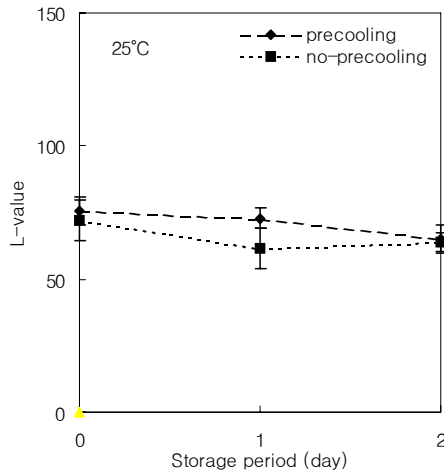
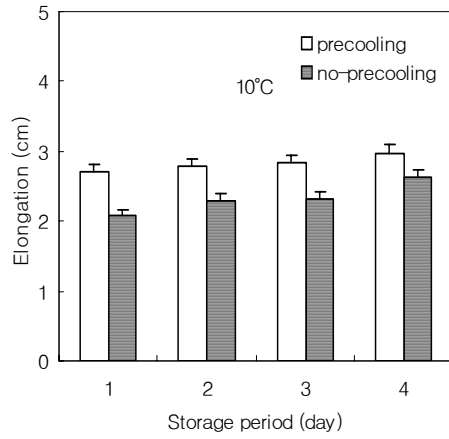
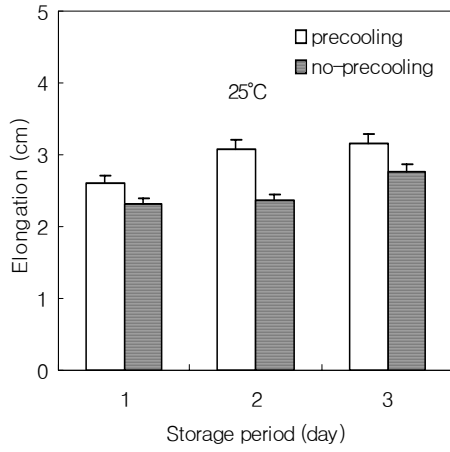


Fig.49. Changes in the Hunter L-value of agaricus bisporus during storage

Total length



Cap diameter

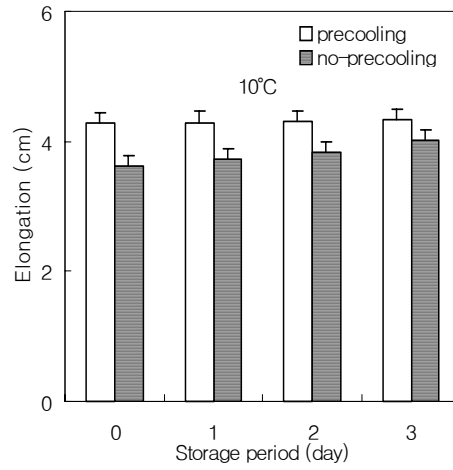
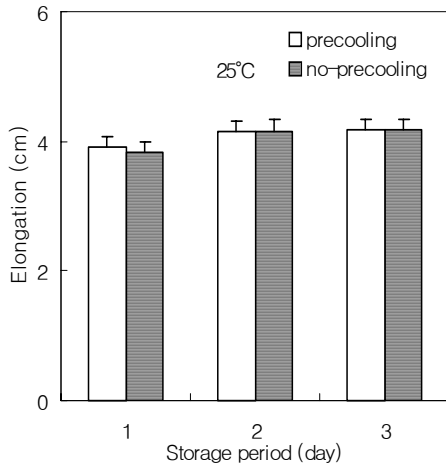


Fig.50. Change in the elongation of agaricus bisporus during storage.

제 3 절 수송 관련 기술

1. 수송중의 품온, 냉기분포 및 품질 변화

수확후 상온 수송과 예냉처리후 냉장차나 보냉차를 이용하여 농산물을 수송할 경우 품온과 품질 변화를 조사하였다. 여러 농산물에 대하여 수확후 산지에서 소비지까지 수송 방법을 달리하면서 품온변화, 품질 특성 및 상품성을 조사한 결과 전반적으로 상온 수송의 경우 30℃ 전후의 온도에서 4~5시간 수송 그리고 수송 전 상온 방치 과정에서 품질 저하가 가속된 것을 알 수 있었으며 이러한 현상은 상품성을 상대적으로 하루 이상 단축한 것으로 여겨졌다. 예냉처리를 소비지 유통 여건을 고려하여 10℃로 하면서 상대적으로 비교하였기에 예냉처리나 수송 온도의 변화에 따라서는 다른 결과가 나올 수 있겠으나 현실적인 여건상 소비지 대형 판매점의 경우 농산물 매장의 여름철 온도인 22~25℃ 내외를 고려할 때 결로 방지와 경제성등을 고려하면 예냉 온도와 수송 온도는 10℃ 내외가 적절할 것으로 사료되었다.

딸기의 경우 예냉처리후 상온수송, 냉장수송, 보냉수송을 하면서 품온변화와 품질변화등을 조사하였으며 실제로 수확후 예냉, 수송, 판매장까지의 품온 변화를 추적하였다. 아래 그림은 딸기를 수확한 후 예냉-선별-출고-적재-수송과정 중 품온 변화를 표시한 것이다. 그림에서 보면 딸기는 과실의 크기가 작아 1℃ 냉기로 3~4℃까지 냉각시키는데 1~2시간밖에 소요되지 않았다. 예냉시 딸기의 포장은 4kg골판지 박스에 4개의 소포장을 담아 행하였으며 통기공은 약 5% 정도를 유지하였다. 딸기의 예냉처리는 보통 오전 10~12시 사이에 행해지는데 딸기는 조직이 취약하고 호흡이 왕성하여 서늘한 시간에 수확하여 신속히 냉각처리하는 것이 선도 유지의 관건이다. 현재는 국내 딸기 작업자의 경우 저온작업장이 구별되어 있지 않아 예냉처리후 냉장과 수송과정을 품온이 2~5℃ 상승하며 심지어 적재 파래트의 외측 포장 딸기의 경우는 표면 온도는 10℃ 이상까지 상승하게 된다. 그림에서 보면 냉장수송의 경우 (3~5℃내외)는 소비지도착시 5~7℃가 되며 보냉수송은 7~10℃, 상온수송의 경우는 10℃이상까지 상승함을 알 수 있다. 아래 표는 예냉처리차의 냉장 또는 보냉수송한 딸기와 예냉처리 하지 않고 상온수송한 딸기의 비타민 C 유지상태를 분석한 것이다. 수확

직후 딸기의 비타민 C는 84.2mg%였으나 3일후 무예냉/상온수송의 경우는 62.7mg%로 감소하였다. 그러나 예냉처리차에 냉장수송한 딸기는 78.1mg%, 보냉수송한 경우는 69.2mg%로 높게 나타났다. 한편 20℃에서 3일 보관 중 딸기의 부패과와 곰팡이 발생정도를 조사한 결과 그림에서 보는 바와 같이 저온처리에 의한 효과가 두드러지게 나타남을 알 수 있었다. 즉, 무예냉 처리구의 경우는 3일후에는 90%이상이 진물어지거나 부패하고 곰팡이 발생과도 60%이상 발생하였다. 그러나 예냉처리후에 저온수송한 경우는 부패과가 70%정도, 곰팡이과는 10%내외로 현저히 억제됨을 알 수 있었다.

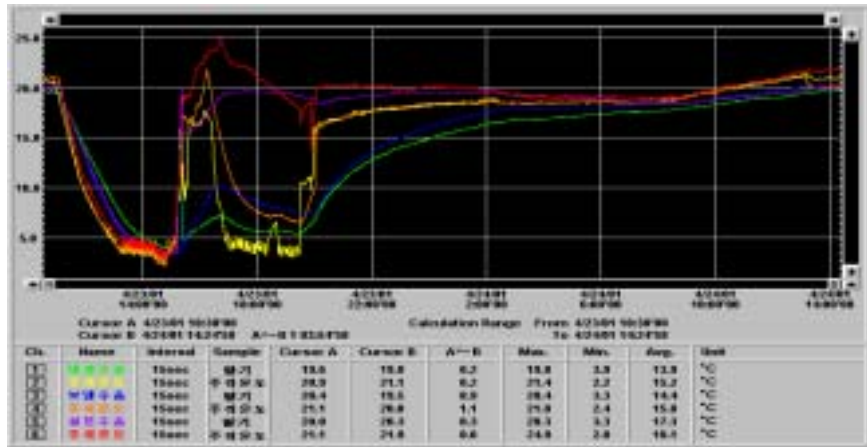


Fig. 51. Change in Temperature During the Transportation

Table 51. Ascorbic acid content changes of strawberry at 20℃ by precooling and different transportation

	Treatment	Storage period(day)			
		0	1	2	3
Ascorbic acid content(mg%)	Non-precooling	84.2	80.4	74.3	62.7
	Precooling/Insulated transportation	84.2	82.3	77.9	69.2
	Precooling/Cold transportation	84.2	83.1	81.7	78.1

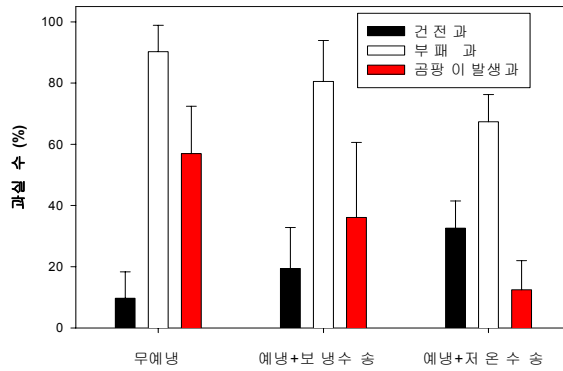
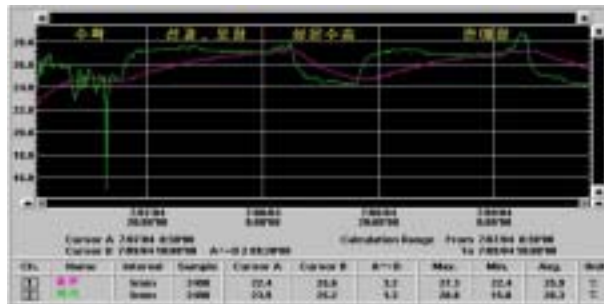
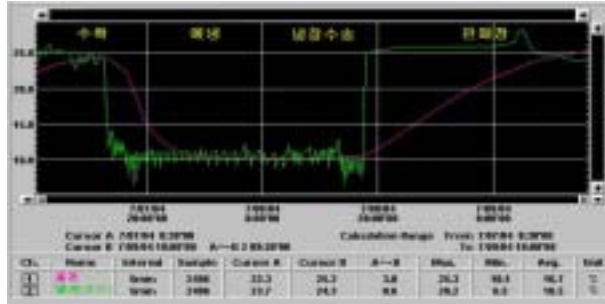


Fig. 52. Strawberry qualities after 3 days at 20°C.

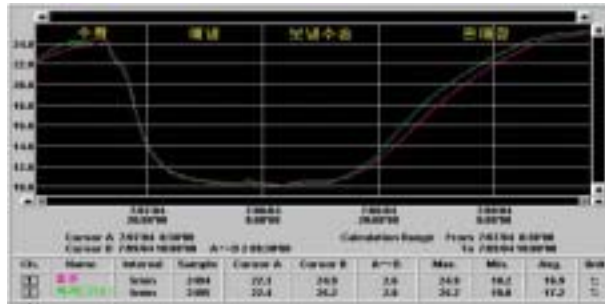
그 외 품목별로 수송 조건별 품온변화와 품질변화를 분석하였다. 애호박의 경우 상온수송 및 예냉처리후 냉장수송과 보냉수송을 하면서 품온변화와 품질변화등을 조사하였으며 실제로 수확후 예냉, 수송, 판매장까지의 품온 변화를 추적하였다. 아래 그림은 애호박의 수송 과정중 품온 변화를 나타낸 것이다.



(상온수송)



(예냉후 냉장수송)



(예냉후 보냉수송)

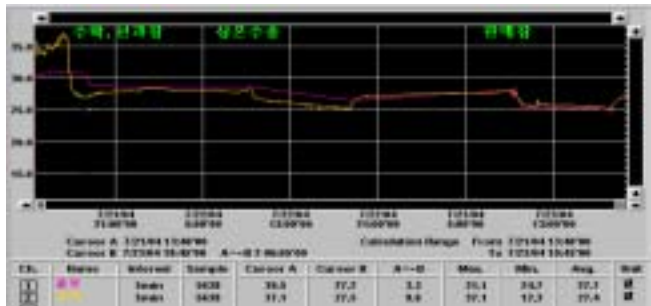
그림 53. 애호박의 수송 과정중 품온 변화

Table 52. Quality changes of 'Zucchini' squash during transportation from field to market

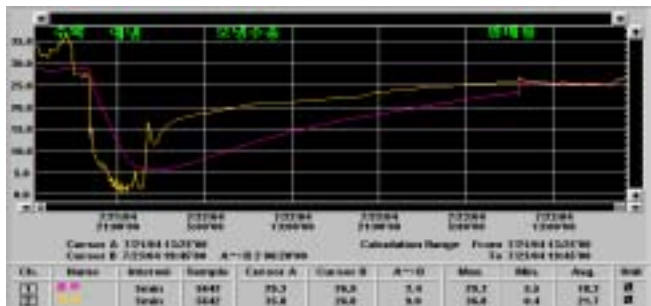
	Ambient temperature transportation	Precooling ¹⁾ + Insulated truck transportation	Precooling + Cold truck transportation ²⁾
Product temperature at market(°C)	26.4	12.1	11.3
Hardeness(kgf)	3.55±0.76	3.68±1.08	3.72±0.89
Vitamin C(mg%)	67.23±0.67	71.28±0.98	73.24±1.23
Marketability ³⁾	5.6	6.4	6.1

¹⁾ pre-cooled by pressure cooler, final temp. : 10°C, ²⁾ cold truck temp. : 10°C, ³⁾ evaluated after 3 days at 22~25°C, 9 point scale, (9: fresh, 5:marketable)

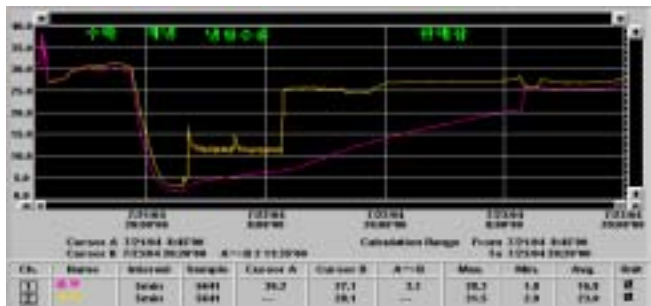
자두의 경우 수송 과정중 품온 변화를 나타낸 것이다. 상온수송 및 예냉처리후 냉장수송과 보냉수송을 하면서 품온변화와 품질변화등을 조사하였으며 실제로 수확후 예냉, 수송, 판매장까지의 품온 변화를 추적하였다.



(상온수송)



(예냉후 보냉수송)



(예냉후 냉장수송)

그림 54. 자두의 수송 과정중 품온 변화

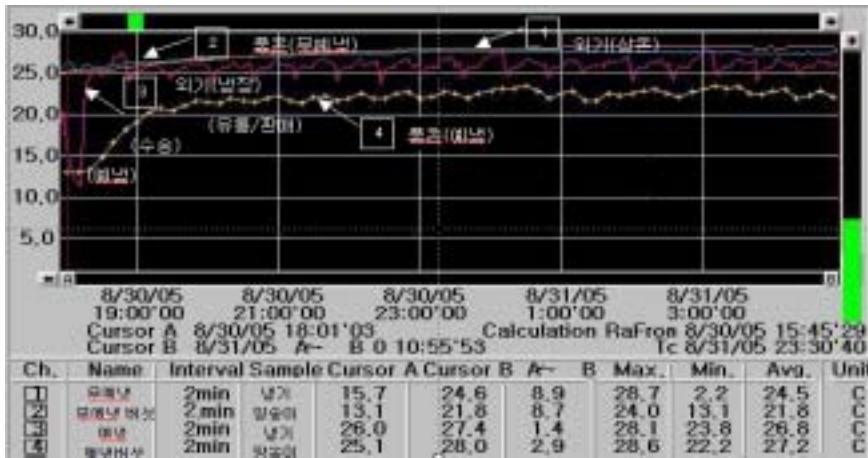


그림.55. 양송이 버섯의 상온 및 냉장 수송/ 유통중의 품온 변화

Table 53. Quality changes of 'Formosa' plum during transportation from field to market

	Ambient temperature transportation	Precooling ¹⁾ + Insulated truck transportation	Precooling + Cold truck transportation ²⁾
Product temperature at market(°C)	28.9	13.8	11.9
Hardeness ³⁾ (cm)	0.48±0.24	0.41±0.76	0.40±0.69
Titratible acidity(%)	1.27±0.12	1.29±0.48	1.29±0.89
Soluble solid(°Brix)	8.82±0.49	8.79±0.97	8.80±0.19
Marketability ⁴⁾	5.1	6.3	6.5

¹⁾ precooled by pressure cooler, final temp. : 10°C, ²⁾ cold truck temp. : 10°C, ³⁾ penetration depth, ⁴⁾ evaluated after 3 days at 22~25°C, 9 point scale,(9: fresh, 5:marketable)

아래 표는 복숭아를 10°C까지 냉각한 후 10°C 냉장차로 수송한 경우 소비지 도착후 품온과 품질 상태를 비교한 자료이다. 표에서 본 바와 같이 외기 온도가 29.2°C인 경우 냉장차로 수송한 경우는 소비지에서 12.7°C를 보냉차로 수송

한 경우는 14.5℃를 나타내었다. 당도나 상품성의 경우는 상온 수송한 경우가 4.9점인데 반해 냉장 및 보냉수송은 6.2, 6.0으로 상대적으로 우수한 품질을 나타내었다.

Table 54. Quality changes of 'Mibaek' peach during transportation from field to market

	Ambient temperature transportation	Precooling ¹⁾ + Insulated truck transportation	Precooling + Cold truck transportation ²⁾
Product temperature at market(℃)	29.2	14.5	12.7
Hardeness(kgf)	0.74±0.12	0.76±0.88	0.80±0.79
Soluble solid(°Brix)	13.45±0.98	13.12±0.88	13.01±0.46
Marketability ³⁾	4.9	6.0	6.2

¹⁾ precooled by pressure cooler, final temp. : 10℃, ²⁾ cold truck temp. : 10℃, ³⁾ evaluated after 3 days at 22~25℃, 9 point scale,(9: fresh, 5:marketable)

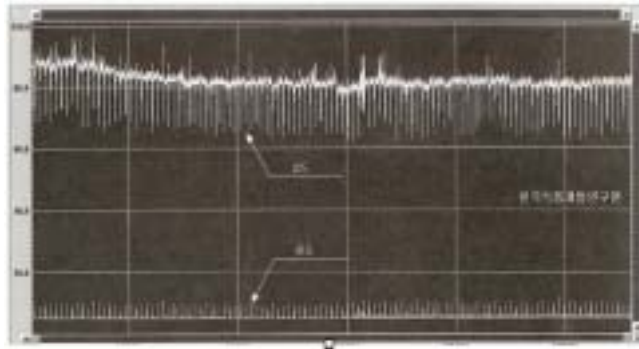
참외의 경우 차압예냉후 냉장 및 보냉수송한 경우 외기 온도가 31.2℃였을 때 소비지 도착 후(성주->성남) 품온은 냉장수송한 경우 12.5℃, 보냉수송한 경우 15.4℃였다. 소비지에서의 상품성은 상온수송한 경우 관능평점이 5.3점이었으나 냉장 및 보냉수송한 경우는 6.4~6.5점을 나타내었다.

Table 55. Quality changes of oriental melon during transportation from field to market

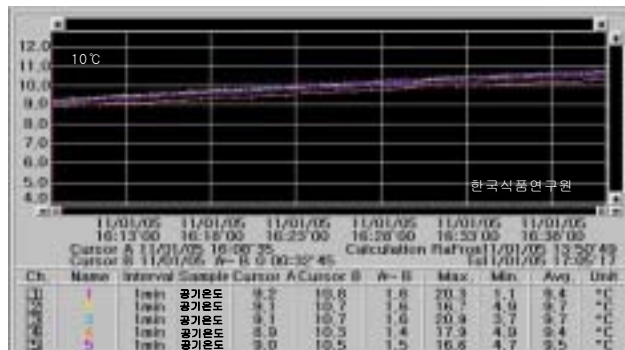
	Ambient temperature transportation	Precooling ¹⁾ + Insulated truck transportation	Precooling + Cold truck transportation ²⁾
Product temperature at market(℃)	31.2	15.4	12.5
Hardeness(kgf)	0.78±0.32	0.80±0.22	0.81±0.69
Soluble solid(°Brix)	13.22±0.44	13.03±0.568	13.00±0.39
Marketability ³⁾	5.3	6.4	6.5

1) precooled by pressure cooler, final temp.: 10°C, 2) cold truck temp.: 10°C, 3) evaluated after 3 days at 22~25°C, 9 point scale, (9: fresh, 5:marketable)

아래 그림은 냉장차량을 운행중 5°C와 10°C로 설정한 경우 차량 내부 냉기 온습도 변화를 나타낸 것이다. 그림에서 본 바와 같이 위치별 온도 편차는 큰 편차를 보이지 않았다. 특히 예냉처리한 농산물의 경우 냉장차의 온도를 미리 낮춘 다음 수송할 경우 수송거리 2~5시간 이내 거리에서는 온도에 따른 품질 차이는 거의 없을 것으로 사료되었다.



냉장차량 내부의 온습도 변화(5°C)



냉장차량 내부의 위치별 온도 분포(10°C)

그림 56. 냉장차량 내부의 온도 분포

2. 저온유통을 위한 파레타이제이션

표 56은 국내에서 보급되고 있는 주요 냉장 및 보냉탑차의 제원을 나타낸 것이다. 냉장탑차의 경우 차량 적재함의 폭이 현재는 5톤 기준으로 2,240~2,280mm로 제조되고 있는데 표준파레트를 적재하였을 때 적재의 용이성과 냉기 순환을 고려하였을 때 최소한 80mm(양측에 40mm 공간)의 여유가 필요하다. 따라서 2,280mm 이상의 적재함을 갖는 냉장탑차를 사용할 경우 표준파레트를 2열 적재하고 내부 양측면 공간에 에어백을 장착하여 수송중 진동과 충격에 의한 물리적 손상을 억제해야 한다.

표 56. 국내 저온 수송 차량의 제원표

(냉장탑차, H사)

차종/구분	차량치수			내측치수		
	L	W	H	L	W	H
1t	2800	1550	1550	2780	1600	1500
2.5t	4290	1930	1900	4300	1880	2200
5t	6200	2300	2250	6200	2280	2300

(냉장탑차, K사)

차종	구분	H사						K사					
		차량치수			내측치수			차량치수			내측치수		
		L	W	H	L	W	H	L	W	H	L	W	H
1t	일반	5075	1690	2280	3050	1600	1500	5095	1750	2300	3110	1650	1500
	슈퍼	5075	1690	2280	2790	1600	1500	5095	1750	2300	2850	1650	1500
1t 하이탑	일반	5075	1690	2550	3050	1600	1780	5095	1750	2510	3110	1650	1730
	슈퍼	5075	1690	2550	2790	1600	1780	5095	1750	2510	2850	1650	1730
1.25t		5075	1725	2325	3035	1635	1500	5330	1770	2480	3370	1650	1680
2.5t	고상	6420	2030	2900	4340	1880	1820	6465	2030	2900	4340	1880	1820
	저상	6420	2030	3080	4340	1880	2200	6465	2030	3080	4340	1880	2200
3.51t		6670	2170	3100	4800	2090	2000	6715	2170	3100	4800	2090	2000
5t	장축	7670	2400	3480	5240	2240	2300	7625	2390	3480	5250	2240	2300
	초장축	8620	2400	3480	6280	2240	2300	8520	2390	3480	6280	2240	2300

- 윈바디

구 분 차종	차량치수			내측치수			기준차량	
	천장	전폭	전고	길이	너비	높이		
2.5 TON 장축고상	6320	2140	3020	4475	2000	2000	H사	
3.5 TON 장축고상	6845	2240	3020	5000	2100	2000	H사	
5 TON 장축고상	8705	2400	3360	6320	2260	2200	H사	
8 TON	장축	9930	2490	3850	7300	2400	2420	H사
	초장축	10680	2490	3850	8000	2400	2420	D사
11 TON	12055	2490	3950	9550	2400	2520	D사	
14 TON	12400	2490	3950	9800	2400	3520	D사	
18 TON	12945	2490	3950	10200	2400	3520	D사	

골든밴 탑차

Ton(초장축)	1 ton	2.5 ton	5 ton	8 ton	11 ton		
적재실 길이(mm)	1935	3055	4030	4080	6230	8100	9800
적재실 폭(mm)	1540	1570	1770	1780	2260	2350	2350
적재실 높이(mm)	1350	1425	1710	1750	2440	2450	2450
적재실 용적(m ³)	6.1	6.8	12.2	12.7	34.9	46.6	56.4
적재 정량(kg)	800	800	2300	2300	4500	-	-

Product Name 복숭아
 Product Code 99-1
 Estafite Name 199-20-8D
 Solution Ref. 1 E
 Volume Used 92.7 %
 Area Used 97.6 %
 Pallet type T-11

	Outside Dimension			Net	Gross	Cube
	Length	Width	Height			
Box	471.0	214.0	118.0 mm	3.000	3.780 Kg	18268 cm ³
Load	1380.0	1100.0	1904.0 mm	640.000	719.480 Kg	2.38 m ³

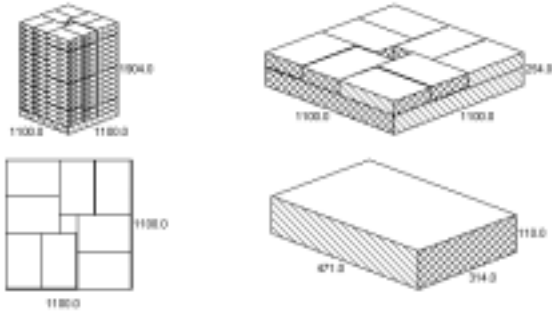


그림 57. 과실류상자의 표준파레트 적재 모형(복숭아)

Product Name 배추 (6-7kg)
 Product Code 99-7-1
 Estafite Name 199-20-8D
 Solution Ref. 1 C
 Volume Used 97.0 %
 Area Used 100.0 %
 Pallet type T-11

	Outside Dimension			Net	Gross	Cube
	Length	Width	Height			
Box	550.0	275.0	188.0 mm	7.000	7.780 Kg	29225 cm ³
Load	1380.0	1100.0	1944.0 mm	560.000	646.080 Kg	2.35 m ³

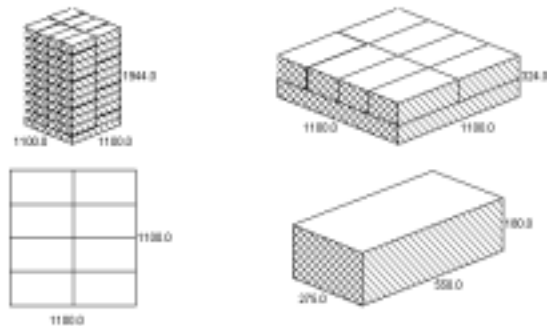


그림 58. 채소류 상자의 표준 파레트 적재 모형(배추, 6-7kg)

Product Name 방울토마토용
 Product Code 99-12-2
 Package Size 199-12-820
 Tray Qty 50
 Tray Used 96.0 %
 Pallet type T-11
 14 Box / Layer
 14 Layer / Load
 224 Box / Load

	Outside Dimension			Weight		Cube
	Length	Width	Height	Net	Gross	
Box	390.0	225.0	125.0 mm	4.008	4.790 Kg	9975 cm ³
Load	1390.0	1100.0	1094.0 mm	896.008	1062.680 Kg	2.29 m ³

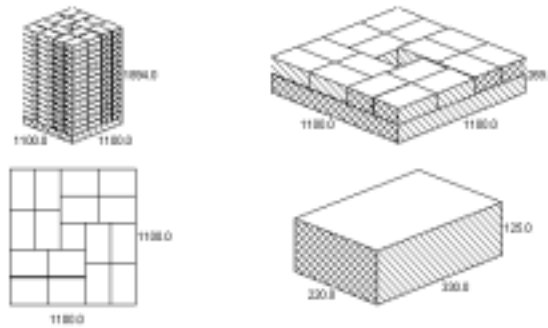


그림 59. 과채류 상자의 표준 팔레트 적재 모형(방울토마토, 4 kg)

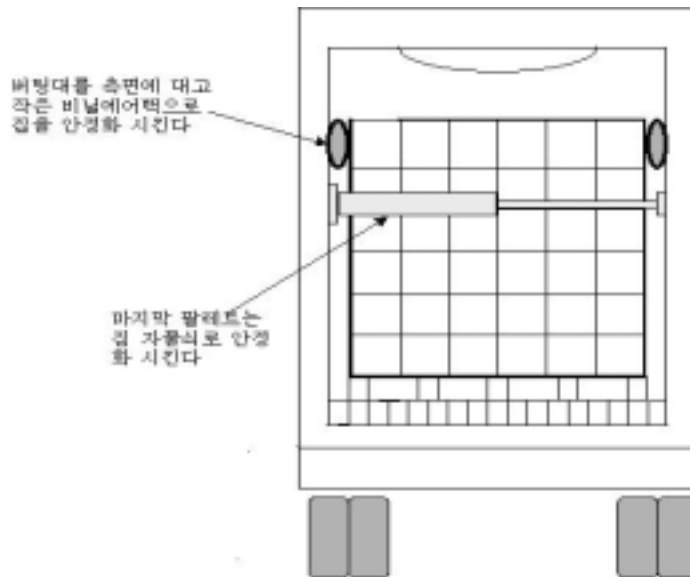


그림 60. 냉장트럭의 내부에 팔레트 적재 및 고정 방법

3. 선도유지를 위한 수송 모델

국내 여건하에서 농산물에 대한 콜드체인시스템의 도입은 비용 측면에서의 경제성과 함께 기반시설 특히 소비지에서의 콜드체인환경 양측면에서 걸림돌이 되고 있다. 콜드체인이라는 용어처럼 산지부터 소비지까지 사슬로 연결이 되어야 하나 중간 중간에서 블록이 생기고 주 연결점인 소비지 도매시장에 저온시설이 미비되어 미국이나 유럽에서 구축하고 있는 콜드체인시스템은 당장은 적용이 어렵다. 선도유지를 위한 수송모델은 다음과 같다.

가, 국내 유통

○ 저온판매장, 저온보관시설등이 갖추어진 곳

- 대상 : 하나로마트, 대형백화점, E-mart 등 대형할인점

- 수송 수단 : 냉장차, 보냉차

- 포장 및 적재 : 콜드체인시스템이 완벽한 경우는 수확용 컨테이너에 농산물을 담아 그대로 예냉한 후 냉장차에 싣고 소비지까지 이동시키는 방식을 고려할 수 있다. 이는 프랑스 까르푸 등의 매장에서 활용하는 방법으로 가급적 농산물을 포장 상자에 담았다가 다시 꺼내 재포장함에 따른 물리적 손상을 최소화하고자 함이다.

그러나 예냉 후 선별과 소비자용 재포장 작업이 필요한 경우는 다르게 적용하여야 한다.

- 수송 온도 : 예냉후 5~10℃ 냉장차로 수송

* 단, 판매장의 온도가 20℃ 이상인 경우이고 수송거리가 2시간 이내인 경우는 보냉차를 활용할 수 있다.

① 예냉한 농산물을 매장 온도 20~25℃에서 판매할 경우

① 딸기, 버섯, 자두 등 2℃ 부근까지 예냉해도 저온장해가 없고 선도저하가 빠른 품목 : 예냉 온도를 2℃ 정도로 하고 수송온도는 5℃ 내외로 맞추어 행하는 것이 적절하다. 대체로 작업과정과 소비지 도착시 5℃ 정도까지 승온하게 되며 판매장에서 하역, 진열시 7~10℃의 온도까지 승온이 쉽게 일어나

며 판매기간이 2~3일로 짧기 때문에 이 기간동안 상품성을 유지할 수 있다.

㉠ 방울토마토, 애호박, 복숭아, 참외, 상추, 고랭지배추 등 : 이들 품목은 10℃ 이하에서 저온장해가 있거나 그렇지 않더라도 상대적으로 유통기간이 길고 판매가격이 낮은 경우 산지에서 예냉 종료 온도는 10℃ 정도까지만 행한다. 수송온도는 10~15℃로 해도 상품성 유지에 큰 문제가 없으며 품질과 경제성등을 고려할 때 합리적인 방법이다. 즉, 이론적인 예냉온도나 수송온도보다 국내 여건과 비용등을 신선도 연장에서 얻을 수 있는 효과와 비교하여 절충 온도대를 적용하는 것이 현재 시점에서 적절하다.

○ 저온판매장, 저온보관시설등이 갖추어지지 않은 곳

- 대상 : 가락시장등 공영도매시장, 유사도매시장 등

- 상기 소비지의 경우 상온 판매가 전제가 될 경우는 현실적으로 여건을 고려할 때 산지에서의 예냉처리는 큰 효과를 기대하기 어렵다. 그러나 강서도매시장등 새롭게 개설한 도매시장이나 저온 매장을 새롭게 확보한 경우는 10~15℃ 정도까지 예냉하여 보냉수송하여 출하하는 것도 한 방법이다. 출하량이 많을 경우는 저온저장고에 보관하면서 판매가 가능하다.

○ 직거래 형태/택배

- 직거래나 택배 시스템의 경우는 예냉처리후 보냉용 상자(스티로폼상자 등 단열용기)에 담아 수송하는 것이 적절하며 이 경우 예냉과 수송온도는 각 품목별 적정 저장온도보다 2~3℃ 높은 온도가 적절하나 국내 여건상 수송거리가 짧기 때문에 선도저하가 아주 빠르고 가격이 비싼 일부 품목을 제외하고는 비용 측면을 고려할 때 5℃이하로 예냉, 수송할 필요는 없다.

나. 수출용 컨테이너 수송

○ 해상컨테이너 선적을 위한 포장상자의 선정과 활용

- 골판지 상자는 저장과 수송중 고습도 조건에서 견딜 수 있는 강도를 가져야 한다.

- 파레트 끝부위를 초과하여 적재하지 않는다.
- 파레트 적재는 일관되게 그리고 흔들리거나 붕괴되지 않게 하여야 한다.
- 속포장과 외포장은 수직방향의 공기흐름이 가능해야 하며 stow 때 냉동기 설정 온도보다 산물의 품온이 더 높으면 더욱 그러하다.
- 상자의 층간 통기공을 정렬한다.
- 상자의 통기공과 데크보드 공간이 일치하는 파레트를 사용하라.

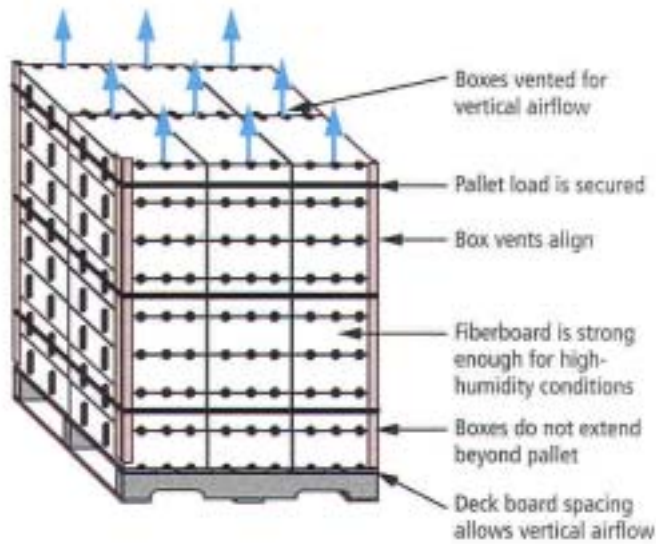


Fig. 61. Package and pallet design characteristics for refrigerated marine container transport.

- 적재
 - 수출하는 농산물은 기본적으로 목적지에 도착하여 판매될 때까지의 충분한 유통기간이 확보되어야 한다.
 - 수송 온도를 섭씨와 화씨로 명시한다.
 - 외부 공기 환기(fresh air exchange)에 대한 유속(flow rate)을 명시한다.
 - 수송 중 습도, CA, MA 조건이 필요한 경우 명시한다.

- 화물, 바닥 깔개, 파레트, 받침대, 버팀목/에어포켓 등을 이용하여 화물이 컨테이너 바닥에 완전히 덮히도록 하고 고속도로 중량 규정에 적합하게 한다.

- 한 컨테이너에 상이한 농산물을 함께 선적할 경우는 온도, 에틸렌감수성, 습도, MA/CA 조건, 이취나 화학적 처리, 공기 흐름 특성 등의 조건이 서로 같아야 한다.

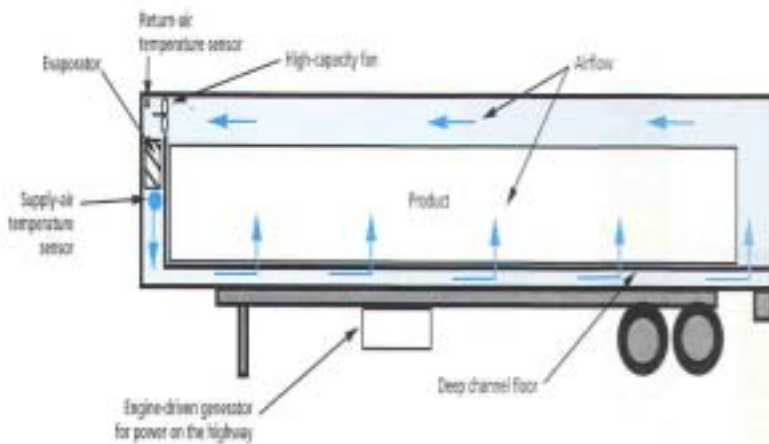


Fig.62. Airflow and refrigeration system in a typical refrigerated marine container

- 적재에 있어서 온도 관리
 - 적재 전에 원하는 수송 온도로 반드시 예냉하여야 한다.
- 컨테이너 운전 조건
 - 컨테이너는 적재 전에 수송 온도 부근까지 냉각되어야 한다.
 - 적재를 위해 문을 열 경우 냉동장치 전원을 끈다.
 - 컨테이너는 깨끗이 청소하고 이취 등이 나지 않으며 적재에 적합한 상태를 갖춘다.
 - 컨테이너는 독성 물질이나 미생물 등의 오염원이 없어야 한다.
 - 컨테이너는 식품 수송에 적합한지를 입증할 수 있게 이전에 선적한 물건들을 알수 있어야 한다.
- 컨테이너 적재

- 바닥을 파레트, 상자 또는 다른 물건으로 완전히 덮는다.
 - 적재 상한선 밑까지만 적재한다.
 - 수송중 움직이지 않게 화물을 고정시킨다.
- 온도기록장치
- 보정된 온도 기록 장치를 설치한다.
 - 기록계에 날짜, 시간, 위치를 표기한다.

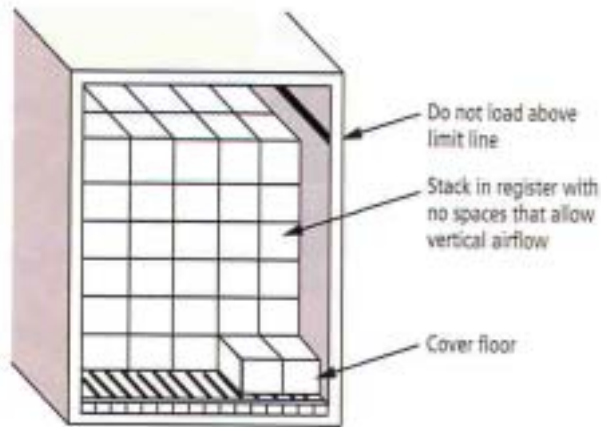


Fig. 63. Properly hand-stowed boxes in a cabinet

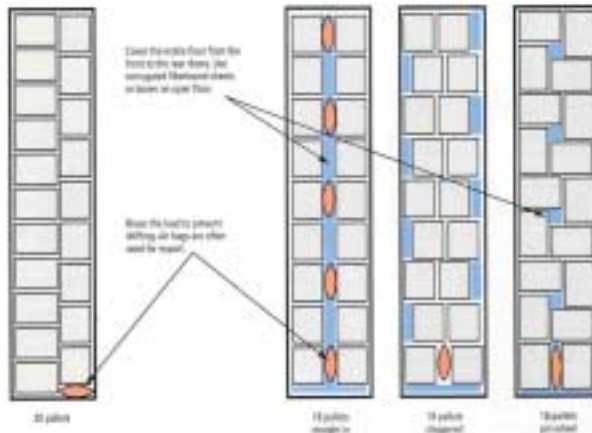


Fig. 64. Loading marine containers.

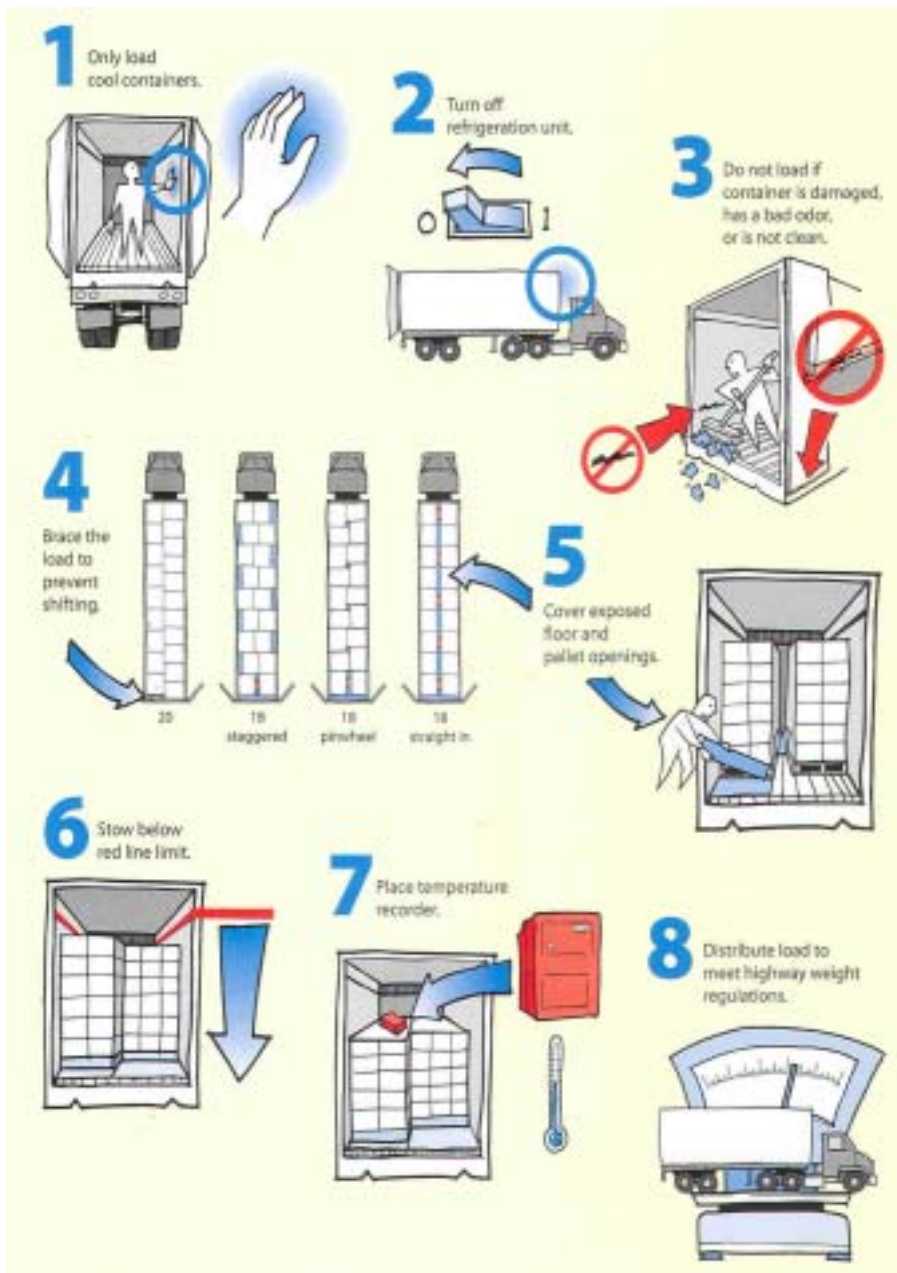


Fig. 65. Loading marine container

제 4 절 예냉시설 설치 및 운영 매뉴얼

1. 시설 설치

가. 예냉시설 설치의 필요성 검토

① 어떤 품목을 취급할 것인가? 피처리물이 예냉시설이 필요한 작물인가?

초기 단계에는 선도저하가 빠르고 비교적 가격이 비싼 품목 위주로 적용하며 하절기와 같은 기온이 높은 계절에 수확된 작물이 1차 대상이 된다.

② 예냉처리를 하여 어디에 어떻게 상품화하여 출하할 것인가?

예냉처리와 콜드체인 적용에 의하여 비용 상승이 수반되므로 경제성을 검토하여 적용하여야 한다. 가급적 소비지중에서도 저온매장이 구비된 하나로마트, 백화점, 물류센터 등을 출하처로 정한다.

③ 현지점에서 예냉처리후 유통시 선도유지에 상응하는 반대 급부가 있는가?

품목의 특성상 선도유지를 하였을 때 출하조절이나 선도유지에 따른 소비지 반입 가격의 상승, 출하처의 구매 선호도 등 반대급부가 확보되어야 한다.

④ 시설 설치를 위한 예산 소요는 얼마 정도이며 예산 확보는 가능한가?

시설 설치를 위한 소요 예산은 자체적으로 확보할 것인지 산지유통센터건설사업 등 관련 지원 사업에 의하여 추진이 가능한지를 검토한다. 가능한한 초기 도입시 자체 예산의 소비가 적을수록 수지를 맞추기가 쉽다.

* 예냉(precooling)이란 ?

청과물의 품질을 유지하기 위하여 수확후 빨리 포장열(field heat)을 제거함으로써 품온을 낮추어 호흡작용을 억제시킬 필요가 있는데 이를 위한 냉각 작업을 말하며, 저온유통체계의 시발점이다.

냉동기의 과부하 억제

장기저온저장

예냉

cold shock/chilling

injury 억제

단기유통* 포장 열(field heat) 제거

- 호흡속도 억제
- 성분분해 억제
- 신선도 유지
- 출하조절

그림 66. 예냉의 목적

표 57. 품목군별 예냉 효과

분류	효과가 높은 품목	효과가 보통인 품목	효과가 낮은 품목
엽채류	양상추, 시금치, 브로콜리, 아스파라거스, 샐러리, 파슬리, 쪽갓, 부추, 미나리, 여름고랭지배추, 노지배추, 칼리플라우어, 상추 등	결구배추, 양배추, 파 등	월동배추 등
과채류	딸기, 스위트콘, 완두, 여름철 오이, 여름철피망 등	오이, 토마토, 피망, 풋고추 등	호박, 수박, 메론 등
근채류	당근 등	무 등	양파, 마늘, 감자, 참마 등
기타 (임산물 등)	버섯류(표고, 느타리, 양송이 등), 두릅 등	밤 등	더덕, 잣 등
과실류	사과(쓰가루), 복숭아, 포도(여름철 수확 품종) 등	사과, 배, 단감, 참다래 등	만생종 과실류, 감귤 등
계절별 품목	여름철 생산 품목 또는 일부 하우스 수확 품목	봄, 가을에 수확되는 품목	늦가을부터 초봄사이 수확되는 품목

나. 시설을 설치한다고 했을 때 추진 방안

① 적절한 예냉방식은?

엽채류는 진공식, 과일류는 차압식, 세척이 필요한 농산물은 수냉식이 적절한 예냉방식이다. 그러나 투자비용에 대한 효과를 비교하여 경우에 따라서는 차선의 방법이 최선이 될 수도 있음을 고려하여야 한다. 아직까지도 진공식예냉방식의 도입에 대한 경제적 부담으로 차압식을 적용하는 것이 차선의 방법이 되고 있다.

예냉방식의 종류

㉠ 강제통풍식

- ▶ 저온저장고에 비하여 냉각능력과 순환송풍량을 증대시켜 예냉하는 방식
- ▶ 간접냉각형태로 냉각속도가 느리고(12~20시간) 냉각불균일이 우려됨.

㉡ 차압통풍식

- ▶ 예냉고 내부에 차압실과 차압팬을 설치하고 냉각능력을 증대시켜 유효냉각공기량을 증가시킴으로서 예냉하는 방식
- ▶ 강제대류에 의해 냉각공기가 직접 상자의 통기공을 통해 청과물과 접촉하는 예냉방식으로 냉각속도가 빠르고(2~5시간), 균일한 냉각이 가능함.

㉢ 진공냉각식

- ▶ 공기의 압력이 낮아지면 물의 증발온도가 낮아지는 원리를 이용해 4.5~7.0 Torr의 감압하에서 청과물로부터 수분이 증발할 때 빼앗기는 기화열에 의해 예냉하는 방식
- ▶ 진공조, 콜드트랩(냉동시스템), 배기계, 콘트롤시스템으로 구성되었으며 단시간(20~40분)에 냉각이 가능하나 엽채류에 제한적으로 사용 가능

㉣ 수냉식

- ▶ 저온(0~4℃)의 냉수를 이용하여 냉각하는 방식으로 보통 세정처리를 겸하여 행하게 되며, 냉각시간이 빠르나 예냉후 탈수처리가 필요함
- ▶ 유통시 세정이 필요한 청과물이나 최소가공청과물에 적합함.

㉤ 빙냉식

▶ 쇠빙(잘게 부순 얼음)을 청과물 상자에 담아 냉각시키는 방법으로 브로콜리, 대파 등에 주로 적용한다.

표 58. 품목별 적정 예냉 적용 방식

품 목	강 제 통 풍	차 압 통 풍	진공	수냉	비고
양상추	△	○	◎	×	
고랭지배추	△	◎	◎	×	
딸기	○	◎		×	
버섯류	△	◎	◎	×	손상품은 VC 곤란
토마토	△	◎	×	△	
오이	△	◎	×		
포도	△	◎	×		
피망	△	◎	×		
샐러리	△	◎	○	○	
브로콜리	△	◎	○	×	빙냉도 적합
칼리프라우어	△	◎	○	×	
잎상추	△	◎	◎		최소가공시는 수냉가능
시금치	△	◎	◎	×	
썩갓	△	◎	◎		
스위트콘	△	◎	◎	○	빙냉도 적합
당근	△	◎		◎	
무	△	◎		◎	
파	△	◎	◎	△	
양배추	△	◎	○		
결구배추	△	◎	○	×	
비결구배추	△	◎	◎	×	
꽃고추	△	◎		○	수냉시 꼭지 손상 주의
복숭아	△	◎		○	
자두	△	◎		○	
최소가공청과물	△	○	○	◎	가공전 예냉도 필요

주) ◎ : 최적, ○ : 적합, △ : 보통, ×적용이 어려움

② 적정한 시설 규모는?

차압식의 경우 예냉유닛 1개당 예냉실의 규모는 폭이 적어도 4.5m, 길이가 7m이상 확보되어야 적절하다. 이 경우 1단 적재시 과실 기준으로 4.5톤정도, 2단적재의 경우는 9톤 정도 적재가 가능하다. 예냉고의 체원이나 형태에 따라 시설 규모는 어느정도 조정이 가능하다. 이 경우 처리시간은 5시간 기준이나 1일 작업 횟수에 따라 조정이 가능하다.

- 타임테이블로부터 피크의 1일 처리 파레트수를 상정하고 예냉개시에서 출하완료까지의 유효작업시간, 1회 예냉시간 또는 시간당 회전수로부터 예냉고의 필요 파레트수용수, 진공냉각장치의 챔버수와 수납파레트수를 결정한다.

▷차압예냉(중앙흡입식) : 예냉유닛 1개당 4~5톤(1단적재기준), 30평 규모 기준 대략 15톤/5시간 처리(평당 0.5톤~0.7톤)

▷진공예냉 : 보통 1챔버당 3.6톤/회 처리

회전수 목표	1챔버형	2챔버형
냉각이 쉬운 열채류등	1.5(회/h)	2.5(회/h)
냉각이 어려운 채소류	1.2(회/h)	2.0(회/h)

③ 단순 예냉외의 범용성은?

예냉시설의 경우 사용하는 기간이 연중 3개월에서 5개월 정도밖에 되지 않기 때문에 나머지 기간중 다른 용도로 활용 가능성을 검토하는 것이 시설의 효율성 제고에 적합하다. 차압식의 경우는 설계 단계에서 저온저장고로 겸용이 가능하게 설계하면 연중 사용이 가능하다.

④ 신설이 적절한가? 아니면 기존시설을 개조하여 사용할 수 있는가? 추후 증설 계획을 고려했을 때 초기 시설투자는?

새로운 유통시설을 설치한 경우는 신설이 적절하지만 기존 저장고가 40여 만평 확보되어 있는 상황에서 기존 시설의 개조나 보완에 의하여 예냉시설을 설치해야 하는 경우가 많을 것이다. 아직 소비지 여건이 적절치 못하기 때문에 예냉시설의 도입 초기 단계에 있어서는 한칸씩 단계적으로 설치하는 것도 제고할 필요가 있다.

⑤ 작업체계는 어떻게 할 것인가? 포장상자, 선별, 저장등 연계작업은 어떻게 처리할 것인가?

예냉작업과 함께 선과, 포장 등의 작업 체계를 어떻게 할 것인가 고려하여야 한다. 가급적 물리적 손상을 피하고 온도 변동을 피할 수 있는 작업 체계를 갖추어야 한다. 그러 측면에서 플라스틱 상자에 수확하여 그대로 예냉하고 이어 선과, 포장의 작업 순서를 갖는 것이 적절하다. 플라스틱 상자에 담아 예냉 후 그대로 파레타이제이션하여 냉장차로 소비지에 출하할 수도 있다.

다. 시설 설계 및 건설

건축물의 경우 철골빔을 외부로 설치하고 내부에 우레탄판넬을 설치하는 형태가 적합하다(prefabricated panel). 우레탄판넬의 경우 단열 두께는 벽체는 100mm, 간벽은 75mm를 기준으로 한다(밀도 35kg/m³, k=0.185kcal/mh℃이하). 단열에 있어서 중요한 점은 바닥에 우레탄 단열을 하고 벽체 판넬이 바닥 판넬과 우레탄끼리 접촉이 되게 그리고 바닥 판넬 하부까지 내려오게 시공하도록 설계한다. 차압식예냉의 경우 한 예냉유니트의 폭은 4.5m 이상이 되어야 한다.

지게차 작업중 판넬의 손상을 막기 위하여 하부에는 폭 100mm, 높이 200mm 이상의 걸레받이를 설치하고 코너 부위는 R-mould를 부착하여 먼지 부착을 억제하고 청소를 용이하게 한다.

기계설비의 경우 용량 선정은 앞 절의 설계 기준은 참조하여 설계하는데 냉동기 용량은 저온저장고의 4배 정도로 하고 예냉처리를 하지 않는 경우에 대비하여 냉동기는 2대로 분리하여 설계한다. 차압웍은 5톤을 처리하는 예냉유니트 기준으로 3.75KW 웍 2대가 적절하며 웍은 액셀(axial fan)을 사용하며 정압은 40mmAq, 풍량은 250CMM정도로 하고 인버터를 부착하여 물량에 따른 풍량 제어가 가능하게 한다.

차압식의 경우 냉각방식은 직팽식이 적절하다. 저온저장고의 저장실이 여러 개인 경우는 multi-style로 냉동기 3~4대를 조합하여 작동하는 것도 효율적이며 500평 이상 규모가 큰 저온저장고가 있는 경우에는 브라인방식의 간접냉각방식도 고려가 가능하다.

예냉기는 운전시 피예냉물의 적재량에 따라 차압센의 용량 제어가 가능하게 하고 예냉이 종료되면 자동으로 차압센이 정지하며 저온저장 모드로 작동하도록 제어회로를 구성한다.

기기류등은 법정 검사를 필한 기기를 구입하여 시공되도록 하고 시설 설치가 완료되면 누설 및 진공검사등을 행하고 시운전을 행하는데 냉동기는 계절에 따라 온도 조건등을 조절, 설정해야 한다.

2. 신선도 유지를 위한 효율적인 예냉처리 기술

가) 어떤 품목을 예냉처리 하여야 하는가 ?

예냉처리를 하여야 하는 대상으로는 신선청과물은 물론 절화(切花)에 이르기까지 거의 모든 품목을 취급할 수도 있지만 기본적으로는

- ① 수확기의 기온에 관계없이 품목 자체가 호흡작용등이 격심한 것
- ② 여름철에 수확되기 때문에 격심한 것 (5~9월)
- ③ 하우스 재배등으로 인공적으로 높은 온도에서 수확되었기 때문에 격심한 것을 우선 대상으로 고려할 필요가 있다 (시설채소).

나) 수확

수확은 가급적 맑은날 오전 그리고 수확 전후 2~3일간 비가 안오는 날, 기온이 낮은 때 행하도록 한다.

다) 전처리

예냉처리전의 전처리로서는 품목에 따라 개별적으로 적용되어지기 때문에 일괄적으로 나타내기는 어렵다. 그러나 공통적인 사항은 예냉처리후 소비지에 도착하면 그대로 판매되어진다는 점을 고려하여 골판지 박스에 담기 전에 미리

폐엽, 병해염, 뿌리, 이물질, 부패과 등 비가식부를 제거한 다음 선별, 등급화 하여 규격에 맞추어 골판지상자에 담아야 한다. 상자에 담을 때 주의할 사항은 예냉시 냉각공기의 흐름에 방해가 되지 않도록 통기공에 나란하게 즉, 적재 방향에 일치하게 박스에 담도록 하여야 박스내에서 압력강하를 피할 수 있어 냉각 효과를 높일 수 있다. 냉수냉각의 경우는 미리 흙등 이물질을 제거하거나 1차 세정을 하게 되며 진공냉각의 경우는 플라스틱필름에 싼 다음 밴딩을 하는 등 미리 소포장화 하게 된다.

라) 포장

청과물의 경우 특히 상온에서는 호흡작용에 의해 상당한 양의 호흡열과 수분을 발산하기 때문에 상자내가 밀폐되어 있으면 청과물이 짓물려 선도가 저하하게 된다. 그다지 열, 수분을 발산하지 않는 것에 대해서는 손이 들어갈 수 있는 구멍으로 충분하지만 스위트콘, 양상추, 양배추등은 옆부분에 상당히 큰 통기공을 만들어야 한다. 한편 예냉기술 특히 차압통풍예냉에서는 통기공의 유무에 의하여 예냉효과에 큰 영향을 미치고 또 그 위치와 크기가 냉각불균일에 영향을 줄 뿐만아니라 골판지 상자의 강도에 큰 영향을 준다. 골판지 상자는 한변의 길이가 길게 되면 그만큼 단위 길이당 내압강도는 저하하게 된다. 이 때문에 골판지 상자는 폭면보다 길이면이 단위길이당 내압강도가 작고 길이면에 통기공을 만들면 그 영향은 크다. 또 비교적 깊은 상자는 그만큼 상자의 깊이 방향의 중앙부에 최대의 곡모멘트가 집중하여 坐屈이 생기기 때문에 그 부분에 통기공이 있으면 내압강도의 영향이 크다. 손구멍이 있는 경우는 물론 중앙부에 가까운 쪽이 내압강도의 저하가 작지만 폭면은 코너부위에서 손구멍의 거리가 가까운만큼 거기에 인열,곡하중등이 집중하여 내압강도에 영향을 미치기 때문이다.

일반적으로 통기공의 수가 많은만큼 내압강도에 영향을 미치고 동일 면적이면 둥근 구멍보다 긴구멍 쪽이 영향이 적다. 통기공의 전체 면적이 일정하여도 1개당 구멍의 크기를 변화하여 통기공의 수를 변화한 경우에는 강도에 차이를 나타내는데 통기공의 수는 5개 전후가 가장 높은 강도잔존율을 나타내게 된다.

통기공의 면적 즉 개공율이 차압예냉의 경우는 중요한데 보통 개공율의 증가에 따라 냉각속도가 증가하게 되나 골판지상자의 강도와 냉각속도를 고려할 때 전체 면적의 3% 정도가 적당하다.

진공냉각의 경우는 5~10mmHg 정도의 진공하에서 이루어지므로 완전포장이 되어도 공기 구멍만 있으면 냉각이 가능하다. 양상치의 경우는 셀로판지나 폴리프로필렌 등의 플라스틱필름으로 속포장을 한 다음 골판지상자에 포장한채로 예냉을 하게 된다.

마) 적재 방법

일반적인 공기냉각 즉 강제통풍냉각의 경우에 있어서도 박스는 공기의 흐름이 원활하고 찬 냉각공기가 피냉각물과 잘 접촉하도록 박스를 적재하여야 하지만 특히 차압예냉의 경우는 박스 적재에 신경을 써야 한다. 상자를 적재할 때는 우선 부압실의 흡입구를 중심으로 좌우로 2열 적재하게 되는데 이 때 통로에서의 압력강하를 피하기 위하여 흡입구 좌우의 두 열간의 폭은 일정 간격을 유지하여야 한다. 이 때 두열간의 최소 폭은 다음과 같이 계산되어진다.

$$\text{통로폭}(m) = \frac{\text{총풍량}(m^3/\text{min})}{152 \times \text{통로의 높이(파레트의 높이, } m)}$$

예를 들어 통로 높이(파레트 높이)가 1.6m이고 풍량이 49m³/min, 74m³/min 인 경우는 각각 통로 높이가 0.2m와 0.3m가 된다.

일반적으로 차압예냉에 있어 적재할 때는 처리량, 흡입구의 폭에 따라 다소 차이는 있으나 흡입구 앞의 2열간의 통로폭은 20~50cm가 적당하며 상자를 직렬 적재할 때 상자수에 따른 소요 정압의 증가는 2차 다항식으로 증가하므로 직렬 적재 상자수는 최대 5상자를 초과하지 않도록 한다. 그러나 현재 정부에서 추진하고 있는 unit load system에서 표준 파레트로 정하고 있는 T-11형의 경우 1,100mm × 1,100mm이기 때문에 15kg 골판지박스를 사용할 경우는 단위 파레트에 폭방향으로는 3박스, 길이 방향으로는 2박스정도를 적재하게 된다. 차압예냉의 경우 적재시 특히 주의할 사항으로는 적재할 때 옆 상자의 통기공과 통기공이 잘 일치하도록 하여야 하며 적재가 끝나면 차압시이트를 바닥면까지 흘러내

리도록 덮어주어야 한다. 차압시이트의 경우는 내구성과 방습성이 있는 시이트로 천막지와 같은 종류를 사용하면 된다.

진공냉각이나 다른 냉각방법에 있어서는 적재방법이 냉각속도에 크게 영향을 미치지 않는다.

바) 예냉 온도 (냉기온도)

예냉의 목표 즉 최종온도는 예냉품목에 따라 차이가 있으며 특히 저온장해를 일으키는 종류에 있어서는 최종온도에 주의하여야 한다. 예냉의 최종온도는 농산물의 냉장에 적합한 온도가 좋은 것이나 수확후 짧은 시간내에 소비되는 것은 5~7℃ 정도로 할 수도 있다. 단, 스위트콘, 완두콩과 같이 효소활성이 높고 저온하에서도 품질저하가 빠른 것은 단기간의 품질 보존을 위해서도 0℃까지 급속예냉하는 것이 좋다.

예냉의 목표 온도로서는 미농무성(USDA)이나 국제냉동협회등의 출판물에 나타난 최적저장온도 등의 자료가 사용되는 경우가 많다. 그러나 영어 명칭에 있어서 동일한 산물이라도 외국산과 국내산은 특성이 크게 다르기 때문에 이들 자료는 참고로 하되 실제 국내 농산물에 적당한 온도 자료를 축적하는 것이 중요하다. 한편 예냉 온도의 설정에 있어서 주의할 일반적인 사항에는 아래와 같은 사항이 있다.

(1) 지나친 냉각은 피한다. 물론 동결 온도 이하까지의 냉각은 금한다.

(2) 동결하지 않는 온도는 산물에 있어서 저온장해를 받는 온도대가 있다(열대, 아열대원산의 청과물 - 메론, 오이등의 박과식물, 가지, 토마토, 피망 등의 가지과 식물은 내한성이 부족하여 저온장해를 일으키기 쉽다; 7~8℃).

(3) 저온충격을 주지 않도록 한다. 그리고 진공냉각의 경우는 냉각시간이 짧기 때문에 조직의 손상등에 의한 품질 저하를 주의하여야 한다. 저온장해는 출하 후 판매대에서 발현하는 경우가 많다.

(4) 냉풍의 온도 관리에 주의한다. 냉풍의 건조도(습도)에 의해 생기는 조위에 주의한다(차압예냉의 경우).

(5) 콜드트랩의 온도를 필요이상으로 낮추지 않는다(진공냉각의 경우).

(6) 동일 산물에서도 저온 장해를 받는 온도대는 산지(난지산과 냉온지산에

서는 난지산쪽이 약하다), 작형(조생종과 만생종, 노지와 하우스 재배주에서는 조생쪽 또는 하우스산쪽이 약하다) 숙기(미숙과와 완숙과는 미숙과 쪽이 약하다)등에 따라 미묘한 영향을 받는다.

■ 냉기의 온도

차압예냉에 있어서는 냉기가 직접 청과물에 닿으므로 냉기 온도(예냉고내 온도)가 낮으면 청과물의 표면으로부터의 수분 증발에 따른 기화열에 의해 청과물의 표면 온도가 동결점 이하가 되어 동해를 받을 위험이 크므로 품목별로 냉기온도를 검토하여 냉기의 온도를 설정한다. 보통 냉기의 온도 즉 고내 온도는 각 청과물의 적정 저장 온도를 기준으로 하게 되며 특히 저온장해를 받기 쉬운 청과물의 경우 온도 설정에 주의하여야 하는데 목표 품온보다 2℃ 정도 높게 설정하는 것이 안전하다. 그리고 차압발생부 전후의 온도차는 실험에 의하면 8℃ 정도가 적절한 것으로 나타나고 있다.

■ 질량평균온도

냉각과정에서의 품온은 평균 온도가 얻어지는 부위에서 측정하지 않으면 안된다. 질량 평균 온도는 산물의 각부위의 온도를 개개부위의 중량을 고려하여 구한 가중평균온도이다. 질량 평균온도를 나타내는 시점은 산물이 형상에 따라 다르고 과일과 같은 구형의 산물에서는 중심에서 0.75R (R은 반경)인 점, 또 무와 같은 원주형태의 산물은 중심에서 0.69R인 점, 멜론같은 공동이 있는 산물에서는 과육부의 중간점에서 측정하면 좋다. 또 산물의 내부 온도의 측정은 서미스터(thermistor)나 열전대를 이용한 온도계가 편리하다.

사) 예냉시기와 냉각속도

(가) 예냉의 시기

예냉은 가급적 빨리 그리고 단시간에 행한다. 예냉은 수확후 가급적 단시간 적어도 2시간 이내에 행하는 것이 좋다. 아울러 가급적 예냉은 2시간 이내에 착수함과 동시에 단시간에 행하는 것이 좋다. 이를 위해서는 품목별로 적절한 예냉 방식의 채택이 필요하다.

(나) 냉각속도와 반냉각 시간

피예냉청과물은 각기 초기온도, 형상, 포장조건 등의 제반 사항이 다르기 때문에 냉각속도를 단순히 비교하는데는 한계가 있다. 지금까지 제시된 방법중 반냉각시간(half-cooling time)은 피예냉물의 초기 품온에 상관없이 동일 품목에 대해서는 냉각과정중 일정하기 때문에 가장 쉽게 사용되어질 수 있다. 반냉각시간은 피예냉물의 초기온도와 냉각매체간의 온도를 1/2로 감소시키는데 필요한 시간으로 냉각과정중 일정하다(단, 진공냉각의 경우는 증발에 의하여 행해지기 때문에 적용이 되지 않는다). 그러나 $\{2 \times (\text{반냉각시간})\}$ 이 냉각매체의 온도까지 품온을 떨어뜨리는 것이 아니기 때문에 애매하게 받아들일 수가 있어 실제적인면에서는 $\{3 \times (\text{반냉각시간})\}$ 인 $3/8$ 냉각시간이 이용되기도 한다. 보통 목표 온도까지 냉각하는데 요하는 시간은 품온 반감시간의 3~4배를 요한다. 반냉각 시간은 ① 산물의 크기 ② 냉각매체와 산물간의 접촉 형태(포장과 적재 형태 등) ③ 산물과 냉각매체와의 온도차 ④ 냉각 매체의 유속 및 냉각 매체의 종류 등에 따라 영향을 받는다. 반냉각 시간은 초기 온도에 대해 영향을 받지 않으며 냉각 기간중 일정하다고 여길 수 있다.

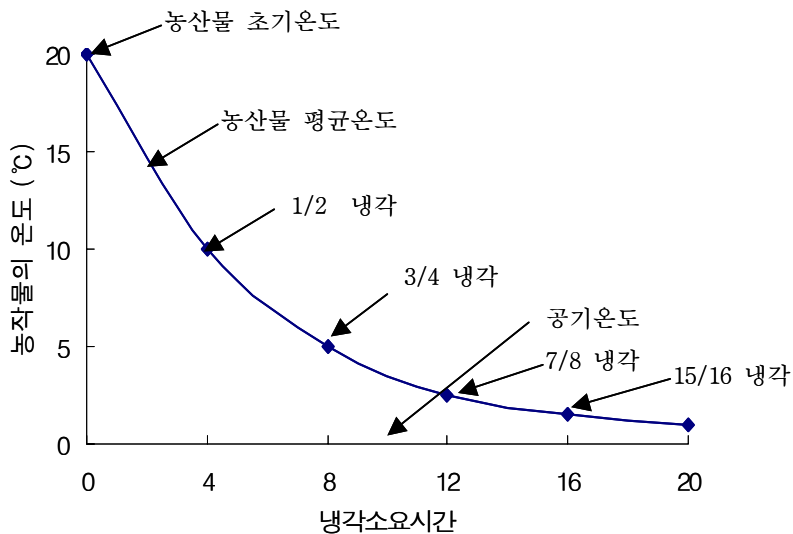


그림 67. 농산물의 예냉처리중 냉각곡선

(다) 예냉소요시간

예냉소요시간은 품목, 크기, 포장형태, 출하계획, 예냉방법 등에 따라 다르기 때문에 일률적으로 단정하기는 어려우나 정상적인 설계 기준에 의해 설치된 경우 품목별, 방법별 예냉소요시간은 다음과 같다. 보통 강제통풍식은 12~20시간, 차압통풍식은 2~6시간, 진공예냉식은 20~40분, 냉수냉각은 30분~1시간 정도 소요된다. 그러나 실제 소요시간은 처리물량에 따라 크게 달라지게 되는데 정상적인 설계에 의해 설치된 차압예냉시설에서 입고율을 35% 정도로 했을 때 5시간 정도 소요된다.

(라) 다품목 동시 예냉(혼합처리)

예냉고나 냉장고에 다품목을 동시에 넣어 처리할 수는 있어도 품목에 따라 예냉 또는 냉장적온이 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 예냉 온도가 같은 품목으로 하는 것이 좋다. 또 한가지는 장기간 저장할 때도 마찬가지로 사과와 배추를 동시에 저장하면 사과에서 나온 에틸렌 가스가 배추 잎의 클로로필을 분해하여 황색으로 만들기 때문에 배추의 급속한 선도저하를 가져오게 되는 현상처럼 에틸렌 가스 발생유무, 이취 발생에 따른 영향등이 고려되어야 한다.

(마) 예냉중의 습도

예냉중에는 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 냉각부하를 증대시켜 예냉의 속도를 저하시키는 등 많은 악영향을 미친다. 일반적으로 비오는 날에 수확한 것이나 이슬맞은 제품을 냉장시킨 경우 맑은 날에 수확한 것보다 선도에 있어서 약 30%, 부패율에 있어 약 20% 정도의 손실이 있는 것으로

로 알려져 있다.

(바) 예냉후의 취급(출고, 보관, 수송)

■ 출고

예냉후는 온도의 저하를 막기 위하여 가능한한 빨리 냉장창고나 보냉고에 입고시켜야 한다. 저온저장고나 예냉고에서 산물을 꺼낼 때 특히 주의할 사항으로써 표면의 결로 발생을 들 수 있다. 이 현상은 청과물 주위의 따뜻한 외기가 냉각되어 수증기가 이슬점 이하로 되고 그 일부가 청과물위에 응축하는 현상이다. 결로가 발생하면 그 자체로써는 문제가 안되나 2차적으로 미생물의 생육을 촉진하고 포장 상자등에 흡수되어 강도를 저하시키는 등의 문제를 유발시킨다. 결로 현상에는 청과물의 품온, 외기의 온도 및 습도가 관계된다. 예를들면 외기온도 26.5℃, 상대습도 30%인 경우는 적어도 7℃까지 품온을 올린 다음 출고하여야 결로를 막을 수 있다. 이 현상은 예냉고에서의 출고는 물론, 저온저장고에서의 출고 그리고 저온 수송후 시장에서의 출고 등에 모두 적용되는 현상이다. 그러나 산물을 꺼낸 다음 바로 다시 그 보다 낮은 저온시설로 이동시킨 경우는 문제가 되지 않는다. 그런데 실제 현장에서는 매번 외기의 온습도 환경을 측정, 조사하여 적용한다는 것은 번거롭기 때문에 대체로 출고시 결로를 방지하기 위해서는 품온과 외기온도와의 차이를 10℃ 이내가 되도록 하면 된다.

■ 수송

예냉처리된 청과물의 시장 출하는 냉동기가 부착된 냉장차를 이용하는 것이 가장 좋은 방법이다. 이 때 냉장차의 온도는 예냉처리시의 냉기 온도보다 낮지 않도록 하여야 하며 과도한 적재로 냉장차 내부에서 냉기의 흐름이 장애를 받지 않도록 하여야 한다. 장거리, 장시간 수송하는 경우는 상부의 경우 10cm 정도의 이격을 두는 것이 좋으며 파레트와 파레트 사이 및 파레트와 벽 사이에도 약간의 이격을 두도록 한다. 그러나 대부분의 농협에서는 현실적인 여건상 충분한 대수의 냉장차를 보유하는데는 무리가 있기 때문에 단거리 수송이나, 단기유통용 청과물의 경우는 보냉차를 이용하여도 된다.

■ 보관

선도유지를 위해서는 예냉처리 후 소비자에 이를 때까지 계속 일관되게 저온하에서 청과물을 유지시킬 필요가 있다. 특히 완벽한 콜드체인시스템을 구축하기 위해서는 산지에 예냉시설과 함께 충분한 공간의 저온저장고가 필요하며 역시 소비지 도매시장에도 저온매장과 저온저장고가 설치되어야 한다. 따라서 예냉후 청과물은 적어도 15℃ 이상의 외기에 노출되지 않도록 주의할 기하여야 한다. 그러나 가장 좋은 보관 방법은 예냉후 품목별 적정 저온저장 온도에 보관하는 것이다.

(2) 포장

○ 찬 공기를 이용한 차압예냉의 경우는 컨테이너박스나 통기공이 있는 골판지 박스를 사용하여야 함 (통기공의 형태와 개공율, 발수도의 최적화 필요)

○ 골판지박스는 수분함량에 따라 압축강도가 지수함수적으로 감소하며 통기공의 형태와 개공율에 따라 냉각속도가 다르다(보통 장방형이 원형보다 동일 개공율일 경우 압축강도가 크며 압축강도를 고려할 때 개공율은 3% 정도가 적절함.)

○ 진공예냉처리를 할 경우는 플라스틱필름과 골판지박스로 포장을 하여도 냉각이 가능하며, 냉수냉각된 청과물은 골판지박스를 사용할 때 강도나 발수도 개선 필요.

☞ 진공예냉 : 예냉처리후 냉기손실이 적도록 긴밀하게 설계하여야 함.

○ 콜드체인의 초기 단계에서는 보냉효과를 위해서 스티로폼박스를, 결로방지 와 장단기 보관, 운반, 저장을 위해서는 컨테이너박스의 활용도 고려해볼 필요가 있음.

○ 적재, 하역의 편의와 물류 코스트를 줄이기 위하여 단위화물적재시스템 (Unit Load System)에 적합하도록 외포장 치수와 내포장 치수를 표준화할 필요가 있음.

○ 장기적으로는 선진국처럼 단층구조에 내용물이 보이는 오픈타입으로 그리고 적재하였을 때 냉기흐름이 좋게 설계할 필요가 있음.

☞ 소포장 유통이 증가추세에 있으며 MAP 포장의 경우 가스선택투과성(CO₂,

O₂) 멤브레인 부착 포장, active MAP, 기능성 포장재 적용 사례 증가

표 59. 각 예냉방식의 특징(장점, 단점) 비교

냉각방식	장 점	단 점
강제 통풍 냉각 12 ~ 24 시간	<ul style="list-style-type: none"> - 실내냉각에 비해 냉각속도가 크고 온도편차가 작음 - 예냉후 저온저장고로 활용이 가능 - 용기의 특별한 적재방법이 불필요 - Tunnel식등 연속예냉가능 	<ul style="list-style-type: none"> - 냉동기용량에 비해 냉기유량비가 클 경우 낮은 냉각 속도 및 냉각편차발생 - 냉각속도가 비교적 늦어 예냉중 품질 저하 발생 - 외측 청과물에 결로생성으로 저온저장시 곰팡이발생
차압 통풍 냉각 2 ~ 5 시간	<ul style="list-style-type: none"> - 청과물 표면 결로 미발생 - 냉각속도가 빠르고 온도 편차가 적음 - 기존 저온저장고를 약간의 경비로 개조가능 - 최적통풍속도시 강제통풍식에 비해 에너지절약가능 	<ul style="list-style-type: none"> - 풍속이 클 경우 건조발생 - 청과물 충전 및 용기배열에 시간 및 인력 소요 - 예냉시설 소요공간으로 입고 효율이 낮음 - 용기 크기 및 적재방법에 따라 냉각 편차 발생가능
진공 냉각 20 ~ 40 분	<ul style="list-style-type: none"> - 빠른 냉각속도(30~40분)로 높은 선도 유지효과 및 당일 출하체제 가능 - 진공챔버내 적재방법 등에 의해 균일 냉각가능 - 냉각에 의한 수분제거로 비에 젖었거나 수세한 청과물의 탈수로 이용가능 	<ul style="list-style-type: none"> - 냉각가능한 청과물이 거의 업체류로 한정되며, 비표면적이 작은 과실,근채 류 등은 냉각속도가 늦고 일반적으로 부적합 - 설비비가 비교적 높고 예냉후 저온저장이 고가 필요하여 전체시설의 대형화 초래
냉수 냉각 30 분 이하	<ul style="list-style-type: none"> - 냉각부하가 큰 과상 청과물을 비교적 빨리 냉각 - 예냉중 중량감소가 없고 오히려 위조 회복 - 예냉과 함께 세척효과 - 연약한 업체류를 제외한 전농산물에 적용가능 - 자동화가 가능하므로 일련의 가공 시스템 일부로 활용가능 - 냉각능력에 비해 설비비 및 운전경비가 낮음 	<ul style="list-style-type: none"> - 골판지 상자등 포장재의 사용불가 - 부착수에 의해 부패균 증식 용이로 부패율 높음 - 수류가 강하면 청과물이 물리적인 손상을 받는 경우가 있음 - 냉각후 탈수시설 및 저온보관시설 필요 - 상추등 조직이 취약한 업체류에는 적용 곤란

(3) 수송, 배송

○ 냉장차 : 기계식냉장차, 축냉식냉장차, 액체질소식냉장차 및 얼음, 액체 탄산가스, 드라이아이스를 이용한 냉장차등이 있으나 기계식냉장차가 주를 이루고 있음. 기계식 냉장차의 경우 냉동기를 부착하고 있으며, 보통 -20℃ ~ 15℃까지 온도 컨트롤이 가능하다. 대부분의 냉장차는 예냉목적으로 사용이 어려우며 냉장 내지는 보냉기능이 주임.

○ 보냉차 : 보온용 단열재(폴리우레탄등)가 충전된 알루미늄판 또는 FRP등으로 제작하여 외부 공기에 대하여 단열 기능만을 구비함. 단시간, 단거리 유통의 경우 주로 이용.

○ 보통 냉장차나 보냉차는 보냉 기능이 주이기 때문에 적재전에 미리 충분한 예냉처리를 할 필요가 있으며, 냉장차의 경우 냉기의 흐름을 고려한 적재 필요..

○ 액체탄산가스플러싱, 보냉박스, 축냉제 등을 사용함으로써 저온수송 기능 보완 가능

○ 수송중 충격에 의한 손상을 방지하기 위하여 차체 하부에 충격흡수장치 (air suspension)를 부착하거나 컨테이너 내부에 버팀목(brace)을 설치하기도 함.

○ 수송중에는 정확한 온도관리와 함께 가스컨트롤을 함으로서 저장성 연장 가능 - 장거리 수송 가능

표 60. 청과물의 수송 적온

채소류	온 도(℃)	과실류	온도(℃)
양파	6~20	딸기	0~5
아스파라거스	0~5	포도	0~8
시금치	0~6	체리	0~4
샐러리	0~6	자두	0~7
양상치	0~6	복숭아	0~8
칼리플라우어	0~8	배	0~5
청완두	0~8	오렌지	2~10
당근	0~8	감귤	2~8
양배추	0~8	사과	2~10
오이	5~10	매론	4~10
가지	5~10	레몬	8~15
감자	8~20	자몽	8~15
고구마	12~15	과인애플	10~11
토마토(靑熟)	7~15	바나나	12~17
토마토(赤熟)	5~7	밤	0~20

(4) 소비지 저온 시설

○ 소비지 도매시장, 물류센터에는 저온경매장, 저온 매장 (15℃ 이하)과 저온저장고 (보냉고, 5~15℃)를 설치하여 예냉, 저온수송되어진 과실, 채소류의 품온 상승을 막음으로서 결로방지 및 고품질유지를 기할 수 있음.

☞ 지나치게 저온에 보관하면 출고후 결로가 생기므로 10℃ 내외에 보관하는 것이 적절함.

○ 가급적 판매는 가습시설이 구비된 냉장 쇼우케이스에서 이루어지도록 하여야 함.

- 선진국(미국, 프랑스, 호주 등)의 경우 쇼우케이스의 온도는 보통 1~4℃를 유지

·wet 채소, 청과(배추, 샐러리등) ; 0~1.1℃, 90~95% RH

·dry 채소, 청과(사과, 배등) ; 0~4.4℃, 65~85% RH

- 열대 과실류등 저온장해 대상 품목은 분리하여 판매

- 선진국(예 : 독일)의 경우 냉장 진열대의 관리 기준

(온도, 습도) 제정

☞ 일본 도매시장의 저온매장 32,000㎡, 도매시장의 저온·보냉시설 38,000㎡ 구축

(5) 저장, 보관시설

- 적정 저장 온도는 빙결점 직전의 온도로서 저온장해를 피할 수 있는 온도
- 품목의 특성을 고려하여 단순저온저장, 가습, CA저장 등의 방법을 취함.
- 품목별 적정 저장 조건에 따라 저장하고 동일 품목이라도 국내산과 외국산간에는 적정조건에 차이가 있을 수 있음.
- 에틸렌가스발생, 열대 원산 청과물의 경우등 품목별 특성을 고려한 저장, 보관 기준 준수(에틸렌제거용 키트(자외선, 오존) 등 고선도 저온저장고 등 채용)
- 저온저장고의 경우 예냉시설의 미비로 과대설계에 따른 전기료부담
- ☞ 예냉시설 설치, 빙축열시스템 도입에 따른 전기료 절감, Multi-system으로 절전 운전
- 현재 전국적으로 30여만평의 저온저장고가 설치, 운영되고 있으나 대부분이 양파, 마늘, 사과, 단감, 배등 비축농산물용임.

(6) 보조 기술

주요기술이외에 전처리, 선별, 소포장, CA저장, MAP, 표면살균, HACCP, 배송, 판매, 물류, 정보, 기능성소재 그리고 그외 선도유지관련기술등 단계별 소프트웨어가 개발되어야 완벽한 품질유지를 기할 수 있다. 이는 콜드체인시스템이 하나의 연결된 사슬로서 생산지부터 소비자 손에 들어갈 때까지 Total Quality Management가 되어야 하기 때문이다.

(7) 집출하 형태

집출하 형태는 그 위치, 출하선 시장의 성격, 시장과의 거리, 생산하는 청과물의 종류, 그 수량등에 따라 다르다.

◇ 집하 → 출하

양이 적고 인근 지방시장에 출하하는 경우

◇ 집하 → 선별(선과) → 출하

보존성이 좋은 과실이나 채소의 경우

◆ 집하 → 예냉 → 출하

시장에로의 출하시간 관계 때문에 예냉후 바로 적입 출하할수 있는 경우

◆ 집하→예냉→보냉→출하

일반적인 예냉품

◆ 집하→선별(선과)→예냉→보냉→출하

예냉을 필요로 하는 공동 선별품

◇ 집하→저장(저온)→출하

보존성이 좋은 과실등의 단기출하조절

◆ 집하→예냉→저온저장→출하

저장조건이 엄격한 저장품등

☞ 당일출하를 할 것인가 익일출하를 할것인가는 설비 규모에 영향을 주기 때문에 타임 스케줄을 적절히 계획하여야 한다.

3. 운영 기술

주요 농산물의 예냉 및 수확후관리에 대한 운영 기술은 본 연구에서 대상으로 하였던 10개 품목에 대하여 기술하였다. 기술된 내용은 아래와 같이 10개 항목에 대하여 요약하여 정리하였다.

- ① 작업공정(APC를 중심으로)
- ② 품질변화 특성
- ③ 수확, 전처리/조제
- ④ 예냉
- ⑤ 선별, 포장, 및 적재
- ⑥ 수송
- ⑦ 저장
- ⑧ 판매 관리
- ⑨ 선도유지 보조 자재 및 기술의 활용
- ⑩ 적용사례

가. 방울토마토

① 작업공정(APC를 중심으로)

수확

- 산지유통센터 반입(①개별 농가 반입 ② APC 순회 수거)
- 예냉(①차압예냉 ②냉수냉각 -> 세척/살균 -> 탈수)
- 선별(①중량선별 ②색채선별)
- 포장(트레이소포장 -> 골판지상자 포장)
- 수송
- 판매

② 품질변화 주요 특징

- 호흡속도 : 0℃: 9.73-10.77 mgCO₂/kg/h, 5℃:13.34-20.03mgCO₂/kg/h
20℃:65.16-68.85mgCO₂/kg/h, 30℃:97.28-166.77mgCO₂/kg/h
- 적정 저장온도 : 적숙과 7~10℃, 녹숙과 10~12℃
*습도는 90%정도, 에틸렌에 민감함, 7℃이하에서 저온장해
- 유통중의 후숙에 의한 노화(열화)
- 열과 발생, 잿빛곰팡이에 의한 부패와 조직연화가 품질저하 주 특징임

③ 수확, 전처리/조제

- 수확은 당도 8Brix 이상의 것을 수확하고 10시 이전의 서늘한 때 작업을 마친다.

- 수출용은 채색기(과피의 30% 정도 채색), 국내소비용은 도색기(과피의 50% 내외 채색)나 담적색기(과피의 70~80% 채색)의 것을 수확한다.

④ 예냉

㉠ 비세척 유통

- 차압식예냉이 적합하며 냉기 온도는 5~7℃, 냉각중온은 10~15℃
* 10℃이하의 예냉은 소비지에서의 결로 발생, 냉각시간 지연, 전기료 부

담 증가로 비효율적이다.

- 예냉중온에 도달하면 차압센을 정지하고 아울러 냉동기 두 대중 용량이 큰 냉동기를 정지시키며 자동으로 한대의 냉동기만을 가동하여 고내 온도를 10℃로 설정되게 한다(제어판넬에서 프로그램화하면 됨).

㉠ 세척유통

- 공정 : 1차 예비세척(지하수) -> 냉수냉각 -> 살균/행균 -> 탈수

- 5~7℃의 냉수로 세척, 냉각후 오존수나 전해수로 살균/행균 처리한다.

- 냉풍을 이용한 탈수를 행한다.

* 세척 및 냉각/살균수의 수질은 음용수 기준에 적합하여야 한다.

* 탈수중 공기에 의한 2차오염을 고려하여 작업장은 가능한한 공조시설을 갖춘다.

⑤ 선별, 포장 및 적재

㉠ 선별 : 중량선별 기준은 특대 25g 이상, 대 20g 이상, 중 15g 이상, 소 10g 이상

㉡ 포장 : 500g 플라스틱트레이 소포장과 4kg 골판지상자 포장이 주임

- 호흡이 왕성하므로 트레이의 상하에 통기공을 4개 정도 뚫어준다.

- 골판지 상자는 트레이와 파레트의 정합성을 고려하여 제작한다.

㉢ 파레트 적재 : 골판지상자의 파레트 적재가 끝나면 수송중 흔들림을 방지하기 위하여 파레트를 감싸는 형태의 wrapping처리를 한다.

* 작업장의 온도는 15~20℃를 유지하여야 예냉후 결로발생이나 품온 상승에 의한 과숙을 막을 수가 있다.

⑥ 수송

- 수송은 냉장차로 하며 수송온도는 10~15℃가 적절함.

* 수송중 진동을 방지하기 위하여 air-pocket(brace)를 파레트와 냉장차 벽체 사이에 끼워 넣는다.

⑦ 저장

- 일시적인 보관을 위하여 저온저장고에 보관할 경우 저장고 온도는 10℃ 정도를 유지한다. 90% 정도의 습도를 유지하여야 하나 과습되면 품질저하가 우려되므로 가습기의 가동은 가능한 억제하고 파레트 단위로 랩(wrap)을 감싸주면 감모를 억제할 수 있다.

* 1주일 이상의 보관은 바람직하지 않다.

⑧ 판매 관리

- 판매장의 온도는 15℃ 정도가 적절하나 가능한 20℃를 넘지 않도록 한다.

- 쇼우케이스 진열대에 다른 농산물과 함께 진열할 경우 7℃이하의 온도대는 피한다.

⑨ 선도유지 보조 자재 및 기술의 활용

- 수출이나 장기 보관시는 포장상자 내에 에틸렌흡착용 새쉬(sachet)를 넣거나 에틸렌제거기를 설치하면 후숙을 지연시킬 수 있다. 또한 MA포장을 적용하여도 후숙을 지연시킬 수가 있다.

⑩ 적용 사례

- 방울토마토의 경우 수냉식예냉은 충주 신니농협, 부여 세도농협 등에서 시도한 바 있다. 수냉식예냉중 오존수 등을 이용하여 표면살균을 시도하고 탈수는 에어송풍식으로 행하였다.

- 예냉후 탈수가 불충분할 경우 유통중 하얀 곰팡이가 생육하고 짓물러짐 현상이 나타난다.

- 차압식예냉은 김해 대저농협, 부여 세도농협 등에 시설이 설치되어 있으나 본격적인 적용은 아직 많이 이루어지지 않고 있다.

- 일부에서 예냉후 10일 이상 장기 저장함에 따라 품질저하에 의한 손실 사례가 있으므로 10일 이상 장기 저장은 하지 않도록 한다.

나. 딸기

① 작업공정(APC를 중심으로)

- 수확
- 산지유통센터 반입(농가 개별 반입)
- 예냉
- 선별
- 포장(트레이소포장 -> 골판지상자 포장)
- 수송
- 판매

② 품질변화 주요 특징

- 호흡속도 : 0℃ : 14.11-21.29 mgCO₂/kg/h, 5℃ : 18.91-28.19mgCO₂/kg/h
20℃ : 89.62-134.71mgCO₂/kg/h, 30℃ : 243.58-484.61mgCO₂/kg/h
- 적정 저장온도 : 0℃
 - *습도는 90~95%정도
- 잿빛곰팡이에 의한 부패와 수확시의 충격에 의한 조직연화와 짓물러짐이 품질저하 주 특징임

③ 수확, 전처리/조제

- 수확은 당도 9Brix 이상의 것을 수확하고 10시 이전의 서늘한 때 작업을 마친다.
- 수출용은 80% 정도의 적숙된 것을 수확하고, 국내소비용은 90% 이상 착색된 것을 수확한다.

④ 예냉

- 차압식예냉이 적합하며 냉기 온도는 0~2℃, 냉각중온은 3~5℃, 예냉소요시간은 보통 2시간 이내 소요
 - * 2℃이하의 예냉은 냉동기 온도 컨트롤러의 편차에 의해 동결장해의 우

려가 있다.

* 화학비료나 성장촉진제를 과용한 과실은 냉기 온도가 2℃ 이하에서 적색이 검붉은 색으로 변하여 장해를 입을 수 있음. 이 경우는 예냉 온도를 2℃ 정도 높여 준다.

- 예냉중온에 도달하면 차압센을 정지하고 아울러 냉동기 두 대중 용량이 큰 냉동기를 정지시키며 자동으로 한대의 냉동기만을 가동하여 고내 온도를 5℃로 설정되게 한다(제어판넬에서 프로그램화하면 됨).

⑤ 선별, 포장 및 적재

㉠ 선별 : 표준출하규격에 의하면 특은 당도 11° Brix이상, 상은 9°Brix이상이며 꼭지가 시들지 않고 표면에 윤기가 있으며 품종 고유의 선명한 색택을 유지하여야 한다. 중량선별 기준은 특대는 25g 이상, 대는 17~25g, 중은 10~17g이다.

㉡ 포장 : 500g 플라스틱트레이 소포장과 소포장이 2개 또는 4개씩 들어간 골판지상자 포장이 주임

- 호흡이 왕성하므로 트레이의 상하에 통기공을 4개 정도 뚫어준다.

- 골판지 상자는 트레이와 파레트의 정합성을 고려하여 제작한다.

㉢ 파레트 적재 : 골판지상자의 파레트 적재가 끝나면 수송중 흔들림을 방지하기 위하여 파레트를 감싸는 형태의 wrapping처리를 한다.

* 작업장의 온도는 15~20℃를 유지하여야 예냉후 결로발생이나 품온 상승에 의한 과숙을 막을 수가 있다.

⑥ 수송

- 수송은 냉장차로 하며 수송온도는 5(4시간 이상)~10℃(2시간 이내)가 적절함.

* 딸기는 조직이 취약하여 진동에 의한 충격에 의해 품질저하가 크므로 수송중 과속을 피하며, 수송중 진동을 방지하기 위하여 air-pocket(brace)를 파레트와 냉장차 벽체 사이에 끼워 넣는다.

⑦ 저장

- 일시적인 보관을 위하여 저온저장고에 보관할 경우 저장고 온도는 5℃ 정도를 유지한다. 90% 정도의 습도를 유지하여야 하나 과습되면 품질저하가 우려되므로 가습기의 가동은 가능한 억제하고 파레트 단위로 랩(wrap)을 감싸주면 감도를 억제할 수 있다.

* 적정 저장 온도는 0℃이나 저장고에서 꺼내 출하할 경우 온도의 상승에 의한 스트레스를 최소화하기 위하여 저장온도는 5℃ 정도로 설정

⑧ 판매 관리

- 판매장의 온도는 15℃ 정도가 적절하나 가능한 20℃를 넘지 않도록 한다.

- 냉장쇼우케이스 진열대에서 판매할 경우는 5~10℃ 내외가 적절하다.

⑨ 선도유지 보조 자재 및 기술의 활용

- 수출이나 장기 보관시는 포장상자 내에 에틸렌흡착용 새시(sachet)를 넣거나 에틸렌제거기를 설치하면 후숙을 지연시킬 수 있다.

- 조직의 연화나 곰팡이 생육 억제를 위하여 탄산가스(CO₂)를 4시간 정도 처리하면 효과가 있다.

⑩ 적용 사례

- 딸기의 예냉처리는 부여 구룡농협에서 처음 시도하여 ‘아침딸기’ 브랜드로 출하되고 있으며 농협하나로마트, 이마트 등에 주로 출하되어 왔다.

- 현재는 합천율곡농협의 ‘첫눈에 반한 딸기’ 나 담양 봉산농협 딸기의 경우 예냉후 저온작업장에서 개체 선별, 소포장하여 출하함으로써 농산물중 예냉처리의 효과를 가장 잘 적용하고 있다.

- 예냉의 장점으로서 기존에는 미숙과를 수확하여 유통하였으나 완숙과를 수확하여 예냉후 유통할 수 있다는 장점이 있다(딸기는 수확후 빨간색은 증가하나 당도는 증가하지 않음).

다. 참외

① 작업공정(APC를 중심으로)

수확

- 산지유통센터 반입(①개별 농가 반입 ② APC 순회 수거)
- 예냉(①차압예냉 ②냉수냉각 -> 세척/살균 -> 탈수)
- 선별(①중량선별 ②비파괴선별)
- 포장(트레이소포장 -> 골판지상자 포장)
- 수송
- 판매

② 품질변화 주요 특징

- 호흡속도 : 0℃ : 15.73 mgCO₂/kg/h, 10℃ : 29.76mgCO₂/kg/h
20℃ : 41.29mgCO₂/kg/h, 30℃ : 72.15mgCO₂/kg/h
- 적정 저장온도 : 적숙과 0℃
*습도는 90%정도, 에틸렌에 민감함
- 유통중의 후숙에 의한 노화(열화)
- 과피부분의 pitting, 내부 과육의 과숙등이 품질저하 주 특징임

③ 수확, 전처리/조제

- 수확은 당도 9°Brix 이상의 것을 수확하고 10시 이전의 서늘한 때 작업을 마친다.
- 흙등 이물질이 부착되어 있는 경우 깨끗이 제거한다.

④ 예냉

㉠ 비세척 유통

- 차압식예냉이 적합하며 냉기 온도는 0~2℃, 냉각중온은 5~10℃
* 10℃이하의 예냉은 소비지에서의 결로 발생, 냉각시간 지연, 전기로 부담 증가로 비효율적이다.

- 예냉중온에 도달하면 차압센을 정지하고 아울러 냉동기 두 대중 용량이 큰 냉동기를 정지시키며 자동으로 한대의 냉동기만을 가동하여 고내 온도를 10℃로 설정되게 한다(제어판넬에서 프로그램화하면 됨).

㉞ 세척유통

- 공정 : 1차 예비세척(지하수) -> 냉수냉각 -> 살균/헹굼 -> 탈수
- 2℃의 냉수로 세척, 냉각후 오존수나 전해수로 살균/헹굼 처리한다.
- 냉풍을 이용한 탈수를 행한다.
* 세척 및 냉각/살균수의 수질은 음용수 기준에 적합하여야 한다.
* 탈수중 공기에 의한 2차오염을 고려하여 작업장은 가능한한 건조시설을 갖춘다.

⑤ 선별, 포장 및 적재

㉟ 선별 : 표준출하규격상 당도 기준으로 특품은 11°Brix 이상, 상품은 9°Brix 이상이 되어야 한다. 꼭지가 시들지 않고 과피의 수축현상이 없어야 한다. 중량선별 기준은 특대는 500g 이상, 대는 375~500g, 중은 300~375g이다.

㊱ 포장 : 플라스틱트레이 소포장과 골판지상자 포장이 주임

- 호흡이 왕성하므로 트레이의 상하에 통기공을 4개 정도 뚫어준다.
- 골판지 상자는 트레이와 파레트의 정합성을 고려하여 제작한다.

㊲ 파레트 적재 : 골판지상자의 파레트 적재가 끝나면 수송중 흔들림을 방지하기 위하여 파레트를 감싸는 형태의 wrapping처리를 한다.

* 작업장의 온도는 15~20℃를 유지하여야 예냉후 결로발생이나 품온 상승에 의한 과숙을 막을 수가 있다.

⑥ 수송

- 수송은 냉장차로 하며 수송온도는 10~15℃가 적절함.
* 수송중 진동을 방지하기 위하여 air-pocket(brace)를 파레트와 냉장차 벽체 사이에 끼워 넣는다.

⑦ 저장

- 일시적인 보관을 위하여 저온저장고에 보관할 경우 저장고 온도는 5~10℃ 정도를 유지한다. 90% 정도의 습도를 유지하여야 하나 과습되면 품질저하가 우려되므로 가습기의 가동은 가능한 억제하고 파레트 단위로 랩(wrap)을 감싸주면 감모를 억제할 수 있다.

* 최근에는 거의 연중 생산이 가능하므로 1주일 이상의 보관은 바람직하지 않다.

⑧ 판매 관리

- 판매장의 온도는 15℃ 정도가 적절하나 가능한 20℃를 넘지 않도록 한다.

⑨ 선도유지 보조 자재 및 기술의 활용

- 수출이나 장기 보관시는 포장상자 내에 에틸렌흡착용 새시(sachet)를 넣거나 에틸렌제거기를 설치하면 후숙을 지연시킬 수 있다.

⑩ 적용 사례

- 성주 지역이 주산지로서 냉각과 선별을 위해 찬물에 담그는 방식을 적용하기도 하며 직접 차압식예냉을 행하기도 한다.

- 수륜농협외의 경우 비파과선별기를 도입하여 내부 당도를 분석하여 품질관리를 하고 있다.

라. 애호박

① 작업공정(APC를 중심으로)

수확

- 산지유통센터 반입(①개별 농가 반입 ② APC 순회 수거)
- 예냉
- 선별
- 포장
- 수송
- 판매

② 품질변화 주요 특징

- 호흡속도 : 0℃ : 20.39 mgCO₂/kg/h, 10℃ : 29.76mgCO₂/kg/h
20℃ : 41.29mgCO₂/kg/h, 30℃ : 72.15mgCO₂/kg/h
- 적정 저장온도 : 10℃
 - *습도는 90%정도, 에틸렌에 민감함, 10℃이하에서 저온장해
- 유통중의 후숙에 의한 내부숙성(씨앗의 성장, 황색화), 조직연화, 곰팡이에 의한 부패가 품질저하 주 특징임

③ 수확, 전처리/조제

- 수확은 10시 이전의 서늘한 때 작업을 마친다.

④ 예냉

- 차압식예냉이 적합하며 냉기 온도는 10℃, 냉각중온은 10~15℃
 - * 10℃이하의 예냉은 유통기간을 단축(저온장해)시킬 뿐만아니라 소비지에서 결로 발생, 냉각시간 지연, 전기료 부담 증가로 비효율적이다.
- 예냉중온에 도달하면 차압팬을 정지하고 아울러 냉동기 두 대중 용량이 큰 냉동기를 정지시키며 자동으로 한대의 냉동기만을 가동하여 고내 온도를 10℃로 설정되게 한다(제어판넬에서 프로그램화하면 됨).

⑤ 선별, 포장 및 적재

㉠ 선별 : 표준출하규격에 의한 길이 기준은 특대는 24cm 이상, 대는 20cm 이상, 중은 16cm 이상이다. 선별 기준은 고르기(특은 5% 이하, 상은 10%이하)와 선택, 고른모양, 가벼운 결집등을 기준으로 한다.

㉡ 포장 :

- 호흡이 왕성하므로 트레이의 상하에 통기공을 4개 정도 뚫어준다.
- 골판지 상자는 트레이와 파레트의 정합성을 고려하여 제작한다.

㉢ 파레트 적재 : 골판지상자의 파레트 적재가 끝나면 수송중 흔들림을 방지하기 위하여 파레트를 감싸는 형태의 wrapping처리를 한다.

* 작업장의 온도는 15~20℃를 유지하여야 예냉후 결로발생이나 품온 상승에 의한 과숙을 막을 수가 있다.

⑥ 수송

- 수송은 냉장차로 하며 수송온도는 10~15℃가 적절함.

* 수송중 진동을 방지하기 위하여 air-pocket(brace)를 파레트와 냉장차 벽체 사이에 끼워 넣는다.

⑦ 저장

- 일시적인 보관을 위하여 저온저장고에 보관할 경우 저장고 온도는 10℃ 정도를 유지한다. 90% 정도의 습도를 유지하여야 하나 과습되면 품질저하가 우려되므로 가습기의 가동은 가능한 억제하고 파레트 단위로 랩(wrap)을 감싸주면 감도를 억제할 수 있다.

- * 2주일 이상의 보관은 바람직하지 않다.

⑧ 판매 관리

- 판매장의 온도는 15℃ 정도가 적절하나 가능한 20℃를 넘지 않도록 한다.

- 쇼우케이스 진열대에 다른 농산물과 함께 진열할 경우 7℃이하의 온도대

는 피한다.

⑨ 선도유지 보조 자재 및 기술의 활용

- 수출이나 장기 보관시는 포장상자 내에 에틸렌흡착용 새시(sachet)를 넣거나 에틸렌제거기를 설치하면 후숙을 지연시킬 수 있다.

⑩ 적용 사례

- 애호박의 경우는 저온으로의 예냉보다는 10℃이하로 내릴 경우 오히려 장해를 입을 수도 있기 때문에 10~15℃ 정도의 적절한 온도 관리가 중요하다.

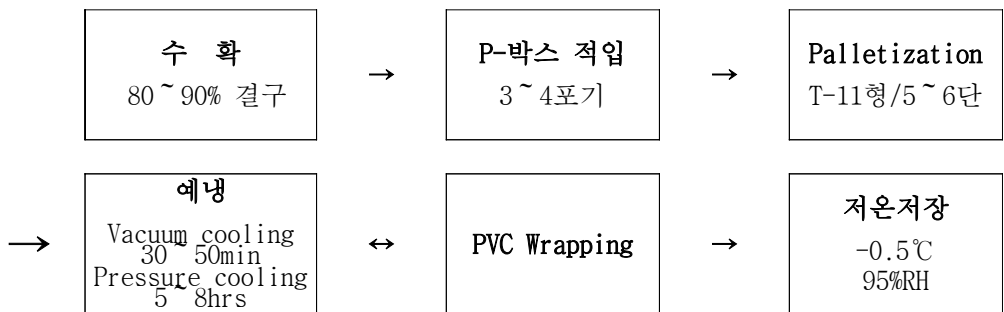
- 춘천 신북농협 등 여러 농협에서 취급하고 있으나 본격적인 예냉처리는 이루어지지 않고 있다.

마. 고행지배추

① 작업공정(APC를 중심으로)

- 수확
- 조제, 포장
- 산지유통센터 반입(①개별 농가 반입 ② APC 순회 수거)
- 예냉
- 저장/보관
- 수송
- 판매

<여름 배추의 장기 보관을 위한 작업 공정 예>



② 품질변화 주요 특징

- 호흡속도 ; 0℃ : 5.89-694 mgCO₂/kg/h, 5℃ : 8.26-9.27mgCO₂/kg/h
20℃ : 19.88-26.63mgCO₂/kg/h, 30℃ : 45.88-49.63mgCO₂/kg/h
- 적정 저장온도 : 0℃
- *습도는 90%정도, 에틸렌에 민감함
- 내심 부위에 흑회색 반점(black spot)과 내심 부위 줄기가 회색화되는 현상

상

③ 수확, 전처리/조제, 포장

- 수확은 단기유통은 속도 90% 정도, 장기 저장용은 85% 정도의 것을 수확한다.

- 수확은 뿌리 부위를 예리한 칼날로 자르고 색깔이 퇴색되거나 노후화된 결실을 2~3겹 제거하고 골판지 상자나 플라스틱상자에 눕혀서 담는다.

- 배추의 경우는 플라스틱박스에 담아 예냉한 후 그대로 출하하거나 골판지 박스에 재포장하여 출하하는 것이 적절할 것으로 사료됨.

④ 예냉

㉠ 차압예냉

- 진공식예냉장치가 없는 경우 차압식예냉이 적용가능하며 냉기 온도는 0℃, 냉각종온은 내심 기준 5℃ 정도

* 5℃이하의 예냉은 장시간이 소요되어 효율이 떨어지며, 소비지에서의 결로 발생, 냉각시간 지연, 전기료 부담 증가로 비효율적이다.

* 차압식의 경우 풍량변화에 따른 예냉소요시간은 냉기의 온도, 차압팬의 풍량, 박스의 개공율 등 이 주로 영향을 미친다.

- 예냉종온에 도달하면 차압팬을 정지하고 아울러 냉동기 두 대중 용량이 큰 냉동기를 정지시키며 자동으로 한대의 냉동기만을 가동하여 고내 온도를 0℃로 설정되게 한다(제어판넬에서 프로그램화하면 됨). 단, 단기유통을 위해서는 5℃이하로 떨어뜨리지 않는 것이 좋다.

㉡ 진공예냉

- 진공식의 경우 단기유통을 위해서는 처리량과 유통중 품질을 고려할 때 내심기준 5℃부근까지만 예냉하여 유통시키면 물류센타(20~25℃내외)와 같이 실내매장에서 판매할 경우는 큰 문제가 없을 것으로 사료됨.

⑤ 적재

㉠ 파레트 적재 : 플라스틱상자나 골판지상자의 파레트 적재가 끝나면 수송 중 흔들림을 방지하기 위하여 파레트를 감싸는 형태의 wrapping처리를 한다.

* 작업장의 온도는 15~20℃를 유지하여야 예냉후 결로발생이나 품온 상승에 의한 품질저하를 막을 수가 있다.

⑥ 수송

- 수송은 냉장차로 하며 수송온도는 10~15℃가 적절함.

* 수송중 진동을 방지하기 위하여 air-pocket(brace)를 파레트와 냉장차 벽체 사이에 끼워 넣는다.

⑦ 저장

- 일시적인 보관을 위하여 저온저장고에 보관할 경우 저장고 온도는 5℃ 정도를 유지한다. 1개월 이상 장기보관의 경우는 0℃에 보관하며 2개월까지 저장이 가능하다. 90% 정도의 습도를 유지하여야 하나 과습되면 품질저하가 우려되므로 가습기의 가동은 가능한 억제하고 파레트 단위로 랩(wrap)을 감싸주면 감모를 억제할 수 있다.

⑧ 판매 관리

- 판매장의 온도는 15℃ 정도가 적절하나 가능한 20℃를 넘지 않도록 한다.

⑨ 선도유지 보조 자재 및 기술의 활용

- 수출이나 장기 보관시는 포장상자 내에 에틸렌흡착용 새시(sachet)를 넣거나 에틸렌제거기를 설치하면 품질저하를 지연시킬 수 있다.

⑩ 적용 사례

- 여름배추는 대관령원예협동조합에서 진공예냉기를 도입하여 진공예냉처리후 파레트화하여 파레트 전체를 랩핑하여 -0.5℃ 부근에서 저온저장함으로서 2개월까지 감모율 5% 이내에서 저장이 가능하였다.

- 6월중에 수확되는 봄배추의 경우는 경북농산물유통등에서 차압예냉처리하여 -0.5℃ 부근에서 저장함으로서 1개월까지 저장이 가능하였다.

- 주의할 점은 배추는 구의 직경이 커서 내심까지 냉각되는데 시간이 많이 소요되며 차압예냉의 경우 내심까지 품온이 하강하지 않을 경우 내심의 줄기 부분이 회색으로 변하거나 까만 점(black spot)이 생겨 상품성을 저하시킨다.

바. 상추

① 작업공정(APC를 중심으로)

- 수확
- 조제, 포장
- 산지유통센터 반입(①개별 농가 반입 ② APC 순회 수거)
- 예냉(①차압예냉 ②냉수냉각 -> 세척/살균 -> 탈수)
- 포장(소포장 -> 골판지상자 포장)
- 수송
- 판매

② 품질변화 주요 특징

- 호흡속도 : 0℃: 3.51-8.22 mgCO₂/kg/h, 5℃:6.26-10.27mgCO₂/kg/h
20℃:25-30.67mgCO₂/kg/h, 30℃:42.88-59.63mgCO₂/kg/h
- 적정 저장온도 : 0℃
 - *습도는 90%정도, 에틸렌에 민감함
- 위조, 황화현상, 짓물러짐 등

③ 수확, 전처리/조제

- 수확은 10시 이전의 서늘한 때 작업을 마친다.
- 흙등 이물질을 제거하고 가급적 수확 상자는 높이가 20cm를 초과하지 않도록 한다(압상 방지와 예냉중 냉기의 원활한 순환).

④ 예냉

㉠ 비세척 유통

- 차압식예냉이 적합하며 냉기 온도는 0℃, 냉각중온은 5℃
 - * 5℃이하의 예냉은 소비지에서의 결로 발생, 냉각시간 지연, 전기료 부담 증가로 비효율적이다.
 - * 예냉중 위조를 막기 위하여 가습을 행해준다.

- 예냉중온에 도달하면 차압센을 정지하고 아울러 냉동기 두 대중 용량이 큰 냉동기를 정지시키며 자동으로 한대의 냉동기만을 가동하여 고내 온도를 5℃로 설정되게 한다(제어판넬에서 프로그램화하면 됨).

㉞ 세척유통

- 공정 : 1차 예비세척(지하수) -> 냉수냉각 -> 살균/행균 -> 탈수
- 2℃의 냉수로 세척, 냉각후 오존수나 전해수로 살균/행균 처리한다.
- 냉풍을 이용한 탈수를 행한다.
* 세척 및 냉각/살균수의 수질은 음용수 기준에 적합하여야 한다.
* 탈수중 공기에 의한 2차오염을 고려하여 작업장은 가능한한 공조시설을 갖춘다.

⑤ 포장 및 적재

㉟ 포장 : 플라스틱 백에 소포장하거나 벌크 포장(골판지상자, 플라스틱상자)을 한다.

- 호흡이 왕성하므로 소포장시 직경 2-3mm의 통기공을 4개 정도 상하에 뚫어준다.

- 골판지 상자는 트레이와 파레트의 정합성을 고려하여 제작한다.

㊱ 파레트 적재 : 골판지상자의 파레트 적재가 끝나면 수송중 흔들림을 방지하기 위하여 파레트를 감싸는 형태의 wrapping처리를 한다.

* 작업장의 온도는 15~20℃를 유지하여야 예냉후 결로발생이나 품온 상승에 의한 과숙을 막을 수가 있다.

⑥ 수송

- 수송은 냉장차로 하며 수송온도는 10~15℃가 적절함.

* 수송중 진동을 방지하기 위하여 air-pocket(brace)를 파레트와 냉장차 벽체 사이에 끼워 넣는다.

⑦ 저장

- 일시적인 보관을 위하여 저온저장고에 보관할 경우 저장고 온도는 10℃ 정도를 유지한다. 90% 정도의 습도를 유지하여야 하나 과습되면 품질저하가 우려되므로 가습기의 가동은 가능한 억제하고 파레트 단위로 랩(wrap)을 감싸주면 감도를 억제할 수 있다.

* 상품성을 고려할 때 1주일 이상의 보관은 바람직하지 않다.

⑧ 판매 관리

- 판매장의 온도는 15℃ 정도가 적절하나 가능한 20℃를 넘지 않도록 한다.

- 쇼우케이스 진열대에 다른 농산물과 함께 진열할 경우 5℃ 전후가 적당하다.

⑨ 선도유지 보조 자재 및 기술의 활용

- 수출이나 장기 보관시는 포장상자 내에 에틸렌흡착용 새시(sachet)를 넣거나 에틸렌제거기를 설치하면 후숙을 지연시킬 수 있다.

⑩ 적용 사례

- 수륜농협에서 쌈채소류의 세척유통을 시도하고 있으나 세척후 탈수에 애로가 있으며 세척할 경우 바로 먹는다는 개념이 도입되면 HACCP에 준하는 위생 시설이 구비되어야 한다.

- 성진영농조합의 경우 차압예냉시 가습을 하여 예냉중 시들향상을 방지하고 있으며 1개월까지 보관이 가능하다고 한다.

사. 복숭아

① 작업공정(APC를 중심으로)

수확

- 산지유통센터 반입(①개별 농가 반입 ② APC 순회 수거)
- 예냉(①차압예냉 ②냉수냉각 -> 세척/살균 -> 탈수)
- 선별(①중량선별 ②비파괴선별)
- 포장(트레이소포장 -> 골판지상자 포장)
- 수송
- 판매

② 품질변화 주요 특징

- 호흡속도 : 0℃ : 15.48-16.19 mgCO₂/kg/h, 5℃ : 22.29--27.61mgCO₂/kg/h
20℃ : 56.70-114.77mgCO₂/kg/h, 30℃ : 83.85-263.25mgCO₂/kg/h
- 적정 저장온도 : 단기 7~10℃, 장기 0~2℃
*습도는 90%정도, 에틸렌에 민감함, 대부분 7℃이하에서 저온장해
- 수확시 물리적 충격 부분의 갈반점의 짓물러짐(pitting) 현상, 조직연화, 곰팡이 발생, 당도 저하 등

③ 수확, 전처리/조제

- 수확은 당도 9°Brix 이상의 것을 수확하고 10시 이전의 서늘한 때 작업을 마친다.
- 특히 조직이 취약하여 수확시 물리적 충격을 받지 않도록 하고 수확후 작업 공정중 옮겨 담은 작업을 최대한 억제한다.

④ 예냉

㉠ 비세척 유통

- 차압식예냉이 적합하며 냉기 온도는 0~2℃, 냉각중온은 7~10℃
* 10℃이하의 예냉은 소비지에서의 결로 발생, 냉각시간 지연, 전기료 부

담 증가로 비효율적이다.

- 예냉중온에 도달하면 차압센을 정지하고 아울러 냉동기 두 대중 용량이 큰 냉동기를 정지시키며 자동으로 한대의 냉동기만을 가동하여 고내 온도를 10℃로 설정되게 한다(제어판넬에서 프로그램화하면 됨).

㉠ 세척유통

- 공정 : 1차 예비세척(지하수) -> 냉수냉각 -> 살균/헹굼 -> 탈수

- 2℃의 냉수로 세척, 냉각후 오존수나 전해수로 살균/헹굼 처리한다.

- 냉풍을 이용한 탈수를 행한다.

* 세척 및 냉각/살균수의 수질은 음용수 기준에 적합하여야 한다.

* 탈수중 공기에 의한 2차오염을 고려하여 작업장은 가능한한 공조시설을 갖춘다.

⑤ 선별, 포장 및 적재

㉠ 선별 : 중량선별 기준은 미백 기준으로 특대 300g 이상, 대 250g 이상 이상, 중 215g 이상, 소 150g 이상이다. 비파괴 선별에 의해 당도를 구분할 수 있다.

㉡ 포장 : 플라스틱트레이 소포장과 골판지상자 포장이 주임

- 플라스틱상자에 수확하여 바로 예냉할 경우는 큰 문제가 안되나 골판지 상자에 담아 예냉할 경우는 통기공을 장방형으로 표면적의 5% 범위에서 세 개 정도 양측에 뚫어준다.

- 골판지 상자는 트레이와 파레트의 정합성을 고려하여 제작한다.

㉢ 파레트 적재 : 골판지상자의 파레트 적재가 끝나면 수송중 흔들림을 방지하기 위하여 파레트를 감싸는 형태의 wrapping처리를 한다.

* 작업장의 온도는 15~20℃를 유지하여야 예냉후 결로발생이나 품온 상승에 의한 과숙을 막을 수가 있다.

⑥ 수송

- 수송은 냉장차로 하며 수송온도는 10~15℃가 적절함.

* 수송중 진동을 방지하기 위하여 air-pocket(brace)를 파레트와 냉장차 벽체 사이에 끼워 넣는다.

⑦ 저장

- 일시적인 보관을 위하여 저온저장고에 보관할 경우 저장고 온도는 10℃ 정도를 유지한다. 90% 정도의 습도를 유지하여야 하나 과습되면 품질저하가 우려되므로 가습기의 가동은 가능한 억제하고 파레트 단위로 랩(wrap)을 감싸주면 감도를 억제할 수 있다.

* 1주일 이상의 보관은 바람직하지 않다.

⑧ 판매 관리

- 판매장의 온도는 15℃ 정도가 적절하나 가능한 20℃를 넘지 않도록 한다.

⑨ 선도유지 보조 자재 및 기술의 활용

- 수출이나 장기 보관시는 포장상자 내에 에틸렌흡착용 새시(sachet)를 넣거나 에틸렌제거기를 설치하면 후숙을 지연시킬 수 있다.

⑩ 적용 사례

- 경기동부과수농협에서 차압 예냉처리를 처음 시도하였으며, 복숭아의 경우 7~10℃의 예냉온도가 적절한 것으로 검토되었다. 그러나 복숭아는 예냉처리 후 보관시 부패과가 종종 나와 재선별해야 하는 등 작업체계 구축에 어려움이 많아 아직까지 현실적으로 적용이 확산되지 않고 있다.

- 예냉처리까지 바로 행할 수 있는 상자를 적용하여 예냉, 보관 후 출하 전 바로 소포장하여 출하하는 형태가 바람직하다.

아. 자두

① 작업공정(APC를 중심으로)

수확

- 산지유통센터 반입(①개별 농가 반입 ② APC 순회 수거)
- 예냉(①차압예냉 ②냉수냉각 -> 세척/살균 -> 탈수)
- 선별(①중량선별 ②색채선별)
- 포장(트레이소포장 -> 골판지상자 포장)
- 수송
- 판매

② 품질변화 주요 특징

- 호흡속도 : 0℃: 2.89 mgCO₂/kg/h, 10℃:8.38mgCO₂/kg/h
20℃:36.05mgCO₂/kg/h, 30℃:97.04mgCO₂/kg/h
- 적정 저장온도 : 0℃
*습도는 90%정도, 에틸렌에 민감함
- 수확시 입은 물리적 손상 부위가 연화되고 당도가 저하되는 현상

③ 수확, 전처리/조제

- 수확은 당도 9^{ab}rix 이상의 것을 수확하고 10시 이전의 서늘한 때 작업을 마친다.

- 조직이 연약하여 수확시 물리적 손상을 받지 않도록 하고 수확후 바로 예냉실로 이동한다.

④ 예냉(냉기온도, 예냉종온, 냉각시간, 풍량, 예냉실적재, 균온냉각)

㉠ 비세척 유통

- 차압식예냉이 적합하며 냉기 온도는 0~2℃, 냉각종온은 3~5℃
* 3℃이하의 예냉은 소비지에서의 결로 발생, 냉각시간 지연, 전기로 부담 증가로 비효율적이다.

- 예냉중온에 도달하면 차압센을 정지하고 아울러 냉동기 두 대중 용량이 큰 냉동기를 정지시키며 자동으로 한대의 냉동기만을 가동하여 고내 온도를 3℃로 설정되게 한다(제어판넬에서 프로그램화하면 됨).

㉞ 세척유통

- 공정 : 1차 예비세척(지하수) -> 냉수냉각 -> 살균/헹굼 -> 탈수
- 2℃의 냉수로 세척, 냉각후 오존수나 전해수로 살균/헹굼 처리한다.
- 냉풍을 이용한 탈수를 행한다.
 - * 세척 및 냉각/살균수의 수질은 음용수 기준에 적합하여야 한다.
 - * 탈수중 공기에 의한 2차오염을 고려하여 작업장은 가능한한 공조시설을 갖춘다.

⑤ 선별, 포장 및 적재

㉟ 선별 : 중량선별 기준은 대과종인 포모사 등의 경우 특대 150g 이상, 대 120g 이상, 중 90g 이상, 중과종인 대석조생 등은 특대 100g 이상, 대 80g 이상, 중 60g 이상이며 당도기준으로 특은 포모사류는 11°Brix 이상, 대석조생 등은 10°Brix 이상, 상은 9°Brix 이상이어야 한다. 외형적으로는 외표면이 연화되거나 결점이 없어야 한다.

㊱ 포장 : 플라스틱트레이 소포장과 골판지상자 포장이 주임

- 플라스틱상자에 수확하여 바로 예냉할 경우는 큰 문제가 안되나 골판지 상자에 담아 예냉할 경우는 통기공을 장방형으로 표면적의 5% 범위에서 세 개 정도 양측에 뚫어준다.

- 골판지 상자는 트레이와 파레트의 정합성을 고려하여 제작한다.

㊲ 파레트 적재 : 골판지상자의 파레트 적재가 끝나면 수송중 흔들림을 방지하기 위하여 파레트를 감싸는 형태의 wrapping처리를 한다.

* 작업장의 온도는 15~20℃를 유지하여야 예냉후 결로발생이나 품온 상승에 의한 과숙을 막을 수가 있다.

⑥ 수송

- 수송은 냉장차로 하며 수송온도는 10~15℃가 적절함.

* 수송중 진동을 방지하기 위하여 air-pocket(brace)를 파레트와 냉장차 벽체 사이에 끼워 넣는다.

⑦ 저장

- 일시적인 보관을 위하여 저온저장고에 보관할 경우 저장고 온도는 2℃ 정도를 유지한다. 90% 정도의 습도를 유지하여야 하나 과습되면 품질저하가 우려되므로 가습기의 가동은 가능한 억제하고 파레트 단위로 랩(wrap)을 감싸주면 감도를 억제할 수 있다.

* 예냉처리후 보관하면 15일이상 저장이 가능하다.

⑧ 판매 관리

- 판매장의 온도는 15℃ 정도가 적절하나 가능한 20℃를 넘지 않도록 한다.

⑨ 선도유지 보조 자재 및 기술의 활용

- 수출이나 장기 보관시는 포장상자 내에 에틸렌흡착용 새시(sachet)를 넣거나 에틸렌제거기를 설치하면 후숙을 지연시킬 수 있다.

⑩ 적용 사례

- 김천 납면농협외의 경우 수확후 2℃ 정도로 예냉처리, 선별, 소포장하여 출하함으로써 상품성을 차별화하고 있다. 예냉처리하여 15일 이상 길게는 1개월 까지 저장이 가능하다.

- 자두의 경우 호흡열이 많아서 차압예냉시 다른 작물에 비하여 냉각용량을 충분히 하고 증발기 전열면적을 증대하여야 한다.

- 예냉처리를 하면 자두는 조직이 단단해지는 현상을 발견할 수 있으며 유통중 조직이 물러지는 현상을 억제할 수 있는 장점이 있다.

자. 버섯류

① 작업공정(APC를 중심으로)

수확

- 산지유통센터 반입(①개별 농가 반입 ② APC 순회 수거)
- 예냉(①차압예냉 ②진공예냉)
- 선별
- 포장
- 수송
- 판매

② 품질변화 주요 특징

- 호흡속도(느타리): 0℃ : 21.20 mgCO₂/kg/h, 10℃ : 102.28mgCO₂/kg/h
20℃ : 331.06mgCO₂/kg/h, 30℃ : 588.76mgCO₂/kg/h
- 적정 저장온도 : 0℃
*습도는 90%정도
- 갓의 개열, 신장, 갈변(물버섯) 등

③ 수확, 전처리/조제

- 수확은 가능한한 서늘한 조건을 맞춘다.
- 실내냉각을 이용할 경우는 바로 스티로폼상자에 수확하여 예냉실로 이동한다.
- 차압예냉을 위해서는 통기공이 있는 플라스틱 상자 안쪽면에 스폰지등을 부착하여 수확시의 손상을 방지하고 예냉작업시 찬바람과 직접적인 접촉을 최소화한다.

④ 예냉

㉠ 차압예냉

- 진공식예냉장치가 없는 경우 차압식예냉이 적용가능하며 냉기 온도는

0℃, 냉각중온은 내심 기준 2~5℃ 정도

* 차압식의 경우 풍량변화에 따른 예냉소요시간은 냉기의 온도, 차압권의 풍량, 박스의 개공율 등이 주로 영향을 미친다.

- 호흡열이 많아 빠른 냉각이 필수적이다. 그러나 풍량이 많을 경우 표면색택이 갈변하는 현상이 일어나므로 예냉용 상자 안 쪽에 다공성 스폰지와 같은 소재를 부착하면 찬바람에 대한 장해를 어느 정도 억제할 수 있다.

- 예냉중온에 도달하면 차압권을 정지하고 아울러 냉동기 두 대중 용량이 큰 냉동기를 정지시키며 자동으로 한대의 냉동기만을 가동하여 고내 온도를 0℃로 설정되게 한다(제어판넬에서 프로그램화하면 됨).

㉞ 진공예냉

- 진공식의 경우 단기유통을 위해서는 처리량과 유통중 품질을 고려할 때 내심기준 5℃부근까지만 예냉하여 유통시키면 물류센타(20~25℃내외)와 같이 실내매장에서 판매할 경우는 큰 문제가 없다.

⑤ 선별, 포장 및 적재

㉠ 선별 : 표준출하규격에 의하면 갖의 고르기, 갖의 크기, 갖의 모양, 신선도(탄력과 갈변현상이 없고 고유의 향기가 나는 것), 결점 유무등을 고려하여 구분한다. 크기는 갖의 직경 기준으로 느타리는 특대는 6cm 이상, 대는 4cm 이상, 중은 2cm 이상, 양송이는 갖의 직경이 특대는 5.5cm 이상, 대는 4.5cm 이상, 중은 3.5cm 이상으로 구분한다.

㉡ 포장 : 출하용 포장은 100g, 200g, 500g, 1kg, 2kg의 속포장 형태가 주이며 양송이의 경우 스티로폼 상자에 담아 수송중 보냉을 기하기도 한다.

㉢ 파레트 적재 : 플라스틱상자나 골판지상자의 파레트 적재가 끝나면 수송중 흔들림을 방지하기 위하여 파레트를 감싸는 형태의 wrapping처리를 한다.

* 작업장의 온도는 15~20℃를 유지하여야 예냉후 결로발생이나 품온 상승에 의한 품질저하를 막을 수가 있다.

⑥ 수송

- 수송은 냉장차로 하며 수송온도는 10~15℃가 적절함.

* 수송중 진동을 방지하기 위하여 air-pocket(brace)를 파레트와 냉장차 벽체 사이에 끼워 넣는다.

⑦ 저장

- 일시적인 보관을 위하여 저온저장고에 보관할 경우 저장고 온도는 0℃ 정도를 유지한다. 1개월 이상 장기보관의 경우는 0~-1℃에 보관한다. 가을철 버섯의 경우는 2개월 이상 저장이 가능하나 여름철 버섯은 15일 이상 저장이 쉽지 않다. 90% 정도의 습도를 유지하여야 하나 과습되면 품질저하가 우려되므로 가습기의 가동은 가능한 억제하고 파레트 단위로 랩(wrap)을 감싸주면 감도를 억제할 수 있다.

⑧ 판매 관리

- 판매장의 온도는 15℃ 정도가 적절하나 가능한 20℃를 넘지 않도록 한다.

⑨ 선도유지 보조 자재 및 기술의 활용

- 수출이나 장기 보관시는 보냉을 확실히 하며 유통중 감도손실을 억제한다.

⑩ 적용 사례

- 석성농협외의 경우 양송이를 스티로폼 상자에 수확하여 1℃ 부근으로 실내 냉각한 후 유통중에는 상자 뚜껑을 덮고 보냉차를 이용해 5℃로 수송함으로서 유통중 갓 색깔의 변색을 억제하고 갓의 개열이나 신장을 억제하고 있다. 차압 예냉을 할 때는 상자 안쪽에 스폰지가 부착된 수확 상자에 수확하여 그대로 차압예냉후 선별, 소포장, 보냉 후 출하한다.

4. 예냉 및 수송 관련 운영 노하우

가. 유통중 결로를 억제하는 방법

앞에서 언급한 바와 같이 품온과 외기 온도와의 차이가 7~10℃ 차이가 나면 청과물 표면에 결로 현상이 발생한다. 이러한 현상은 청과물이 땀을 흘린다고 하는데 청과물 표면과 대기중의 수증기와의 증기압차에 의해 발생하며 예냉 또는 저온저장고에 보관 한 후 기온이 높은 곳으로 갑자기 꺼냈을 때 발생한다. 결로 현상에 의해 표면에 얼룩이나 변색이 생기므로 출하전에 미리 외기와의 온도차를 10℃ 이내로 저절하는 것이 예방책이다.

이러한 현상은 청과물을 플라스틱 필름에 포장하여 출하한 경우 소비지 판매장의 진열대 쇼우케이스에서도 자주 발생하는 현상으로 이 경우는 포장재 내의 내용물이 충분히 온도가 떨어지지 않아 포장재 내의 더운 수증기가 쇼우케이스의 낮은 온도와 접촉하면서 포장재 내부에 응축되어 일어나는 현상이다. 이를 막기 위해서는 포장전에 미리 냉각을 시키든지 수증기가 투과할 수 있는 핀홀을 몇 개 뚫어주는 것이 좋다.

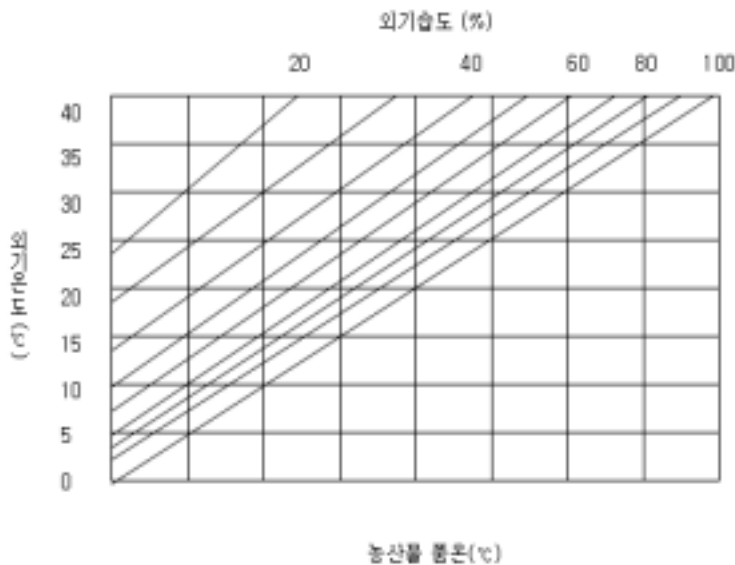


그림 68. 농산물의 품온과 결로발생시의 외기 온습도 조건

위 그림에서 보면 외기온도 30℃, 상대습도 40% 외기의 노점온도는 15℃로서 품온이 15℃이하에서는 결로가 발생한다.

나. 저온저장고를 예냉고를 사용하기 어려운 이유

기존 저온저장고를 이용하여 예냉하는 경우 차압식예냉시설에서 예냉하는 경우에 비하여 냉각 속도가 느리고 겉에만 냉각이 되고 파레트 내부는 냉각이 지연되는 냉각 불균일이 일어나는데 그 원인은 다음과 같다.

첫째는 아래 그림과 같이 냉각이 일어나는 메카니즘에 있어서 구조적 차이가 1차적 원인이다. 그림에서 보는 바와 같이 차압식예냉에 있어서는 찬공기가 통기공을 통해 모든 상자 내부로 실시간 동시에 균일하게 순환하게 되나 실내냉각에 있어서는 찬공기가 파레트나 상자 외부로만 곁돌게 되어 냉각이 지연되고 겉 부분과 속부분의 냉각 불균일이 일어나게 된다. 즉 열전달 측면에서 보면 차압식예냉은 강제대류와 전도에 의해 냉각이 일어나나 실내냉각은 거의 전도에 의해 내부로 열이 전달되어 냉각이 일어나는 구조이다. 둘째는 차압식예냉고의 경우 기존저장고에 비하여 냉각용량이 4배 이상 크기 때문에 단기간에 냉각이 가능하나 저온저장고는 냉각용량이 적어서 상대적으로 내부까지 열이 전달되는 속도는 느리게 된다.

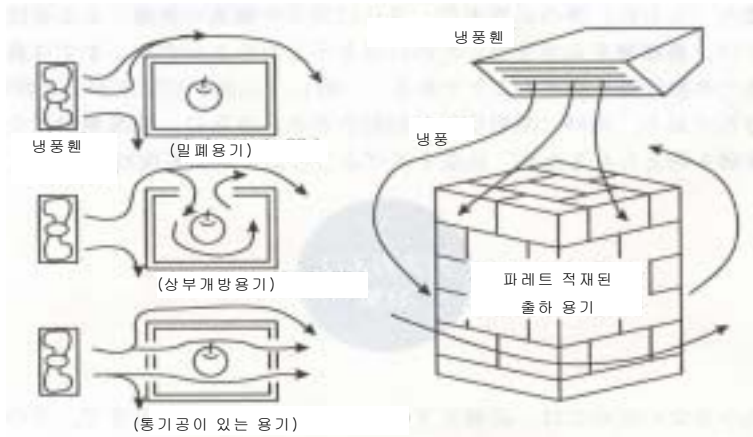


그림. 69. 기존저온저장고를 이용한 실내냉각에 의한 냉각 모델

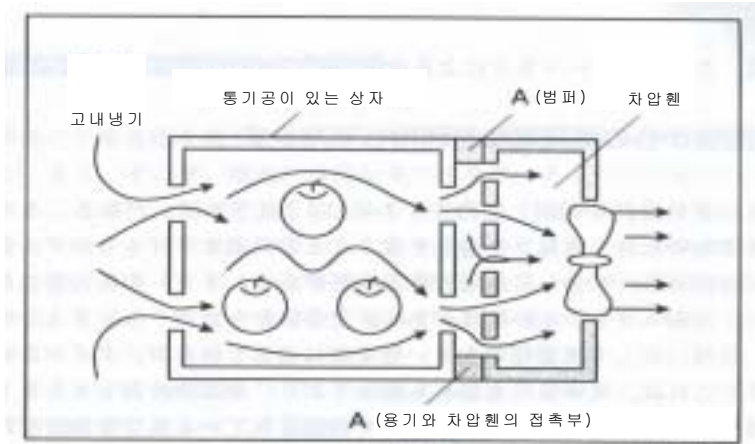


그림 70. 차압통풍식예냉에 있어서 냉각 모델

다. 냉장탑차를 이용해 이동중 예냉은 어렵다

앞에서 저온저장고를 예냉고로 사용하기 어렵다고 한 이유와 유사하다. 예냉고는 저온저장고에 비해서 냉동기 용량이 4배 정도 크게 설계되는데 이유는 수확시의 높은 품온과 높은 품온 때문에 발생하는 호흡열을 제거하기 위함이다.

그러나 냉장차는 운행중 동력에 의해 차량에 부착된 소형 냉동기를 가동하여 탑차 내부의 온도를 유지하는 정도의 적은 냉동 효과만을 부여하기 때문에 미리 예냉하였거나 온도를 낮춘 농산물의 저온 유지를 위해서만 사용되어야 한다. 실제로 여름철에 냉장차에 여름배추등을 적재하고 강원도에서 서울까지 이동하면 배추의 품온이 오히려 30℃이상으로 상승하게 된다.

라. 설정온도와 고내온도는 반드시 일치하지 않는다

저온저장고나 예냉고의 온도는 보통 PT 100Ω이나 1,000Ω의 열전대 (thermocouple)를 사용하여 창고 내의 일정 부위의 온도를 외부의 콘트롤판넬에서 디지털로 알려주는 형태이다. 이 경우 설정 온도와 실제 고내 온도가 약간씩 차이를 보이는 데 그 이유는 다음과 같다. 첫째는 열전대가 콘트롤판넬의 디지털지시계와 10m 이상 먼거리에 있을 경우 저항 손실에 의해 약간의 온도차가 발생하게 되며 둘째는 지시계가 가리키는 온도는 열전대가 위치해 있는 위치

에서의 온도를 나타내는 것으로 실제 저온저장고 내부 모든 부위의 온도를 대표하는 것은 아니다. 셋째는 냉기가 증발기에서 토출되어 저온저장고 내부를 순환하게 되는데 농산물을 적재하는 경우 파레트나 상자들이 냉기의 순환 통로를 차단하여 냉기가 골고루 분포되지 않아 부위별로 온도 편차가 나는 것이다. 큰 저온저장고의 경우는 부위별로 2℃ 이상 편차를 보일 수도 있기 때문에 농산물을 적재한 후 지시계의 온도가 0℃일 때 저온저장고 각 위치에서의 온도 분포가 어떠한지를 미리 조사하여 참고 자료로 가지고 있으면 온도 관리에 좋을 것이다.

저온저장고를 새로 설치한 경우나 온도컨트롤러등을 새로 교체한 경우는 반드시 온도 보정을 거쳐야 한다. 온도 보정은 얼음물을 준비해서 수은 온도계로 0℃를 맞춘 다음

마. 문헌상(이론적) 자료가 반드시 일치하지 않다.

각종 농산물을 취급하면서 적정 저장 온습도 조건이나 예냉 조건등에 대한 자료를 참고할 때 기존의 서적이나 보고서등을 참고하게 되는데 이 경우 주의할 점이 있다. 첫째는 많은 자료들이 미국의 ASHRAE Handbook의 자료를 인용한 자료를 인용해서 게재한 경우가 많고 실제 우리 농산물에 대하여 실제로 얻은 자료가 아닌 경우가 있다. 농산물의 특성상 동일한 학명의 농산물이라도 품종과 재배환경에 따라 저장성이나 물성등은 차이가 있으며 영어로 표기된 농산물과 한글로 번역했을 때의 표기 차이에서 오는 농산물의 차이도 있다. 따라서 자료를 참고할 때는 반드시 전문가의 협조를 구할 필요가 있다. 둘째는 국내에서 생산된 동일한 품목, 품종이라도 유기질 비료를 많이 사용한 경우와 화학비료를 많이 사용한 경우, 그리고 노지에서 재배한 경우와 비닐하우스에서 재배한 경우, 성장촉진제등을 주어 속성 재배한 경우에 따라 온도에 대한 감수성에 큰 차이가 있다. 따라서 자료를 인용할 때는 이러한 기본 사항에 대한 것을 검토하여야 한다. 셋째, 일부 연구 자료의 경우 설비에 대한 지식없이 실험을 하여 발표할 경우 저장고의 냉각용량이나 풍량, 증발기 제원, 제어방법, 저장고 내의 적재량 등에 따라 아주 다른 결과가 나오게 되는데 일부 보고서 들이 이러한 구체적인 내용 언급없이 적정 저장 조건등을 제시하여 실제 그대로 적용하면 차이가 있는 경우가 많다.

바. 혼재하면 안되는 농산물

농산물을 보관, 저장, 수송하는 경우에 있어서 서로 다른 농산물을 함께 보관하거나 수송해야 할 경우가 종종 있다. 그러나 수시간 이내의 짧은 기간동안 이라면 큰 문제가 없지만 수일 또는 장기간에 걸친 혼재는 품질에 나쁜 결과를 가져온다. 서로 특성이 다른 농산물을 혼재하면 안되는 이유는 크게 세가지로 볼 수 있다. 첫째는 온도에 대한 영향이다. 농산물은 기원에 따른 원산지에 따라 적정 보관 온도대가 다르다. 예를 들어 토마토처럼 따뜻한 지역에서 온 농산물은 7~12℃ 정도의 중온 영역을 바나나처럼 더운 지방에서 온 농산물은 15℃ 내외의 온도를 마늘이나 사과처럼 온대지방에서 자란 농산물은 0℃ 전후의 저온영역에서 보관이 가장 잘 된다. 보통 보관이나 저장 적온이하의 온도에서는 과육이 투명해지거나 물러지는 현상들이 발생하는데 이러한 현상을 저온장해(chilling injury)라고 하고 동결점 이하의 온도 영역에서 조직에 장해를 가져오는 현상을 동결장해(freezing injury)라고 한다. 이는 생육 환경에 따라 서로 온도에 대한 감수성이 다르기 때문이며 이는 추운 러시아 같은 지역에서 사는 사람은 겨울철에도 추위에 잘 견디나 아프리카처럼 더운 지방에서 사는 사람은 추운 겨울이 있는 지방에 여행을 가면 견디기 어려운 것과 같다. 둘째는 농산물의 종류에 따라서 에틸렌을 발생하는 특성과 감수성이 다르기 때문이다. 예를 들어 사과와 배추를 같이 저장하면 사과에서 발생하는 에틸렌가스가 배추 잎의 클로로필 색소를 분해하여 금방 노랗게 시들어 버린다. 주로 과실류나 과채류는 에틸렌가스를 잘 발생하며 땅속에서 자란 근채류나 잎채소의 경우는 에틸렌가스를 적게 발생한다. 셋째는 농산물에 따라서 발생하는 가스 성분들이 다르며 이 가스가 다른 농산물에 흡착하여 고유의 향미를 저하시키기 때문이다. 예를 들어 마늘같은 경우는 유황성분이 많이 함유되어 있는데 생리대사작용의 결과 황화가스등을 발생하게되며 과실과 함께 장기간 보관할 경우 과실에 이러한 냄새가 스며들 수도 있다. 아울러 일부 채소류등도 저장중 품질이 저하하면서 발생하는 악취등이 다른 작물에 스며들어 상품성을 저하시킬 수 있다.

사. 청과물 유통에 있어서 저온 이용의 필요성

청과물의 수확후 선도저하의 주 원인이 되고 있는 생리현상인 호흡작용, 갈

변현상, 증산작용, 에칠렌의 생합성 등의 반응 속도는 온도에 크게 의존하고 있다. 그 이유는 생체의 반응속도는 효소반응과 연관되어 있고 효소반응은 온도의존성이기 때문이다. 동결점에서 반응속도가 0에 가까운 것이 온도 상승과 함께 급속히 증가하고 이어 최고점에 달한다. 이 점은 대략 45℃ 부근으로 알려지고 있다. 최고점을 넘어서면 이어 효소의 반응속도는 급격히 떨어지게 되고 이어 0에 가깝게 된다. 따라서 청과물의 저장에 있어서도 온도 상승에 따라 모든 생리반응이 촉진되고 이어 품질저하를 초래하고 있다. 그러므로 저온에 의한 선도저하의 억제는 대부분이 효소반응의 속도저하로 설명될 수 있다. 청과물의 선도 유지에 있어서 저온 이용의 효과를 알아보면 다음과 같다.

1) 온도와 호흡속도 및 에칠렌 생성량

농산물의 유통 온도는 전술한 바와 같이 호흡속도와 에칠렌 생합성등 각종 대사활동에 영향을 미치며 그 중에서도 신선 청과물의 유통에 있어서는 호흡속도와 에칠렌 생합성에 미치는 영향이 큰 비중을 차지하고 있다. 각종 채소를 수확후 0~40℃의 일정 온도하에 놓을 때 호흡속도와 에칠렌 생성량을 조사한 결과 호흡속도는 시금치, 가지, 딸기, 양배추, 무, 양파의 모든 채소에서 온도 상승과 함께 증가하였다. 이것은 전술한 효소반응의 온도 의존성과 특히 일치하고 있다. 시금치의 호흡속도가 가장 높고 무, 양파는 낮게 나타나고 있다. 에칠렌 생성량에 대해서는 온도가 0℃부터 상승하여 서서히 증가하였다. 그러나 가지, 시금치에서는 40℃에서, 딸기는 30℃에서 감소하였다. 이는 에칠렌 생합성에 관여하는 에칠렌산화효소가 열에 의해 실활되기 때문으로 설명되고 있다.

표 61. 저온장해에 민감하지 않은 원예산물의 품질저하에 대한 온도의 영향

온도 (℃)	가정치 Q ₁₀ [★]	상대적 부패속도	상대적 저장기간	일일손실 (%)
0	-	1.0	100	1
10	3.0	3.0	33	3
20	2.5	7.5	13	8
30	2.0	15.0	7	14
40	1.5	22.5	4	25

note: Q₁₀[★]=(온도(T)에서의 부패율 ÷ 10℃온도(T)에서의 부패율)

2) 증산작용의 억제

증산은 온도 및 습도에 크게 영향을 받는 것은 잘 알려져 있다. 그러나 어느 일정 온도에서는 증산에 직접 영향을 주는 것은 상대습도가 아니라 증기압부족량 (vapor pressure deficit)이다. 증기압부족량은 그 공기가 계속 수증기를 함유하여 얻을 수 있는 정도를 나타내는 것으로 mmHg로 나타낸다. 일반적으로 청과물의 세포에 함유된 물의 상대습도는 100%로 보고 있다. 따라서 저장고의 상대습도가 100%이하이면 증기압 부족이 일어나 증산이 일어난다. 그러나 상대습도는 같아도 온도가 낮게 되면 증기압 부족량이 적어지고 그만큼 증산이 적어진다. 단 청과물의 종류에 따라서는 저온에서의 증산억제도는 큰 차이가 있다. 대체로 온도가 10℃ 오르면 증기압부족량은 배로 되어 증산 속도도 배로 증가한다. 예를 들어 온도 5℃와 15℃, 상대습도 90%인 두 조건을 비교할 때 온도가 높은 15℃에서는 5℃에 비해 수증기압부족량이 배로 증가하고 따라서 수분 증발도 두배로 빨라진다. 일반적으로 증산은 기공증산(stomatal transpiration)과 표피증산(cuticular transpiration)으로 대별되는데 90% 이상은 기공증산으로 밝혀지고 있다. 기공은 일반적으로 0℃ 근처에서 닫히고 30℃까지 온도가 증가함에 따라 지속적으로 개봉된다.

3) 부패의 억제

청과물을 부패시키는 미생물의 활성도는 온도에 따라서 큰 차이가 있고 저온에서 낮다. 따라서 저온 저장에서는 부패가 억제된다. 단 환경은 온도가 다르면 발생하는 병해의 종류가 다르게 된다. 예를 들면 감귤류를 상온에서 저장하면 푸른 곰팡이, 녹색곰팡이에 의한 부패가 많지만 저온에서는 흑부병의 비율이 많아진다 .

4) 발아, 발근의 억제

양파나 감자와 같은 근채류의 품질은 발아, 발근에 의해 저하되게 되는데 이러한 근채류는 수확후 일정기간 동안 휴면을 하게 되고 그 기간이 지나면 싹과 뿌리가 나게 된다. 따라서 휴면이 타파하기 이전에는 상온 저장도 어느정도는 가능하지만 장기간의 저장은 곤란하다. 이와 같은 것에 대하

여 저온은 휴면을 연장시켜 발아, 발근을 지연시키는 작용을 한다.

5) 온도와 저장성, 최적 저장온도

온도가 낮을수록 저장성이 좋은 것은 전술한 바와 같이 여러 영향이 있지만 가장 큰 영향을 미친 것은 저온에서는 청과물이 호흡작용을 비롯한 대사작용이 억제되어 그 결과 선도저하가 지연되기 때문으로 알려져 있다.

온도와 채소의 선도저하의 관계를 조사하기 위해서 각종 채소를 0~30℃의 온도에 저장하여 선도를판정한 결과, 양배추, 브로콜리, 시금치는 30, 20, 10, 0℃로 온도가 낮은 만큼 선도가 잘 유지되고 특히 0℃에서는 잘 유지되었다. 한편 오이, 가지, 피망은 30, 20, 10℃로 온도가 낮은 만큼 선도가 잘 유지되었지만 0℃ 저장에서는 10℃ 저장보다도 나쁜 결과가 되었다. 그 이유는 저온에 의한 이상 증, 장애가 발생하기 때문에 표면이 함몰하여 까맣게 되는 pitting이나 표면의 부패가 나타나기 때문이다(저온장애). 이 결과로부터 오이, 가지, 피망에서는 10℃의 저장이 가장 좋은 것이다.

청과물은 장기적으로 보아서 저장을 할 필요가 있는 것도 있지만 품목에 따라서는 극히 짧은 단기간 선도를 유지해야할 필요가 있는 것도 있다. 따라서 저장이나 선도유지의 필요성은 사회적, 경제적 배경으로부터 결정하여야 하는데 수확후의 품질 혹은 선도를 그대로 유지시킬 수 있는 조건은 찾기는 쉽지 않다.

대부분의 채소, 과실의 최적저장온도는 0℃ 부근이다. 그러나 오이, 메론, 수박, 호박(이상 박과 식물), 가지, 피망, 토마토(이상 가지과), 오크라는 7~13℃이다. 그 이유는 이들 품목은 저온장애가 있기 때문으로 저장중에 저온장애가 나타나기 때문이다. 과실에 있어서는 그레이프후르츠, 레몬, 라임, 오렌지, 탄제린, 만다린 등의 감귤류나 파인애플은 저온장애가 있기 때문에 0℃부근은 최적온도가 아니고 4~5℃ 이상의 온도대가 최적으로 되어 있다. 또 최적온도는 저장 목표 기간에 따라서 다르게 설정하여야 하는데 보통 자료에서 나타나 있는 저장 적온은 최장기간의 저장을 목표로 한 경우에 있어서의 온도여서 그보다 단기간 저장하여 품질을 유지하려는 경우는 저온장애가 발생할 문제가 없는 경우도 있다. 따라서 그 경우에 저온에서 유통시키는 것은 하등에 차이가 없고 저온장애를 우려할 필요도 없다. 일반적으로 「최적저장온도는 빙결점 직전의 온도로서 단, 저온장애가 일어나지 않는 온도대」로 정의할 수 있다. 한

편 예냉에 적합한 온도는 최적 저장 적온보다 2~3℃ 높은 온도가 권장된다. 그러나 우리나라의 유통 여건을 고려하면 소비지 저온유통환경이 열악하여 예냉 적온은 딸기, 버섯등은 이런 온도대가 가능하나 그 외의 농산물은 10℃ 전후가 오히려 적절할 수도 있다.

아. 예냉과 저온저장의 차이점

예냉은 수확했을 때 농산물이 가지고 있는 품온을 신속히(2~5시간) 떨어뜨리는 냉각작업으로 주로 하절기에 수확된 농산물을 수확후 냉각하여 저온유통시킴으로서 호흡작용과 증산작용, 에틸렌생합성, 변색등 품질저하를 억제시켜 수확시의 신선도를 그대로 유지하고자 하는 목적에서 행한다.

따라서, 장기저장보다는 단기유통에 중점을 둔 것이나 장기저온저장을 위해서도 이용되고 있다(예냉은 빨리 냉각하여 유통시키는 데 주목적이 있고 저온저장은 냉각된 농산물이거나 수확된 농산물을 냉각하여 저온을 유지하면서 일정기간 보관하는 목적임)

저온저장고와 예냉시설(차압)의 차이점

- 시설적 측면에서 보면 저온저장고보다 냉동기 용량이 4~5배 정도 크게 되고 추가로 냉기순환을 위한 차압시설유니트가 추가된다. 따라서 사업비는 저온저장고가 평당 270만원, 차압예냉시설이 평당 350만원 지원되고 있음(농림부 기준 지원 단가)

- 저온저장고는 수확된 농산물을 장기(또는 중단기) 보관하는데 목적이 있으며 냉동기계 설계기준은 보통 저장고에 입고될 물량의 10~15%를 1일에 입고하여 실온에서 저장온도(보통 0℃ 부근)까지 24시간에 떨어뜨리도록 설계한다.

예 : 30평 저온저장고 기준, 양파 저온저장시

총 입고가능 물량 : 약 100톤

1일 입고량 10~15톤

냉동기 용량 약 15마력 정도 소요

- 예냉고(차압예냉고 기준)는 단기유통(수확하여 예냉처리후 당일 또는 익일 시장에 유통)에 중점을 두기 때문에 냉동기계 설계시 냉각시간을 5시간 정도로

짧게 한다. 입고량은 30평 정도의 규모인 경우 1회 입고 물량은 10톤 정도가 적절함.

냉동기 용량 50마력 정도 소요

- 그러나 예냉고는 설계시 냉동유니트를 분리해서 설치함으로써 예냉을 안할 때는 저온저장고로 활용이 가능함.

제 5 절 한국형 신선농산물 저온유통시스템 모델

1. 국내 소비형

가. 단기유통형

콜드체인이 완벽하게 구축된 경우의 저온유통시스템은 미국이나 유럽등과 같은 이상적인 콜드체인시스템을 구축하면 될 것이다. 즉 수확후 바로 2시간 이내 예냉처리하여 저온수송 또는 저온보관의 형태를 취하고 소비자 판매장에서도 저온매장과 저온판매가 이루어짐으로서 농산물의 품질을 수확후 그대로 최대한 유지하는 것이다.

그러나 국내 여건상 콜드체인의 완벽한 구축에는 상당한 시간이 걸릴 것으로 여겨지고 유통 여건상 미국이나 유럽과는 다르기 때문에 어느 정도는 일본과 같은 변형된 콜드체인 시스템이 적절하지 않나 사료된다.

국내 도매시장의 경우 최근에 개장한 강서도매시장을 비롯하여 1-2개 도매시장을 제외하면 가락동도매시장을 비롯하여 콜드체인 구축에는 열악한 환경을 고려하여야 한다. 따라서 국내 여건에 적합한 콜드체인시스템은 1차적으로 산지에서부터의 예냉과 수송 작업들이 신선도 유지에 효과적인지와 콜드체인시스템을 적용했을 때 신선도유지의 positive effect와 소요비용의 negative effect 간의 밸런스를 유지시키는 것이 중요하다고 본다.

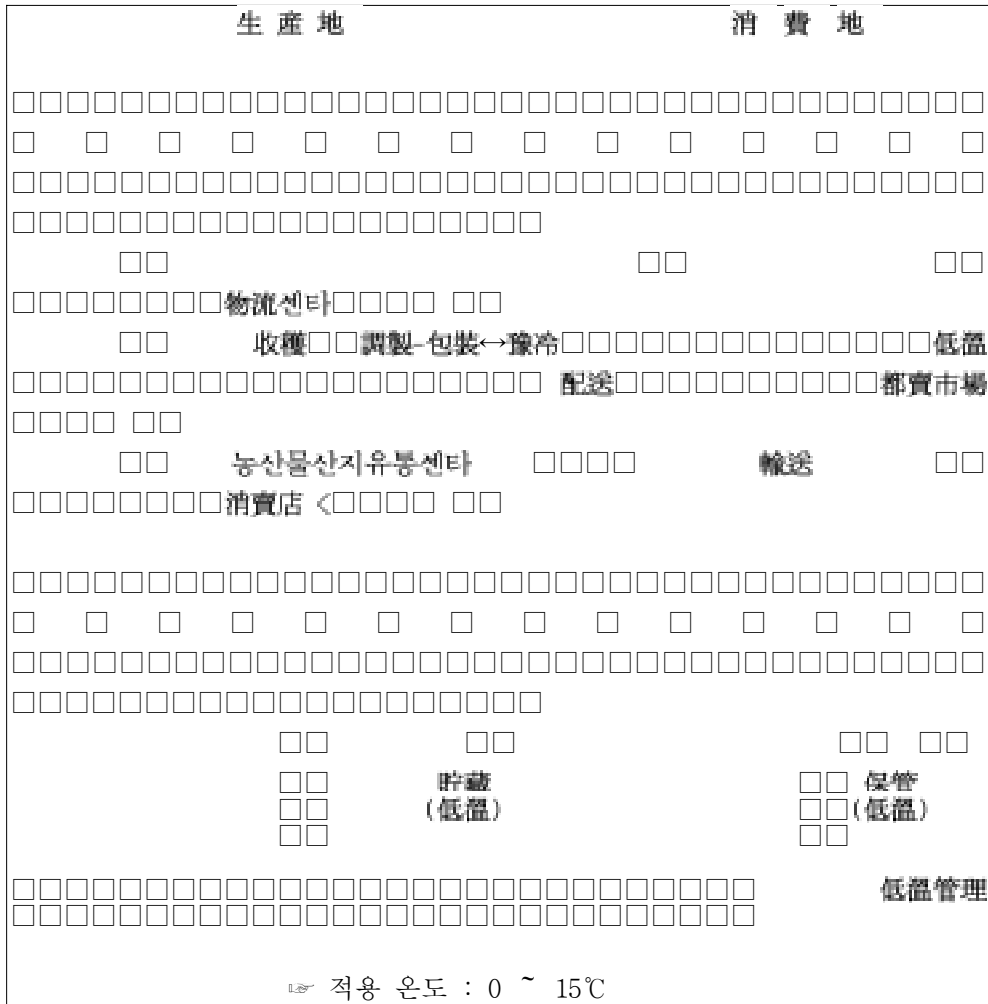


그림 71. 농산물 저온유통체계의 기본 모델

	산지	산지유통센터 (APC)					소비지	
공정	수확	예냉	선별	포장	보관(저장)	수송	판매	
시설	1)차압식		1)P-컨테이너		1)저온저장	1)냉장차	1)저온매장	

장비	2)진공식		2)골판지 상자		2)MA저장		(쇼케이스)	
	3)수냉식		3)EPS 등		3)보습저장		2)상온매장	
	4)실내냉각		보냉용기				2)택배//직거래	
							4)수출	
적용 온도 (℃)	25-35 ℃		15-25 ℃		5-15℃		1)5℃	
	1)2-5℃		15-25℃				2)5-10℃	
	2)5-10℃						1)0-4℃	
	3)10-15℃						2)4-10℃	
							3)10-25 ℃	
							4)보냉	

그림 72. 한국형 농산물 저온유통체계 구축을 위한 작업공정, 시설장비 및 온도 관리

1) 저온판매장, 저온보관시설등이 갖추어진 곳

- 대상 : 하나로마트, 대형백화점, E-mart 등 대형할인점
- 수송 수단 : 냉장차, 보냉차
- 포장 및 적재 : 콜드체인시스템이 완벽한 경우는 수확용 컨테이너에 농산물을 담아 그대로 예냉한 후 냉장차에 싣고 소비지까지 이동시키는 방식을 고려할 수 있다. 이는 프랑스 까르푸 등의 매장에서 활용하는 방법으로 가급적 농산물을 포장 상자에 담았다가 다시 꺼내 재포장함에 따른 물리적 손상을 최소화하고자 함이다.

그러나 예냉 후 선별과 소비자용 재포장 작업이 필요한 경우는 다르게 적용하여야 한다.

- 수송 온도 : 예냉후 5~15℃ 냉장차로 수송
- * 단, 판매장의 온도가 20℃ 이상인 경우이고 수송거리가 2시간 이내인 경우는 보냉차를 활용할 수 있다.

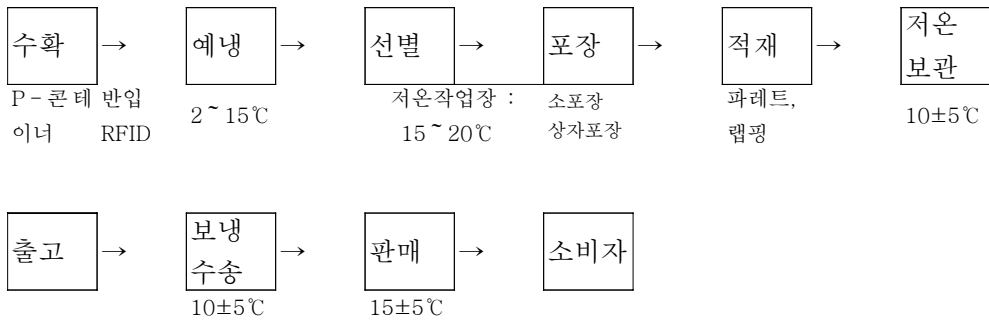


그림 73. 단기 유통 농산물의 저온유통 작업 체계도(10~20°C에서 판매할 경우)

㉠ 딸기, 버섯, 자두 등 2°C 부근까지 예냉해도 저온장해가 없고 선도 저하가 빠른 품목 : 예냉 온도를 2°C 정도로 하고 수송온도는 5°C 내외로 맞추어 행하는 것이 적절하다. 대체로 작업과정과 소비지 도착시 5°C 정도가 되며 판매장에서 하역, 진열시 7~10°C의 온도까지 승온이 쉽게 일어나며 판매기간이 2~3일로 짧기 때문에 이 기간동안 상품성을 유지할 수 있다.

㉡ 방울토마토, 애호박, 복숭아, 참외, 상추, 고랭지배추 등 : 이들 품목은 10°C 이하에서 저온장해가 있거나 그렇지 않더라도 상대적으로 유통기간이 길고 판매가격이 낮은 경우 산지에서 예냉 종료 온도는 10°C 정도까지만 행한다. 수송온도는 10~15°C로 해도 상품성 유지에 큰 문제가 없으며 품질과 경제성등을 고려할 때 합리적인 방법이다.

2) 저온판매장, 저온보관시설등이 갖추어지지 않은 곳

- 대상 : 가락시장등 공영도매시장, 유사도매시장 등
- 상기 소비지의 경우 상온 판매가 전제가 될 경우는 현실적으로 여건을 고려할 때 산지에서의 예냉처리는 큰 효과를 기대하기 어렵다. 그러나 강서도매시장등 새롭게 개설한 도매시장이나 저온 매장을 새롭게 확보한 경우는 10~15°C 정도까지 예냉하여 보냉수송하여 출하하는 것도 한 방법이다. 매장의 경우는 간이 또는 스팟쿨러등을 이용한 국부 냉방시설등을 하여 25°C이하의 온도 조절은 필요하다고 본다.

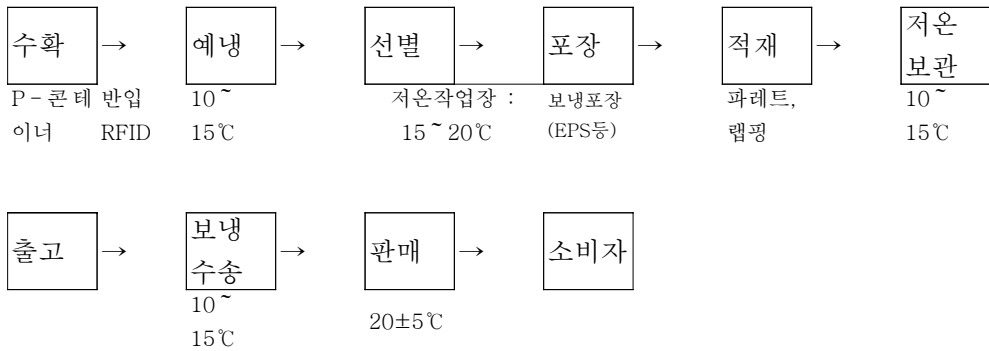


그림 74. 단기 유통 농산물의 저온유통 작업 체계도(저온시설이 구비되지 않은 곳에서 판매)

3) 직거래 형태/택배

- 직거래나 택배 시스템의 경우는 예냉처리후 보냉용 상자(스티로폼상자 등 단열용기)에 담아 수송하는 것이 적절하며 이 경우 예냉과 수송온도는 각 품목별 적정 저장온도보다 2~3℃ 높은 온도가 적절하나 국내 여건상 수송거리가 짧기 때문에 선도저하가 아주 빠르고 가격이 비싼 일부 품목을 제외하고는 비용 측면을 고려할 때 5℃이하로 예냉, 수송할 필요는 없다.

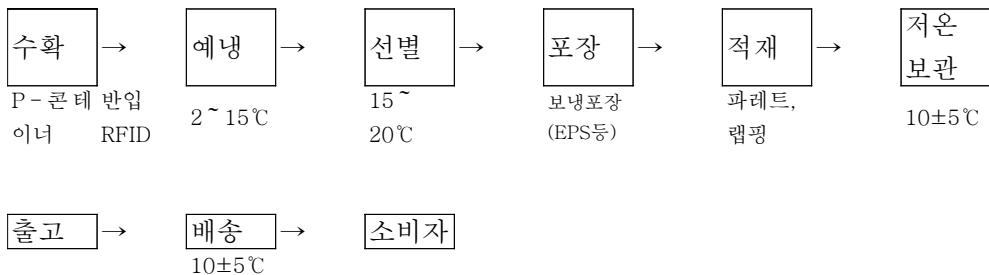


그림 75. 단기 유통 농산물의 저온유통 작업 체계도(택배, 직거래 형태 판매)

나. 신선편이농산물(식자재등 가공용)

최근들어 증가하고 있는 전처리농산물이나 신선편이농산물의 경우 예냉처

리 필요성이 크게 인식되어지고 있다. 예를 들어 양상추 셀러드의 경우 해뜨기 전에 수확한 양상추와 10시 이후에 수확한 양상추의 경우 셀러드 가공시 유통기한에 있어서 큰 차이를 보이는데 이는 수확 당시의 품온과 깊은 관계가 있다.

따라서 수확후 초기 품온관리가 최종 제품의 유통기한에 바로 영향을 미치기 때문에 수확후 예냉 처리는 필수적이다. 신선편이농산물의 가공 공정은 최종 제품의 형태, 시설 규모, 시설 투자비 등 제반 여건에 따라서 차이가 있지만 기본적인 공정은 아래와 같다. 특히 신선편이농산물의 경우 식중독 지표세균의 생육한계온도인 4℃이하에서의 온도관리는 필수적이다.

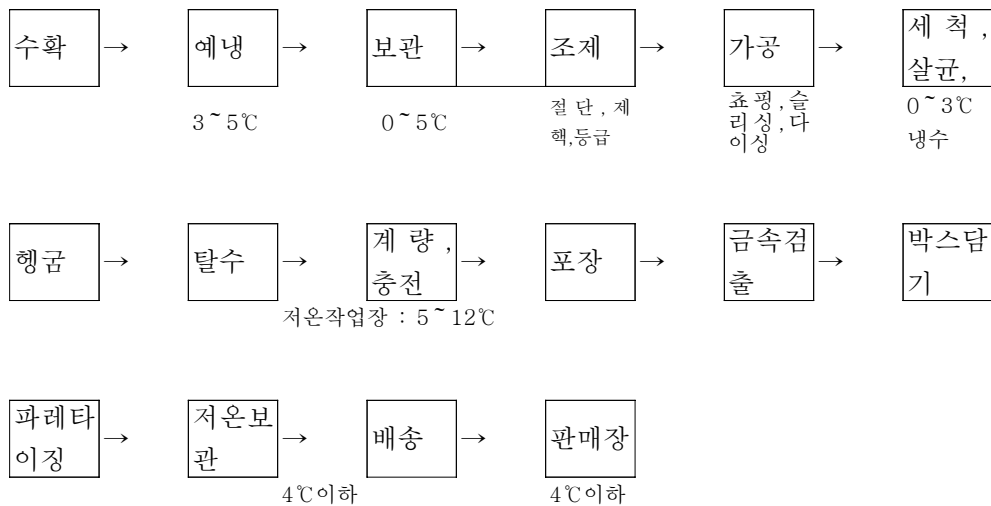


그림 76. 신선편이농산물의 저온유통 작업 체계도

다. 중장기 저장용

국내에서 중장기 저장용 농산물의 경우 가을철 이후에 수확되는 사과, 배, 참다래 등의 경우 단기간에 품질저하의 징후를 구별하기 어려우나 수확후 예냉 처리에 의하여 저장중 부패에 의한 손실을 현저히 감소시킬 수 있다. 아래 그림은 중장기 저장용 농산물의 작업 모델을 나타낸 것이다.

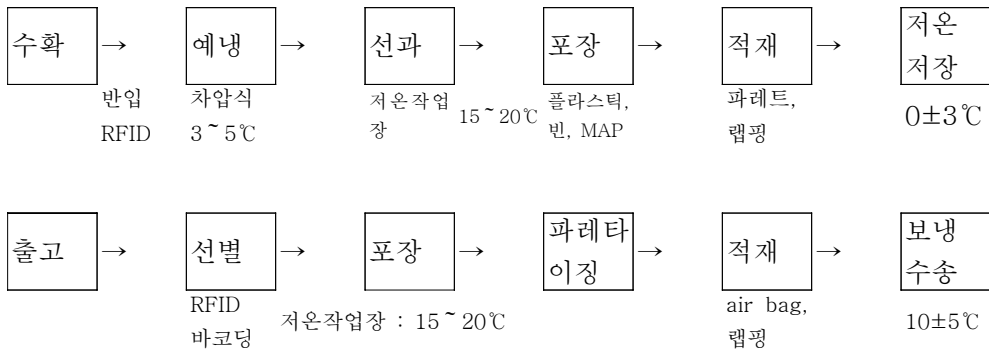


그림 77. 중장기 저장용 농산물의 저온유통 작업 체계도

2. 수출용

외국에 수출하는 경우는 일본처럼 짧게는 일주일 긴 경우는 미국의 경우 4주 이상 소요되게 된다. 이 경우는 장기저장용 농산물에 준하여 예냉, 보관, 수송 작업이 이루어져야 한다. 수출용 농산물의 경우는 농산물의 기본적인 물성을 제외하면 미국이나 유럽등 농산물 수출국에서 적용하는 작업 온도와 공정을 활용하면 된다. 단, 외국의 경우는 수확후 처리공정에서 훈증, 살균제 처리나 왁스처리등이 허용되어 보편화되어 있으나 국내에서는 수확후 처리 약제에 대한 허가가 되어 있지 않기 때문에 물리적인 수단으로 신선도를 유지하여야 한다. 아래 그림은 미국에 농산물을 수출할 경우의 작업 공정과 소요 기간등을 도시한 것이다.

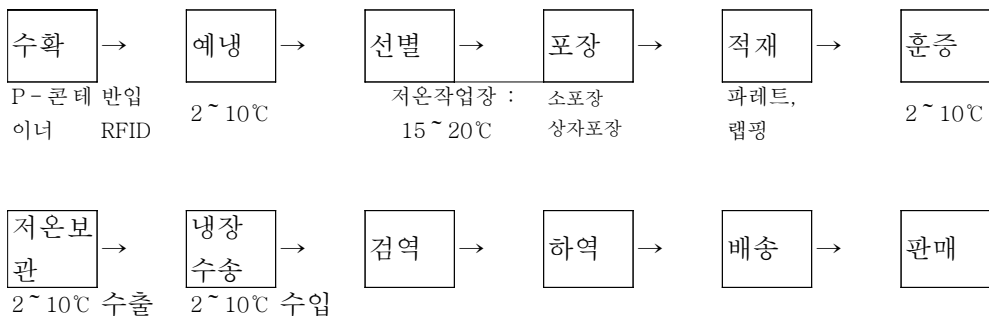
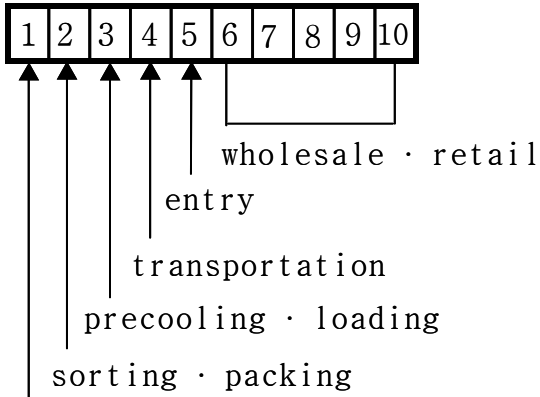


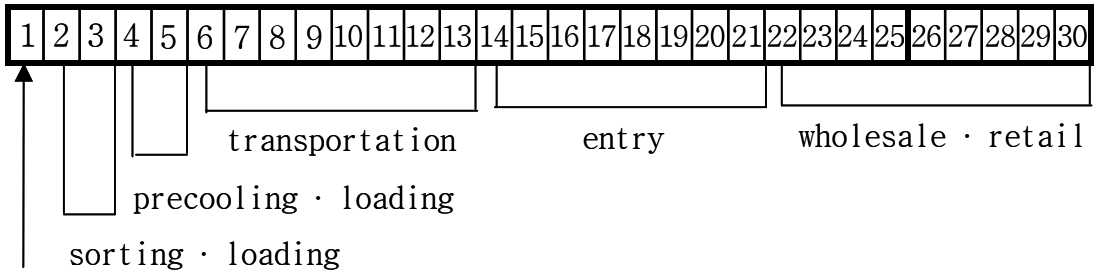
그림 78. 수출 농산물의 저온유통 작업 체계도

Export by airplane (days)



harvesting

Export by ship (days)



harvesting

Fig. 79. Comparison of export period between transport means(airplane and ship) from Korea to United states(박등, 2002).

제 4 장 목표달성도 및 관련분야에의 기여도

1. 목표 달성도

가. 예냉시스템의 유형별 표준 모델 및 설계도면 개발, 제작

당초 목표대로 기존 시설과 신선유통센터에 범용적으로 활용이 가능한 예냉 시설의 모델과 기본적인 설계도면이 완성되었다. 차압식 5개 모델과 수냉식 모델이 2차원, 3차원 도면과 함께 기기 설계, 제작, 현장 설치에 필요한 기기선정 등에 대한 자료가 완성되었다.

나. 품목군별 예냉처리 관련 기술 개발

10개 농산물에 대하여 수확후 예냉, 전처리, 포장, 수송, 선도유지 등에 대한 관련 기술과 현장 실험 자료등이 파일업되었다. 대부분 현장 위주의 실험 결과로서 농업현장에서 바로 활용이 가능할 것으로 사료된다.

다. 수송중의 선도유지 및 공정의 모델화

상온, 보냉 및 냉장 수송중의 품질변화, 품온변화에 대한 실험이 행해졌으며 표준파레트와의 적재 시뮬레이션, 국내 및 수출을 위한 냉장 수송 차량에의 적재, 수송 등에 대하여 자료화가 이루어졌다.

라. 예냉(냉각) 및 수송 작업 공정 매뉴얼 개발

예냉시설의 도입부터 설치, 운영에 대한 매뉴얼화와 함께 10개 품목에 대한 수확후 작업공정, 전처리, 예냉, 포장, 수송, 선도유지 등에 대한 자료가 매뉴얼로서 완성되었다.

마. 한국형 저온유통시스템 모델 개발

국내 여건을 고려한 내수용과 수출용 농산물에 대한 예냉, 수송 등에 대한 콜드체인 모델을 작성하였다.

2. 관련 분야의 기술발전예의 기여도

국내 여건을 볼 때 1999년도부터 농림정책사업으로 시작된 콜드체인기반확충 사업에 의한 예냉시설의 보급과 콜드체인기반구축은 지속적으로 이루어지고 있음에도 불구하고 아직도 예냉기술의 적용은 딸기, 버섯, 자두 등 일부 품목에 한해 제한적으로 활용되고 있다. 게다가 소비지 여건은 콜드체인을 적용하기에 기반 시설이 취약하여 정상적인 기술 적용이 난이한 실정이다.

이러한 국내 여건을 고려할 때 농업 현장에서 적용이 가능한 매뉴얼이 부재한 상태에서 이번 연구 결과는 국내 콜드체인시스템의 구축과 산업화에 크게 기여할 것으로 사료된다.

아울러 예냉, 전처리등 수확후관리 분야와 예냉시설 등 장치 분야에 있어서 현장 위주의 연구 자료등이 부족한 상황 하에서 본 연구 결과는 국내 기술 발전에 크게 기여할 것으로 사료된다.

제 5 장 연구개발 결과의 활용계획

1. 본 연구는 제한된 기간에 행해지는 관계로 주요 품목 10종에 대하여만 예냉 처리 기술등이 개발되었다. 따라서 그 외 품목에 대한 후속 연구가 수행될 필요가 있다. 향후 연차적으로 그 외 농산물에 대한 관련 기술의 개발과 현장 실험이 수행되도록 추진할 필요가 있다.

2. 예냉시설의 표준 모델과 매뉴얼화 내용은 공공적 차원에서 소책자화하여 보급할 필요가 있다. 따라서 이들 자료를 보급형 책자로 제작하여 관련 기관과 농업 현장에 보급할 수 있도록 추진하고 기술적 내용에 대해서는 워크샵과 세미나 등을 통해서 보급하도록 할 계획이다.

제 6 장 연구개발과정에서 수집한 해외과학기술정보

1. 예냉시설과 관련된 자료

문헌 검색과 국외 출장을 통해 미국, 일본, 스페인, 태국 등 여러나라의 예냉 시설에 대한 현장 설치 및 운영 자료를 수집하였다.

2. 예냉 및 수송 관련 기술

미국의 UC DAVIS를 비롯하여 일본 등 선진국의 예냉, 콜드체인 관련 기술을 현장 기술과 함께 문헌, 보고서 등을 통해 수집하였다. 매뉴얼화를 위한 기술 자료로서는 농산물의 수송과 저장 실용 매뉴얼(유통시스템연구센터, 일본), 청과물 예냉시설의 기초(전농시설 자재부, 일본), Tropical Products Transport Handbook(USDA) 등 자료를 참조하였다.

3. 선도 유지 관련 기술

미국의 UC DAVIS의 Postharvest Technology of Horticultural Crops(3rd ed), Products facts, 일본 유통시스템연구센터의 과실의 선도유지 매뉴얼, 일본 시설원예협회의 야채, 과실, 꽃의 고품질화 핸드북 등의 자료를 참고하였다

제 7 장 참고문헌

- 농산물의 전처리 시스템개발. 한식연 E1182-0317 (1992)
- 예냉시스템 및 관련기술의 개발. 한식연 E1291-0530 (1994)
- 恒溫恒濕の實際. 恒溫恒濕のための基本設計. 日本冷凍協會 P 6-20 (1987)
- 恒溫恒濕の實際. 恒溫恒濕の自動制御. 日本冷凍協會 p 21-30 (1987)
- 냉동공조기술.한국냉동공조기술협회. 『전기·기기설비의 제어기기』 p 159-184(1991)
- 냉장장고. 한국냉동공조기술협회. 『냉장고의 기획과 설계』 p 22-104 (1994)
- 冷凍空調便覽.日本冷凍協會. 『業務用冷蔵庫』 新版 第4版(應用編) p 496-505(1981)
- 冷凍空調便覽.日本冷凍協會. 『冷凍應用裝置, 冷凍機の 自動制御』 新版 第4版(基礎編) p 463-512 (1981)
- 牛田善和 冷凍機械工學 핸드ブック Heat-Pump p459-469 (1965)
- 宋岡博生 冷凍機械 핸드ブック 冷却塔の設計. p436-455 (1965)
- Bolin. HR and huxsoll. C.C : Effect of preparation procedures and storadge parameters on quality rerrntion of salt-cut lettuce, J. Fd. Sci. 56(1), 60(1991)
- Shankargouda p. Chikkasubbanna and Narayana J.V. : Effect of preharvest sprays of triacontanol on the stroage life of lettucee, J.Fd. Sci. Tech. 26(3), 156 (1989)
- Hirosi H, Masakichi K.and Shinichi S. : Biochemical studis on postharvest quality changes in vegetables, Rept. Natl. Food res. Inst. 36 (1980)
- Katsu I. and Shinbori F. : Effects of Outer-leaf trimming methods and delay in precooling on changes in quality of turnips, J. Japan. Soc. Hort.Sci.57(3), 544,(1988)

- Henry, F.E. : The effect of certain procooling and strpage conditions on the quality of bell peppers, Proc. Fla. State Hort. Soc. 93. 314 (1980)
- ER. B. Pantastico : Postharvest physiology, handling and utilization of tropical and subtropical fruits and vegetables, 145 (1975)
- Sommer, N. F. : Reduction of postharvest loss strawberry furuits from gray mold. J. Am. soc. Hortic. Sci. 285. 98 (1973)
- Mahamed, E. S. : Effect of cold storage on the quality of tigoa strawberry Alex. J. Agric. Res. 171, 3, 31 (1986)
- S. D. Holdsworth : The preservation of fruit and vegetable food profucts, 15(1983)
- TSUCHIYA, M., AOKI, E. AND KUWABARA, H. : Int. J. Mass Spectrometry and Ion Processes, 90, 55 (1989)
- LENARD, P., Ann. Phys., 47, 453 (1915)
- DUAN, H.-J., GAO, F., OGUCHI, K. and NAGATA,T.: *Arzneim.-Forsch ./Drug Res.*, 44(II) (1994)
- Hawkins LH and Barker T. Air ions and human performance : *Erogonomic* 21 : 273-278 (1978)
- Yates A, Grey FB, Misiaszek JI : Air ions : past problems and future directions. *Environment international* 12 : 99-108 (1986)
- Goldstein NI, Godstein RN and Merzlyak N : Negative air ions as a source of superoxide. *Int J. Biometeology* 36 : 118-122 (1992)
- Scheuch G, Gebhart J and Roth C : Uptake of electrical charges in the human respiratory tract during exposure to air loaded with negative ions. *J. Aerosol Science* 21 : 439-332 (1990)
- H. J. Duan, F Gao, K Oguchi and t. Nagata : Light and electron microscopic radioauto graphic study on the incorporation of 3H-thymidine into the lung by means of a new nebulizer. *Arzneimittel-Forschung* 44 : 880-883 (1994)
- Leppaluoto J : Human thermo regulation in sauna. *Annals of clinical*

- research 20 : 240-243 (1988)
- Vouri I : Sauna bather's circulation. Annals of clinical research 20 249-256(1988)
 - M. Tsuchiya and H. Kuwabara : Anal. Chem., 56, 14 (1984)
 - M. Tsuchiya and H. Kuwabara and K. Musha : Anal. Chem., 58, 695 (1986)
 - M. Tsuchiya : "Advances in Mass Spectrometry", Vol. 13, ed, by I. Cornides, Gy. Horvath and K. Vekey, John Wiley, 333 (1995)
 - D. I. Carrol, I. Dzidic, R. N. Stillwell, K. D. Haegele and E. C. Horning : Anal. Chem., 47, 2369 (1975)
 - M. Tsuchiya, Y. Li, J. Shirasaka, T. Kaneko : Chem. Letters, 232 (1996)
 - A. A. Kruithof and F. M. Penning : Physica, 4, 430 (1937)
 - D. A. Armstrong : Radiat. Phys. Chem., 20, 75 (1982)
 - 박세원 등(2003) : 채소류의 미국 선박수출 과정에서 신선도 유지를 위한 수확후 관리 기술 개발, 농림부(2003)
 - James F. Thomson, Patrick E. Brechy, Tom Hinsch, Adel A. Kader : Marine container transport of chilled perishable produce, University of California, Agriculture and Natural Resources, Publication 21595 (2000)
 - Adel A Kader et al : Postharvest technology of horticultural crops, UCDAVIS(2002)

부 록

1. 냉동기의 설치, 운전, 보수관리
2. 농산물 관련 이화학적 자료

부록 1. 냉동기의 설치, 운전, 보수관리

- I. 냉동기의 반입 및 설치
- II. 냉동기 사용시 주의사항
- III. 기밀시험, 진공작업, 냉매충진시 주의사항
- IV. 시운전시 주의사항
- V. 오염물질의 취급시 주의사항
- VI. 보수와 관리
- VII. 냉동기 운전중 발생하는 TRIP의 종류 및 해결방법

I. 반입 및 설치

1. 운반 · 반입

운반 · 반입 시에 추락, 충격, 파손 등을 방지하도록 다음 사항에 유의해야 한다.

- (1) 설치장소까지 반입 · 설치 후 외장 캐비닛을 조립한다.
- (2) 로 - 프를 사용하여 운반할 때에는 용기등의 보냉재가 훼손되지 않도록 유의한다.
- (3) 제품을 15℃ 이상 기울이지 않도록 유의한다.
- (4) 운반 · 반입시 모세관, 각종 계기등이 훼손되지 않도록 유의한다.

2. 설치장소

냉동기의 설치 장소는 다음 사항에 유의하여 선정하고 반드시 주위에 보수 여유를 마련해야 한다.

- (1) 태양, 기타 열원으로부터 직접 복사열을 받지 않는 곳(공냉식기계경우 제외)
- (2) 전원으로부터 배선이 용이한 곳
- (3) 수배관에 편리한 장소 (수냉식의 경우)
- (4) 기계의 점검 · 보수가 용이한 곳
- (5) 기초가 튼튼하여 진동 및 소음이 발생하지 않는 곳
- (6) 수냉식 냉동기는 옥내 설치형으로 반드시 바람, 비를 맞지 않는곳에 설치해

야 한다.

3. 전기 배선

(1) 일반적 전기배선상의 주의점.

가. 전원전압

전원전압이 현저히 높거나 낮은 경우 기계에 악영향을 미치게 된다.

또한 전원 용량이 부족한 경우는 냉동기 기동 시에 전압강하가 심하게 되어 기동 시에 위험하다.

압축기의 최저 시동전압은 정격전압의 85%이상 필요하며 운전 중에는 정격전압의 ≒10% 이내로 유지시켜야 한다.

또한 상간전압 불균형은 2% 이내이어야 하며 특별한 경우에도 최소한 3% 이내까지는 유지시켜야 한다.

나. 전기배선 특성 및 전기배선 용량

- 실제 설비공사시에 응축온도와 압력이 가 높은 경우 등에는 운전 전류가 증가하므로 주 전원용량인 주변압기의 용량을 120%의 여유를 두고 선정하여 설치하여야 한다.

또한 변압기의 단락용량을 고려하여 설치 전 전기공사에 참고할 것.

- 주전원 인입선의 길이가 길어질 경우, 선로의 전압강하에 의한 압축기의 기동 불량과 기동시 트립형상의 원인이 되므로 전원전압의 최저 기동전압 이상 유지시킬 수 있도록 전기배선의 굵기를 선정해 사용하여야 한다.
- 전압강하산출식

$$\text{단상2선식의 경우 } e = \frac{35.6 \times L \times I}{1000 \times A}$$

$$\text{3상 3선식의 경우 } e = \frac{30.8 \times L \times I}{1000 \times A}$$

I = 전류(A) A = 전선의 단면적(mm²)

e = 전압강하(V) L = 전선의 공장 (M)

4. 시운전 전 점검사항

4-1. 설치시의 점검

시운전에 앞서 우선 전술한 출하, 반입, 설치에 관한 주의를 점검하고 이상 유무를 확인한다.

1) 손상의 점검

기계의 외부 및 내부에 운송 또는 설치시의 손상이 없는가 점검한다.

2) 나사부의 점검

운송중의 진동으로 나사가 풀어진 곳이 없는가, 또 설치 작업중 나사 부의 체결을 잊은 곳이 없는가 점검한다. 특히 전기 배선의 나사 부는 유의하여 점검하여야 한다. 배선 접속 부의 체결이 풀려 있으면 접촉저항에 의한 열이 발생하여 기기의 손상을 초래한다. 또 배선 용량이 충분하지 않은 경우에도 열이 발생하든지 전압강하가 크게된다.

특히 접지가 되어 있는가를 반드시 확인한다.

3) CHILLER 형 또는 수냉식 UNIT의 경우 열교환기의 수배관의 점검

수축 열 교환기의 냉각수 수질 수압, 배관의 크기 및 누설의 유무를 점검한다. 우선 ,CHILLER UNIT 냉(각)수 출입구에 부착된 밸브를 열고 수축 열 교환기 및 냉(각)수 배관에 물을 넣고 냉(각)수 순환펌프를 운전하면서 배기 플러그 또는 AIR 배기 밸브에서 냉(각)수 배관내의 공기를 배기 시킨다.

냉(각)수 순환 펌프를 운전하고 누설, 이상소음, 이상 진동 유무를 확인한다. 냉(각)수 순환펌프의 설치 방법의 불량, 냉(각)수 배관이 길고, 고정이 확실 히 되어 있지 않은 경우에는 이상 소음과 이상 진동을 일으키므로 충분히 주의하여 배관하여야 한다.

4) 냉매 누설의 점검

운송중의 진동으로 배관 접속부(FLARE 부분)가 풀린 곳이 발생할 수 있으므로 냉매 누설부위가 없는가 점검한다.

5) 동력 전원 배선의 점검

현지 시공의 전원 배선은 R. S. T.상이 바르게 접속되어 있는가 점검한다.

역상으로 접속되면 압축기가 손상될 우려가 있으므로 주의한다.

4-2 시운전전 점검요령

1) 전원 상태를 확인한다. (전원 ≒10% 이내임을 확인)

- 2) 전반적인 결선상태를 회로도를 준비하여 확인 점검한다.(전원, 용량조절용 전자변, 보호장치기등부분 특히 용량 조절용 전자변의 결선을 점검한다.)
- 3) 수냉식의 경우 냉각수 펌프, 냉수 펌프의 INTERLOCK 관계를 확인한다.
단 외부와의 INTERLOCK에 관계없이 운전할 때에는 회로도면 상의 단자를 연결(COMMON) 시킨다.
- 4) 냉수, 냉각수용, WATER FLOW SWITCH를 회로도면에 의거 결선한다.
단, WATER FLOW SWITCH를 결선하지 않을 시에는 단자를 COMMON 시킨다.
- 5) 위의 3)과 4)항은 선택사양이며 일반적인 경우는 수요자 공급범위이므로 시 운전 시작전에 반드시 적용 여부를 확인하고 결선 할 것.
- 6) 온도조절기(용량제어용)용 THERMOSTER (온도 SENSOR)의 부착여부를 확인하고 PRESSURE SWITCH등 의 결선여부 및 설정치를 압력계에 의거 점검한다.
- 7) CYCLE별 ON, OFF SWITCH로 운전 전에 운전여부를 선택한다.

4-3. SEASON 초의 점검

시운전 앞서 표 2-1과 같이 각 항목을 점검한다.

표 2-1. 시운전 안전점검 항목

항목	점검사항	기준및 요령	비고
1. CABINET 외부 및 내부	① 먼지, 이물질등의 제거 청소를 했는가? ② 나사, 와셔 등의 풀린곳이 있는가? ③ 단열재, 흡음재, 명판 등은 떨어지지 않았는가?	* 드라이버, 스페너로 하나 하나 점검한다. * 눈으로 확인한다.	
DRAIN 판	① 배수구, 호스 등이 막히지 않았는가? ② 녹이 슬지 않았는가?	* 눈으로 확인한다.	녹이 발생할 경우는 보수 도장을 한다.
2. 냉매계통 CYCLE 전반	① 나사류의 풀림이 없는가? ② 가스누설 점검을 했는가?	* 드라이버, 스페너로 하나 하나 점검한다. * 비눗물(발표제) 또는 LEAK TESTER 로 확인한다.	FLANGE부, 나사부 FLARE 부를 중점으 로 실시한다.
압축기	① FLANGE 등으로부터 기름이 누설, 스며나오지 않았는가?	* 눈으로 확인한다.	
가용전	① 가용전이 이상하게 부풀어 올라오지 않았는가?	* 눈으로 확인한다.	
냉매액 SERVICE 밸브	① 응축기의 냉매액 SERVICE 밸 브는 전개되어 있는가?	* CAP를 떼어내고 스펀들을 회전 시켜 확인한다.	안전변이 붙지 않은 기종도 있다.
안전변용 SERVICE 밸브	① 안전변용 SERVICE 밸브가 전개되어 있는가?		
3. 전기 계통 휴즈 전기기기	① 적당한 용량의 것이 사용 되었는가? ① 설치부 및 배선 접속 부의 나가사 풀어진 곳은 없는가? ② 회로의 절연 저항은 좋은가?	* 눈으로 확인한다. * 드라이버로 하나 하나 점검한다. * 500V 메가로 3MΩ 이상 되는가 확인한다.	
압축기용 MOTOR	① 절연저항은 좋은가?	*드라이버로 하나하나 점검한다. * 500V 메가로 3MΩ 이상 되는가 확인한다.	
기기내 배선	① 배선의 어긋남, 풀어짐은 없는가? ② 절연 피복의 손상은 없는가?	* 기기의 고온부 ,판금의 EDGE, 수분 등에 닿지 않도록 주의 한다.	
전지 배선	① EARTH 선은 바르게 취부 되어 있는가? ② R. S. T. 상은 바르게 접속되어 있는가?	* 단선 되어 있지 않은가 TESTER 로 확인한다. * 역상 검지기로 확인한다.	
전 압	① 전압은 정상인가? ② 전압의 상간 UNBALANCE 는 어떤가?	* 정격전압 ≒10% 이내인가 확인한다. * UNBALANCE는 ≒2% 이내인가 확인한다.	
4. 수계통 수질관리 수 배관계	① 수질검사는 했는가? ① 물을 채우고 배기를 실시 했는가? ② 누설 개소는 없는가? ③ 밸브는 열려 있는가?	* 수질 관리 기준 참조 * 펌프에 물을 충만시키고 배기를 실시한다. * 전 계통을 확인한다.	
수온	① 수온은 연속 사용 한계 내에 있는가?	* 냉수 출구온도 : 5~15℃ * 냉각수 출구온도 : 22~37℃	

(주) * 단시간의 경우는 수온이 연속 사용 한계를 넘어도 지장은 없지만 저수조 등의 설비
내용에 의해 장시간 (30분 이상)동안 수온이 사용 한계를 넘는 경우는 CHILLER UNIT의 운
전에 지장을 초래하는 경우가 있다.

5. 운 전

5-1 냉동기 운전 방법

(1) 운전전 점검사항

- a) 전원이 투입되었는가. (백색표시등 점등)
- b) 유면계의 유면 이 적당한가.(반밀폐형)
- c) 냉매가스입구변 및 냉매액 출구변이 모두 열려 있는가.
- d) 냉수 · 냉각수 입출구 밸브가 열려 있는가. 또는 응축기 FAN 모타가 작동하는가.

(2) 운전

왕복동식 냉동기는 전자동으로 운전되므로 다음과 같은 간단한 조작에 의해 운전이 된다.

- a) "PUMP DOWN" AUTO로 선택함.
(인터록에 의하여 기계정지시 PUMP DOWN 후 정지한다.)
- b) "COMP운전" 으로 선택한다.
(전자변이 표시등이 들어오고 일정시간 경과 후 저압의 상승과 함께 냉동기가 운전된다.)
- c) 2c/s 이상의 경우 토글스위치로 압축기를 선택적으로 운전 할 수 있다.

(3) 정 지

- a) "COMP OFF" 로 한다. (압축기 정지)
- b) 장기간 정지시의 경우는 냉매를 응축기에 회수한다.
- c) 전원을 차단한다.
- d) 수냉식의 경우 또는 CHILLER UNIT의 경우 냉수, 냉각수를 드레인 한다.
- e) 냉수, 냉각수 입출구 밸브를 닫는다.

(4) 운전시 주의사항

- a) 냉동기 운전 전에는 반드시 전원을 투입하여 냉매와 오일이 혼합되어 발생하는 오일포-밍을 방지하여야 한다.
- b) 재기동은 냉동기 정지 후 최소한 5분 이상 경과하여야 한다.
- c) 온도조절기는 시운전시에 적절한 온도로 맞추어지므로 가급적 손을 대서는 안된다.
- d) 운전중 필요 없이 스위치를 조작하여서는 안된다.
- e) 과도한 전류가 흐르는 기기이므로 전기에 주의하여야 한다.

f) 주위를 청결히 유지할 것.

6. 냉매의 보급

냉동 사이클 내의 냉매 양이 부족하면, 냉각 능력을 충분히 발휘할 수 없고 압축기 흡입구의 가스 과열도가 크게 되어 압축기용 전동기 권선 온도도 상승한다. 냉매 양이 부족한 상태로 운전을 계속하면 저압압력 스위치가 작동하여 운전이 불가능하게 되므로 냉매를 보충하지 않으면 안된다.

냉매 보충 시에는 다음 방법으로 보충하고 보충전 반드시 냉매 누설 여부를 점검하여 냉매가 누설되지 않음을 확인해야 한다.

(1) 냉매 용기를 응축기 출구 밸브에 접속한다.

냉매 용기를 접속 후 접속 동관 내의 공기는 냉매 용기의 밸브를 조금 열어 추출시킨다.

(2) 응축기 액 출구 밸브를 완전히 닫는다.

(3) 냉매 용기 밸브를 열고 냉동기를 운전하며 냉매를 보충한다.

(4) 냉매 보충 완료 후 냉매 용기 밸브를 닫고 냉동기를 정지한다.

이 상태에서 응축기 액 출구 밸브를 완전히 열고 다시 냉동기를 운전하여 운전 압력이 적당한지를 확인한다.

(5) 냉매 보충 완료 후 응축기 액 출구를 완전히 개방한 상태에서 냉매용기의 밸브를 닫고 냉매 용기를 제거한다.

6-1. 냉매의 회수

보수 점검시 냉동 사이클 구성 부품을 분해하여야 할 경우에는 응축기로 냉매를 회수하여야 한다.

또한 응축기 본체 및 응축기 밸브, 가용전등의 교환, 수리 시에는 냉매의 회수가 불가능하므로 냉매를 외부로 방출하여야 한다.

냉매 회수는 다음 방법으로 하여야 한다.

(1) 응축기 액 출구 밸브를 완전히 닫는다.

(2) 고저압 압력 스위치의 저압 측이 작동하지 않도록 저압 측을 단락 시킨다.

(전원을 차단한 후 실시하여야 한다.)

(3) 냉동기를 계속운전한다.

(4) 저압측 압력이 0.5kg/cm² 정도 저하하면 냉동기를 정지한다.

(5) 몇 분 지난 후 저압측 압력이 1.5~2kg/cm² 까지 상승하면 다시 냉동기를 운전시킨다.

(3) (4)의 동작을 몇 번 되풀이 한다.

(6) (3) (4) 항을 수회 되풀이한 후 응축기 입구 밸브를 완전히 닫고 고 저압 압력스위치의저압측을 연결한다.

7. 사용상 주의사항

냉동기가 항상 안전하고 최적 상태에서 운전되도록 다음 사항에 유의 하여야 한다.

(1) 냉동기는 용도별 사용한계 내에서 사용하여야 한다.

(2) 냉동기는 적절한 기종을 선정하여야 한다.

냉동기를 팬 코일 유닛 또는 에어 핸들링 유닛과 함께 공조 설비용으로 사용하는 경우에는 팬 코일 유닛 또는 에어 핸들 유닛의 냉방 능력의 합, 실내 온도 조건, 냉수 온도 조건으로부터 적절한 기종을 선택해야 한다.

(3) 냉동기의 운전은 반드시 5분 이상 운전한 후 정지해야 한다.

기동 · 정지는 1시간에 6회 이내, 재기동 후 정지까지는 5분 이상 운전되어야 한다.

팬 코일 유닛 에어 핸들링 유닛 등의 운전사항을 고려하여 냉동기가 최소 용량으로 운전 될 때 재기동으로부터 정지까지 운전 시간이 최소 5분 이상이 되도록 다음 항목에 따라 운전하여야 한다.

a) 냉수 순환 계통의 보유 수량을 충분히 확보하여야 한다.

바이패스 배관에 의한 무부하 운전은 가능한 한 피해야 한다. 부득이 바이패스 배관이 필요한 경우에는 바이패스 배관 계통의 보유 수량을 충분히 확보해야 한다.

바이패스 배관을 사용하지 않는 경우, 즉 물-물 또는 물-약품 사이에 열 교환이 되는 화학 장치, 물-공기 상이에 열 교환이 되는 공조 설비에서 부하측의 열 교환기를 운전하지 않고 냉동기만 단독으로 운전하는 경우에도 보유 수량이 적어지므로 배관 중에 수조를 설치하여 보유수량을 충분히 확보하여야 한다.

공냉식의 경우 주변기계와의 최소 이격거리를 유지하여, 공기의 유량을 충분

히 확보하여야한다.

b) 열부하를 부여해야 한다.

보유수량이 충분할 경우에는 필요 없지만, 보유수량이 적을 때에는 보유수량의 부족분 만큼의 열부하를 냉동기에 부여하여 최소 5분 이상 운전되도록 해야 한다.

(4) 전원 용량, 배선 용량은 충분해야 한다.

냉동기 운전시 전입력, 운전전류는 사용조건에 따라 다르므로 전원용량, 배선용량을 결정할 때에는 충분히 주의해야 한다.

(5) 고압측 압력은 $12\text{kg}/\text{cm}^2$ 이상으로 유지하여야 한다.

냉동기가 겨울철 등 외기 온도가 낮은 조건에서 운전될 때 토출 압력은 가능한 한 높게 유지하여 $12\text{kg}/\text{cm}^2$ 이상으로 유지해야 한다.

(6) 수냉식의 경우 겨울철 냉동기를 사용할 때에는 냉수, 냉각수가 동결되지 않도록 주의 해야한다.

(7) 저온용 냉동기는 브라인을 사용하여야 한다.

브라인은 동결 온도에 대해 충분히 여유를 가진 농도로 사용해야 함 농도를 정기적으로 점검하여야 한다.

7-1. 냉동기의 동결 방지

(1) 동결 방지의 필요성

겨울철 및 외기 온도가 낮은 경우에는 냉동기 운전 · 정지시 펌프, 내부 또는 냉각수 배관 내의 물이 동결하여 기기와 배관을 파손한다. 동결을 방지하기 위하여 펌프 및 배관을 단열 시켜야 한다.

그래도 동결될 우려가 있을 경우에는 냉동기 정지 중에 펌프를 운전하던지 펌프 및 배관 내의 물을 완전히 추출하여야 한다. 펌프 및 내의 물을 추출하기 곤란한 경우에는 다음과 같은 방법으로 동결을 방지하여야 한다. ((2) (3) 항 참조)

(2) 냉각수 배관의 동결방지

배관을 단열하고 배관 및 냉각탑 수조내에 액체 가열용 히-타를 삽입하여 냉동기 정지 중에도 냉각수 순환 펌프를 운전하여야 한다.

(3) 냉수 배관의 동결 방지

a) 동결방지재를 사용한다.

냉동 공조용 동결 방지제로써 에틸렌 글리콜, 프로필렌 글리콜을 사용해야 한다.

에틸렌 글리콜은 가격이 저렴하므로 일반 공업용으로써 프로필렌 글리콜은 독성이 적으므로 식품 공업용으로 시판되고 있다.

b) 동결 방지제의 선정

동결 방지제로써 에틸렌 글리콜을 사용하는 경우 다음 사항을 참조하여 기기에 손상을 주지 않는 것을 선정하여 한다. (동결 방지제 제조사와 의논)

- ① 동결 방지 효과가 우수한 것.
- ② 금속을 부식하지 않는 것.
- ③ 구성 재료에 침투하지 않는 것.
- ④ 스케일이 발생하지 않는 것.
- ⑤ 펌프의 메카니컬 시일을 손상하지 않는 것.
- ⑥ 화재의 위험성이 없는 것.
- ⑦ 동결방지 효과가 장기간 지속되는 것.
- ⑧ 열교환 성능이 우수한 것.
- ⑨ 독성이 적은 것.

c) 동결 방지제 사용법 및 주의사항

- ① 수배관 계통 내의 물을 배출한 후 깨끗한 물로 충분히 씻어낸다.
- ② 동결 방지제를 희석하지 않은 상태로 주입한 후 깨끗한 물로 규정 농도까지 주입한다.
- ③ 동결 방지제의 농도를 크게 하면 점도 및 비중으로 인해 펌프능력이 저하되니 주의할 것.
- ④ 동결 방지제의 농도는 비중에 의해 측정하여 관리한다.
- ⑤ 누설되지 않도록 주의하며 누설된 경우 동결 방지제를 보충한다.
- ⑥ 동결 방지제는 방식력의 감소, 물의 오염을 고려 정기적(통상 2계절)으로 교환하여야 한다.
- ⑦ 에틸렌 글리콜계 동결 방지제는 급탕용, 식품용으로는 사용하지 않아야 한다.
- ⑧ 동결을 방지하기 위하여 반드시 겨울철 이전에 농도를 점검하여야 한다.

8. 보수 및 점검

8-1. 보수 정비 기준표

점검 항목	점검 빈도	규격 (처치)	비고	
1. 전체	1-1. 소음	수시	청감을 이상 감지	정면 정방 1m 정도의 위치에서 판단한다.
	1-2. 진동	수시	눈으로 이상 진동 감지	
	1-3. 전원 전압	수시	정지시 전압 운전시 전압 정격전압 ≍ 10% 정격전압 ≍ 10% 정격전압의 85% 이상	
2. 캐비닛	2-1. 오염	수시	형광등으로 닦는다.	
	2-2. 녹	수시	방청도료를 칠한다.	
	2-3. 필름	수시	나사를 많이 채운다.	
	2-4. 누수	월 1회	청소한다.	
	3-1. 소음	수시	시동, 운전 정지시에 청각으로 이상을 판단.	
3. 압축기	3-2. 유면	수시	유면계에 유면이 있도록 할 것.	
	3-3. 절연저항	년 1회	500V 메가에서 3MΩ 이상일 것.	
	3-4. 방진 고무의 노화	년 1회	감축으로 탄성이 있는 것을 확인 할 것.	
	3-5. 중간점검	1회/3000시간	소음, 진동, 누설 등에 특히 주의 할 것.	
	3-6. 번부품 교환	1회/6000시간	흡입변(판, 스프링), 토출변을 교환한다.	
	3-7. 분해점검	1회/12000시간	전문가에 의해 분해 점검한다.	
	4. 응축기	4-1. 가용전	년 1회	가용급속이 이상하게 부풀어 있지 않을 것.
4-2. 냉각수 수량, 수온, 수질		수시	기준내에 있을 것.	
4-3. 청소		월 1회	기준내에 있을 것.	청소 빈도는 수질 검사 결과 및 가동 시간에 따라 다름
4-4. 드레인			사용하지 않을 때 (겨울 등)는 응축기내 물을 배수할 것.	냉각수 배관내의 물도 배수한다.
5. 수냉각기	5-1. 냉수 유량, 온도, 브라인농도 수질	수시 월 1회 월 1회	기준내에 있을 것. 설정 농도 내에 있을 것. 기준내에 있을 것.	
	5-2. 청소	수시	저압압력이 기준내에 있을 것.	청소의 빈도는 수질 검사 결과 및 가동 시간에 따라 다르므로 주의 할 것.
	5-3. 드레인		사용하지 않을 때 (겨울철 등)는 수냉각기내의 물을 배수할 것.	냉수 배관내의 물도 배수한다.

점검항목		점검빈도	규격(처치)	비고
6. 팽창변	6-1. 작동	수시	조정나사의 개폐에 의해 저압측 입력 변동이 순조로울 것.	
7. 고압입력 개폐기	7-1. 작동	월1회	표준 사양서 참조.	작동할 때의 접점 기구에 주의할 것.
8. 안전변	8-1. 작동	년1회	표준 사양서 참조.	
9. 입력계	9-1. 지침	1회/6월	기준 입력계외 비교할 것.	
10. 유압보호 개폐기	10-1. 작동	월1회	3-3항 참조	
11. 냉동 싸이클	11-1. 냉매의 누설	월1회	각기기 및 배관 접속부를 누설 탐지기로 점검할 것. 응축기 및 수냉각기에서의 누설은 물의 출구에서 배출되는 공기를 점검한다.	누선탐지는 헤라이드 토치나 비누거품으로 한다.
	11-2. 불응축 가스혼입	월1회	냉매를 응축기에 회수하여 5분 이상 냉각수를 흘려 방치한 경우 냉매 압력은, 포화 압력+0.3kg/cm ² ≥ 게이지 입력 일 것.	
12. 밸브	12-1. 작동	월1회	개폐동작이 부드러울 것.	
13. 전기 기기	13-1. 절연저항	월1회	각기기 모두 500V 메가에서 1MΩ 이상일 것.	
	13-2. 전선의 접속	월1회	느슨한 피복이 벗겨지지 않을 것.	
	13-3. 전자 접촉기	월1회	접점이 ON-OFF를 수회 반복하여 소리나 불꽃이 발생하지 않을 것.	ON-OFF의 반복은 3분 이상의 간격을 가질 것.
	13-4. 조작 스위치	월1회	작동에 무리가 없을 것.	
	13-5. 보조 계전기	월1회	작동에 이상이 없을 것.	
	13-6. 보조 계전기	월1회	소정의 설정치에서 작동할 것.	
	13-7. 온도 조절기	월1회	조작반의 눈금을 적당한 위치에 맞추어 명판의 온도로 작동할 것. OFF-ON의 온도차 4℃	

8-2. 이상운전시 진단과 대책

현상	원인	대책
1. 압축기 전동기의 전동기 보호용 계전기의 작동	1.1. 전압의 이상상승이나 이상강하 또는 전압의 불평형. 1.2. 전자접촉기 불량에 의한 단상운전. 1.3. 전동기의 불량 1.4. 콘트롤박스내의 온도가 높다. 1.5. 운전전압이 높다. 1.6. 압축기의 단속운전. 1.7. 압축기 베어링 부의 급유부족	1.1. 냉동기로의 배선상황을 조사하여 조치한다. 1.2. 전자접촉기를 고치거나 교환한다. 1.3. 폐사에 연락해 주십시오. 전동기가 소손된 경우에는 냉동 사이클을 청소하여야 한다. 1.4. 온도상승의 원인을 찾아 조치한다. 1.5. 본표(2)항 및 (5)항 참조. 1.6. 자동제어 기기를 점검한다. 1.7. 유압을 조정하던가, 압축기를 교환한다.
2. 저압측 압력이 높다.	2.1. 고압측 압력이 높다. 2.2. 팽창변이 지나치게 열려있다. 2.3. 냉수의 온도가 높거나 수량이 많다. 2.4. 압축기의 흡입변 및 토출변의 누설	2.1. 본표(5)항 참조 2.2. 흡입가스의 과열도가 5~10deg로 되도록 팽창변의 개도를 조정한다. 2.3. 냉수량을 줄여 운전한다. 필요하면, 열부하의 상황을 검토하여 조치한다. 2.4. 폐사에 연락하여 주십시오.
3. 저압측 압력이 낮다.	3.1. 냉매액 출구밸브가 충분히 열려 있지 않다. 3.2. 냉매배관이 막혀있다. 3.3. 팽창변이 막혀있다. 3.4. 냉매량이 부족하다. 3.5. 냉동사이클내의 윤활유가 많다. 3.6. 냉수(브라인)의 유량이 적거나 온도가 낮다. 3.7. 수냉각기에 스케일 부착되어 있다 3.8. 팽창변의 개도가 작다. 3.9. 고압측 압력이 낮다. 3.10. 스트레이너가 막혀있다.	3.1. 밸브를 연다. 3.2. 배관을 조사하여 장애물을 제거한다. 3.3. 팽창변을 온수로 데워 냉매가 통과 하면 수분에 의한 막힘이므로 드라이 어를 부착하여 수분을 제거한다. 3.4. 가스누설을 점검하여 조치한다. 3.5. 윤활유를 추출한다. 3.6. 유량을 증가시키거나 온도를 조사한다. 3.7. 수냉각기를 청소한다. 3.8. 흡입가스의 과열도가 5~10deg로 되도록 팽창변의 개도를 조정한다. 3.9. 본표(6)항을 참조. 3.10. 청소한다.
4. 압축기가 과열된다.	4.1. 압축기 베어링부의 급유부족. 4.2. 압축기 윤활유 분사가 불량하다. 4.3. 압축기 불베어링이 불량하다. 4.4. 고압압력이 높다. 4.5. 흡입가스 온도가 높다. 4.6. 전동기의 과열	4.1. 유압이 낮을 때는 본표(7)항을 참조한다. 4.2. 폐사로 연락하여 주십시오. 4.3. 폐사로 연락하여 주십시오. 4.4. 본표(5)항을 참조한다. 4.5. 저압측압력, 팽창변개도를 조사하여 조치한다. 4.6. 본표(1)항을 참조한다.
5. 고압측 압력이 높다.	5.1. 응축기내의 공기 또는 불응축 가스가 흡입되어 있다. 5.2. 응축기용 냉각수의 온도가 높거나 수량이 작다. 5.3. 응축기의 냉각 관에 스케일이 부착되어 있다. 5.4. 냉매량이 많다. 5.5. 응축기 냉매가스 흡입밸브가 열려 있지 않다.	5.1. 공기 또는 불응축가스를 방출한다. 5.2. 냉각수량을 증가시킨다. 쿨링타워의 능력을 조사하여 조치한다. 5.3. 스케일을 제거한다. 5.4. 냉매를 추출한다. 5.5. 밸브를 연다.

현 상	원 인	대 책
6. 고압측 압력이 낮다	6.1. 응축기의 냉각수량이 많거나 수온이 낮다. 6.2. 냉매량이 부족하다. 6.3. 압축기 흡입밸브 및 토출 밸브의 누설	6.1. 수량을 줄인다. 수온을 제어한다. 6.2. 가스누설을 조사하여 조치한다. 6.3. 폐사로 연락하여 주십시오.
7. 윤활유 상태의 부적합	7.1. 냉매가 액상태로 크랭크 케이스에 들어있다. 7.2. 윤활유의 부족. 7.3. 유압조정변의 개도 불량. 7.4. 베어링의 마모 7.5. 오일스트레이너의 막힘. 7.6. 오일펌프의 불량	7.1. a) 전원이 투입되지 않은 경우에는 전원을 투입한다. b) 팽창변 개도를 조정한다. 본표(2)항 참조. c) 시동시에 유면내측에서 오일포밍이 일어나며 압축기 정지시에 오일 히터가 동작하지 않으면 오일히터가 단선이므로 오일히터를 교환한다. 7.2. 윤활유를 보충한다. 7.3. 유압조정변을 조정한다. 7.4. 간격을 조사하여 조절한다. 7.5. 오일스트레이너를 청소한다. 7.6. 오일펌프를 교환한다.
8. 각부위에서 이상을 발생	8.1. 설치 및 조립불량. 8.2. 오일햄머 8.3. 각부의 마모 및 파손 8.4. 전자변에서의 잔자음 발생.	8.1. 방진고무등의 설치를 확인하고 각부 볼트등의 풀림을 조사하여 조치한다. 8.2. 흡입가스의 온도, 윤활유의 양 및 압을 조사하여 조치한다. 8.3. 밸브,베어링,피스톤 링등을 점검한다 8.4. 전자변을 교환한다.
9. 용량제어 기구가 동작하지 않는다.	9.1. 온도조절기의 고장. 9.2. 전자변의 단선. 9.3. 유압이 낮다. 9.4. 모세관이 막힘. 9.5. 언로더 바의 마모.	9.1. 온도조절기를 교환한다. 9.2. 전자변을 교환한다. 9.3. 본표(7)를 참조. 9.4. 모세관을 청소한다. 9.5. 언로더 바를 교환한다.
10. 안전변의 작동	10.1. 고저압 압력 개폐기가 동작하지 않는다. 10.2. 안전변의 작동압력이 낮다.	10.1. 고저압 압력개폐기를 교환한다. 10.2. 안전변을 교환한다.
11. 케비넷에서 이상을 발생	11.1. 볼트 체결 불량.	11.1. 각부 체결볼트의 풀림을 조사하여 조치한다.
12. 정전		12.1. 전원의 회복을 기다린다.
13. 제어회로용 차단기의 동작	13.1. 배선간의 단락. 13.2. 제어회로에서의 어스. 13.3. 압축기용 교류접촉기 코일의 고장 13.4. 보조계전기 코일의 고장. 13.5. 한시계전기 코일의 고장 13.6. 전자변 코일의 고장.	13.1. 폐사로 연락하여주십시오. 13.2. 폐사로 연락하여주십시오. 13.3. 코일의 저항치를 조사한다. 13.4. 코일의 저항치를 조사한다. 13.5. 코일의 저항치를 조사한다. 13.6. 코일의 저항치를 조사한다.
14. 압축기가 운전 되지 않는다.	14.1. 배선간의 단락. 14.2. 배선의 어스. 14.3. 압축기용 전동기 고장.	14.1. 폐사로 연락하여 주십시오. 14.2. 폐사로 연락하여 주십시오. 14.3. 압축기용 전동기의 절연저항, 배선간 저항을 조사하여 이상이 있으면 교환한다. 전동기가 소손된 경우는 반드시 냉동사이클을 청소한다.

8-3. 압축기의 일상점검, 정기점검 기준표

구 분	시간 또는 주기		실 시 항 목	비 고
	시 간	주 기		
일상점검		매일	운전상황(압력,온도,전압,전류치, 특기사항등)의 기록	
정기점검		시운전후 1개월 또는 3개월	윤활유의 점검 및 오염상태에 따라 교환	
	3000시간	6개월	압력계의 점검	전산가가 0.06 μ g KOH/g 이상이거나 오탁도 10PPM 이상이면 교환
	6000시간	1년	안전장치, 보호장치의 작동시험	
	12000시간	3년	UNLODE PISTON RING 점검	
	28000시간	6년	압축기 분해점검(OVERHAUL) 및 부품점검	전문가에 의해 행해져야 한다.
비고	어느쪽이나 짧은쪽을 기준		용도, 사용조건에 대응하여 개별적인 작업항목을 추가할 필요가 있다.	전문가에 의해 행해져야 한다.

주) 베어링의 수명은 윤활유의 오탁도(100ppm기준)에 의해 상가치의 1~1/3배의 범위로 단축되는 경우가 있으므로 윤활유 점검기준은 단단기의 경우 1~2년에 1회 정도 2단기의 경우 3~6개월에 1회 정도로 교체하는 것이 바람직하다.

II. 냉동기 사용시 주의사항

■ 진공방치는 충분히 행하십시오.

냉동 CYCLE내에 수분이나 공기가 잔류하게 되면 다음과 같은 피해를 일으킵니다.

- 1 압축기 메탈의 소손을 일으키기 쉽습니다.
- 2 팽창밸브의 동결, 윤활유의 열화, 냉매의 분해가 발생하여 운전시 TROUBLE이 많아집니다.
- 3 응축온도가 높게되고 윤활유의 열화, 분해를 일으켜 슬러지발생의 원인이 됩니다.

따라서 진공작업은 대단히 중요하므로 압축기에 의한 자력진공등은 절대 삼가하고 고효율의 진공펌프를 이용하여 고진공 상태(600mmHg이하)로 최저 1~3시간의 진공 방치가 필요합니다.

■ 불순물의 혼입을 최소화 시켜 주십시오.

압축기 내부의 불순물은 주로 배관 공사시 절단이나 용접작업에 의해 발생됩니다.

또, FILTE DRIER등에서도 발생합니다.

이러한 것을 조기에 제거하지 않으면 다음과 같은 사고로 이어집니다.

1. 습동부의 이상마모로 메탈이 타서 늘어붙습니다.
2. 고, 저압 밸브의 가스 누설, 또는 밸브 파손의 원인이 됩니다.

따라서 배관 작업시에는 배관내에 먼지등이 들어가지 않도록 하고, 용접작업은 반드시 CO₂, N₂ 등의 가스를 흘리면서 작업을 하십시오. 또 배관용 소재의 보관에 대해서도 항상 배관에 먼지등이 들어가지 않도록 주의 하십시오. 불순물을 포함한 상태에서 운전하면 윤활유가 오염될수 있기 때문에 유면계를 관찰하여 불순물의 혼입정도를 확인하십시오. 시운전 후에는 가능한한 빨리 교환을 하며, 정기적으로 윤활유를 점검하여 윤활유를 교환하도록 하십시오.

■ 과열운전을 피해주십시오.

과열도가 큰 운전은 토출가스 온도가 상승하여 압축기 자체의 온도도 상승하게 됩니다.

압축기에는 윤활유가 혼입되어 있기 때문에 운전중의 압축기는 일정한 온도 범위내에서 사용하지 않으면 축수(軸受)의 이상마모, 밸브의 OIL탄화등의 고장을 일으키는 원인이 됩니다. 따라서 특히 다음 항목에 대한 관리에 주의해 주십시오.

1. MOTOR의 온도

MOTOR의 권선재, 절연물은 E종의 절연계급 재료를 사용하므로 120℃이상에서 사용할 수 없습니다.

2. 토출가스 온도

냉매가 최고 높은 온도가 되는 곳은 실린더의 토출밸브 위치입니다. 토출밸브부의 온도를 직접 측정하는 것은 불가능하므로 고압측 서비스 밸브 출구의 동관부에서 측정하여 측정 온도에 20~30℃정도 가산된 값이 되며, 사용온도 한계

를 넘지 않도록 하십시오.

3. 윤활유(냉동유)의 온도에 대하여

압축기에는 냉동유가 봉입되어 있습니다.

이 냉동유는 기타의 OIL과 달라 냉매가 혼입되거나 또 어느정도 유온(油溫)이 상승하여도 유막을 유지, 가능한한 점도를 유지하고 있습니다만 필요한 점도유지를 위해서는 한계가 있습니다. 온도상승의 한계는 약70℃이고 압축기의 CRANKCASE 하단부에서 측정하여 60℃이하를 기준으로 하십시오.

■ 냉매 충전량은 적당량을 충전하십시오.

냉매는 과충진하거나 적게 충전하거나 냉동 CYCLE전체는 정상으로 작동하지 않습니다.

일반적으로 냉매 충전은 시운전, PULL DOWN시에 할수 없기 때문에 비교적 증발온도가 높은 운전 상태에서 사이트 글라스의 기포 유무로 적정량을 판정합니다. 고내(庫內)가 설정 온도까지 떨어지고 응축, 증발온도가 설정치까지 떨어졌을때 사이트 글라스로 재차 냉매량을 확인하여 주십시오. 냉매가스 부족시는 냉각효과 불량은 물론 냉매배관중에 OIL흐름이 나빠져 압축기가 타서 늘어 붙을 가능성이 있으므로 주의하십시오.

■ 냉동기 능력과 냉각부하의 바란스를 적절히 선정하십시오.

냉각능력에 여유를 너무 주면 압축기가 경부하가 되어 과열운전이나 쇼트 사이클 운전의 원인이 됩니다. 또 2대이상의 냉각장치(UNIT COOLER)를 한대의 CONDENSING UNIT로 냉각하는 경우 가능한한 동일 증발온도 영역의 것을 연결하여 사용하십시오.

■ 액압축을 방지

압축기의 흡입밸브 및 토출밸브의 파손은 거의가 액압축, 유압축에 의한 것입니다.

압축기내에 대량의 냉매액이나 윤활유가 혼입되면 극히 단시간내에 밸브가 깨지거나 CONNECTING ROAD, PISTON등이 파손됩니다. 또, 냉매액은 세정작용이 있기

때문에 PISTON이나 크랭크 실린더 습동부의 윤활유를 제거시켜 이상마모 현상을 일으키는 경우도 있습니다.

다음은 액압축을 방지하기 위한 예입니다.

1. 제어기기의 선정 특히, 팽창밸브의 용량, 취부방법, 조정의 방법에 주의하십시오.
2. 펌프다운 사이클로 제어되도록 하십시오.
고내 온도조절기 및 제상개시시에는 필히 펌프다운후 압축기를 정지시켜 주십시오.
3. 배관공사상에서 액압축의 염려가 없도록 하십시오.
액관용 전자밸브를 가능한한 증발기 가까이에 설치토록 하십시오.
4. 크랭크 케이스 히타(CRANKCASE HEATER)를 설치 냉동기를 장시간 정지시키면 압축기 내부에 냉매액이 잔류하여 시동시에 흡입압력이 급격히 변화하여 포밍현상을 일으켜 액압축 유압축을 일으키게 됩니다. 이러한 현상을 막기 위해서 크랭크케이스 히타는 필히 정지시에 통전되도록 하십시오.
5. 보호스위치 작동시는 액관 전자밸브가 단락되는 회로로 구성시켜 주십시오.

■ 냉동사이클중의 냉동유에 대하여

냉동유는 압축기의 축수, 기타 습동부분의 윤활을 위해서 빼놓을수 없는 것이다.

이 중요한 OIL은 적은 량이지만 냉동 사이클내를 항상 냉매와 함께 순환하기 때문에 사이클내 OIL의 흐름을 저해시키는 원인이 있으면 압축기 크랭크 케이스내의 냉동유 유량이 없어져 축수습동 부의 OIL부족을 일으키기도 하고, 또 증발기 내에 윤활유가 잔류하여 냉각능력을 저하시킵니다. 게다가 잔류해있던 OIL이 한번에 유입되어 압축기로 들어가면 액압축의 원인이 됩니다.

이와같은 사고를 미연에 막기 위해서 다음의 사항을 특히 주의해야만 합니다.

1. 반드시 지정된 OIL을 사용해야 합니다.
2. 냉매배관 사이즈와 가스유속을 고려해야 합니다. 흡입관의 최저가스 유속은 수평관에서 약 3.5m/s, 입상관에서는 약 6m/s이상의 유속이 되도록 배관 사

이즈를 결정해 주십시오.

※SUNISO OIL의 특성

항 목	SUNISO-3GS	SUNISO-4GS	SUNISO-5GS	비 고
비중 15/4℃	0.9114	0.9179	0.928	
색 상	1(-)	1 1/2(-)	1 1/2(-)	
반 응	중성	중성	중성	
유 동 점	-45℃	-45.6℃	-40℃이하	
	-51.1℃이하	-45.6℃이하	-112.2℃	
점도 @37.8℃ cst	33.82	62.5		

3. 배관공사

흡입배관의 하향구배나 증발기 출구의 오일 트랩등에서도 주의를 하십시오.

4. 정기적으로 OIL을 점검하고 교환을 실시해 주십시오.

Ⅲ. 기밀시험, 진공작업, 냉매충진시 주의사항

■ 기밀시험

냉매 사이클이 완성되면 배관에 단열작업을 하기전에 『고압가스 관련 법규』에 준하여 장치전에 기밀시험을 하십시오. 기밀시험 압력은 설계압력 또는 허용압력중 낮은 압력 이상의 압력으로 해야합니다. 당사 냉동기의 설계압력은 다음과 같습니다.

(단위:kg/cm²)

구 분	공냉식 실외 UNIT		수냉식 실외 UNIT	
	고압측	저압측	고압측	저압측
설계압력	22	14	21	14
내압시험압력	33	21	30	21

■ 진공작업

장치내의 진공작업은 반드시 진공펌프를 사용하십시오.
진공작업은 각 조절밸브의 서비스 PORT를 사용하십시오.

■ 냉매충진

냉매 충진은 다음의 순서로 하십시오.

- ㉠ 진공작업이 완료되었으면 추진시킬 냉매병의 중량을 측정합니다.
- ㉡ 먼저, 냉매를 액상태로 수액기 출구의 조작밸브 서비스포트를 이용하여 충전합니다.
- ㉢ 액상태로 더 이상 충전되지 않으면 냉매를 가스상태로, 압축기 흡입측의 조작밸브 서비스포트를 이용하여 충전시킵니다. 이 때, 절대로 액상태로는 충전시키지 말아주십시오. 압축기 액백현상을 일으켜 압축기가 손상될 수 있습니다.
- ㉣ 냉매병의 중량을 측정하여 충전량을 확인, 기록하여 다음 충전시에 활용하십시오.

냉매 충전량이 너무 적거나 가스 누설에 의해 냉매가스가 부족하면 저압 압력이 저하하여 냉동유 회수에 문제가 됩니다. 또 과열운전이 발생할수도 있습니다. 최소필요 냉매량은 고내 온도를 소정의 온도로 내리고, 응축온도를 가능한한 내린상태(정상상태)에서 액관 사이트글라스로 부터 플래쉬 가스(기포)가 없어지는 냉매량입니다. 실제의 냉매 충전에서는 운전시의 과도(過渡)현상등을 고려하여 5~10%정도의 냉매를 추가충진할 필요가 있습니다.

$$\text{적정 냉매 충전량} = \text{최소필요 냉매량} \times (1.05 \sim 1.1)$$

IV. 시운전시 주의사항

■ 시운전 전의 점검

설치공사가 완료되면 다음의 각 사항을 점검하여 주십시오.

1. 전기공사

- ㉠ 전기기기 각부의 절연저항은 1MΩ이상인지를 확인하십시오.
- ㉡ 냉동기, 냉각수 펌프, 냉각탑FAN, 냉각기FAN, 제상수 펌프등이 접지되어 있는지 확인하십시오.
- ㉢ 오배선이나 전기배선 각부의 조임상태가 느슨하지 않은지 확인하십시오. 조임상태가 느슨하면 접촉저항으로 발열을 일으키거나 운전중에 진동으로 나사가 풀려 사고의 원인이 됩니다.
- ㉣ 전원전압 ㉚0% 범위내에 있는지, 극단적인 언바란스는 없는지를 확인하십시오.
- ㉤ 전원이나 배선의 용량은 충분하지를 확인해 주십시오.

2 냉매배관 및 압축기

- ㉠ 냉매 계통의 가스 누설은 없는지를 확인해 주십시오. 특히 배관 각부의 연결부를 점검합니다.
- ㉡ 압축기의 유면계로 유면의 높이가 유면계 중앙보다 내려가 있는지를 확인해 주십시오.
- ㉢ 크랭크 케이스 히타는 통전되어 있는지를 확인해 주십시오.

■ 시운전

1. 압축기 흡입측 서비스 밸브, 수액기 액출구 서비스 밸브를 제외한 나머지 조작밸브, 즉 압축기 토출측 서비스 밸브, 수액기 입구 서비스 밸브를 전부 열어 주십시오.
2. 다음에 압축기 흡입측 서비스 밸브를 조금 열고, 마지막으로 수액기 액출구 서비스 밸브를 전부 열어 주십시오.
3. 펌프다운 스위치가 ON상태에서 전동기 ON/OFF 스위치를 넣어 압축기를 기동시킵니다.
이 때, 각부의 이상음이 발생하는지를 확인합니다.
4. 그리고 흡입측 서비스 밸브를 전부 열어 놓습니다.
5. 냉동기에 부착되어 있는 고압, 저압, 유압, 중간압등 압력계를 관찰하며 풀

다운 운전을 합니다.

<풀다운 : 고내온도를 소정의 온도까지 떨어뜨려 냉동기가 자동으로 OFF되는 상태>

6. 운전중에는 전압과 전류에 주의해 주십시오. 전압은 정격전압 ㉚0%이내에 있을 것.
7. 크랭크실 유면을 자주 체크하여 냉동유가 부족하면 보충하십시오. 냉동유는 반드시 용도에 적합한 한종류의 냉동유를 사용해야 합니다. 배관중에 이물질 등을 크랭크실로 모여 냉동유의 색상이 탁해졌다고 판단되면 새로운 깨끗한 냉동유로 교환하고 필요에 따라서는 크랭크실도 청소하여 주십시오.

■ 취급상의 주의

1. 고저압 압력개폐기의 설정

냉동기에 취부되어 있는 고저압 압력개폐기의 설정치를 냉매의 종류나 용도에 맞추어 재조정을해 주십시오.

예 제 > 용도 : 증발기 증온용

고내온도 : -10℃ ~ +5℃

저압측 : ON 3.0

DIFF 2.3

OFF 0.7

고압측 : 25

2. 장시간 운전을 정지하는 경우

- ㉠ 펌프다운을 시켜서 냉매를 수액기로 모읍니다. 그러나 저압측이 대기압보다 조금 높은 곳에서 정지시켜 주십시오.
- ㉡ 압축기 정지후 토출 서비스밸브의 조작밸브를 모두 닫아 주십시오. 밸브를 조작후에는 필히 밸브 캡을 닫아 누설이 없도록 하십시오.
- ㉢ 기타 보조기기가 있을때는 모두 정지시키십시오. 또한 겨울철 정지시는 동파

될수 있는 요소도 모두 제거토록 하십시오.

- ㉔ 주전원 스위치(SW1)를 차단하십시오.
- ㉕ 크랭크케이스 히타도 장기간 정지시는 전원을 차단시켜 두고, 운전개시 2~3 시간정도전에 전원을 ON 시키십시오,
- ㉖ 운전을 개시할때는 상기사항을 운전상태로 전환시키는 것을 잊지 마십시오.

3. 냉동유의 추가 충전

시운전 전에는 배관중에 냉동유가 붙어있지 않기 때문에 운전을 개시하면 압축기의 냉동유가 이동하여 배관의 내면에 부착됩니다. 배관이 긴경우, 증발기가 큰경우, 루프나 잔류부가 있는 경우에는 압축기내의 냉동유가 부족하게 됩니다. 시운전시에는 냉동유 점검 투시창으로부터 냉동유를 확인하여 부족시는 추가 보충을 하십시오. 적정한 유면의 높이는 제상 직전에 유면계의 하부로부터 5mm 이상의 위치입니다. 제상 직전이 압축기내의 유회유가 가장 적은 시기입니다.

※ 냉동유의 추가 보충방법

- ㉑ 압축기를 펌프다운 정지시키고 압축기와 고압, 저압측의 서비스 밸브를 닫습니다.
- ㉒ 압축기측 냉동유 보급용 서비스밸브와 1/4"동관 배관을 합니다.
- ㉓ 동배관내에 압축기내의 압력을 이용하여 공기를 제거시킨후 냉동유 통에 오일충진 호스를 넣습니다.
- ㉔ 고압또는 저압측의 서비스밸브 포트를 이용하여 진공펌프를 연결, 압축기내를 진공시킵니다.
- ㉕ 냉동유 보급용 밸브를 열며 냉동유를 추가 충전합니다.
- ㉖ 적정량을 충전후 냉동유 보급용 밸브를 닫습니다.
- ㉗ 오일 충전 호스를 제거하고 고압, 저압측 서비스밸브를 열고 운전을 개시합니다.

V. 오염물질의 취급시 주의사항

■ 오일, 냉매, 필터 및 각종 계기류 취급시 다음사항을 지켜 주시기 바랍니다.

1. 오일

- ㉠ 누출시 오일과 반응하지 않는 흡착제를 이용하여 누출된 오일을 흡수시켜 수거한 다음 폐기물 용기에 담고 물과 세제를 이용하여 오염된 지역을 청소합니다.
지하수나 하천의 수질이 오염되지 않도록 주의합니다.
- ㉡ 보관시 열과 불꽃이 없는 장소에 보관하고, 취급이 용이한 최저 온도 유지와 수분 및 이 물질의 오염을 피합니다.
- ㉢ 취급시 눈과 피부 접촉을 피하고 장시간 피부와 접촉하지 않도록 하며, 취급 후에는 깨끗이 씻도록 합니다.
- ㉣ 인화점(164℃) 이상에서 화재 발생이 있을 수 있으며, 발화시 일산화 탄소와 질식성 가스가 발생합니다.
- ㉤ 노출기준(5mg/m³ : ACGIH 8시간 TWA)초과시 승인된 산소 마스크를 사용해야 하며, 노출 기준 농도 이하로 유지 되도록 환기를 시켜야 합니다.
- ㉥ 폐기시 유의 사항 : 오일 유출시 환경오염이 발생하기 때문에 폐유 보관 용기에 넣어관계법령(산업 안전 보건 법 제41조, 노동부 고시 제 1996-12호)에 따라 처리해야합니다. 폐기물처리 허가 전문업체에 위탁 처리하시기 바랍니다.

2. 냉매

- ㉦ 누출시 환기가 되도록 하고 환경 보호를 위해 하수구에 유입되지 않도록 하고 흡착제를 이용하여 제거 후 폐기물 용기에 담아 처리합니다.
- ㉧ 보관시 건조하고 35℃ 이하의 장소에 환기가 잘되는 장소에 본래의 용기에 넣어 보관하도록 합니다.
보관장소 2m 이내에는 화기 또는 인화성 혹은 발화성 물질을 놓지 않도록 합니다.
- ㉨ 취급시 반복되고 장기적인 노출은 피부 자극과 피부염을 유발할 수 있으므로 환기 상태가 적절히 유지되도록 하고 안전 보안경과 고무장갑을 착용합니다.
흡연은 피하고 피부, 눈, 의복에 접촉되지 않도록 합니다.

허용 노출한계 : 30ml/m³(8~12시간)

- ㉔ 폐기시 유의 사항 : 폐기물 관리 법상 규제 대상이 되지 않으나 오존층 파괴 지수(ODP) 0.05로 환경 보호를 위해 HC, HCl 제거를 위해 가스 세정기를 사용하여 소각하거나 재활용 처리후 사용하도록 하고 재활용이 적합하지 않으면 규정에 따라 폐기합니다.

3. 오일 필터, 냉매 필터, 기타 각종 계기류 등 폐기물 처리시 환경 보호를 위해 폐기물 용기에 담아 분리 처리 하시기 바랍니다.

VI. 보수와 관리

■ 운전관리

정상운전시에도 일상의 운전관리가 필요합니다. 정상적인 운전상태를 파악시에는 다음의 점검항목과 표준상태에 따라서 확인하십시오.

점검항목		표준상태
압축기관계	토출과스관	· R-22의 경우는 150℃ 이하
	흡입 가스관	· 비정상적인 과열이나 상의 부착이 없을 것
	크랭크케이스하부	· 30~60℃의 범위내에 있을 것
	고압게이지	· 10~20kg/cm ²
	저압게이지	· -0.2~6kg/cm ²
	유압게이지	· 저압 + (1.5~3kg/cm ²)
전기관계	전원	· 정규전압 220V±0%, 380V±0%이며 전압불평형을 2%이하일것
	운전전류	· 증발온도, 응축온도에 따른 압축기 능력곡선의 전류치의 10±0%범위내 일것
	절연저항	전동기 리드선과 어스간, 인터널써모와 어스간, 전동기 리드선과 인터널 써모 간의 절연저항은 660V메가에서 5~10MΩ인것을 확인할 것
기계	크랭크케이스히타	· 운전중에 크랭크케이스히타 취부부에 손을 대서 압축기 저온부보다 온도가 낮을 것 · 높으면 오배선임. 정지중에는 손을 대서 가열상태인 것을 확인 할 것
	고저압압력개폐기	· 셋팅압력에서 ON/OFF가 되는 것을 확인
기	유압개폐기	· 적정유압이 형성되지 않았을때 90-120초사이에 OFF되는 것을 확인 할것 (셋팅 압력에서 작동여부 확인할것)
	사이트 글라스	· 기포가 발생하지 않고 냉매액만이 흐르는 상태일 것 · 수분지시계의 색상은 수분이 없는 상태의 색깔을 나타낼 것

타	응축기	· 액 출구의 온도는 응축압력에 상당하는 포화온도보다 과냉각도5℃정도 일것 · 공냉식의 FIN상태는 깨끗하게 유지할 것 · 오염상태가 심각한 경우에는 세척제를 이용하여 청결상태를 유지할 것
	팽창밸브	· 팽창밸브는 냉매종류및 사용범위에 맞는것일것 · 기종별 용량은 CATALOGUE를 참조할 것
	증발기	· 비정상적인 착상이 없으며, 착상의 분포가 균일할 것 · 제상등의 불량으로 제상후에도 얼음등이 남아있지 않을 것 · 송풍기등의 날개끝에 착상이 없을 것
	이상진동	· 각부에 비정상의 소음이나 진동이 없을 것
	냉동기 주위온도	· 기계실이 있는 경우는 35℃ 이하이어야 하며 실외에 설치되어 있는 경우에는 직사광선을 가능한한 피하며, 폭설, 폭우가 예상되는 지역인 경우에는 실외기 상부에 보호용 가이드를 설비할 것

■ 정기점검

1. 냉동유의 열화, 오염은 압축기의 수명에 큰 영향을 주므로 오염되지 않도록 상태를 확인 교환하여 주십시오. 냉동유는 용도에 적절한 종류를 선택하여 사용하시고 교환 주기는 다음과 같습니다.

시운전후	시운전 개시후 추가보충
1회째	시운전 개시후 1개월
2회째	시운전 개시후 1년

2회째 이후부터는 냉동유가 변색되었을때 교환토록 하십시오. 또 특히 냉동유의 오염이나 변색이 심할때는 FILTER DRIER도 교환하십시오.

2. 공냉식 응축기의 FIN은 정기적으로 청소하여 청결한 상태로 사용하십시오.
3. 설치조건에 따라 적절한 운전조정을 하십시오.

적절한 조정을 하는 경우 각부의 온도조건은 다음을 기준으로 하십시오.

※ UNIT COOLER를 사용하는 경우(참조용) : 설계조건에 따라 운전조건은 달라 집니다. (단위:℃)

항목	3~15℃	3~-10℃	^-10~35℃
----	-------	--------	----------

용도						
사용냉매						
고내온도	15	5	0	-5	-20	-30
증발온도	4	-5	-10	-15	-30	-37
응축온도	45	45	47	47	41	41
흡입가스관	10~20	0~10	0~10	-5~5	-10~0	-20~-5
모터부	30~40	20~30	30~40	30~40	20~30	10~20
압축기하부	40~50	40~50	40~50	40~50	40~60	50~70
토출가스관	80~100	80~100	100~200	100~200	100~125	120~125

Ⅶ. 냉동기 운전중 발생하는 TRIP의 종류 및 해결방법

냉동장치를 운전하다 보면 여러가지 유형의 TRIP이 발생합니다.

이러한 TRIP은 냉동기의 파손을 미연에 방지하기 위한 보호장치이며, 대부분의 경우 간단한 조치를 통하여 다시 정상 운전을 행할 수 있습니다.

일반적으로 냉동기의 TRIP은 자체 냉동사이클의 문제일 수도 있으며, 외부 조건의 변화에 따라서도 발생할 수 있습니다.

냉동기를 운전하면서 TROUBLE은 항상 발생할 수 있으며, 발생한 TROUBLE에 대하여 원인을 파악하지 않고 단순한 RESET 버튼을 눌러서 재기동 시킨다면, 조그만 문제가 큰 문제로 발생할 수도 있다는 사실을 인지하시길 바랍니다.

지금부터 압축기 보호장치의 종류 및 TROUBLE 발생시 원인 및 해결방안에 대하여 알아보시다.

일반적인 압축기 보호장치는 HPS, OPS, LPS, 모타과부하, 모타 INT, 이 정도로 나눌수 있으며, 추가로 냉동사이클에서 압축기와 연관되는 증발기의 상태, 및 온도센서에 따라서도 또한 압축기 보호장치가 작동될수 있습니다. (예 : 유니트 클러 모타 과부하, 온도센서이상)

※ 압축기 보호장치의 종류

1. HPS : 고압스위치 (모니터에 압력이상 메시지)- 수동복귀

- 고압측 압력이 설정치 이상으로 올라가면 압축기 보호 차원에서 TRIP이 발생함.

원인 : 공냉식의 경우 ①콘덴샤 측 FAN이 가동되지않거나, ②FAN을 제어하는 조정 SETTING 값이 잘못되어 있을시, ③불응축가스가 함유되어있는경우등에 발생할 수 있으며 수냉식의 경우 ③,의 경우와 함께 ④냉각수 온 상승으로 인한 냉각수량 부족으로 발생할 수 있습니다.

해결책 :① 의경우 육안 확인 후 조치, ②의 경우 COMP. UNIT에 부착되어있는 SETTING 값을 확인 후 조정하여 조치, ④의 경우 냉각수 VALVE의 궤도를 조정하여 해결하며, ③의 경우는 모든조치를 했음에도 안되는 경우에 해당되며, 이때는 압축기 정지후 약 20분쯤 후에 수냉식의 경우 콘덴샤 측의 퍼지 VALVE를 열어서 불응축 가스를 퍼지시키고, 공냉식의 경우 레시바 측의 퍼지 VALVE를 열어서 불응축 가스를 퍼지시키면 됩니다.

모든 조치 후에 RESET 버튼을 눌러서 압축기를 재가동 시킵니다.

2. OPS : 유압 스위치 (모니터에 압력이상 메시지)-수동복귀

- 유압측 압력이 설정치 이하(0.5~1KG/CM2)가 되면 압축기 보호 차원에서 TRIP이 발생함.

이단기의 경우 중압과 유압과의 차압, 단단기의 경우 저압과 유압과의 차압

원인 : ①SYSTEM 내 OIL량의 부족, ②유분리기 OIL 회수 VALVE가 닫혀있을 경우

③OIL FILTER 가 막혔을 경우, ④ 전체 배관상에서 OIL 회수가 안되는 경우등에 발생합니다.

해결책 :① 의경우 초기 시운전 주에 자주발생되며, ②의 경우 확인 후 VALVE 개방

③의 경우 압축기 흡입, 토출 VALVE를 닫고 압축기만 블럭화 하여 압력 퍼지 후 OIL FILTER 청소 후 적정량 OIL 을 충전하고 진공작업 후 정상적인 VALVE 개방

④의경우 OIL 이 체류되는 장소 및 원인을 파악 후 별도의 배관설비나,

수정을 하여야 함

모든 조치 후에 RESET 버튼을 눌러서 압축기를 재가동 시킵니다. OIL
량이 부족하다고 무조건 OIL을 보충하는 것은 위험함. OIL 햄머링이 발
생할 수도 있음.

3. LPS : 저압 스위치 (모니터에 이상 메시지없음)-자동복귀

- 저압측 압력이 설정치 이하가 되면 압축기 보호 차원에서 기동이 정지됨.

원인 : ①증발기 COIL 부분의 과다 적상으로 전열면적을 많이 상실한 경우,
② 유니트 쿨러 팬모타가 기동이 안되는 경우 ③배관상 특정부위가 막
혔을 경우 발생합니다.

해결책 : ① 의경우 육안확인 후 제상, ②의 경우 육안확인 후 조치

③의 경우 배관상의 막힌 부위를 찾아서 처리 한후 정상가동하면 됩니
다.

자동복귀 이므로 별도의 RESET 버튼이 없습니다.

4. 모타과부하 : 압축기 과부하 (모니터에 압축기과부하 메시지)-수동복귀

- 압축기의 암페어가 설정치 보다 높게 나타날경우 모타보호 차원에서 TRIP이
발생함.

원인 : ①외기 온도 혹은 냉각수 수온 상승으로 인하여 고압 및 저압이 많이
올라가는 경우,

② 제상이나 혹은 장시간 기계 정지 후 ROOM 온도 상승으로 인하여 정
상 운전시 보다 높은 암페어가 나오게 됨

해결책 :① 의경우 냉각수 VALVE를 조정함, ②의 경우 적정 RANGE 내에서 설정
값을 조정 후 재기동 모든 조치 후에 RESET 버튼을 눌러서 압축기를 재
가동 시킵니다.

5. 모타INT : 압축기 모타 INT (모니터에 압축기 INT 메시지)-자동복귀

- 압축기모터의 온도가 정상적인 온도 보다 많이 높을경우 모타보호 차원에서
TRIP이 발생함.

원인 : ①흡입과열도가 너무 높을경우 ② 이단기의 경우 중압쪽 압력이 너무 높을경우

해결책 : ① 의경우 냉매충전 또는 팽창VALVE 케도조절,
②의 경우 중간 냉각기 팽창VALVE 케도 조절로 조정합니다.
별도의 RESET 버튼 없이 자동복귀 됩니다.

이상의 경우 이외에 온도센서 이상이나, 유니트 쿨러 모터 과부하 등은 원인을 찾아서 조치 후 다시 정상적인 운전을 행하시면 됩니다.

표 1. 청과물의 호흡열량

Kcal / T / day

종 류	0℃	5℃	15℃	20~21℃	25~26℃
토마토 熟	-	280~450	910~1,560	1,560~2,290	1,920~2,820
完熟	-	330	1,340~1,610	1,340~2,440	1,660~2,900
오이	-	-	830~1,840	780~2,670	1,060~3,050
피망	-	280~1,180	1,110~3,180	1,260~3,600	1,990~4,110
청완두	1,690~2,600	3,050~4,230	9,900~11,210	13,610~20,030	19,030~20,890
강남콩	1,390~2,270	2,320~2,870	8,090~11,110	11,440~13,360	-
청완두	2,620~4,180	4,390~5,390	-	13,930~30,850	-
스위트콘	1,660~2,850	2,370~4,610	8,380~9,680	14,870~17,240	15,620~24,140
칼리플라워	910~1,060	1,060~1,210	2,370~2,720	4,160~4,760	4,660~7,760
브로콜리	1,030~1,180	1,920~8,870	9,630~18,850	15,420~18,900	31,050~48,790
양배추	250~350	430~680	1,030~1,440	1,540~2,720	2,700~3,530
양상치	330~930	730~1,110	1,760~2,500	2,820~3,330	4,060~5,070
상치	1,060~1,510	1,340~1,920	2,850~4,110	4,560~6,580	6,650~9,580
시금치	1,060~1,240	1,920~3,200	7,430~12,400	9,550~15,930	-
샐러리	400	600	2,070	3,580	-
아스파라거스	1,560~3,330	3,280~5,820	6,430~12,980	9,650~14,920	20,610~26,380
양파	150~180	180~200	580~630	780~1,060	1,510~1,610
마늘	230~780	500~1,840	780~1,610	730~1,390	-
당근	530~1,130	710~1,460	1,440~2,970	2,550~5,270	-
순무	480	530~550	1,180~1,340	1,340~1,390	-
고구마	-	150~480	330~660	450~880	-
감자	-	-	1,080~1,340	-	-
양송이	1,560~2,420	3,930	-	14,620~1,7540	-
오렌지	100~280	200~400	710~1,310	1,240~1,890	1,360~2,240
그레이프후르츠	-	180~330	550~1,010	710~1,440	1,060
레몬	130~230	150~480	580~1,260	1,030~1,410	1,130~1,560
사과	130~230	280~400	760~1,710	930~1,940	-
포도 歐州系	80~130	180~330	550~660	-	1,390~1,660
米國系	150	300	880	1,810	2,140
복숭아	230~350	350~500	1,840~2,340	3,280~5,670	4,510~6,750
살구	-	450~2,090	2,090~3,810	3,330~6,930	-
자두	100~180	230~500	660~710	930~1,440	1,560~3,930
버찌·앵두	230~300	530~780	1,390~2,500	1,560~1,760	-
서양배	180~380	280~550	830~3,330	1,660~3,880	-
감	-	330	660~780	1,110~1,340	1,610~2,220
메론 머스크	280~330	480~550	1,870~2,140	2,470~3,580	3,450~3,960
하니듀	-	180~280	660~880	1,110~1,490	1,460~1,920
수박	-	180~230	-	960~1,390	-
딸기	680~980	910~1,840	3,930~5,120	5,670~10,860	9,370~11,690
과인애플	-	80~130	730~1,010	1,340~2,220	1,970~3,480
바나나	-	-	1,390~4,160	1,810~7,860	2,770~13,610

표 2. 호흡속도에 따라 분류된 원예작물

분류등급	5℃ 에서의 범위 (mg CO ₂ /kg-hr)*	원예작물
매우낮음	< 5	대추야자, 건과일과 건야채, 건과류
낮음	5-10	사과, 사탕무, 샐러리, 감귤류, 크랜베리, 마늘, 포도, 감로멜론, 양다래, 양파, 파파야, 감, 파인애플, 석류, 감자(익은것), 호박, 고구마, 수박, 겨울 호박
중간	10-20	살구, 바나나, 블루베리, 양배추, 칸탈루프, 당근(줄기제거), 샐러리악, 앵두, 오이, 무화과, 구스베리, 상추(결구), 망고, 천도복숭아, 올리브, 복숭아, 배, 자두, 감자(미숙), 무(줄기포함), 라스베리, 딸기
높음	20-40	아보카도, 흙딸기, 당근(줄기포함), 콜리플라워, 부추, 상추(옆), 리마콩, 무(줄기포함), 라스베리, 딸기
매우높음	40-60	아티초크, 콩나물, 브로콜리, 양배추, 체리모아, 절화, 실파, 케일, 오크라, 패션푸르트, 강남콩, 물냉이
지극히 높음	> 60	아스파라거스, 버섯, 파슬리, 완두콩, 시금치, 사탕옥수수

note : 체온(Btu/ton/24hrs)=mgCo₂/kg-hr×220

체온 (kcal/1,000kg/24hrs)=mgCo₂/kg-hr×612

표 3. 성숙단계에서 호흡형태에 따른 과일 분류

급등형 과일(climacteric rise)			비급등형 과일(non-climacteric rise)		
사과	구아바	감	흑딸기	대추	파인애플
살구	잭후르트	요리용 바나나	카카오	레몬	석류
아보카도	양다래	자두	카람볼라	라임	선인장배
바나나	망고	마드멜로	캐슈애플	용안	라스베리
바리바	망고스틴, 참외, 멜론	립브탄	앵두	비파열매	딸기
블루베리		사포틸라	크랜베리	리치(여지)	페퍼호박
빵나무	천도복숭아	사포테	오이	오크라	타마릴로
체리모아	파파야	가시여지	대추야자	올리브	감귤류
두리안	패션푸르트	번여지	가지	오렌지	수박
페이조아	복숭아	토마토	포도	완두콩	
무화과	배		자몽	고추	

표 4. 에틸렌(C₂H₄) 생성속도에 따른 원예산물의 분류

분류	20℃에서의 범위	원예산물
매우낮음	0.1이하	아티초크, 아스파라거스, 콜리플라워, 앵두, 감귤류, 포도, 대추, 딸기, 석류, 엽채류, 근채류, 감자, 대부분의 절화
낮음	0.1-1.0	흑딸기, 블루베리, 카사바멜론, 오이, 가지, 오크라, 올리브, 고추(단맛과 매운맛), 감, 파인애플, 타마릴로, 수박
중간	1.0-10.0	바나나, 무화과, 구아바, 감로멜론, 리치, 망고, 요리용, 바나나, 토마토
높음	10.0-100.0	사과, 살구, 아보카도, 칸탈루프, 페이조아, 양다래(익은 것), 천도복숭아, 파파야, 복숭아, 배, 자두
매우높음	100.0이상	체리모아, 마미사과, 패션프룻, 사포테

표 5. 저온장해에 따른 원예산물의 분류

그룹 I				그룹 II			
과일		채소		과일		채소	
사과*	친도복숭아*	아티초크	꽃상추	아보카도	망고	강낭콩	수박
살구	복숭아*	아스파라거스	마늘	바나나	망고스틴	카사바	고구마 (yam)
흙딸기	배	라마콩	상추	빵나무	올리브	오이	
블루베리	감*	사탕무	버섯	카람볼라	파파야	가지	
앵두	자두*	브로콜리	양파	체리모아	패션프르트	생강	
건포도	서양자두	망울다다기	파슬리	감귤류	페피노	참외 멜론	
대추야자	라스베리	양배추	양방풍나물	크린베리	파인애플	오크라	
무화과	딸기	당근	완두콩	듀리안	요리용바나나	고추	
포도		콜리플라워	무	페이조아	석류	감자	
양다래		샐러리	시금치	구아바	선인장 배	호박 (pumpkin)	
비파열매		설탕옥수수	순무	잭후르트	람부탄	호박 (squash)	
				대추	사포딜라	고구마	
				용안	시포테	타로토란	
				라지	타마릴로	토마토	
				(여지)			

note:*Some cultivars are chilling sensitive.

표 6. 장기운송중 혼재가 가능한 농산물

농산물	Recommended storage and transport temperatures					
	0-2℃		4-7℃	7-10℃	13-18℃	
견채소	견양과 ^{13,9}	마늘			생강 호박 시양호박	
에틸렌 민감 채소	아무콜라* 아스파라거스 벨기에산 꽃상추 연두색 중국산양배추 브로콜라워 브로콜리* 방울다다기양배추 양배추 ¹ 당근 ¹³ 콜리플라워 셀러리 ^{13,9} 근대*	치코리 중국 양배추 칼라트 편이 채소 꽃상추 꽃상추 실파 ⁷ 허브(베이지컬 제외) 케일* 케일* 부추 ⁸ 상추	박하 버섯 ⁷ 갓* 파슬리 양방풍나물 스노우빈* 시금치 스위트민* 어린 순무잎 플냉이	콩, 강낭콩 등* ¹⁰ 선인장 잎 오이* 고추(매운 맛) 늦 감자, ¹ 남부 완두콩* 망파리	나뭇꽃* 열대아메리카 오이 가지 ¹⁵ 키와노 긴동부 오코라 페포호박* 수박	감자, 조생종* 토마토, 익은 것 녹색
채소 (에틸렌에 민감하지 않음)	에머런스* 아니스 아티초크 콩나물* 사탕무 셀러리악 단무지용 무 서양고추냉이	페지감자 콜라비 로복 라디치오 무 대황 ⁷ 순무의 일종	신도 외채속 설꽃 설탕옥수수 ⁷ 근대 순무 마름		칼라바사 꼬투리콩 파프리카 ¹⁰ 날개달린 콩	카사바 히카마 고구마 (boniato) 타로토란 (malanga) 고구마 (yam)
				수세미* ⁹	토마토, 익은 것* ⁹	
과일과 멜론 (저 에틸렌 발생)	바베이도스 버찌 여주 홍말기* 블루베리 케미토 캐슈 애플 버찌 코코넛 견포도 대추야자 구스베리 포도 ^{6,7,8}	용안 비과일메 리치(여지) 오렌지, FL ⁴ 라스베리* 딸기*	피넛 오렌지 ⁴ 선인장 배(푸나) 대추 감귤 귤 ⁴ 올리브 오렌지, CA, AZ ⁴ 페피노 감 석류 타마린트 감귤 ⁴	바바코 칼라몬딘* 카말볼라 카사바 멜론 크랜베리 자몽 ⁴ 주안카나리멜론 레몬 ⁴ 라일 ⁴ 파인애플 ^{2,10} 몽단 ⁴ 타마릴로 탄젤로 ⁴ 자메이카산 감귤	Tamarillo Tangelo ⁴ Ugli fruit	참나무 카니스텔 자몽, CA, AZ ⁴ 자보티카바*
에틸렌 발생 과일과 멜론	사과 ^{13,9} 살구 아보카도 익은 것 칸탈루프 과일권이 무화과 ^{1,7,8} 양다래 송도복숭아 복숭아 배, 아시아산 배, 유럽산 ^{1,9}	자두 서양자두 마드멜로	두리안 페이조아 구아바 감도 멜론 페르시아산 멜론	아보카도, 미숙 크렌쇼 멜론 수심리 페션주르르	아테모야 마나나 체리모야 잭후투르 마메이 사포테 망고 망고스틴 파파야 요리용 마나나 람부탄 사포테 가시여기*	

Notes :

제한된 온도와 정상 공기조성하에서 14일 이내의 저장기간

적당량의 에틸렌을 발생하기 때문에 에틸렌 발생과일과 같이 취급해야 한다.

1. 사과와 배의 향이 양배추, 당근, 셀러리, 무화과, 양파, 감자에 번다. 2. 아보카도 향이 파인애플에 번다. 3. 셀러리는 양파, 당근, 사과 향을 흡수한다. 4. 감귤류는 향이 강한 첨가물의 향을 흡수한다.
5. 생강 향은 가지에 번다. 6. 포도에 사용된 페드에서 나온 아황산가스가 다른 농산물에 피해를 줄 수 있다. 7. 실파향은 무화과, 포도, 버섯, 대황, 옥수수에 번다. 8. 부추 향은 무화과, 포도에 번다.
9. 양파 향은 사과, 셀러리, 배, 감귤류에 번다. 10. 고추 향은 콩, 파인애플, 아보카도에 번다.

(같은 온도 열에 있는 농산물은 안전하게 섞어서 운송이 가능하다. 에틸렌에 민감한 채소는 에틸렌 발생 청과물과는 섞어서 운송해서는 안된다. 견채소는 다른 청과물과 섞어서는 안된다.)

Table 7: Summary Table of Optimal Handling Conditions for Fresh Produce compiled by Marita Cantwell

Common name	Scientific name	Storage temp. (°C)	Relative humidity (%)	Highest freezing temp. (°C)	Ethylene production *	Ethylene sensitivity †	Approximate storage life	Observation and beneficial CA conditions
Acerola, Barbados cherry	Malpighia glabra	0	85-90	-1.4			6-8 weeks	
African horned melon, kiwano	Cucumis	13-15	90		L	M	6 months	
Amaranth, pigweed	Amaranthus spp.	0-2	95-100		VL	M	10-14 day	
Anise, fennel	Foeniculum vulgare	0-2	90-95	-1.1			2-3 weeks	
Apple	Malus pumila							2-3% O ₂ + 1-2% CO ₂
not chilling sensitive		-1.1	90-95	-1.5	VH	H	3-6 months	
chilling sensitive	cv. Yellow Newtown, Grimes Golden, McIntosh	4	90-95	-1.5	VH	H	1-26 months	
Apricot	pruns armeniaca	-0.5	90-95	-1.1	M	M	1-3 weeks	2-3% O ₂ + 2-3% CO ₂
Artichoke								
Globe artichoke	Cynara scolymus	0	90-95	-1.2	VL	L	2-3 weeks	2-3% O ₂ + 3-5% CO ₂
Chinese artichoke	stachy affinis	0	90-95		VL	VL	1-2 weeks	
Jerusalem artichoke	Helianthus	-0.5-0	90-95	-2.5	VL	L	4 months	
Arugula	Eruca vesicaria var. sativa	0	95-100		VL	H	7-10 days	
Asian pear, nashi	Pyrus serotina: Ppyrifolia	1	90-95	-1.6	H	H	4-6 months	
Asparagus, green, White	Asparagus	2.5	95-100	-0.6	VL	M	2-3 weeks	5-12%CO ₂ in air
Atemoya	Annona squamosa xA. cherimola	13	85-90		H	H	4-6 weeks	3-5%O ₂ + 5-10%CO ₂
Avocado	Persea americana							
cv. Fuchs, pollock		13	85-90	-0.9	H	H	2 weeks	
cv. Fuerte, Hass		3-7	85-90	-1.6	H	H	2-4 weeks	2-4%O ₂ + 3-10%CO ₂
cv. Lula, booth		4	90-95	-0.9	H	H	4-8 weeks	
Babaco, mountain papaya	Carica Candamarcensis	7	85-90				1-3 weeks	
Banana	Musa paradisiaca var. sapientum	13-15	90-95	-0.8	M	H	1-4 weeks	2-5%O ₂ + 2-5%CO ₂
Barbados cherry	see Acerrola							
Beans								
Fava, broad beans	Vicia faba	0	90-95				1-2 weeks	
Lima beans	phaseolus lunatus	5-6	95	-0.6	L	M	5-7 days	
Longbean, yardlong bean	Vigna sesuipedalis	4-7	90-95		L	M	7-10 days	
Snap : wax; green	Phaseolus vulgaris	4-7	95	-0.7	L	M	7-10 days	2-3% O ₂ + 4-7% CO ₂
Winged bean	Psophocarpus tatragnolobus	10	90				4 weeks	

Common name	Scientific name	Storage temp. (°C)	Relative humidity (%)	Highest freezing temp. (°C)	Ethylene production *	Ethylene sensitivity †	Approximate storage life	Observation and beneficial CA conditions
Beet, bunched	Beta vulgaris	0	98-100	-0.4	VL	L	10-14 days	
beet, topped		0	98-100	-0.9	VL	L	4 months	
Berries								
Blackberry	Rubus spp.	-0.5-0	90-95	-0.8	L	L	3-6 days	5-10% O ₂ +15-20% CO ₂
Blueberry	Vaccinium corymbosum	-0.5-0	90-95	-1.3	L	L	10-18 days	2-5% O ₂ +12-20% CO ₂
Cranberry	Vaccinium macrocarpon	2-5	90-95	-0.9	L	L	8-16 weeks	1-2% O ₂ +0-5% CO ₂
Dewberry	Rubus spp.	-0.5-0	90-95	-1.3	L	L	2-3 days	
Elderberry	Rubus spp.	-0.5-0	90-95	-1.1	L	L	5-14 days	
Loganberry	Rubus spp.	-0.5-0	90-95	-1.7	L	L	2-3 days	
Raspberry	Rubus idaeus	-0.5-0	90-95	-0.9	L	L	3-6 days	5-10%O ₂ +15-20%CO ₂
Strawberry	Fragaria spp	0	90-95	-0.8	L	L	7-10 days	5-10%O ₂ +15-20%CO ₂
Bitter melon, bitter gourd	Momordica	10-12	85-90		L	M		2-3%O ₂ +5%CO ₂
Black salsify, scorzonera	Scorzonera	0-1	95-98		VL	L	6 months	
Bok choy	Brassica	0	95-100		VL	H	3 weeks	
Breadfruit	Artocarpus altilis	13-15	85-90				2-4 weeks	
Broccoli	Brassica oleracea var. italica	0	95-100	-0.6	VL	H	10-14 days	1-2%O ₂ +5-10%CO ₂
Brussels sprouts	Brassica oleracea var. gemmifera	0	95-100	-0.8	VL	H	3-5 weeks	1-2%O ₂ +5-7%CO ₂
Cabbage								
Chinese ,Napa	Brassica campestris var. pekinensis	0	95-100	-0.9	VL	M-H	2-3months	1-2%O ₂ +0-5%CO ₂
Common, early crop	B. oleracea var. capitata	0	95-100	-0.9	VL	H	3-6 weeks	
Late crop	B.oleracea var. capitata	0	95-100	-0.9	VL	H	5-6 months	3-5% O ₂ +3-7% CO ₂
Cactus leaves, nopalitos	Opuntia spp.	5-10	90-95		VL	M	2-3 weeks	
Cactus fruit, pickly pear fruit	Opuntia spp.	5	85-90	-1.8	VL	M	3weeks	
Caimito	see Sapotes							
Calamondin	see Citrus							
Canistel	see Sapotes							
Calambola, starfruit	Averrhoa carambola	9-10	85-90	-1.2			3-4 weeks	
Carrots, topped	Daucus carota	0	98-100	-1.4	VL	H	6-8 months	no CA benfit
bunched, immature	D.carota	0	98-100	-1.4	VL	H	10-14 days	ethylene causes
Cashew apple	Anacardium occidentale	0-2	85-90				5 weeks	
Cassave, yucca, manioc	Manihot esculenta	0-5	85-90		VL	H	1-2 months	no CA benfit
Cauliflower	Brassica oleracea var. botrytis	0	95-98	-0.8	VL	H	3-4weeks	2-5% O ₂ + 2-5%CO ₂
Celeriac	Apium graveolens var. rapaceum	0	98-100	-0.9	VL	L	6-8months	2-3% O ₂ + 2-3%CO ₂

Common name	Scientific name	Storage temp. (°C)	Relative humidity (%)	Highest freezing temp. (°C)	Ethylene production *	Ethylene sensitivity †	Approximate storage life	Observation and beneficial CA conditions
Celery	Apium graveolens var. Dulce	0	98-100	-0.5	VL	M	1-2months	1-4%O ₂ + 3-5%CO ₂
Chard	Betavulgaris var. Cicla	0	95-100		VL	H	10-14days	
Chayote	Sechium edule	7	85-90				4-6weeks	
Cherimoya, custard apple	Annona cherimola	13	90-95	-2.2	H	H	2-4weeks	3-5%O ₂ + 5-10%CO ₂
Cherries, sour	Prunus cerasifera	0	90-95	-1.7	VL	L	3-7days	3-10%O ₂ + 10-12%CO ₂
Cherries, sweet	Prunus avium	-1-0	90-95	-2.1	VL	L	2-3weeks	10-20%O ₂ + 20-25%CO ₂
Chicory	see Endive							
Chiles	see pepper							
Chinese broccoli, gailan	Brassica alboglabra	0	95-100		VL	H	10-14days	
Chives	Allium schoenoprasum	0	95-100		VL	H	2-3weeks	
Cilantro, chinese parsley	Coriandrum sativum	0-1	95-100		VL	H	2weeks	
Citrus								
Calamondin orange	Citrus reticulata x Fortunella spp.	9-10	90	-2.0			2weeks	
Grapefruit	C.paradisi							3-5%O ₂ + 5-10%CO ₂
CA,AZ, dry areas		10-15	85-90	-1.1	VL	M	6-8weeks	
FL, humid areas		10-15	85-90	-1.1	VL	M	6-8weeks	
Kumquat		4	90-95		VL	M	2-4weeks	
Lemon	C. limon	10-13	85-90	-1.4			1-6months	5-10%O ₂ + 0-10%CO ₂
Lime, Mexican, Tahitian, or persian	C.aurantifolia; C.latifolia	9-10	85-90	-1.6			6-8weeks	5-10%O ₂ + 0-10%CO ₂
Orange	C. sinensis							5-10%O ₂ + 0-5%CO ₂
CA, AZ, dry areas		3-9	85-90	-0.8	VL	M	3-8weeks	
FL, humid areas		0-2	85-90	-0.8	VL	M	8-12weeks	
Blood orange		4-7	90-95	-0.8			3-8weeks	
Seville, Sour	C. aurantium	10	85-90	-0.8	L	N	12weeks	
Pummelo	C. grandis	7-9	85-90	-1.6			12weeks	
Tangelo, minneola	C.reticulata x paradisi	7-10	85-90	-0.9				
Tangelo, mandarin	C.reticulata	4-7	90-95	-1.1	VL	M	2-4weeks	
Coconut	Cocos nucifera	0-2	80-85	-0.9			1-2months	
Collards	Brassica oleracea var. acephala	0	95-100	-0.5	VL	H	10-14	
com, sweet and baby	Zea mays	0	95-98	-0.6	VL	L	5-8days	2-4%O ₂ + 5-10%CO ₂
Cucumber, slicing	Cucumis sativus	10-12	85-90	-0.5	L	H	10-14days	3-5%O ₂ + 0-5%CO ₂
pickling		4	95-100		L	H	7days	3-5%O ₂ + 3-5%CO ₂

Common name	Scientific name	Storage temp. (°C)	Relative humidity (%)	Highest freezing temp. (°C)	Ethylene production *	Ethylene sensitivity †	Approximate storage life	Observation and beneficial CA conditions
Currants	Fibes sativum;R.nigrum;R. rubrum	-1.5-0	90-95	-1.0	L	L	1-4 weeks	CA can extend storage life to 3-6 months
Custard apple	see Cherimoya							
Daikon, Oriental radish	Raphanus sativus	0-1	95-100		VL	L	4 months	
Dasheen	see Taro							
Date	Phoenix dactylifera	-18-0	75	-15.7	VL	L	6-12 months	
Dill	see Herbs							
Durian	Durio zibethinus	4-6	85-90				6-8 weeks	3-5% O ₂ + 5-15% CO ₂
Eggplant	Solanum melongena	10-12	90-95	-0.8	L	M	1-2 weeks	3-5% O ₂ + 0% CO ₂
Endive, escarole	Cichorium endivia	0	95-100	-0.1	VL	M	2-4 weeks	
Belgian endive, Witloof chicory	C.intybus	2-3	95-98		VL	M	2-4 weeks	light causes greening; 3-4% O ₂ + 4-5% CO ₂
Feijoa, pineapple guava	Feijoa	5-10	90		M	L	2-3 weeks	
Fennel, see anise								
Fig, fresh	Ficus carica	-0.5-0	85-90	-2.4	M	L	7-10 days	5-10% O ₂ + 15-20% CO ₂
Garlic	Allium sativum	0	65-70	-0.8	VL	L	6-7 months	0.5% O ₂ + 15-20% CO ₂
Ginger	Zingiber	13	65		VL	L	6 months	no CA benefit
Gooseberry	Ribes	-0.5-0	90-95	1.1	L	L	3-4 weeks	
Granadilla	see Passionfruit							
Grape	Vitis vinifera	-0.5-0	90-95	-2.7-2.0	VL	L	1-6 months	2-5% O ₂ + 1-3% CO ₂ to 4 wks, 5-10% O ₂ + 10-15% CO ₂
American grape	V.labrusca	-1to-0.5	90-95	-1.4	VL	L	2-8 weeks	
Grapfruit	see Citrus							
Guava	Psidium guajava	5-10	90		L	M	2-3 weeks	
Herbs, fresh culinary	see specific							5-10% O ₂ + 5-10% CO ₂
Basil	Ocimum basilicum	10	90		VL	H	7 days	2% O ₂ + 0to<10% CO ₂
Chives	allium schoenoprasum	0	95-100	-0.9	L	M		
Cilantro, parsley	Chinese Coriandrum sativum	0-1	95-100		VL	H	2 weeks	
Dill	Anethum graveolens	0	95-100	-0.7	VL	H	1-2 weeks	
Epazote	Chenopodium ambrosioides	0-5	90-95		VL	M	1-2 weeks	
Mint	Mentha spp.	0	95-100		VL	H	2-3 weeks	
Oregano	Origanum vulgare	0-5	90-95		VL	M	1-2 weeks	
Parsley	Petroselinum crispum	0	95-100	-1.1	VL	H	1-2 weeks	
Perilla, shiso	Perilla	10	95		VL	M	7 days	
Sage	Salvia officinalis	0	90-95				2-3 weeks	
Thyme	Thymus vulgaris	0	90-95				2-3 weeks	

Common name	Scientific name	Storage temp. (°C)	Relative humidity (%)	Highest freezing temp. (°C)	Ethylene production *	Ethylene sensitivity †	Approximate storage life	Observation and beneficial CA conditions
Horseradish	Armoracia rusticana	-1-0	98-100	-1.8	VL	L	10-12 months	
Husk tomato	see Tomatillo							
Jaboticaba	Myrciaria cauliflora = Eugenia cauliflora	13-15	90-95				2-3 days	
Jackfruit	Artocarpus heterophyllus	13	85-90		M	M	2-4 weeks	
Jerusalem artichoke	see Artichoke							
Jicama, yambean	Pachyrhizus erosifolius	13-18	85-90		VL	L	1-2 months	
Jujube: Chinese date	Ziziphus jujuba	2.5-10	85-90	-1.6	L	M	1 month	
Kaki	see Persimmon							
Kale	Brassica olerae var. acephala	0	95-100	-0.5	VL	M		
Kiwano	see African horned melon							
Kiwifruit, Chinese gooseberry	Actinidia chinensis	0	90-95	-0.9	L	H	3-5 months	1-2% O ₂ + 3-5% CO ₂
Kohlrabi	Brassica olerae var. Gongylodes	0	98-100	-1.0	VL	L	2-3 months	no CA benefit
LoBok	see Daikon							
Langsat, lanzone	Aหิขั้ว spp.; Lansium spp.	11-14	85-90				2 weeks	
Leafy greens								
Cool-season	varius	0	95-100	-0.6	VL	H	10-14 days	
Warm-season	varius	7-10	95-100	-0.6	VL	H	5-7 days	
Leeks	Allium porrum	0	95-100	-0.7	VL	M	2 months	1-2% O ₂ + 2-5% CO ₂
Lemon	see Citrus							
Lettuce	Latuca sativa	0	98-100	-0.2	VL	H	2-3 weeks	2-5% O ₂ + 0% CO ₂
Lime	see Citrus							
Longan	Dimocarpus longan = Euphia longan	4-7	90-95	-2.4			2-4 weeks	
Loquat	Eriobotrya japonica	0 90-95	-1.9				3 weeks	
Luffa, Chinese okra	Luffa spp.	10-12	90-95		L	M	1-2 weeks	
Lychee, litchi	Litchi chinensis	1-2	90-95		M	M	3-5 weeks	3-5% O ₂ + 3-5% CO ₂
Malanga, tania, new cocoyam	Xanthosoma sagittifolium	7	70-80		VL	L	3 months	
Mamey	see Sapotes							
Mandarin	see Citrus							
Mango	Magifera indica	13	85-90	-1.4	M	M	2-3 weeks	3-5% O ₂ + 5-10% CO ₂
Mangosteen	Garcinia mangostana	13	85-90		M	H	2-4 weeks	

Common name	Scientific name	Storage temp. (°C)	Relative humidity (%)	Highest freezing temp. (°C)	Ethylene production *	Ethylene sensitivity †	Approximate storage life	Observation and beneficial CA conditions
Melons								
Cataloupes and other netted melons	Cucumis melo var. reticulatus	2-5	95	-1.2	H	M	2-3 weeks	3-5% O ₂ + 10-15% CO ₂
Casabe	C. melo	7-10	85-90	-1.0	L	L	3-4 weeks	3-5% O ₂ + 5-10% CO ₂
Crenshaw	C. melo	7-10	85-90	-1.1	M	H	2-3 weeks	3-5% O ₂ + 5-10% CO ₂
Honeydew, orange-flesh	C. melo	5-10	85-90	-1.1	M	H	3-4 weeks	3-5% O ₂ + 5-10% CO ₂
Persian	C. melo	7-10	85-90	-0.8	M	H	2-3 weeks	3-5% O ₂ + 5-10% CO ₂
Mint	see Herbs							
Mombin	see Spondias							
Mushrooms	Agaricus, other genera	0	90	-0.9	VL	M	7-14 days	3-21% O ₂ + 5-15% CO ₂
Mustard greens	Brassica juncea	0	90-95		VL	H	7-14 days	
Nashi	see Asian pear							
Nectarine	Prunus persica	-0.5-0	90-95	-0.9	M	M	2-4 weeks	1-2% O ₂ + 3-5% CO ₂ internal breakdown 3-
Okra	Abelmoschs esculentus	7-10	90-95	-1.8	L	M	7-10 days	air + 4-10% CO ₂
Olives, fresh	Olea europea	5-10	85-90	-1.4	L	M	4-6 weeks	2-3% O ₂ + 0-1% CO ₂
Onions	Alliums cepa							
Mature bulbs, dry		0	65-70	-0.8	VL	L	1-8 months	1-3% O ₂ + 5-10% CO ₂
Greens onions		0	95-100	-0.9	L	J	3 weeks	2-43% O ₂ + 10-20% CO ₂
Orange	see Citrus							
Papaya	Carica papaya	7-13	85-90	-0.9	M	M	1-3 weeks	2-5% O ₂ + 5-8% CO ₂
Parsley	see Herbs							
Parsnip	Pastinaca sativa	0	95-100	-0.9	VL	H	4-6 weeks	ethylene causes
Passionfruit	Passiflora spp.	10	85-90		VH	M	3-4 weeks	
Peach	Prunus persica	-0.5-0	90-95	-0.9	M	M	2-4 weeks	1-2% O ₂ + 3-5% CO ₂ internal breakdown 3-
Pear, European	Pyrus communis	-1.5 to 0.5	90-95	-1.7	H	H	2-7 months	cultivar variation: 1-3% O ₂ + 0-5% CO ₂
Pear in pods: snoq. snap &	Pisum sativum	0-1	90-98	-0.6	VL	M	1-2 weeks	2-3% O ₂ + 2-3% CO ₂
Sothorn peas: cowpeas	Vigna sinensis =V. unguiculata	4-5	95				6-8 days	
Pepino, melon pear	Solanum muricatum	5-10	95		L	M	4 weeks	
Peppers								
Bell pepper, paprika	Capsicum annuum	7-10	95-98	-0.7	L	L	2-3 weeks	2-5% O ₂ + 2-5% CO ₂
Hot peppers, chiles	Capsicum annuum and C. frutescens	5-10	85-95	-0.7	L	M	2-3 weeks	3-5% O ₂ + 5-10% CO ₂
Persimmon, kaki	Diospyros kaki							3-5% O ₂ + 5-8% CO ₂
Fuyu		0	90-95	-2.2	L	H	1-3 months	
Hachiya		0	90-95	-2.2	L	H	2-3 months	
Pineapple	Ananas comosus	7-13	85-90	-1.1	L	L	2-4 weeks	2-5% O ₂ + 5-10% CO ₂

Common name	Scientific name	Storage temp. (°C)	Relative humidity (%)	Highest freezing temp. (°C)	Ethylene production *	Ethylene sensitivity †	Approximate storage life	Observation and beneficial CA conditions
Plantain	<i>Musa paradisiaca</i> var. <i>paradisica</i>	13-15	90-95	-0.8	L	H	1-5 weeks	
Plums and prunes	<i>Prunus domestica</i>	-0.5-0	90-95	-0.8	M	M	2-5 weeks	1-2% O ₂ + 0-5% CO ₂
Pomegranate	<i>Punica granatum</i>	5-7.2	90-95	-3.0	VL	L	2-3 months	3-5% O ₂ + 5-10% CO ₂
Potato	<i>Solanum tuberosum</i>							no CA benefit
early crop		10-15	90-95	-0.8	VL	M	10-14 days	
late crop		4-12	95-98	-0.8	VL	M	5-10 months	
Pumpkin	<i>Cucurbita maxima</i>	12-15	50-70	-0.8	L	M	2-3 months	
Quince	<i>Cydonia oblonga</i>	-0.5-0	90	-2.0	L	H	2-3 months	
Radicchio	<i>Cichorium intybus</i>	0-1	95-100				3-4 weeks	
Radish	<i>Raphanus sativus</i>	0	95-100	-0.7	VL	L	1-2 months	1-2% O ₂ + 2-3% CO ₂
Rambutan	<i>Nephelium lappaceum</i>	12	90-95		H	H	1-3 weeks	3-5% O ₂ + 7-12% CO ₂
Rhubarb	<i>Rheum raphonticum</i>	0	95-100	-0.9	VL	L	2-4 weeks	
Rutabaga	<i>Brassica napus</i> var. <i>napobrassica</i>	0	98-100	-1.1	VL	L	4-6 months	
Sage	see hurd							
Salsify, vegetable oyster	<i>Trapopogon</i>	0	95-98	-1.1	VL	L	2-4 months	
Sapotes								
Caimito, star-apple	<i>Chrysobryllum cainito</i>	3	90	-1.2			3 weeks	
Canistel, eggfruit	<i>Pouteria campechiana</i>	13-15	85-90	-1.8			3 weeks	
Black sapote	<i>Diospyros</i>	13-15	85-90	-2.3				
White sapote	<i>Casimiroa edulis</i>	20	85-90	-2.0			2-3 weeks	
Mamey sapote	<i>Calocarpum mammosum</i>	13-15	90-95		H	H	2-3 weeks	
S a p o d i l l a , chicosapote	<i>Achras zapota</i>	15-20	85-90		H	H	2 weeks	
Scorzonera	see Black salsify							
Shallots	<i>Allium cepa</i> var. <i>ascalonicum</i>	0-2.5	65-70	-0.7	L	L		
Soursop	<i>Annona muricata</i>	13	85-90				1-2 weeks	
Spinach	<i>Spinacia oleracea</i>	0	95-100	-0.3	VL	H	10-14 weeks	5-10% O ₂ + 5-10% CO ₂
Spondias, mombin, wi apple	<i>Spondias</i> spp.	13	85-90				1-2 weeks	
Sprouts from seeds	various genera	0	95-100				5-9 weeks	
Alfalfa sprouts	<i>Medicago sativa</i>	0	95-100				7 weeks	
Beans sprouts	<i>Phaseolus</i> spp.	0	95-100				7-9 weeks	
Radish sprouts	<i>Rhaphanus</i> spp.	0	95-100				5-7 weeks	
Squash								
Summer (soft rind)	<i>Cucurbita pepo</i>	7-10	95	-0.5	L	M	1-2 weeks	3-5% O ₂ + 5-10% CO ₂
Winter (hard rind), calabash	<i>Cucurbita moschata</i> : C	12-15	50-70	-0.8	L	M	2-3 weeks	large differences among varieties

Common name	Scientific name	Storage temp. (°C)	Relative humidity (%)	Highest freezing temp. (°C)	Ethylene production *	Ethylene sensitivity †	Approximate storage life	Observation and beneficial CA conditions
Star-apple	see Sapotes							
Starfruit	see Carambola							
Sweet potato, yam	<i>Ipomea batatas</i>	13-15	85-95	-1.3	VL	L	4-7 months	
Sweetsop, sugar apple, custard apple	<i>Annona squamosa</i> : <i>Annona ssp.</i>	7	85-90		H	H	4 weeks	3-5% O ₂ + 5-10% CO ₂
Tamarillo, tree tomato	<i>Cyphomandra betacea</i>	3-4	85-95		L	M	10 weeks	
Tamarind	<i>Tamarindus indica</i>	2-7	90-95	-3.7	VL	VL	3-4 weeks	
Taro, cocoyam, eddoe	<i>Colocasia esculenta</i>	7-10	85-90	-0.9			4 months	no CA benefit
Thyme	see Herbs							
Tomatillo, husk tomato	<i>Physalis ixo carpa</i>	7-13	85-90		VL	M	3 weeks	2-3% O ₂ + 2-3% CO ₂
Tomato	<i>Lycopersicon</i>							
Mature-green		10-13	90-95	-0.5	VL	H	2-5 weeks	3-5% O ₂ + 2-3% CO ₂
Firm-ripe		8-10	85-90	-0.5	H	L	1-3 weeks	3-5% O ₂ + 3-5% CO ₂
Turnip root	<i>Brassica campestris</i> var. <i>rapifera</i>	0	95	-1.0	VL	L	4-5 months	
Water chestnuts	<i>Eleocharis dulcis</i>	1-2	85-90				2-4 months	
Watercress, garden cress	<i>Lepidium sativum</i> : <i>Nasturtium</i>	0	95-100	-0.3	VL	H	2-3 weeks	
Watermelon	<i>Citrullus vulgaris</i>	10-15	90	-0.4	VL	H	2-3 weeks	no CA benefit
Yam	<i>Dioscorea spp.</i>	15	70-80	-1.1	VL	L	2-7 months	
Yucca	see Cassava							