

발 간 등 록 번 호
-------------

11-1543000-000798-01
----------------------

잉여열 회수를 통한 히트펌프형 시설 하우스용 제습 및  
난방시스템 개발

(Development of Heat-pump type Dehydrate-heater for  
Greenhouse by Heat recovering)

(주) 그린이엔티

농 립 축 산 식 품 부

# 제 출 문

농림축산식품부 장관 귀하

이 보고서를 “잉여열 회수를 통한 히트펌프형 시설 하우스용 제습 및 난방시스템 개발” 과제 (세부과제 “잉여열 축열식 제습난방기 설치, 시스템 설계 및 에너지·환경 분석에 관한 연구”)의 보고서로 제출합니다.

2015년 03 월 9 일

주관연구기관명 : (주)그린이엔티

주관연구책임자 : 김 재 휘

세부연구책임자 : 이 주 태

연 구 원 : 이 철 남

협동연구기관명 : (주)헤임달

협동연구책임자 : 남 승 균

연 구 원 : 김 연 진

연 구 원 : 남 동 현

## 요 약 문

### I. 제 목

잉여열 회수를 통한 히트펌프형 시설 하우스용 제습 및 난방시스템 개발

### II. 연구개발의 목적 및 필요성(필요에 따라 제목을 달리할 수 있음)

본 연구개발의 대상인 잉여열 회수를 통한 히트펌프형 시설 하우스용 제습 및 난방시스템은 일반적으로 현재 이용되고 있는 화석에너지 기반의 난방열을 이용하는 시설재배 시스템에 있어서, 에너지비용의 부분뿐만이 아니라 다습한 온실내부의 환경에서 발병하기 쉬운 곰팡이병 등의 다중적인 문제점을 해결하기 위한 것으로, 본 연구개발과제가 가지는 의의를 살펴보면,

첫째, 종래의 화석에너지 사용에서 탈피하여 고효율 신재생에너지인 히트펌프를 활용한 연구로 고유가시대에 유가대응의 문제를 이용할 수 있으며,

둘째, 신재생에너지 장비인 히트펌프의 냉난방기능 뿐만 아니라, 제습기능을 추가함으로써 온실내부에서 흔히 발생할 수 있는 곰팡이병 등 다습한 환경에서 발병할 수 있는 다양한 병을 억제할 수 있는 장비로써 농가필요시 중복적으로 도입해야하는 제습기를 별도로 설치하지 않고 하나의 장비로 온실에 필요한 냉방 난방 제습 등을 필요시 동시에 구현할 수 있도록 한 것으로 농가현장의 다양한 문제점을 해결할 수 있게 한다.

본 연구개발대상 기술이 가지는 중요성을 바탕으로 고유가 시대에 농업생산비의 절감을 위해서 에너지원으로서 화석에너지를 사용하고 있는 현상을 극복하기 위하여 신재생 에너지를 이용한 시설재배 관련 연구는 반드시 이루어져야 한다.

또한 종래 화석연료 난방 시스템이 가지는 단점을 극복하기 위한 히트펌프 시스템의 축열 시스템 역시 동시에 수반되어야 할 연구이다. 화석에너지를 보조하는 수단으로서만 의미를 가져왔던 신재생 에너지 시스템에 있어서, 그 적용의 용이성에 비추어 보았을 때에, 농업생산의 현장이나 일반 건축시설물에 비하여 농업생산 현장에 적용되는 것이 적절하므로, 본 연구개발은 농업생산의 효율적인 측면과 신재생 에너지원 적용과 발병억제 제습장비라는 대의적인 명분을 모두 갖춘 연구과제이다.

### Ⅲ. 연구개발 내용 및 범위(필요에 따라 제목을 달리할 수 있음)

#### 가. 잉여열 축열식 제습난방기 개발

- (1) 시설하우스내 주간 잉여열의 회수 및 제습배기열 회수/축열을 통한 제습 및 난방 시스템 설계
- (2) 시설하우스내 주간 잉여열의 회수 및 제습배기열 회수/축열을 통한 제습 및 난방 시스템 구축
- (3) 주간 잉여열의 회수를 통한 제습 및 난방기 설치 및 안정성 강화 시스템 구축 및 A/S 시스템 구축

#### 나. 시설하우스내 제습을 통한 병해충 예방 및 생산량 조사

- (1) 시설하우스내 제습에 따른 병해충 발생밀도 조사 및 작물 생산량 조사
- (2) 시설하우스내 제습에 따른 온도, 습도 변화 모니터링

#### 다. 주간 잉여열 활용을 통한 에너지 비용 절감 및 실증 시험

- (1) 주간 잉여 에너지 분석 및 야간 에너지 활용 에너지 분석/ 활용
- (2) 축열조 성능 검증 및 에너지 효율 극대화를 위한 시스템 구축
- (3) 제습난방 시스템 효율 실증 시험

#### 라. 제품 마케팅 및 보급 계획 수립

- (1) 경제성 분석 및 마케팅 방안 마련
- (2) 가격 책정의 적성점 검토
- (3) 정부 보조 사업의 활성화를 통한 봉사 보급 방안 검토

### Ⅳ. 연구개발결과(필요에 따라 제목을 달리할 수 있음)

시설원예에서의 동절기 난방은 에너지 비용 절감과 작물의 생육효과에 지대한 영향을 미치며, 특히 병해방지를 위한 제습의 필요성 또한 크다 할 수 있다.

본 연구에서 주로 실시한 연구로 제습기능을 가지는 제습형 히트펌프를 개발하였고, 냉방, 난방 제습기능을 실증하기 위하여, 제주특별자치도 서귀포 법환동 및 표선면 일원에 망고 재배 하우스와 천혜향 재배농가를 선정하고 실험동과 비교동을 두어 실증시험 함으로서 개발된 히트펌프형 제습난방기의 성능을 실증하였으며, 그 주요한 연구 결과는 다음과 같다.

가. 연구 수행기간 중 매우 초기에 동절기 난방 및 제습시험을 실시한경우로 제한적인 데이터를 획득할 수 있었고 시험기간 중 사용된 경유온풍기의 누적경유사용량 (252.5 L)과 제습난방기의 누적전력사용량(849.69kW)을 단순 비교 할 경우 동일기간 내에 사용된 난방비용은(면세경유1,000원/L, 농용전기 38원/kW) 각각 252,500원과 32,288원으로 제습난방기의 운전비용이 87.12% 저렴한 것으로 분석되었고, 만일 경유난방기와 일반 제습기를 동시에 사용할 경우 그 차이는 더욱 커질 것으로 전망됨

나. 제습난방기 설치 포장의 경우 전체 이병율이 8.9%로 나타났으며, 무처리 포장의 경우 17.1% 나타났다. 제습난방기 설치 포장의 경우 제습을 통한 습도의 조절이 병 발생 상황



에 가장 많은 영향을 미치는 조건중 하나인 습도를 제어함으로써 병 발생율을 낮추었다고 판단됨

- 다. 제습난방기의 경우 위의 실험들을 통하여 부유미생물의 농도에는 감소에는 영향을 미치지 않는 것으로 판단이 되며 병원균 발병의 경우 하우스내 병원균 포자의 밀도에는 영향을 주지 않으나 포자 발아에 있어 중요한 요인중에 하나인 습도를 제어함으로 인하여 발병율을 낮추는 것으로 판단이 되어짐

## V. 연구성과 및 성과활용 계획

- 가. 본 연구팀은 설계 및 제작된 히트펌프형 제습난방시스템을 제주특별자치도 서귀포 일원의 망고농가 및 천혜향 농가에서 성능시험을 완료하였으며, 실제 재배농가를 대상으로 그 효과를 구명하였음
- 나. 개발된 장치는 1차년종료이후 그 우수성을 인정받아 제주특별자치도 농업기술원의 시범보급기종으로 채택되어 30여대 이상 현장에 설치되었으며, 추가적인 연구결과를 바탕으로 전국적인 마케팅을 실시할 계획임
- 다. 연구개발 기간 중 언론(제주mbc, 지역일간지등)의 조명을 받아 수차례 홍보하였으며, 관련 농가의 인지도가 상승하는 것으로 판단되고, 연구 종료 후 보급 기종화하여 전국적 농가 보급에 힘쓸 예정임

## SUMMARY

### (영문요약문)

Dehumidifying and heating system for heat pump type greenhouse through surplus heat recovery is intended to deal with the multiple problems such as fungus disease that occurs inside humid greenhouse as well as energy consumption cost in the system of cultivation under structure that depends on heating by fossil energy. Viewing the implications which this research project contains;

First, it will be able to deal with the high oil price in a way of applying heat pump using new renewable energy, breaking from dependence on fossil energy.

Second, dehumidifying function of heat pump using new & renewable energy, besides heating & cooling function, is able to constrain the various diseases such as fungus disease that usually occurs in humid environment, requiring no additional dehumidifier that has been used for greenhouse so as to solve complex problems for farmers.

Given the importance of the technology developed in this research project, the study on system of cultivation under structure using new & renewable energy is more than important in a bid to cope with the problem using fossil energy, thereby reducing the agricultural production cost.

Heat storing system of heat pump to cope with the shortcomings of traditional fossil heating system is also the subject for further study. Given the applicability of new & renewable energy system that was simply used as supplementary means to fossil energy, it would be rather effective to apply to agricultural production than industrial purpose or other building facilities. Hence, this research project can be justifiable from the standpoint of efficiency in agricultural production as well as applicability of new & renewable energy and dehumidifying function that prevents the disease.

## CONTENTS

- Chapter 1 Overview of R & D Projects
- Chapter 2 Technical developments at home and abroad
- Chapter 3 Details and results of research and development carried out
- Chapter 4 Goal achievement and contribution to relevant areas
- Chapter 5 R & D results and performance utilization plan
- Chapter 6 International Science and Technology Information gathered from the research and development process.
- Chapter 7 Research facilities · Equipments
- Chapter 8. References

# 목 차

- 제 1 장 연구개발과제의 개요
- 제 2 장 국내외 기술개발 현황
- 제 3 장 연구개발수행 내용 및 결과
- 제 4 장 목표달성도 및 관련분야에의 기여도
- 제 5 장 연구개발 성과 및 성과활용 계획
- 제 6 장 연구개발과정에서 수집한 해외과학기술정보
- 제 7 장 연구시설·장비 현황
- 제 8 장 참고문헌

# 제 1 장 연구개발과제의 개요

## 제 1절 : 현황 및 연구 개발 필요성

### 1. 시설 원예 현황

가. 오늘날 농업분야의 글로벌 경쟁력 확보를 위하여 농산물 수출을 중심으로 하는 농정의 패러다임 전환(paradigm shift)이 발전적으로 이루어지고 있고, 중국시장으로 파프리카 수출이 전향적으로 검토되는 등 시설원예산업의 성장기반이 마련되고 있음(1)

나. 시설원예산업의 경영규모가 영세하고 중장기적인 수출확대 전략 추진에 많은 한계를 노정하고 있음. 따라서 농업·농촌의 지속가능한 발전에 기여하고, 농식품의 수출경쟁력 강화를 위하여 6차 산업형 유리온실단지의 조성이 필요하며, 유리온실단지를 저탄소·환경친화형으로 조성해 감으로써 농산업을 녹색산업화하고, 농업융합단지로 발전할 수 있는 기반을 확충해 나가야 함(2)

다. 시설작물의 재배면적은 2000년 52,189ha를 정점으로 재배면적이 전년과 비슷하거나 소폭 감소를 나타내고 있으며, 재배작물 중 약 90% 이상이 채소류에 집중되어 있는 특징이 있음

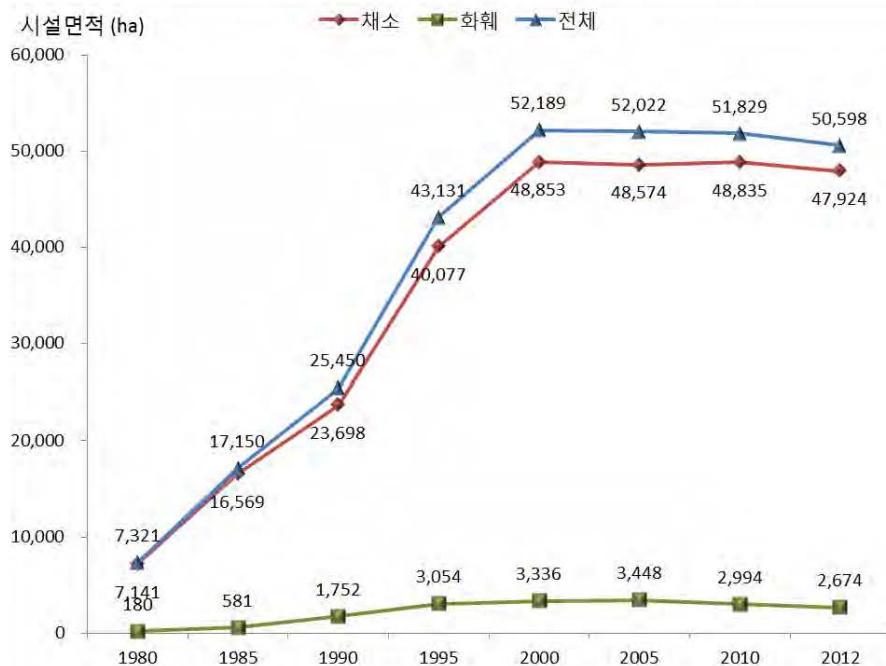


그림 1. 시설작물 재배면적 추이 (농촌경제연구원, 2012)

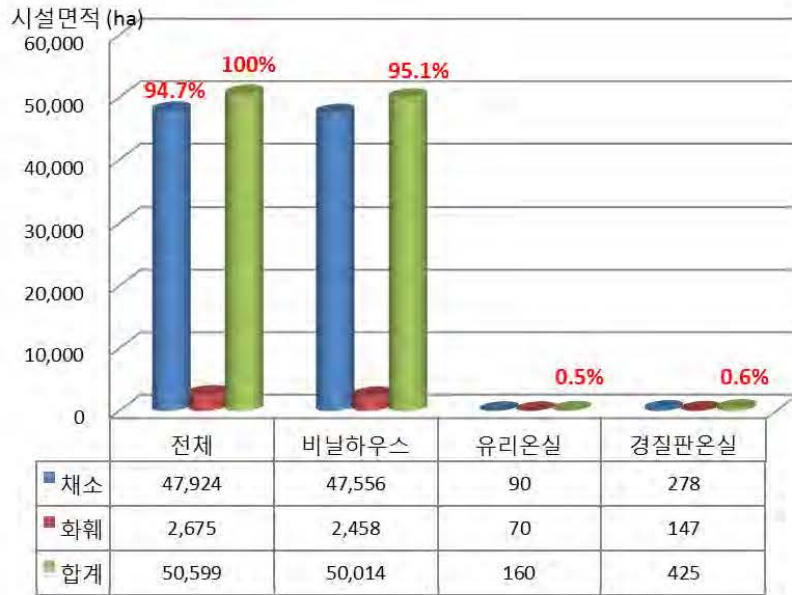


그림 2. 시설작물시설형태별 추이 (농촌경제연구원, 2012)

라. 2012년 현재 시설작물의 재배형태별 추이의 경우 비닐하우스, 유리온실, 경질판온실로 주로 재배되어지고 있으며, 시설 설치비용이 고가인 유리온실과 경질판온실의 경우는 전체 설치면적의 1%대로 낮게 나타났으며, 대부분이 비닐하우스로 이루어지는 특징을 보였음

마. 채소류의 경우 1996년에 수출 농산물의 7.3 %인 85백만불이었던 수출액이 2002년에는 거의 2배 정도 증가한 169백만불로 수출농산물의 12.3 %를 차지하는 등 같은 기간 동안에 연평균 16.5 % 증가세를 보이고 있으며, 2000년도에 30.4억\$, 2005년에 34.2억\$, 2012년에 80.0억\$로 2000년 대비하여 2.6배 증가하였으며, 주요 수출작물로는 파프리카, 딸기, 멜론, 토마토가 있음



그림 3. 주요 시설채소 수출현황 (농림수산물 수출입 및 통계, 2012)

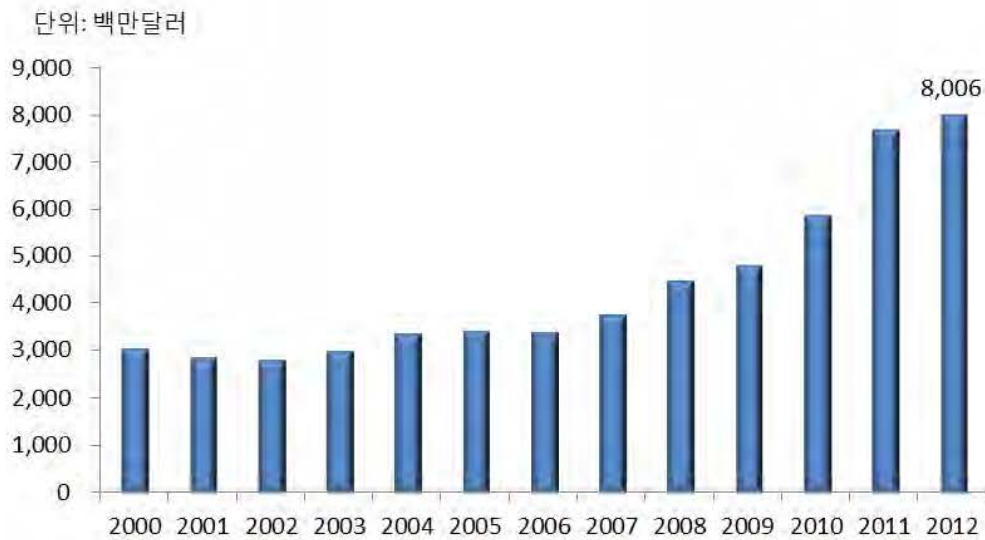


그림 4. 연도별 농산물 수출액 변화 (농림수산물 주요통계, 2013)

바. 연도별 농업부문 생산액을 보면, 2003년 33조원에서 2012년 45조원으로 약 0.73배 정도 증가하였고, 농림업의 부가가치는 큰폭의 변화는 나타나지 않고 있으나, 총부가가치비중을 볼때는 감소하는 추세를 나타내었는데, 이는 농업의 부가가치의 창출이 타 산업에 비하여 감소하고 있다고 추론이 가능함

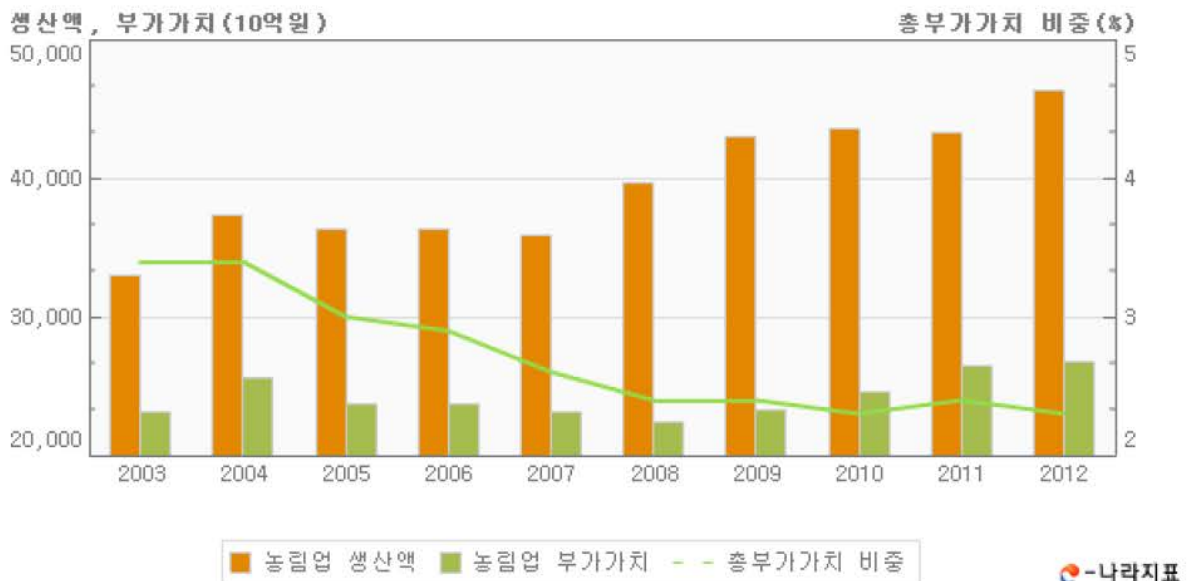


그림 5. 농림업 생산액 (e-나라지표, 2013)

사. 우리나라 시설원예산업은 에너지 집약적이며 고비용 구조를 가지고 있어 고유가와 투입



농자재 가격 인상 등으로 크게 위축되고 있음. 여기에 국내 경기의 둔화와 환율변화 등 시설원에 작물의 국내소비 및 수출 여건도 매우 불안정한 상태임. 시설원예산업이 경쟁력을 갖추기 위해서는 생산시설의 현대화, 저장 및 유통시설 구축 등 생산단계에서 판매에 이르기까지 통합된 시스템 구축이 필수적이며, 후계농업인 양성과 임차농에 대한 정책적 보호가 필요함. 경운·정지 등 기본 작업은 기계화가 많이 이루어 졌으나 수확물 운반, 물 관리, 방제작업, 온실 천축창 및 터널 개폐작업 등에 대한 기계화, 자동화 등이 미흡함. 또한 판로확보의 어려움과 외래품종에 대한 로열티 부담액의 증가 등도 문제점으로 대두되고 있음(5)

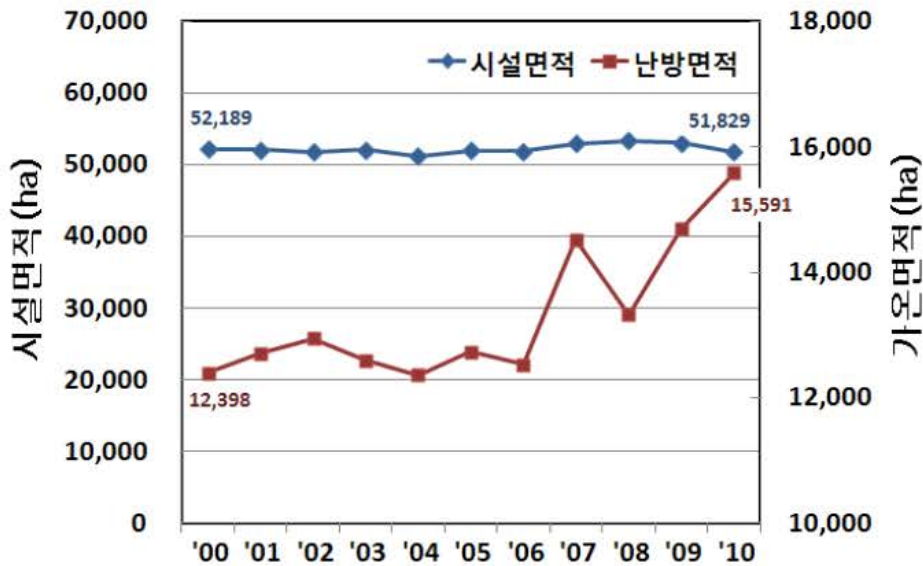


그림 6. 시설원에 가온재배면적 추이 (시설원예 에저지저감기술, 2012)

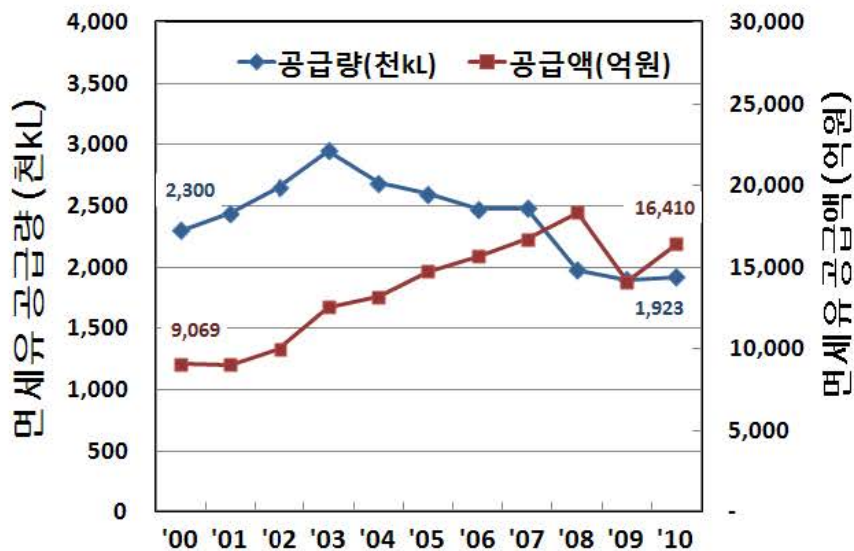


그림 7. 농업 면세유 공급량 및 공급액 추이

자. 시설원에 재배에 있어서 가온재배면적이 지속작으로 증가하고 있으며, 유류(경유) 의존적



인 에너지 소비구조를 나타내므로 이는 국제 유가 변동에 취약한 구조를 나타내고 있으며, 이로 인한 농가 경영난이 가중되므로, 에너지절감기술의 개발 및 신재생에너지 이용기술의 개발이 요구됨(4)

차. 우리나라의 파프리카 품질수준을 보면, 과거에 A급 비율이 60% 정도에 한정되었던 것이 현재는 약 70~80% 수준으로 증가하였음. 생산은 여름작형과 겨울작형으로 나뉘어 있어 연중 생산 가능하여 수출에 유리한 조건을 가지고 있음. 파프리카는 전량 수출하였으나, 최근 내수가 꾸준히 증가하는 추세임(5)

카. 시설하우스내 난방에너지를 감소시키고자 여러 가지 연구들이 진행되고 있으며 그중 난방기로 가온시킨 온실내의 온기가 외부로 손실되거나 외부의 냉기가 유입되는 것을 최소화하기 위한 다겹보온커튼과 지하수를 이용한 순환식 수막보온커튼을 이용되고 있음(3)

타. 원예시설의 과습방지를 위하여 시설원예용 제습기, 온실내 설치된 소형터널을 자동 개폐함으로써 난방비를 절감할 수 있는 중앙권취식 보온터널 자동개폐장치 등의 연구가 활발히 진행되고 있음

## 2. 시설 원예 문제점

가. 유가 상승에 따른 난방비용 부담 증가가 가장 큰 문제임. 저렴한 난방비는 경쟁력 제고의 최우선요인이기 때문에 이에 대한 지속적인 관심과 지원이 필요하며, 한국농어촌공사, 농촌진흥청 등 관련 기관에서는 시설재배 농가들이 난방비 부담을 줄일 수 있도록 새로운 기술을 개발하고 개발된 기술이 농가에 신속히 보급될 수 있도록 시범사업을 확대해야 함

나. 시설산업이 경쟁력을 갖추기 위해서는 생산시설의 현대화, 저장 및 유통시설 구축 등 생산단계에서 판매에 이르기까지 일관화된 시스템 구축이 필수적임

다. 우리나라는 에너지원의 90%이상을 수입에 의존하고 있어 에너지 비용 및 국제유가 변동에 민감하며, 전체 영농비 중 시설 난방에 소요되는 난방비용이 약 40%이상을 차지하고 있으므로 시설농가의 경쟁력 확보가 매우 어려운 상황이다. 농업의 경쟁력뿐만 아니라 국가 경쟁력의 미래를 위해서도 시설원예에 있어서의 신재생에너지를 이용한 난방방법을 개발해야할 필요성이 있음

라. 후계농업인 양성과 임차농에 대한 정책적 보호가 필요함

- 경운·정지 등 기본 작업은 기계화가 많이 이루어 졌으나 수확물 운반, 물 관리, 방제작업, 온

실 천촉창 및 터널 개폐작업 등에 대한 기계화, 자동화는 미흡한 실정임.

- 고통화된 농촌 노동력을 고려한 기계장치의 개발보급도 중요한 과제 중 하나임

다. 통상 시설원예의 난방을 위한 난방장치로는 온풍기, 온수보일러, 히트펌프 등이 있으며 이와 별도로 제습을 위한 제습기를 사용하고 있다. 제습기의 사용은 과습으로 인한 작물의 피해뿐만 아니라 병충해의 발생을 억제 시킬 수 있기 때문에 그 효용성이 증대 되고 있으나 제습기를 사용하기 위한 또 다른 에너지원이 필요함으로써 시설투자비 및 에너지가 낭비되는 문제점이 있음

### 3. 배경 및 필요성

#### 가. 연구의 배경

- (1) 시설원예의 발전척도라 할 수 있는 난방재배 면적의 비율도 크게 증가하였는데 1995년에 난방재배 면적 비율이 16 %에서 2002년에는 25 % 정도로 년 평균 증가율이 9.5 %로 시설 면적 증가율 2.7 % 보다 크게 높아지는 등 적극적인 온도관리 등과 같은 환경관리로 작물의 생산성이 크게 증가됨(3)
- (2) 최근 급격한 유가상승으로 인하여 농업인 특히, 난방 에너지를 이용한 시설 원예농가의 어려움이 커지고 있다. 시설 원예의 경영비중 35-58%이상을 차지하는 난방비의 상승으로 인하여 시설 농가의 어려움이 가중되고 있음 (농촌진흥청 농업공학부)

표 1. 농가경영 위협요인

내용	1순위(%)	2순위(%)	합계(%)
농가생산비 증가	50.0	6.6	56.6
3.7자금압박	3.3	3.7	7.0
시장개방	14.8	9.4	24.2
농업정책오류	10.2	22.1	32.3
인력부족	18.0	25.4	43.4
판로확보 어려움	2.0	18.4	20.4
기상조건	1.6	11.9	13.5
농지부족		2.5	2.5

출처 : 농업인 신문 2012. 02. 17

- (3) 난방을 사용하는 시설원예 농가에서는 과습 및 병충해 예방을 위하여 제습이 필요하지만 현재 난방기와 제습기를 각각 구비 하여야 하기 때문에 시설투자비의 부담이 증가 하고 있는 상황임

- (4) 시설원예 농가에서 통상 난방이 필요한 시점과 제습이 필요한 시점이 차이가 나기 때문에 이러한 점들을 활용하고자 함
- (5) 시설원예에 히트펌프형 제습기를 사용하여 외기에 발생하는 높은 온도를 축열하여 난방에 사용하는 새로운 형태의 제습난방기가 필요성 대두됨

#### 나. 연구의 필요성

- (1) 국제유가의 상승으로 시설재배농가의 경제성이 악화되고 있으며 국제 원자재 가격의 상승으로 인한 시설 투자비 또한 상승하고 있으므로 이에 대한 대책이 필요함
- (2) 난방과 제습을 동시에 원하는 시설재배 농가의 요구가 있으므로 난방과 제습이 동시에 가능한 장비의 개발이 필요함

#### 4. 정책 및 제도현황

가. 시설원예 현대화 및 증축, 개축에 대한 지원 사업이 실행중이며 이중 특히 양액재배시설, 고설재배, 자동 개폐기, 제습기, 관수 시설, 에냉 및 저장시설 등에 대하여 지원 사업이 이루어지고 있음

나. 농업관련 자재나 설비에 대한 정부보조사업은 친환경관련분야가 아니면 점점 규모가 축소되고 있으며, 친환경관련 녹색기술 관련은 지원사업이 확대되면서 시장규모도 확대될 것으로 예상됨

다. 에너지 소비를 줄이기 위한 시설원예 에너지 절감 국비, 도비 시범사업이 추진되고 있음

라. 순환식 수막보온커튼 지중열 교환기, 냉·난방 다겹보온커튼, 온풍난방기 버너 및 열교환기 분진제거, 온풍난방기 배기열 회수, 시설원예 제습기 등의 지원 사업을 통하여 에너지의 효율적인 사용을 위한 여러 가지 지원 사업 및 시범사업들이 진행되고 있음

#### 5. 관련 기술 현황

가. 시설원예의 난방에너지 절감을 위한 기술들은 내저온성 품종육성과 보온단열성이 높은 피복재 사용, 시설구조의 개선 및 하우스 투광량의 극대화, 난방 시스템 설치 및 설치 방식의 개선과 대체에너지 사용 등이 있으며 이중 난방 시스템의 설치에는 제습기에 관한 연구도 진행중임

나. 지열(냉)난방시스템 보급사업은 지열을 이용한 신재생에너지 이용기술로써, 지중열 교환기, 지열 히

트펌프, 냉온수 순환펌프등의 설비를 설치, 지중열을 시설원에 냉·난방 열원으로 이용하는 시스템  
임

다. 시설원예용 제습기는 히트펌프 원리를 이용해 시설 내의 과도한 습기를 제거한다. 겨울철 저온에서도 제습 성능이 우수하도록 냉매의 증발 및 응축 열교환기를 분리 배치한다. 젓빛곰팡이를 억제하고 상품성을 향상 시킨다. 제습기 가동 시 30℃ 이상의 온풍 공급으로 난방비 10% 절감 기대함

라. 온풍난방기 배기열 회수장치 : 온풍 난방기를 가동할 때 배기가스와 함께 버려지는 폐열을 회수해 난방에 다시 이용하는 장치이며, 온풍난방기 연통에 설치하며 250~300℃의 배기가스가 열 회수장치를 통과하면서 열은 흡수되고 배기가스는 150℃로 낮아져 밖으로 배출되며, 회수된 따뜻한 공기(50~55℃)는 다시 온실 난방에 활용할 수 있음

마. 농업용 열회수형 환기장치는 농업용 시설에서 환기를 할 때 배출되는 열을 흡수해 외부에서 유입되는 찬 공기를 가열, 실내에 공급하는 방식이다. 공기 출입구에 필터 및 자동 댐퍼(통풍 조절판)를 설치해 병해충 및 이물질의 유입을 방지한다. 초기 투자비용 회수기간은 1년 이내이며, 생육환경을 개선하면 상품성 향상으로 소득이 30% 증가함

바. 고체연료 난방기는 기름 대신 목질계 고체연료를 이용할 수 있는 시설원예용 난방기 컨베이어 연소방식의 수평 이동형 연료 공급 및 재배출로 고체연료를 이용하면서도 정밀한 온도관리가 가능하며, 주간이나 난방이 필요 없는 시간대에 지속적으로 불씨를 유지할 수 있음

## 6. 해외의 정책 및 제도, 기술현황

가. 1997년 교토에서 열린 「기후변화 세계정상회의」는 2008년에서 2012년 사이에 온실가스(GHG)의 방출량을 1990년의 수준에서 최소 5% 감소시키기 위한 가이드라인을 만들었으며, 교토의정서의 목표를 달성하기 위해서는 에너지 소비와 온실가스 방출의 많은 부분을 차지하고 있는 부분의 에너지 활용 향상이 반드시 바뀌어야함(8)

나. 겨울철의 낮은 온도에서 공기, 물 또는 지표로부터 열을 흡수해 사용하는 난방장치인 히트펌프는 연료를 연소하는 방식이 아니기에 온실가스의 방출이 없기 때문에, 히트펌프의 대대적인 공급은 세계적으로 온실가스 방출을 감소시키는 데에 효과적인 방법중의 하나로 인정받고 있음

다. 현재 유럽, 북미, 일본등 선진국에서는 히트펌프 시스템을 개발하여 신재생에너지를 농업에 활용하기 위해 많은 연구들이 진행 되고 있으며, 에너지 절약형 냉난방 시스템 개발에 노력을 기울이고 있음

라. 네델란드의 경우 기존 튜브레일과 그로우스 튜브를 폐기하고 전기를 이용한 온풍기로 덕트 난방을 사용하고 있음

마. 미국 DOE (Department of Energy)에서는 시설원예에 지열 히트펌프등의 다양한 히트펌프를 활용한 기술들을 연구하고 실증 시험을 하고 있음

- 히트펌프 에어컨은 주로 선벨트(Sunbelt States ; 태양이 비치는 지대 - 미국 버지니아에서 플로리다, 텍사스, 애리조나, 캘리포니아주에 이르는 미국 남부지역을 일컫는 말, 온난 기후지역으로서 강수량이 적은 편이다) 지역에서 주로 사용되는 반면 다른 지역에서는 난방을 위해 보일러와 가스난로시스템이 주로 사용됨(7)

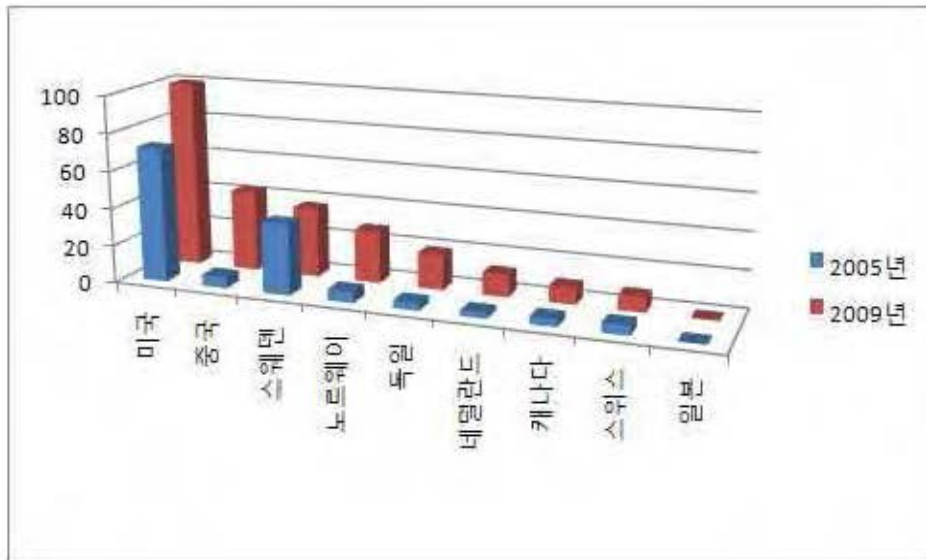


그림 8. 지중열 히트펌프의 누적보급 대수 (단위:백만대)

출처 : 한국기술정보연구원 2009

바. 일본의 경우는 CO<sub>2</sub> 발생량의 10%를 히트펌프 기술로 줄이는 방안을 국가적인 차원에서 추진하고 있음

- 일본에서는 냉난방을 위한 공기조화기가 1970년대에 소개되었으며, 1980년대에는 인버터 에어컨이 소개됨. 압축기 가변속도 기술의 도래는 온도를 미리 지정할 수 있게 하였고 급회전의 감소는 전력소모량을 줄여 높은 에너지 감소효과를 불러왔음
- 1990년대 초반 히트펌프 공조기는 연료연소형 기기와 비교하여 효율성 측면에서 유사한 수준의 성적계수를 달성하였다. 이에 더해 1999년 효력이 발생한, 개정된 에너지보전법 하의 "Top Runner 표준"은 효율적인 가정용 기기를 개발하도록 제조업체들 사이의 경쟁을 부추겨 성적계수 7에 해당하는 효율성을 달성하였음
- 10년전의 절반수준으로 떨어진 전력소비 감소 성과를 포함해, 여러 가지 변화로 히트펌

프 에어컨은 석유나 가스를 사용하는 다른 난방기의 절반의 운영비용으로 같은 면적을 난방할 수 있게 되었음

- 미쓰비시전자가 출시한 "ZUBADAN"시리즈는  $-15^{\circ}\text{C}$ 나  $-25^{\circ}\text{C}$ 의 외부온도에서도 뛰어난 난방성능을 발휘한다는 점에서 상당히 혁신적인 기술이며, 이 기기의 난방기능은 기기에 어떤 액체를 주입함으로써 가능해짐
- 히타치도  $-15^{\circ}\text{C}$ 의 외부온도에서 원활하게 작동하여  $-25^{\circ}\text{C}$ 에서도 그런대로 작동이 가능한 IVX시리즈인 FAC를 출시하였으며, 다이킨 역시 5개의 전력회사와 협력하여 최근 한랭기후용 VRV시스템을 출시했음.
- 산요는 한냉기후용 상업용 에너지컨을 출시하였는데 자사의 슈퍼 고온열교환기를 채용하였으며, 이 제품은 'DC트윈로터리 컴프레서'와 인버터컨트롤과 같은 주요 기술의 개선을 위해 개발되어 외부온도가 낮을 때 등유히터에 비견할만한 난방능력과 안정적인 운전 을 실현하였음
- 온수기인 ECO CUTE시스템이 일본시장은 2006년에 대략 50만대였는데 이는 4.5kW급 제품의 절반 수준이며, 6.5kW와 9.0kW 기기가 최근 인기를 더해가고 있다. 일본 정부는 시장의 확대를 위해 일련의 육성정책을 운용하고 있음
- 일본 냉동공조산업협회(JRAIA)가 제시한 수치에 따르면 일본 냉동공조기기 시장의 규모는 연간 700만대로써 히트펌프 냉동기기가 여기의 98.5%에 달하며, PAC 시장의 크기는 80만대로써 그 중 히트펌프 제품은 93%를 차지함(9)

사. 중국의 GSHP (Ground Source Heat Pump)의 경우 표층수, 해수, 토양열, 하수열 등의 다양한 열원을 이용하여 냉난방 시스템을 광범위하게 확대 추진하고 있음

- 중국 정부는 에너지절약 장려를 위해 냉동공조기기, 칠러, 단일에너지컨에 대한 에너지효율등급제를 실시하고 있으며, 그리(Gree)와 미디어(Midea)와 같은 중국 에어컨회사들은 한냉지역에서도 원활하게 작동할 수 있는 히트펌프 에어컨을 '코플랜드 테크놀로지'와 합작하여 개발하였으며, 일본과 중국회사들이 추진하고 있는 VRF시스템의 대부분 역시 히트펌프 기기임(9)

## 제 2절 : 연구 목표 및 개발 내용

### 1. 연구 개발 목표

: 주간 잉여열 회수를 통한 시설 하우스내 제습 및 난방시스템 구축

### 2. 연구 개발 내용

#### 가. 잉여열 축열식 제습난방기 개발

- (1) 시설하우스내 주간 잉여열의 회수 및 제습배기열 회수/축열을 통한 제습 및 난방 시스템 설계
- (2) 시설하우스내 주간 잉여열의 회수 및 제습배기열 회수/축열을 통한 제습 및 난방 시스템 구축
- (3) 주간 잉여열의 회수를 통한 제습 및 난방기 설치 및 안정성 강화 시스템 구축 및 A/S 시스템 구축

나. 시설하우스내 제습을 통한 병해충 예방 및 생산량 조사

- (1) 시설하우스내 제습에 따른 병해충 발생밀도 조사 및 작물 생산량 조사
- (2) 시설하우스내 제습에 따른 온도, 습도 변화 모니터링

다. 주간 잉여열 활용을 통한 에너지 비용 절감 및 실증 시험

- (1) 주간 잉여 에너지 분석 및 야간 에너지 활용 에너지 분석/ 활용
- (2) 축열조 성능 검증 및 에너지 효율 극대화를 위한 시스템 구축
- (3) 제습난방 시스템 효율 실증 시험

라. 제품 마케팅 및 보급 계획 수립

- (1) 경제성 분석 및 마케팅 방안 마련
- (2) 가격 책정의 적정성 검토
- (3) 정부 보조 사업의 활성화를 통한 봉사 보급 방안 검토



## 제 2 장 국내외 기술개발 현황

### 제 1절 : 국내외 시설원에 기술개발 현황

#### 1. 국내 기술개발 현황

가. 전북농업기술원에서는 지열을 이용하여 냉난방을 조절할 수 있는 친환경 저탄소 첨단 유리온실 신축으로 화훼 신품종 육성 위한 단축 및 LED 실용화 연구 추진

- 2011년 10억(국비 5억, 도비 5억) 예산을 확보하여 자동으로 환경 제어가 가능한 첨단 네펠형 유리온실 신축을 추진 중에 있다. 겨울철 난방과 여름철 냉방을 위해 지열을 이용한 냉난방 시스템을 설치함으로써 전기나 석유 사용을 최소화하는 친환경 저탄소 에너지 절감형 온실이 신축
- 유리온실 내부는 양액재배실, 육묘실, LED 식물공장 및 관리동으로 나뉘어져 있으며, 자동으로 환경 제어가 가능함으로써 화훼 신품종 육성에 있어 꼭 필요한 생산력 검정과 재배력 시험을 계절에 상관없이 추진할 수 있게 되어 품종육성 기간을 단축시킬 수 있음
- LED를 이용한 식물공장 도입으로 미래 지향적인 새로운 농업기술개발에 일조하게 되며, 수확 후 절화수명을 시험할 수 있는 실험실도 운용하여 절화수명을 연장할 수 있는 재배 기술 개발을 할 수 있게 되어 생산자뿐만 아니라 소비자 기호도 증진을 위한 연구



그림 9. 지열을 이용하여 냉난방을 조절할 수 있는 친환경 저탄소 첨단 유리온실

나. 지열을 이용한 농업시설 냉난방 시스템 개발('05~'07, 농촌진흥청)

다. 시설원예용 고온수 제조 및 대온도차 지열 히트펌프 성능향상 기술 연구(12~13, 건양대)

라. 지중저수열을 이용한 냉난방 시스템 개발('13~'14, 농촌진흥청)



마. 자연에너지를 이용해 난방과 냉방을 겸할 수 있는 고효율 열펌프를 개발 (농촌진흥청 농업기계화연구소 농업에너지연구팀)(10)

- 온실 냉난방 겸용 열펌프 시스템이 개발돼 여름철 호접란 저온재배로 농가소득이 2배 이상 증대되고 냉난방에너지도 크게 절감됨
- 자연에너지를 이용해 난방과 냉방을 겸할 수 있는 고효율 열펌프를 개발, 지난해 7월부터 호접란 재배농가에 시험적용
- 이번에 개발한 열펌프를 호접란 재배 온실(충남 천안시 성거읍)에서 시험 재배한 결과 꽃대형성율이 100%로 높았고 상품성도 상등품(꽃수 8개이상)이 90%이상으로 재배돼 농가소득이 고랭지 이동재배방식에 비해 3배 이상 높아짐
- 재배기간을 2년에서 1년6개월로 단축시켜 생산비를 크게 낮출 수 있게 됐고 저온재배시 실내습도를 80%정도로 균일하게 유지해 병해 발생을 억제, 여름철 무농약 재배를 실현시킴
- 냉난방겸용 열펌프는 난방성능계수(COPh)는 3.5~4.2로 기존 분리형 열펌프에 비해 40% 정도가 향상됐고 냉방성능계수(COPc)도 3.2로 기존의 에어컨에 비해 20% 정도 향상된 것으로 나타남

바. 물 이용 시설원에 난방시스템 개발 : 강 주변의 지하에서 뽑아낸 물을 이용해 온실을 난방할 수 있는 기술이 개발(12)

- 농촌진흥청은 물을 열원으로 이용해 온실 냉난방 에너지를 크게 줄일 수 있는 '수자원 이용 시설원에 난방시스템'을 한국수자원공사와 공동으로 개발하고, 경남 진주시 대곡면 파프리카 수출단지에서 경남도농업기술원과 함께 현장평가회 개최
- 개발한 난방시스템은 하천 제방 주변 지하에 깊이 20~30m의 관정을 설치해 강변여과수를 취수하고, 이를 히트펌프의 열원으로 사용해 난방을 하는 원리
- 강변여과수는 취수과정에서 지층을 통과하는 동안 토양과 열교환이 이루어져 연중 13~18℃를 유지하며, 수량이 풍부해 열원 확보를 위한 초기 투자비용을 크게 줄일 수 있어 매우 경제적인
- 열원으로 사용된 강변여과수의 약 70%는 다시 땅속으로 돌려보냄으로써 수자원 낭비를 줄일 수 있음
- 시스템의 내구성 향상을 위해 강변여과수에 함유되어 있는 모래, 철, 망간 등의 이물질을 제거하는 급속여과기도 개발해 수질에 의한 시스템 장애요인도 제거
- 농촌진흥청은 이번에 개발한 난방시스템을 파프리카 재배시설에 설치해 성능 시험한 결과, (외부 온도 영하 8℃ 기준) 온실 내부 온도를 평균 20℃로 유지함
- 또한 면세 경유를 사용하는 온풍 난방기를 이용할 때 보다 80% 정도 난방에너지 비용을 절감할 수 있고, 설치비도 현재 보급되고 있는 지열히트펌프시스템과 대비해 30% 정도 줄일 수 있을 것으로 예상함 (농촌진흥청 에너지환경공학과)



그림 10. 물 이용 시설원에 난방시스템

사. 우리나라 원예산업을 주도하고 있는 시설원예산업은 2009년도 현재 국내 원예분야 총생산액의 60% 이상이며, 농산물 수출액의 약 60%인 2억 4,000만달러를 수출하였고, 해마다 그 비중이 증가하고 있음

- 시설원에 선진국인 네덜란드와 비교할 때, 우리나라 시설원에 작물의 단위면적당 생산량은 절반 정도에 불과한 실정임
- 이것은 재배품종과 재배시설, 재배기술의 차이 등에서도 물론 원인을 찾을 수 있지만, 근본적으로는 우리나라의 여름철 기간 동안 온실 내부의 고온현상으로 정상적인 작물재배가 어려워 이 기간 동안 작물의 생산성이 네덜란드에 비해 낮기 때문임
- 여름철 한낮에 온실 안의 기온은 바깥보다 5°C 이상 높아져서, 대다수 작물의 생육한계 기온인 35°C 이상인 날이 많아서 온실에서 정상적인 작물재배가 어려운 실정임

자. 포그냉방기술의 개발

- 액체상태인 물 1kg이 증발하여 기체상태인 수증기로 변할 때 약 540kcal의 열에너지를 주위 공기로부터 흡수하여 공기가 냉각되는 증발냉각원리를 적용한 냉방 방법으로 아주 실용적인 기술임
- 포그냉방시스템은 포그노즐, 공기순환팬, 고압분무기와 물탱크 등 자재를 구입해서 10a(1,000㎡)당 약 300만 원 내외의 비용으로 농가가 직접 설치할 수 있으므로, 같은 증발냉각원리를 이용하는 패드-팬 냉방시스템에 비해 약 8배 정도의 적은 비용으로 효과적인 온실 냉방이 가능함
- 지금까지 사용된 온도설정 제어방식으로는 온실 내 실내습도가 너무 높아져 식물의 생육이 나빠지고, 곰팡이병 등의 발생 원인이 될 수 있어서 농업인들이 사용을 꺼리기 때문에, 보다 정밀한 제어기술이 필요함
- 이러한 문제를 해결하기 위해 개발된 간헐식 포그분무 제어장치는 온도제어를 기본으로 하면서 포그의 분무와 정지를 1-5분까지 간헐적으로 동작시키므로써, 분무된 포그 입자

- 가 충분히 증발된 후에 다시 분무가 이뤄져 실내 습도가 높아지는 것을 방지할 수 있음
- 개발된 제어장치와 함께 포그냉방시스템을 온실에 적용한 결과, 차광을 하지 않고도 여름철 한낮의 온실 내부기온이 35℃ 이하로 유지되고, 상대습도를 80% 이하로 유지할 수 있었고, 포그분무에 사용된 물의 양도 30~50% 절감하는 효과
- 이 간헐식 포그분무 제어시스템의 적용은 여름철 고온기 작물재배에 어려움을 겪고 있는 시설원예농가의 애로사항을 해소하고, 고온기에 안정적으로 원예작물을 재배하여 생산성 향상과 농가들의 소득 증대에 크게 도움이 될 것으로 기대함(13)

- 차. 국내에는 1990년대 중반부터 지열에너지에 대한 관심을 보이기 시작하여 요소기술들에 대한 연구들이 진행 되었으며, 현재 신재생에너지로써 국가적인 차원에서 보급이 이루어지고 있음
- 카. 농업용 지열히트펌프 시스템은 대형온실, 축사, 농산물 저장소등에 보급이 되어 있으나 범용으로는 개발이 어려운 실정이며, 지열의 경우 그 사용기간이 한정 되어 있는 단점을 가지고 있으나 신재생에너지라는 측면에서 각광받고 있음



그림 11. 수평형 지열히트펌프 시스템 (경북 영천시 소재)

- 타. 상대적으로 설치 비용이 적게 드는 공기열 히트펌프가 최근에 보급되고 있으나 외기온이 저온으로 낮아지게 되면 성능이 급격히 저하되는 등의 문제가 발생하고 있음
- 파. 공기열 히트펌프의 활용도를 높이기 위해 온실 내부에 축적된 태양열과 공기열을 동시에 이용할 수 있도록 열원을 다양화하고, 적정 규모의 축열조 설계 기준을 마련해야 하며, 시설원에 재배 환경을 고려한 최적화된 제어방법 구축이 필요함
- 하. 업계는 최근 히트펌프 개발기술이 발달하고 신재생에너지 등 에너지원 범위가 다양해 지면서 향후 히트펌프 시장 점유율도 늘어날 것으로 전망하고 있고, 국내 히트펌프 시장은 초고층 빌딩과 상업용 건물을 중심으로 성장할 것으로 보고 있으며 가정용에서도 보일러를 대체할 수 있을 것



로 전망하고 있지만 가정용의 경우 전기요금제도에 적용되는 누진제가 여전히 히트펌프 보급에 걸림  
 돌로 작용하고 있어 지열뿐 아니라 다른 열원도 신재생에너지에 포함시켜 히트펌프 시장을 확대해야  
 한다는 목소리도 높은 실정임(12)

전략품목	2008년	2009년	2010년	2011년	2012년	2013년	
VRF 히트펌프		고효율 20마력급 VRF 히트펌프 및 보급, 평가기술 개발 (용량 : 20마력급, -15°C 기준 COP 2.6(2단계), 열교환기 착상시간 지연율 : 150%(2단계))					
히트펌프 냉온수기	메틸아민 고온제조 하이브리드 히트펌프기술개발 (30 kW급 시스템설계기술, COP 3.5, 90°C 이상의 고온수 제조기술 확보)		고효율 흡수식 냉온수기 개발 (COP 1.4, 210 RT급 흡수식 냉온수기, 냉각수 입/출구 온도 : 32°C/3.75°C)			고효율 히트펌프 냉온수기 기술 개발 (가정용 용량 : 16 kW이하, 최고출수온도 : 80°C, 상업용 용량 : 29 kW 이상, 최고출수온도 : 65°C)	
집열축열식 히트펌프	지역난방 및 초고층빌딩 HVAC시스템용 초고효율 열교환기개발 (총괄열전달계수 6,000kcal/m <sup>2</sup> hr°C, 고압내구성 30 bar)					배가스 업원아민 고온열펌프 시스템개발 (30 RT급 설계기술, 70°C온수생산 COPH=3.5, 열효율향상 : 8%)	
가스엔진 및 히트펌프 응용 제품	R410A용 GHP 시스템 개발 (냉방/난방 : 85/95 kW, 열효율 : 35%@30HP)		동가상자식 고온열펌프 복합건조기 상용화기술개발 (건조기투출열량 : 190 kW 이상, 온도범위 : 60~80°C, COP 3.0이상, 효율 70%이상)				

KETEP Issue Paper 2012 - 제5호 | 14

그림 12. 히트 펌프분야 국가 R&D 추진현황

## 2. 국외 시설원에 기술개발 현황

### 가. 일본의 시설원에 동향 (한국미래농업단지 조성 예비타당성 조사, 2009)

#### (1) 시설현황

- 일본의 원예용 유리온실, 하우스 등의 설치 실면적 및 재배 연면적의 추이를 보면, 1999년에 유리온실 4,218ha, 하우스 66,306ha, 비가림재배 13,571ha, 터널 45,733ha를 정점으로 유지 또는 감소 추세에 있음
- 품목별로 시설 야채류 재배면적의 추이를 보면, 전반적으로 야채의 합계는 1999년을 정점으로 유지 또는 감소 추세를 나타내고 있음
- 가지, 부추, 썩갓을 제외하고 모든 품목의 면적 추이는 유지 또는 감소 추세를 나타

내고 있음(14)

표 2. 원예용 유리온실, 하우스 등의 설치 실면적 및 재배 연면적 추이

단위 : ha

구 분			1999	2001	2003	2005	2007
유리 온실	설치 실면적	야채	1,042	869	889	911	873
		화초	1,278	1,232	1,242	1,206	1,145
		과수	155	155	146	145	139
		계	2,476	2,255	2,277	2,262	2,157
	재배 연면적	야채	2,313	2,042	1,938	1,930	1,717
		화초	1,761	1,893	1,711	1,572	1,440
과수		144	125	142	134	133	
	계	4,218	4,060	3,791	3,636	3,289	
하우스	설치 실면적	야채	36,441	35,889	35,389	35,329	34,364
		화초	7,631	7,462	7,451	7,401	6,935
		과수	6,969	7,563	7,172	7,217	7,153
		계	51,040	50,913	50,011	49,947	48,451
	재배 연면적	야채	50,218	47,759	46,575	47,653	45,500
		화초	9,295	10,256	8,617	9,060	9,124
과수		6,793	7,489	7,068	7,517	6,967	
	계	66,306	65,504	62,260	64,230	61,591	
유리온 실하우스 계	설치 실면적	야채	37,484	36,758	36,278	36,240	35,237
		화초	8,909	8,693	8,693	8,607	8,079
		과수	7,124	7,717	7,318	7,362	7,291
		계	53,516	53,169	52,288	52,209	50,608
	재배 연면적	야채	52,531	49,801	48,513	49,565	47,217
		화초	11,057	12,149	10,328	10,632	10,564
과수		6,937	7,614	7,210	7,656	7,100	
	계	70,525	69,564	66,051	67,853	64,880	
비가립 재배	설치 실면적	야채	7,012	8,230	7,538	7,887	7,038
		화초	1,190	1,157	1,079	1,166	1,071
		과수	5,370	4,869	5,112	5,141	5,330
		계	13,571	14,256	13,728	14,194	13,439
터널	재배 연면적	야채	44,998	44,191	47,598	44,426	41,042
		화초	735	742	598	496	406
		과수	-	-	-	-	-
		계	45,733	44,933	48,196	44,922	41,448

- 일본의 하우스 자재별 설치 면적의 추이를 보면, 염화비닐필름은 1999년(41,071ha) 이후 감소 추세를 보이며, 폴리에틸렌필름은 1999년(5,876ha) 이후 증가하는 추세를 나타냄

표 3. 품목별 시설 야채류 재배면적의 추이

단위 : ha

구 분	1999	2001	2003	2005	2007
야채 합계	52,531	49,801	48,513	49,565	47,217
토마토	7,141	7,436	7,255	7,551	7,714
일반 메론	5,757	4,706	4,359	4,307	3,578
딸기	5,941	5,732	5,245	5,256	5,161
오이	5,440	5,040	5,019	4,811	4,249
시금치	5,183	5,519	5,309	5,515	5,073
수박	3,683	2,975	2,872	2,887	2,925
온실 메론	2,501	1,985	1,762	1,913	1,853
가지	1,785	1,728	1,518	1,500	1,410
파	1,844	1,779	1,777	1,725	1,613
피망	1,486	1,347	1,237	1,340	1,189
부추	1,389	1,328	1,279	1,159	979
쭈갓	1,110	1,026	1,069	1,033	915
강낭콩	451	374	384	392	339
아스파라거스	714	739	750	850	814
양상추	239	225	234	253	284
셀러리	301	299	291	296	267
완두	279	214	185	256	263
그 외	7,289	7,348	7,969	8,521	8,591

표 4. 하우스 자재별 설치 면적의 추이

단위 : ha

구 분	1999	2001	2003	2005	2007
연화비닐필름	41,071	37,928	34,421	32,028	28,967
폴리에틸렌필름	5,876	9,232	12,208	14,603	16,268
경질플라스틱필름	2,063	2,080	2,195	2,196	2,255
경질플라스틱판	634	603	565	562	548
그 외	1,397	1,071	622	557	413
합 계	51,040	50,913	50,011	49,947	48,451

- 에너지 절약 장치의 보급실태를 살펴보면, 가온설비는 일정수준을 유지하고 있는 반면 탄산가스 발생장치는 1999년(856ha) 이후 계속 증가하고 있음

표 5. 에너지 절약 장치의 보급 추이

단위 : ha

구 분	1999	2001	2003	2005	2007
① 가온 설비가 있는 것	23,175	22,792	22,828	22,712	22,308
② ①중 변온 장치가 있는 것	9,792	9,836	10,458	10,644	10,573
③ 자동이나 물장치가 있는 것	14,508	13,759	13,564	13,720	-
④ 탄산 가스 발생 장치가 있는 것	856	911	1,081	1,162	1,369
⑤ 커튼 장치가 있는 것	23,521	19,461	18,344	18,693	17,924
⑥ ⑤중 다층화하고 있는 것	-	-	-	-	3,885
⑦ 자동천창개폐 장치가 있는 것	5,021	5,878	5,697	5,732	5,096
⑧ 환기팬이 있는 것	9,974	9,308	9,444	9,275	10,028
⑨ ⑧중 환기팬이 자동화된 것	-	-	-	-	-
⑩ 유리온실하우스 설치 면적	53,518	53,169	52,288	52,209	50,608

(2) 생산현황

- 일본에서 파프리카는 서양식 외식산업의 발달과 함께 네덜란드산 파프리카가 1993년에 수입되면서 소비되기 시작함
- 일본의 파프리카 생산은 1990년대 중반부터 시작되었으나 네덜란드, 한국 등 수입산에 비해 가격경쟁력이 낮아 생산이 크게 증가하지 못함
- 일본의 파프리카 재배면적은 2004년 44ha에서 2006년 56ha로 2년간 27%가 증가하였고 수확량은 같은 기간 6% 증가함
- 일본산 파프리카는 수입산에 비해 가격경쟁력이 낮지만 안전성 측면에서 우월하다는 국산 선호 소비풍조와 지산지소 운동 등으로 인해 일본산 파프리카의 생산이 증가함
- 파프리카 생산량은 수입량의 10%에 불과하지만 안전·안심을 요구하는 소비자 수요에 따라 재배면적은 증가하고 있음(14)

표 6. 일본 파프리카 생산동향

단위 : ha, 톤

		1998년	2000년	2002년	2004년	2006년
재배 면적	시설	21	17	15	31	40
	노지	2	4	4	13	19
	계	23	21	19	44	56
생산량		1,368	766	1,046	2,195	2,323

표 7. 일본 파프리카 지역별 생산 현황

단위 : ha, 톤

지역명, 주산지	재배면적			생산량		
	시설	노지	계	시설	노지	계
북해도	2	-	2	98	-	98
동북, 미야기, 야마가타	9	0	9	370	3	372
관동, 군마, 치바 등	9	6	16	415	54	469
호쿠리쿠, 이시가와	0	-	0	1	-	1
도카이, 아이치	1	-	1	38	-	38
긴키, 효고	0	1	1	12	9	21
쥬시코쿠, 히로시마	3	7	11	270	252	523
큐슈, 쿠마모토	15	1	16	780	18	798
오키나와	0	-	0	4	-	4
계	40	16	56	1,987	336	2,323

- 일본 파프리카의 2006년 10a당 단수는 시설재배 4,968kg, 노지재배 2,100kg으로 약 2.4배의 생산량 차이를 보임
- 2006년 파프리카 재배면적은 시설재배 40ha, 노지재배 16ha로서 시설재배가 2.5배 많고 생산량은 시설재배가 노지재배 보다 5.9배 많음

- 시설재배일지라도 유리온실보다 비닐온실의 비율이 더 높고, 설비가 미비하여 평당 수확량은 16.6kg으로 낮은 수준임
- 주요 산지는 쿠마모토(15ha), 나가노(5ha), 군마(6ha), 히로시마(5ha), 야마가타(4ha)의 순임
- 쿠마모토산 파프리카는 관서지방 대도시와 동경 등지의 수도권까지 출하되고 있음

(3) 수입동향

- 일본의 파프리카 수입은 1993년 네덜란드산 수입에서 시작되었으며 한국과는 1996년 Dole Japan과 참생명농조합법인(현 농산무역의 전신)의 거래로 시작됨

(4) 수입량과 수입국의 시장점유율

- 2001년부터 한국산 파프리카의 수입이 증가되어 전년 대비 약 2배가 증가했으나 2006년부터 엔화약세로 한국산 파프리카 수입이 감소하면서 전체 수입량도 감소하고 있음.
- 일본 시장에서 한국산 파프리카의 시장점유율은 2001년 이후 크게 증가하여 2007년 물량 대비 66%의 높은 점유율을 나타내고 있음

표 8. 일본 파프리카 수입량

단위 : 톤

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
한국	2,023	11,092	12,290	14,906	16,223	17,764	14,570	14,447
뉴질랜드	1,990	2,736	3,279	2,663	2,928	3,061	3,426	3,738
네덜란드	6,192	5,717	6,829	5,040	4,602	5,087	4,804	3,625
기타	120	105	67	45	81	1	3	0
계	10,325	19,650	22,465	22,655	23,834	25,914	22,803	21,811

표 9. 일본 파프리카 수입국별 시장점유율

단위 : %

	2000		2001		2002		2003		2004		2005		2006		2007	
	금액	물량	금액	물량	금액	물량	금액	물량	금액	물량	금액	물량	금액	물량	금액	물량
한국	17.0	19.6	47.0	56.4	42.6	54.7	53.7	65.8	56.9	68.1	60.0	68.6	54.0	63.9	57.3	66.2
뉴질랜드	22.5	19.3	17.7	13.9	18.1	14.6	16.1	11.8	16.5	12.3	15.1	11.8	18.7	15.0	21.7	17.1
네덜란드	59.2	60.0	34.6	29.1	39.0	30.4	30.1	22.2	26.4	19.3	24.9	19.6	27.2	21.1	21.0	16.6
기타	1.3	1.2	0.6	0.5	0.4	0.3	0.1	0.2	0.2	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0



- (4) 한국산 파프리카가 일본 시장에서 가격경쟁력이 있는 가장 큰 이유 : 저렴한 물류비
- 2001년부터 항공 수송을 선박 수송으로 전환함에 따라 물류비용이 대폭 절감되었고 그 효과가 가격경쟁력으로 나타남
  - 파프리카 5kg 상자에 소요되는 물류비는 네덜란드산 10달러, 뉴질랜드산 8달러인데 반해 한국산은 0.4달러로 네덜란드산의 4%, 뉴질랜드산의 5%에 불과함

나. 네덜란드의 시설원예 동향 (6차 산업형 수출전문 최첨단 유리온실 조성 타당성 분석, 2009)

(1) 온실면적의 변화

- 네덜란드의 시설원예면적은 1975년부터 1993년까지 증가세를 보이다가 1994년부터는 소폭의 증가와 감소를 나타내며 일정수준을 유지하고 있으며, 2007년에는 10,374ha임
- 품목별 시설원예 점유율은 2007년에 화훼 51%, 채소 44%로 화훼 비중이 높고, 육묘와 과수의 비율이 낮음
- 화훼류 재배온실은 2000년까지 증가하다 이후 감소 추세에 있으며, 채소류 재배온실은 감소와 증가를 나타내며 일정수준을 유지하고 있음
- 네덜란드 온실의 대부분(92~93%)은 가온재배를 하고 있고, 가온재배 면적은 2007년에는 9,463ha(91%)로 나타남
- 네덜란드의 유리온실면적 변화추이를 살펴보면, 화훼의 경우 1990년까지 급성장하다 이후 완만한 증가세를 나타낸 이후, 다시 완만한 감소세를 보이고 있음. 이외에 채소, 과수, 육묘는 비슷한 수준을 유지하고 있음(14)

표 10. 네덜란드의 품목별 온실면적 추이

단위: ha

연도	계	채소	화훼	육묘	과수
1975	7,900 (6,567)	4,683	3,060	40	117
1980	8,755 (7,767)	4,658	3,976	65	56
1985	8,968 (8,024)	4,559	4,275	95	39
1990	9,768 (9,021)	4,453	5,140	143	32
1991	9,983 (9,289)	4,529	5,277	144	33
1992	10,140 (9,455)	4,590	5,344	168	38
1993	10,316 (9,646)	4,727	5,377	171	41
1994	10,231 (9,560)	4,498	5,519	180	34
1995	10,154 (9,497)	4,405	5,518	197	34
1996	10,043 (9,333)	4,247	5,556	204	36
1997	10,072 (9,359)	4,203	5,541	284	44
1998	10,345 (9,644)	4,307	5,684	325	29
1999	10,562 (9,677)	4,282	5,921	316	43
2000	10,527 (9,680)	4,201	5,927	369	30
2001	10,524 (9,742)	4,271	5,845	376	32
2002	10,539 (9,777)	4,288	5,823	390	38

2003	10,539	(9,737)	4,320	5,769	379	71
2004	10,395	(9,685)	4,267	5,692	395	40
2005	10,540	(9,734)	4,445	5,616	433	46
2006	10,381	(9,486)	4,548	5,381	403	49
2007	10,374	(9,463)	4,571	5,327	416	61

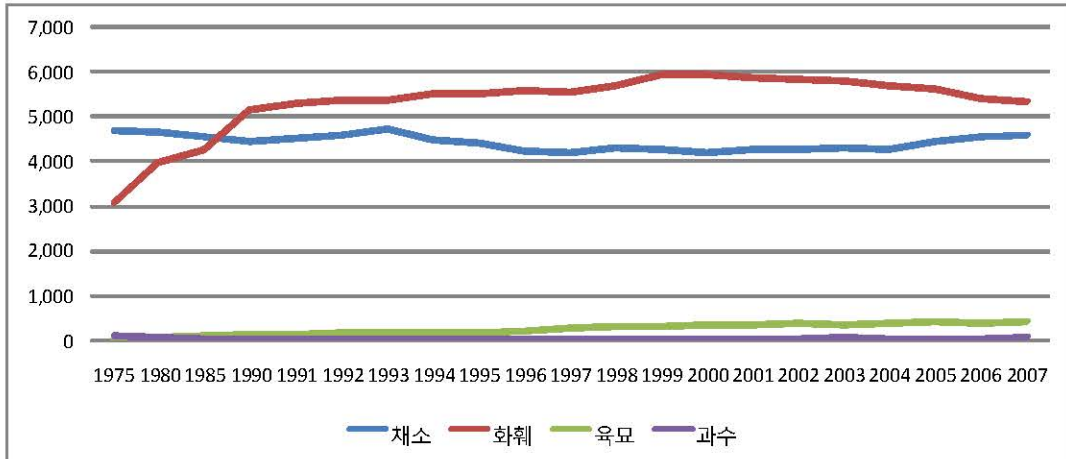


그림 13. 네덜란드의 유리온실 면적 추이

(2) 시설원에 경영체수의 변화

- 시설원에 경영체수는 감소하고, 경영체당 경영규모는 1990년에 0.68ha에서 2007년에 1.40ha로 2배이상 확대되었음

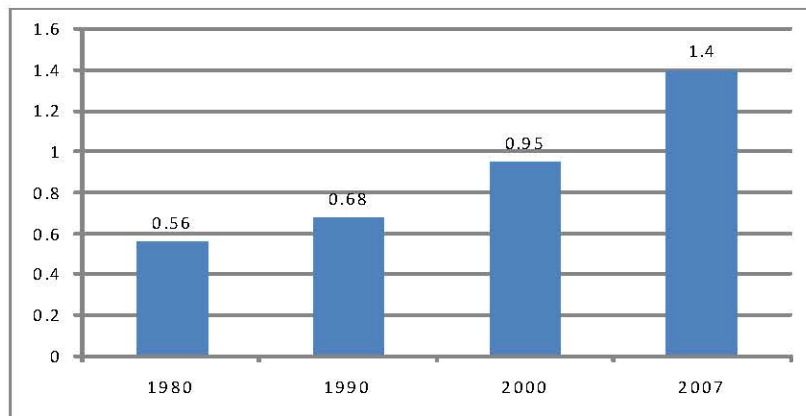


그림 14. 네덜란드 시설원에 경영체당 경영규모 단위: ha

- 소규모 경영체는 감소하고 3ha이상 대규모 경영체는 증가하는 형태로 구조조정이 이루어지고 있음
- 규모별 경영체수의 변화
  - 0.5ha미만 경영체 비율 : (1980) 55% → (2007) 39%
  - 3.0ha이상 경영체 비율 : (1980) 1% → (2007) 12%

- 경영체수가 최근에는 2~3ha의 큰 규모에서도 감소하였음.
- 1980년대 : 1ha미만 감소, 1ha이상 증가
- 1990년대 : 2ha미만 감소, 2ha이상 증가
- 2000년대 : 3ha미만 감소, 3ha이상 증가

표 11. 네덜란드 유리온실 규모별 경영체수의 변화

단위: ha, %

구 분	경영체수						시설 면적	평균 면적
	계	0.5	0.5~1	1~2	2~3	3이상		
1980 (A)	15,772	8,670	4,571	2,102	296	133	8,760	0.56
1990 (B)	14,413	7,056	4,005	2,637	469	246	9,773	0.68
2000 (C)	11,071	4,728	2,593	2,402	784	564	10,526	0.95
2007 (D)	7,399	2,891	1,428	1,526	672	882	10,374	1.40
비 율	100	39.1	19.3	20.6	9.1	11.9	-	-
대비	B/A	-9	-19	-12	25	58	12	22
	C/B	-23	-33	-35	-9	67	8	40
	D/C	-33	-39	-45	-36	-14	56	-1

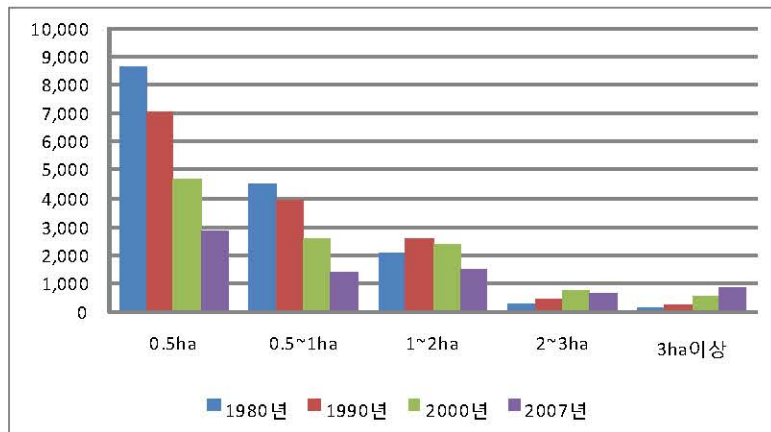


그림 15. 네덜란드 유리온실의 규모별 경영체수 변화 추이

(3) 채소류 재배면적 동향

- 주요 채소류 재배 작목은 토마토, 파프리카, 오이 등이며 전체 시설채소 재배면적의 73% 를 차지하고 있음
- 경영체당 채소류 재배면적은 토마토와 파프리카가 각각 3.3ha와 3.0ha로 규모가 큰 반면 딸기는 0.6ha로 가장 작음
- 최근(2007년/2000년)의 채소류 재배면적 동향을 살펴보면 다음과 같음
- 토마토는 2000년에 비해 36% 증가하였으며, 계통별로는 tros 계통 65%, cherry 계통은 92% 증가하였으나 ronde-vlees 계통은 9% 감소함
- 딸기, 가지 등의 작목별 면적은 작지만 각각 63%, 26% 증가하였음
- 파프리카는 2005년 1,236ha를 정점으로 감소하였고, 오이도 7% 감소하였음

표 12. 네덜란드 시설채소 작목별 시설면적 및 경영체 수

단위: %, 개, ha

	계	토마토				파프리카	오이	딸기	가지	기타
		소계	tros	ronde vlees	cherry					
온실면적	4,571	1,545	1,034	413	98	1,187	617	265	96	860
	100.0	(33.8)	(22.6)	(9.0)	(2.1)	(26.0)	(13.5)	(5.8)	(2.1)	(18.8)
경영체수	2,209	468	234	193	41	399	346	480	64	970
경영체당 면적	2.1	3.3	4.4	2.1	2.4	3.0	1.8	0.6	1.5	0.9

(4) 주요 시설원에 작목의 생산단수

- 네덜란드 시설채소의 생산단수는 1980년대와 1990년대 획기적으로 증가하여 현재 토마토는 10a당 60톤, 오이는 70톤, 파프리카는 30톤 수준에 이르며, 우리나라에 비해 현저하게 높은 수준임
- 1980년대 수정재배기술의 본격적인 발달과 아울러 1990년대 환경관리 기술의 발달이 생산단수의 획기적인 증대를 주도하였음
- 토마토와 파프리카는 연 1기작 장기재배의 단수이고, 오이의 경우는 연 2~3기작 재배를 통한 연간 단수로 추정됨
- 네덜란드 품종은 토마토의 경우 장기재배가 가능한 품종이고, 오이는 과중이 350~400g/개(추정)으로 국산에 비해 2~4배 무거움
- 네덜란드의 절화류 생산단수는 품종간 차이가 커서 비교하는 데에는 한계가 있으나, 우리나라에 비해 높은 수준으로 장미는 302천본/10a, 국화는 195천본/10a 수준이며, 국화의 경우는 연 3~4기작 재배를 통한 연간 단수로 추정됨
- 주요 시설채소 작목별 경영성과를 보면, 오이가 ha당 45,288유로로 가장 큰 소득을 내고 있으며 경영체당 순수익과 소득 또한 오이가 ha당 805유로, 108,692유로로 파프리카와 토마토를 앞서고 있음(14)

표 13. 네덜란드의 주요 시설채소 작목별 경영성과

단위 : 유로/ha

	토마토	파프리카	오이	기타
조수입	383,027	351,248	421,955	312,758
생산비	433,737	379,019	421,620	360,197
- 에너지비용	106,989	83,893	92,613	47,144
- 노력비	149,054	114,455	143,366	143,775
- 고정자본재비용	71,616	72,664	67,362	61,476
- 기타	106,078	108,007	118,278	107,802
순수익	-46,709	-27,771	335	-47,439
소득	3,254	11,901	45,288	42,706
온실면적(ha)	2.5	2.3	2.4	1.0
경영체당 순수익	-116,773	-63,873	805	-47,439

경영체당 소득	8,134	27,373	108,692	42,706
---------	-------	--------	---------	--------

표 14. 주요 시설채소의 국가별 수출액

단위 : 유로

시설채소			절화류		
구 분	경영체당	10a당	구 분	경영체당	10a당
계	872,500	40,886	계	804,700	54,630
생산수입	800,700	37,521	절화수입	723,400	49,111
토마토	231,000	10,825	장미	189,100	12,838
오이	252,200	11,818	국화	159,000	10,794
파프리카	217,100	10,173	프리지아	63,700	4,325
기타채소	100,400	4,705	기타절화	411,800	27,957
기타농업수입	4,100	192	기타농업수입	29,500	2,003
기타	67,700	3,172	기타	51,800	3,517
보조금	13,000	609	보조금	1,400	95

표 15. 주요 시설채소의 국가별 수출액

단위 : 백만\$

토마토		파프리카		오이	
국가	수출액	국가	수출액	국가	수출액
계	5,082 (100)	계	2,786 (100)	계	1,426 (100)
네덜란드	1,144 (23)	네덜란드	753 (27)	네덜란드	395 (28)
스페인	1,041 (20)	스페인	581 (21)	스페인	389 (27)
멕시코	983 (19)	멕시코	578 (21)	멕시코	281 (20)
캐나다	287 (6)	이스라엘	168 (6)	캐나다	67 (5)
벨기에	263 (5)	미국	133 (5)	요르단	37 (3)
미국	226 (4)	캐나다	121 (4)	미국	34 (2)
이탈리아	169 (3)	터키	58 (2)	벨기에	24 (2)
프랑스	161 (3)	한국	57 (2)	그리스	21 (1)
터키	146 (3)	프랑스	38 (1)	프랑스	18 (1)
모로코	116 (2)	벨기에	37 (1)	터키	18 (1)

### 3. 제습 및 난방을 수행할 수 있는 잉여열 축열식 제습난방기 현황

가. 습해가 예상되는 일부 작물의 경우 난방시간대에는 높은 온도로 인하여 습해가 발생하지 않지만 난방음영지역이나, 난방기 가동 중단 시기의 급격한 응결로 인하여 특히 개화기 습기로 인한 습해가 빈번히 발생하고 있음

나. 비교적 최근부터 농업용 제습기의 필요성에 의한 제습기 보급이 시작되고 있으나, 이 역시 초기투자비용(500~800만원 이상, 600평기준)이 높고 운전비용 또한 추가적으로 발생하고 있음

다. 히트펌프형 제습난방기의 개발을 통하여 난방과 제습에 투입되는 초기비용을 일원화하여

절감하고 제습운전을 통해 축열된 열량을 활용함으로써 난방시 난방부하를 줄일 수 있는 효과가 있어 고정비용과 운전비용 모두를 절감할 수 있을 것으로 판단됨

## 제 3 장 연구개발수행 내용 및 결과

### 제 1절 : 시작품 설계 및 제작

#### 1. 잉여열 회수형 제습난방기 시작품 설계

##### 가. 잉여열 회수형 제습난방기 설계 방법 및 설계 적정성 분석

- (1) 잉여열 회수 장치의 경우 제습과 관련하여 주간에는 태양 에너지의 복사열을 이용하여 제습 및 축열을 하고 야간에는 주간에 축열한 에너지를 이용하여 제습난방 하는 개념의 시스템임
- (2) 시설하우스재배에서 난방기가 주로 사용되는 동절기의 경우 난방부하가 가장 높은 1~2월에 개화기에 다습한 환경으로 인하여 곰팡이병 등의 세균성 병해나 미세충류들에 의한 충해가 빈번히 발생하고 있음
- (3) 동절기 낮 시간대의 온실 내부온도는 환기를 요할 만큼 온도가 올라가는 날이 많고, 통상 환기로 온실내부의 온도를 유지하는 경우가 많지만, 이러한 동절기 낮 시간대의 하우스내 잉여열을 냉방운전을 행하여 적정온도로 낮추어주면서 내부의 공기에 대해서 제습이 이루어지고, 히트펌프형 제습기의 외부(응축기)에 버려지는 발생열을 낮시간 동안 온수탱크에 저장하여 야간 난방 운전 시 보조열원으로 사용함으로써 제습과 난방을 동시에 해결할 수 있도록 장비를 구성하고자 함
- (4) 히트펌프식 제습기는 압축기(7.5HP 이상), 제1열교환기(증발기), 팽창밸브, 제2열교환기(응축기)를 일정한 방향으로 순환되면서 하나의 사이클을 이루도록 연결되도록 구성하되 개발품의 성능을 제습에 우선하여 두기로 결정하여 난방성능(응축부)보다는 제습성능(증발부)에 우선하도록 설계
- (5) 주간 하우스 내부온도가 설정온도 이상 상승시 수축열 히트펌프로 전환되어 하우스 잉여열을 회수하면서 제습, 냉방을 실시하여 축열탱크에 50℃ 내외의 온수를 저장할 수 있는 시스템으로 구성하기 위하여 10Ton규모의 온수탱크를 설치하여 온수를 저장하기로 함
- (6) 상기 주간에 축열된 온수는 야간 온도 하강시 방열기를 통해 시설하우스 내부로 방열하여 하우스 내부를 가온할 수 있어야 하고, 야간 방열시 상기 제습 난방기는 제습을 시행하며 하우스 내부의 습도를 제거하기 위하여 제습이 이루어지는 시스템을 통하여 에너지 비용을 감소

##### 나. 잉여열 회수형 제습난방기 설계

- (1) 온실내부에 설치된 제습난방장치로부터 낮시간 제습운전시 발생하는 발생열을 온실 외부







낸 것으로 각각 제습모드, 제상모드, 난방모드, 냉방 축열모드 등의 운전시 4 Way Valve를 활용하여 작동하는 계통을 표현한 것이며, 그림 11은 계통도면임

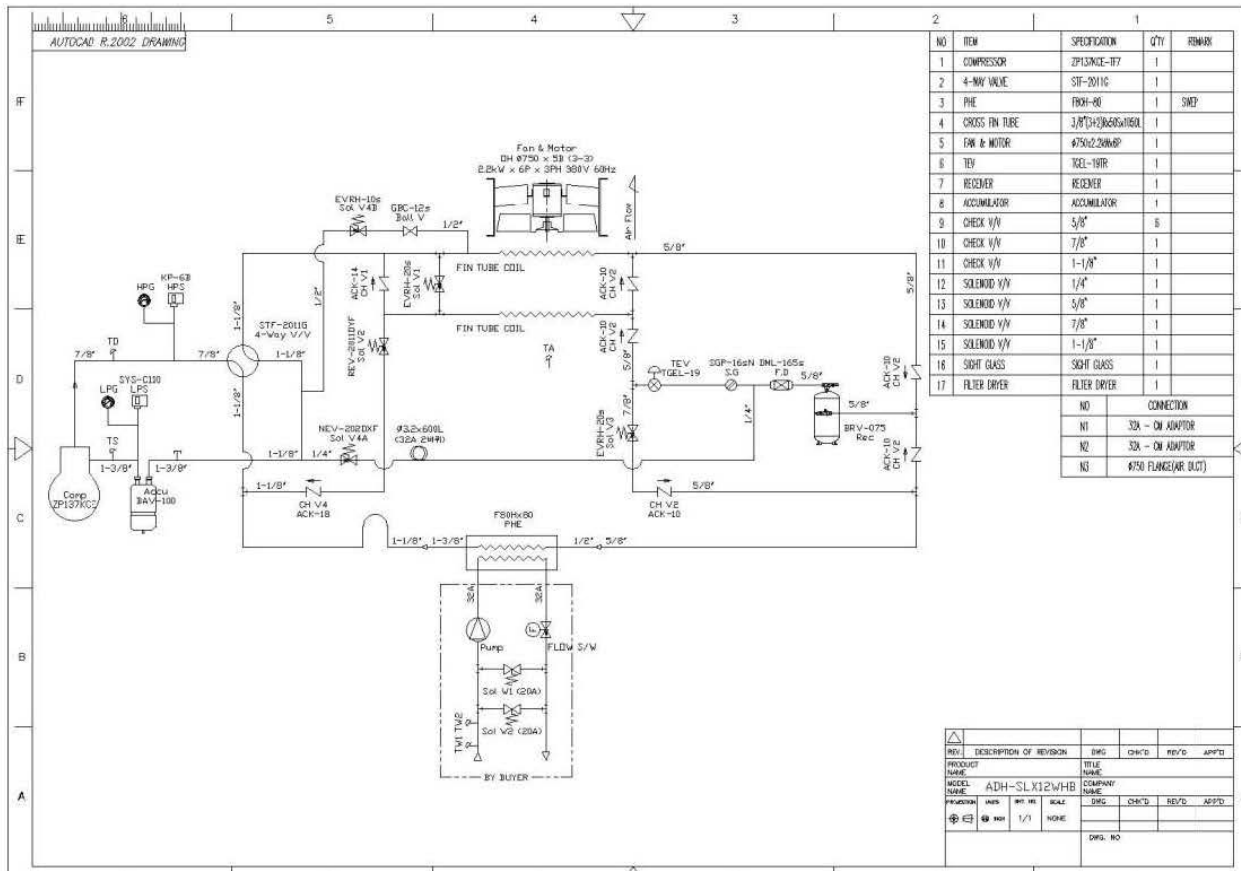


그림 18. 잉여열 회수형 제습난방기 계통도면

## 2. 잉여열 회수형 제습난방기 시작품 제작

가. 히트펌프식 제습기는 압축기(7.5HP 이상), 제1열교환기(증발기), 팽창밸브, 제2열교환기(응축기)를 일정한 방향으로 순환되면서 하나의 사이클을 이루도록 연결되도록 구성하며, 주간 하우스 내부온도가 설정온도 이상 상승시 수축열 히트펌프로 전환되어 하우스 잉여열을 회수하면서 제습, 냉방을 실시하여 축열탱크에 50°C 이상의 온수를 저장할 수 있는 시스템으로 구성

나. 상기 주간에 축열된 온수는 야간 온도 하강시 방열기를 통해 시설하우스 내부로 방열하여 하우스 내부를 가온할 수 있도록 구성

다. 야간 방열시 상기 제습 난방기는 제습을 시행하며 하우스 내부의 습도를 제거하기 위하여 제습이 이루어지도록 구성



그림 19. 잉여열 회수형 제습난방기의 요소별 제작 공정

#### 라. 잉여열 회수형 제습난방기 부품 구성

- (1) 히트펌프식 제습기 본체는 크게 네부분 (증발기, 압축기, 응축기, 팽창변) 으로 구성되며, 내부에 제어장치를 하여 각각 적당한 증발 압력, 응축 압력으로 유지되도록 함
- (2) 구 성 : 증발기, 압축기, 응축기, 팽창변, 축열  
제2응축기(판형 열교환기), 방열기, 축열-방열 펌프
- (3) 냉매배관 : 전자밸브, 제습난방배관은 동관
- (4) 각종 지시계 : 고압 저압 압력계, 온도계(디지털 유닛에 의한 온도 선택 표시), 타이머 습도계

마. 잉여열 회수형 제습난방기 시작품



그림 20. 잉여열 회수형 제습난방기 상용형



그림 21. 잉여열 회수형 제습난방기 제어부

## 제 2절 : 실증시험

### 1. 실증 농가 선정 및 실증 포장 개요

#### 가. 제습난방 실험을 위한 실험농가와 비교 농가 선정

(1) 농가 선정 : 재배 면적, 나무 수령 및 재배 환경 및 지역적 위치 등을 고려  
고소득 작물이며, 에너지 소비가 많은 애플망고 농장 선정

#### (2) 실험 농가

위 치 : 제주특별자치도 서귀포시 동홍동 소재

면 적 : 약 2095m<sup>2</sup> 규모의 애플망고 농장

재배 작물 및 수령 : 15-20년생 애플망고 200주 식재

재배 환경 : 난방 - 화목보일러(300,000kcal/h, 150,000kcal/h)교차 사용,  
환풍기 12대 설치



그림 22. 동홍동 소재 실험동 전경

#### (3) 비교농가

위 치 : 제주특별자치도 서귀포시 법환동 소재

면적 : 약 2029m<sup>2</sup> 규모의 애플망고 농장

재배 작물 및 수령 : 15-20년령 애플망고 131주 식재

재배 환경 : 난방 - 경유온풍기 2대(200,000kcal/h, 150,000kcal/h)사용,  
환풍기 9대 설치





그림 23. 동흥동 소재 비교농가 전경 및 비교농가의 관행 경유 온풍기

#### 나. 실증 포장내 잉여열 회수형 제습난방기 설치

- (1) 제습난방기 시제품은 서귀포시 동흥동소재 애플망고농장에 2013년 1월중 설치공사를 시작하여 설치 완료하였고, 추가적인 정보 확보를 위한 센서, 데이터 로그 장치 등은 2013년 2월 20일경 완료하여 실험동과 비교동 각각에 내부 5개 지점, 외부 1개 지점에 대하여 온도 및 습도데이터를 실시간으로 저장하도록 설치

### 2. 실증 시험 준비

#### 가. 잉여열 회수형 제습난방기 효율 검증 시험

##### (1) 실험 목적

: 제주특별자치도 서귀포 소재 망고재배 농가를 대상으로 제습난방시스템 적용 농가와 관행의 난방 방식을 사용하여 재배를 수행하는 농가의 비교시험을 통하여 에너지사용량 비교와 제습에 따른 작물의 변화 등을 관찰하여 제습난방기의 성능효율을 검증하고자함

##### (2) 실험 방법

: 동일 지역내 동일규모의 두 농가를 선정 하여 한곳에는 제습난방시스템을 설치(실험농가, 서귀포시 동흥동 소재, 630평 규모)하고 한쪽은 관행의 난방방법 (비교농가, 서귀포시 법환동 소재, 615평)으로 겨울철 작기 내 재배시험 수행

##### (3) 실험 내용

- (가) 각 실험구 온실에 온실 내외부 (사방벽면+중앙+외부)에 총 6점의 센서Unit (SH - VT250, 온도, 습도, CO2 측정)를 설치하여 10분 간격으로 Data 수집 logging

- (나) 전력량 및 유량을 측정하기 위하여 적산 전력계 및 유량계를 설치하여 측정
- (다) 실험농가의 경우 제습난방기 시험기간(2013.1~3월)중 제습난방기 실증 시험을 위한 기간 (간헐적 시험, 데이터는 전기간 기록)에는 화목보일러를 가동하지 않음
- (라) 모든 시험 데이터는 원격에서 제어 및 모니터링이 가능하도록 구성하였음



그림 24. 실험 온실 내외부 장착 온도, 습도, CO2 센서



그림 25. 전력사용량 측정을 위한 적산전력계

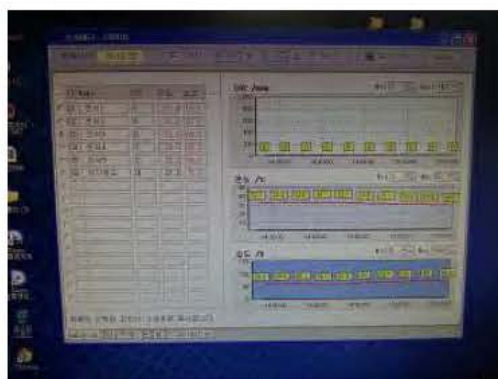


그림 26. Data처리 및 원격Monitoring 프로그램 UI



(마) 현장 실증시험 이후 제작된 제습난방장치의 냉방시험, 난방시험, 제습난방시험, 제습량 시험을 KOLAS 인증기관인 한국냉동공조인증센터(KRAAC)에 의뢰하여 성능분석을 하였음

## 2. 실증 시험 결과 분석

### 가. 성능계수 및 난방열량 변화

(1) 제습난방기를 난방기로 사용하는 경우의 성능계수 및 난방열량 변화

(가) 제습난방기를 잉여태양에너지 이용 난방기로 사용하여 축열(공기대 물 히트펌프)하는 경우 온실내 온도가 21.14℃에서 26.62℃로 변할 때 최소난방열량은 23,155 kcal/h, 최대난방열량은 26,282kcal/h이었음. 이때 최소난방성능계수는 2.28, 최대난방성능계수는 2.88이었음

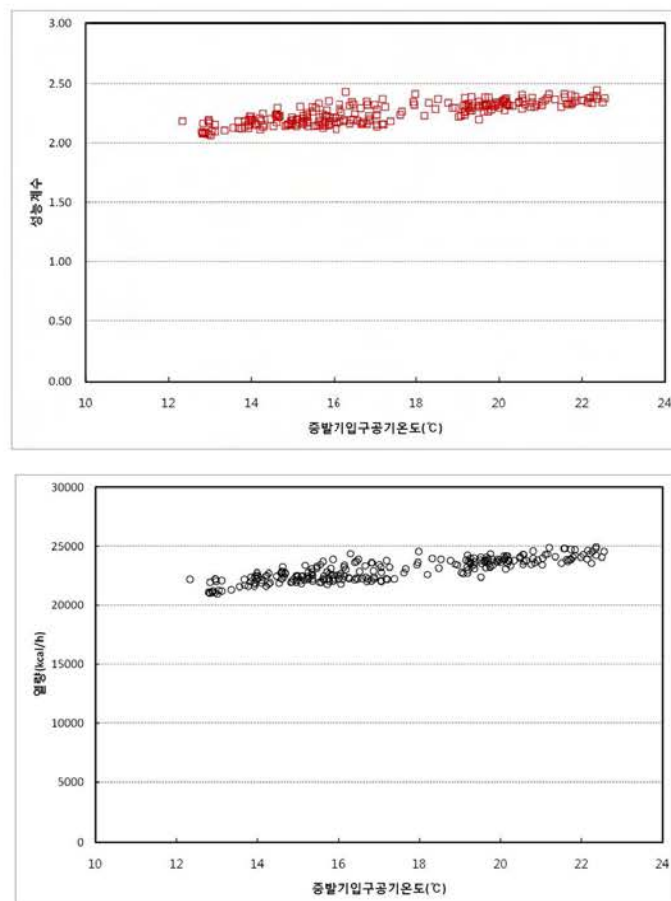


그림 27. 제습난방기를 잉여태양에너지 이용 난방기로 사용하는 경우, 난방성능계수 및 난방열량의 변화

(2) 가열열원 히트펌프를 사용하는 경우의 성능계수 및 난방열량 변화

- (가) 실험 농가의 경우 화목보일러 및 전기히터를 이용하여 축열탱크에 물을 가열하여 이를 열원으로 히트펌프를 가동하여 온실을 난방하는 방식의 난방방식을 이용하고 있음
- (나) 이와 같이 가열열원을 히트펌프의 열원으로 이용하게 되면 미활용에너지의 이용이라는 히트펌프의 순수목적은 잃게 되며 에너지 이득도 없게 됨
- (다) 열원을 가열하는 연료가 폐목재로서 그 가격이 낮고(거의 공짜), 야간에 난방을 위해 화목보일러에 목재를 공급해야하는 수고를 줄이기 위하여 가열열원을 히트펌프의 열원으로 이용하고 있기 때문에 부득이 한 경우라고 볼 수 있음

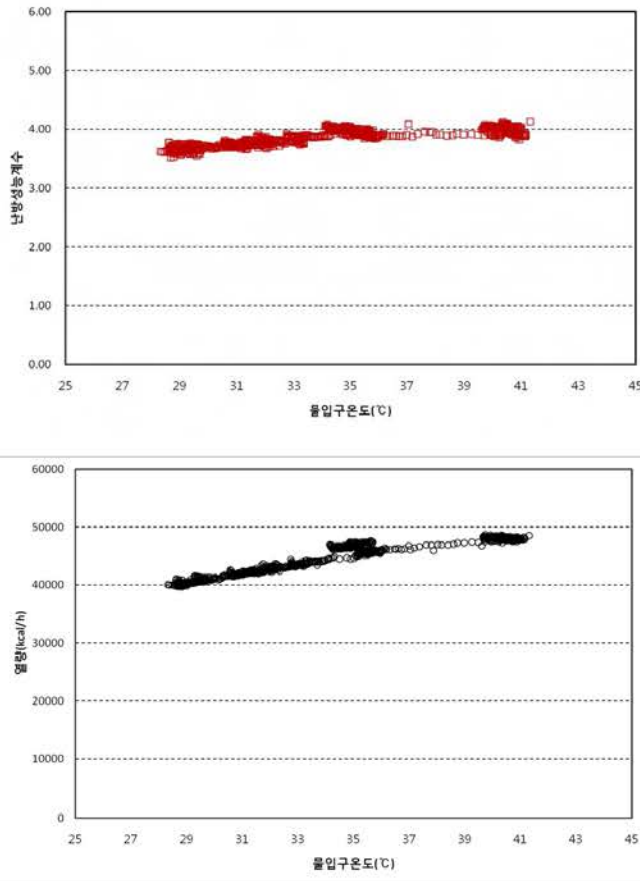


그림 28. 가열열원 히트펌프로 사용하는 경우의 성능계수 및 난방열량 변화

- (라) 가열열원 히트펌프로 난방하는 경우 가열열원의 온도가 28.32°C에서 41.31°C로 변할 때 최소난방열량은 40,000kcal/h, 최대난방열량은 48,670kcal/h이었음
- (마) 이때 최소난방성능계수는 3.52, 최대난방성능계수는 4.13이었음. 가열열원의 온도가 28.32°C에서 41.31°C까지 변할 때 난방열량은 점차적 증가하였으나, 난방성능계수는 가열열원의 온도가 28.32°C에서 34°C부근까지는 점차 증가하다가 34°C에서 41.31°C까지는 약 4로 크게 증가하지 않았음. 이 결과로 볼 때 가열열원의 온도가 41.31°C 이상이 되어도 가열열원 히트펌프의 난방열량은 다소 증가 할 것으로 사료되나, 난방성능

은 가열열원의 온도가 41.31℃이상이 되어도 4수준에 머무르거나 혹은 4이하가 될 것으로 예상됨

(바) 히트펌프의 성능계수는 열원의 온도에 따라 역 2차 곡선적으로 변하기 때문에 열원의 온도가 지속적으로 증가하여도 증가하지 않음

나. 제습난방기를 제습기로 사용하는 경우의 온습도 변화

- (1) 제습난방기를 제습기로 사용하는 경우 온습도변화는 그림 34와 같이 초기입구 습도는 55.43%, 초기입구온도는 29.60℃, 초기출구습도는 31.68%, 초기 출구온도는 22.59℃이었음
- (2) 최종입구습도는 44.08%, 최종입구온도는 23.21℃, 최종출구습도는 16.99%, 최종출구 온도는 18.93℃로 제습기의 입출구 습도차는 초기가동시 23.75%, 최종가동시 27.09%였음
- (3) 이 결과를 통하여 불 때 제습기를 가동함으로써 온실내 습도를 25.42% 낮출 수 있음(이 결과값은 온습도 조건이 달라지면 달라질 수 있음)
- (4) 제습기 가동 전체시간에 대한 대략적인 제습기입구 평균값을 나타내는 23시 36분을 기준으로 불 때 평균 제습량은 단위시간당 70L인 것을 나타냈음

표 15. 입출구 평균온습도에 의한 제습량 산정

시간	입구습도 (%, RH)	출구습도 (%, RH)	입구온도 (℃)	입구습도 (℃)	절대습도 (kg/kg')
22:36	49.72	25.02	26.93	22.74	입구 : 0.01103 출구 : 0.00432 차 : 0.00671
풍량 (m <sup>3</sup> /h)	풍량 (kg'/h)	제습량 (kg/h, L/h)			
8699.4	10439.3	10439.3kg'/h×0.00671kg/kg'=70.04			

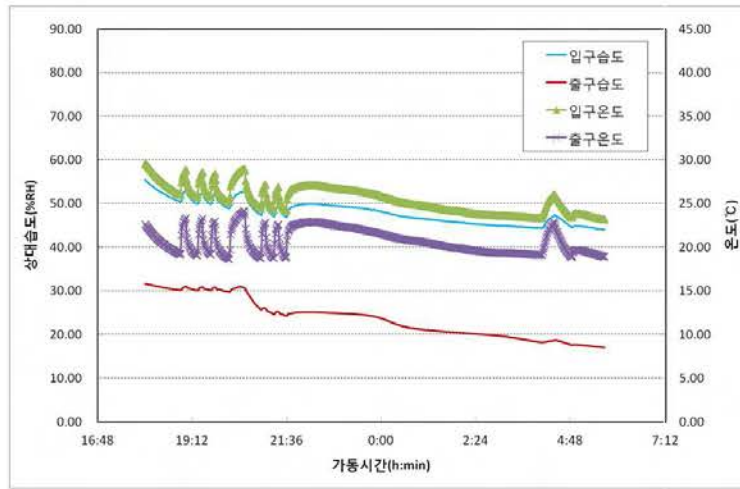


그림 29. 제습난방기를 제습기로 사용하는 경우의 온습도 변화

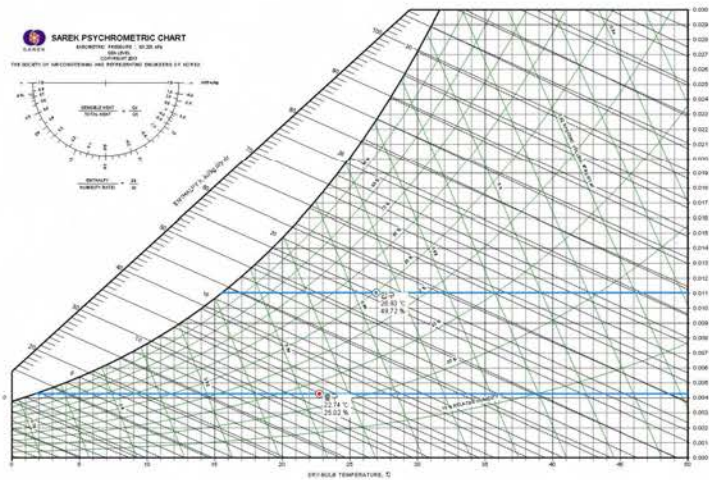


그림 30. 제습난방기를 제습기로 사용하는 경우의 절대습도 변화



그림 31. 제습난방기 작동시 하우스내외의 온습도 변화

(4) 주간온도 상승시 온실내부에 제습운전을 통하여 온도의 조절과 제습에 의한 습도량의 변화를 지속적으로 확인할 수 있음

#### 나. 실험 결과 분석

(1) 연구 수행기간 중 매우 초기에 동절기 난방 및 제습시험을 실시한경우로 제한적인 데이터를 획득할 수 있었고 시험기간 중 사용된 경유온풍기의 누적경유사용량 (252.5 L)과 제습난방기의 누적전력사용량(849.69kW)을 단순 비교 할 경우 동일기간 내에 사용된 난방비용은(면세경유1,000원/L, 농용전기 38원/kW) 각각 252,500원과 32,288원으로 제습난방기의 운전비용이 87.12% 저렴한 것으로 분석되었고, 만일 경유난방기와 일반 제습기를 동시에 사용할 경우 그 차이는 더욱 커질 것으로 전망됨

(2) 장비의 설치비는 경우 제작기의 경우 장비가격 및 설치비용 포함 2,500만원 이고 상기의 운전성능을 기준으로 연간 운전비용을 환산할 경우 209만원/년으로 비교대상인 경유난방기의 설치비용 850만원과 연간 운전비용 1,609만원/년으로 설치비용에서는 제습난방기가 약 2.9배 비싸게 계산되나 운전비용에 있어서 연간 1,400만원가량 절감되어 손익분기는 설치 후 21개월 이내(2번의 겨울)에 투자고정비가 회수될 수 있을 것으로 판단됨



## 2. 제습난방기 성능시험

### 가. 공인인증기관인 한국냉동공조 인증센터 의뢰 성능시험 분석

- (1) 시험 재료 : 연구개발된 제습난방시스템
- (2) 시험 기간 : 2013년 9월13일~ 9월16일, 2013년 12월23일~12월24일, 2014년 5월 20일
- (3) 시험방법 : KS C 9306 : 2011 일부적용, 의뢰인제시방법
- (4) 시험결과

시험항목	단위	시험 결과		
		냉방 운전	제습 난방 운전	난방 운전
용량	W	45 204	18 012	39 328
소비전력	W	10 930	12 617	11 370
효율	W/W	4.14	1.43	3.46
풍량	m <sup>3</sup> /min	210.40	211.60	211.40
실내 흡입 건구 온도	℃	26.99	24.05	19.97
실내 흡입 습구 온도	℃	18.99	19.01	15.01
실내 토출 건구 온도	℃	16.67	29.51	32.09
실내 토출 습구 온도	℃	15.10	20.24	19.47
제습량	kg/h	-	8.28	-
입구 수온	℃	17.93	-	15.12
출구 수온	℃	29.09	-	8.36
유량	L/s	1.20	-	1.20

- 성능시험은 주관연구기관인 (주)그린이엔티의 의뢰를 받아 시작기와 상용형을 제작한 (주)아산에서 한국 냉동공조 인증센터에 분석 의뢰한 것으로 총 3차례의 시험을 의뢰하였으며, 농가현장의 요구를 반영한 장비의 단계별 업그레이드와 수정을 통하여 단계별로 진행하였음
- 3차례(2013년 9월13일~ 9월16일, 2013년 12월23일~12월24일, 2014년 5월 20일)의 한국냉동공조 인증센터 의뢰 성능시험 결과 연구 기획시 제안한 평가항목의 수준에 동등이상으로 만족한 것으로 나타났으며, 수확량 평가에 있어서는 2년간의 제한된시간내에 정량적으로 평가하지는 못하였으나 제습난방시스템 적용농가의 사용 후 면담내용으로 미루어 병발생을 저하와 제습에 따른 생산량/품질의 변화가 뚜렷히 차이가나는 것으로 느끼는바, 연구종료 후 추가적인 추적조사를 통하여 생산량 및 품질 향상에 대한 결과를 정량화 할 예정임






나. 공인인증기관을 통한 공인시험

한국냉동공조인증센터에 의뢰하여 3차례 실시한 장비 시험결과, 열회수능력, 제습능력, 난방능력, 소비전력등의 장치기계적평가에서 열회수능력에서 45,773w/h, 제습능력에서 20.98kg/h, 난방능력에서 평균39,328w/h, 소비전력의 경우 평균 10,500~12,617w/h로 예상의 장비능력대비 동등이상으로 나타난 것을 알 수 있음



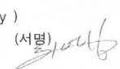


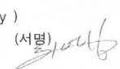

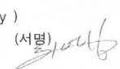

시험성적서 첫장이외의 부속서류는 부표로 첨부하였음

(1) 2013년 9월 13~16일 시험 결과

 <b>시험 성적서</b> <b>TESTING CERTIFICATE</b> 		
성적서번호 Certificate No.	KRAAC-AR-13-215	페이지 (1)/(총5) (1)/(5)pages
<p>1. 의뢰인 (Client)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>· 기관명 (Name) : (주)아산</li> <li>· 주소 (Address) : 경기도 안산시 단원구 신길동 1080-5</li> <li>· 의뢰 일자 (Date of Receipt) : 2013년 9월 12일</li> </ul> <p>2. 시험성적서의 용도 (Use of Report) : 연구개발</p> <p>3. 시료 (Test Sample)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>· 품명 / 모델 (Name/Model) : 제습기 / ADH-SLX10WHA</li> <li>· 형식 / 용량 (Type/Capacity) : 일체형 / 30 000 W</li> </ul> <p>4. 시험기간 (Date of Test) : 2013년 9월 13일 ~ 9월 16일</p> <p>5. 시험방법 (Test method used) : KS C 9306 : 2011 일부 적용</p> <p>6. 시험환경 (Testing Environment) : 온도 (25 ± 2) °C, 습도 : (40 ± 20) % R.H.</p> <p>7. 시험결과 (Testing Results) : 시험결과 참조</p> <p>위 의뢰인으로부터 제공된 시료에 대하여 시행한 시험성적서를 증명함.                      This is to certify that the sample submitted by client above has tested.                      ※ 이 시험성적서는 용도 이외의 사용을 금함.                      This report should only be used for the purpose of use above.                      ※ 이 시험성적서의 사본은 무효임.                      The copy of this test reports is invalid for use.</p>		
확 인	작성자 ( Tested by )	기술책임자 ( Technical Manager )
	성 명 : 최 연 성 (서명)	성 명 : 최 충 현 (서명)
2013년 9월 26일		
 한국냉동공조인증센터 이경중 KOREA REFRIGERATION & AIR-CONDITIONING ASSESSMENT CENTER 경기도 안산시 상록구 사동 1271-11 경기테크노파크 113호 TEL:031-500-3820 FAX:031-500-3825 www.kraac.or.kr		


KRAAC-TP-5101-01(09)

(2) 2013년 12월23일~12월24일 시험결과

 <div style="text-align: center;"> <b>시험 성적서</b>  <b>TESTING CERTIFICATE</b> </div> 					
성적서번호 Certificate No.	KRAAC-BR-13-108	페이지 (1)/(총5) (1)/(5)pages			
<p><b>1. 의뢰인 (Client)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>· 기관명 (Name) : (주)아산</li> <li>· 주소 (Address) : 경기도 안산시 단원구 신길동 1080-5</li> <li>· 의뢰 일자 (Date of Receipt) : 2013년 11월 22일</li> </ul> <p><b>2. 시험성적서의 용도 (Use of Report) : 연구개발</b></p> <p><b>3. 시료 (Test Sample)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>· 품명 / 모델 (Name/Model) : 제습기 / ADH-SLX12WHA</li> <li>· 형식 / 용량 (Type/Capacity) : 일체형 / 40 000 W</li> </ul> <p><b>4. 시험기간 (Date of Test) : 2013년 12월 23일 ~ 12월 24일</b></p> <p><b>5. 시험방법 (Test method used) : 의뢰인 제시 방법</b></p> <p><b>6. 시험환경 (Testing Environment) : 온도 (27 ± 5) °C, 습도 (10 ± 10) % R.H.</b></p> <p><b>7. 시험결과 (Testing Results) : 시험결과 참조</b></p> <p>위 의뢰인으로부터 제공된 시료에 대하여 시행한 시험성적서임을 증명함.          This is to certify that the sample submitted by client above has tested.          ※ 이 시험성적서는 용도 이외의 사용을 금함.          This report should only be used for the purpose of use above.          ※ 이 시험성적서의 사본은 무효임.          The copy of this test reports is invalid for use.</p> <table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 30%;">학 인</td> <td style="width: 40%;">                 작성자 ( Tested by )                  성 명 : 최 연 성 (서명)  </td> <td style="width: 30%;">                 기술책임자 ( Technical Manager )                  성 명 : 최 승 현 (서명)  </td> </tr> </table> <p style="text-align: right;">2013년 12월 27일</p> <p style="text-align: center;"> <b>한국냉동공조인증센터 이사장</b>                  KOREA REFRIGERATION &amp; AIR-CONDITIONING ASSESSMENT CENTER                    경기도 안산시 상록구 사동 1271-11 경기테크노파크 522호                  TEL:031-500-3820 FAX:031-500-3825 www.kraac.or.kr             </p>			학 인	작성자 ( Tested by ) 성 명 : 최 연 성 (서명) 	기술책임자 ( Technical Manager ) 성 명 : 최 승 현 (서명) 
학 인	작성자 ( Tested by ) 성 명 : 최 연 성 (서명) 	기술책임자 ( Technical Manager ) 성 명 : 최 승 현 (서명) 			


KRAAC-TP-5101-01(09)

(3) 2014년 5월 20일 시험결과



## 시험 성적서

### TESTING CERTIFICATE



성적서번호 Certificate No.	KRAAC-BR-14-041	페이지 (1)/(총3) (1)/(3)pages
--------------------------	-----------------	------------------------------

1. 의뢰인 (Client)

- 기관명 (Name) : (주)아산
- 주소 (Address) : 경기도 안산시 단원구 해봉로 272-29
- 의뢰 일자 (Date of Receipt) : 2014년 4월 17일

2. 시험성적서의 용도 (Use of Report) : 연구개발

3. 시료 (Test Sample)

- 품명 / 모델 (Name/Model) : 에어컨 지열 열펌프유닛 / ADH-SLX12WHB
- 형식 / 용량 (Type/Capacity) : 일체형 / 37 500 W

4. 시험기간 (Date of Test) : 2014년 5월 20일

5. 시험방법 (Test method used) : 의뢰인 제시 방법


6. 시험환경 (Testing Environment) : 온도 (27 ± 2) °C, 습도 (30 ± 10) % R.H.

7. 시험결과 (Testing Results) : 시험결과 참조

위 의뢰인으로부터 제공된 시료에 대하여 시행한 시험성적서임을 증명함.  
This is to certify that the sample submitted by client above has tested.  
※ 이 시험성적서는 용도 이외의 사용을 금함.  
This report should only be used for the purpose of use above.  
※ 이 시험성적서의 사본은 무효임.  
The copy of this test reports is invalid for use.

확 인	작성자 ( Tested by ) 성 명 : 최 연 심 (서명)	기술책임자 ( Technical Manager ) 성 명 : 최 충 현 (서명)
-----	---------------------------------------	---

2014년 5월 23일



**한국냉동공조인증센터 이사장**

KOREA REFRIGERATION & AIR-CONDITIONING ASSESSMENT CENTER

경기도 안산시 상록구 해안로 705 (사동, 경기테크노파크 기술교육동 119호)

TEL:031-500-3820 FAX:031-500-3825 www.kraac.or.kr

KRAAC-TP-5101-01(09)

## 제 3절 : 제습난방기 실증시험

### 1. 제습난방기 실증시험

#### 가. 실험 장소

(1) 애플망고하우스 : 서귀포시 일원

설치 농가 : 동홍동, 비교농가 : 법환동

(2) 제주 천혜향 하우스 : 서귀포시 일원

설치 농가 : 표선면, 비교농가 : 표선면

#### 나. 실험 방법

(1) 주요 병 발생 억제효과 검증

- 제습난방기 설치 농가와 무설치 농가의 포자 채집 및 발병 확인을 통한 비교 시험
- 애플망고 재배 농가 두 농가를 선정 : 재배작형 및 재배 방법이 비슷한 농가 선정
- 농가 관리 : 농약의 살포 시기, 살포 횟수는 거의 일치 시켰음  
살균제 : 탄저병, 잣빛곰팡이병, 역병 위주의 약제 살포  
살충제 : 온실가루이, 총채벌레, 깍지벌레 등 발생 해충에 따른 방제 권장



(2) 하우스내 부유미생물 비교 분석

- 제습난방기 설치 농가와 무설치 농가의 부유 미생물의 콧비율 통한 분석
- 천혜향 재배 농가 두 농가를 선정 : 재배작형 및 재배 방법이 비슷한 농가 선정
- 농가 관리 : 농약의 살포 시기, 살포 횟수는 거의 일치 시켰음  
살균제 : 관행작 재배 방법 준수  
살충제 : 발생 해충에 따른 방제 권장



그림 32. 각 포장 샘플링 하는 모습

표 16. 샘플러 사양

제조사		A.P. BUCK (BUCK Bio-culture pump )
	사용유량	30~120LPM
	시간설정	1,2,5,10분
	정확도	측정모드, 설정모드
	샘플링 헤드	380 holes ~ 1mm diameter
	Petri dish	90mm Agar Petri Dish
	무게	114(H) x 152(W) x 133(D)mm
	크기	1.2Kg
Description		Six-Stage Viable Andersen Cascade Impactor
	Flow Rate	Calibrated for operation at 28.3L/min. (1 cfm)
	Height (English)	7.75 in.
	Height (Metric)	19.7cm
	Weight (English)	2.75 to 8.6 lbs.
	Weight (Metric)	1.25 to 3.9kg
	Item Description	No pump/motor assembly

(3) 병원균 샘플링 및 배양 조건

- 부유세균

배지 : TSA (Tryptic Soy Agar) 배지 사용

샘플링 조건 : 1min/120L

- 부유 진균

배지 : PDA (Potato Dextrose Agar) 배지 사용

샘플링 조건 : 3min/360L



(4) 부유미생물 분리 배양



그림 33. 무유 미생물 분리 및 배양 모식도

(5) 애플망고 농장에서 문제시 되는 식물병원균에 대한 정보를 한국 식물병리학회에서 발행하는 식물병원균명록 및 논문들을 참고하여 주요 식물병원균을 선정하였음

다. 실험 결과

(1) 주요 병 발생 억제효과 검증

(가) 제습난방기 설치 포장 병원균

세균 : *Erwinia cartovora* 등

진균류 : 푸른곰팡이, 잿빛곰팡이, 녹색곰팡이로, *Colletotrichum gloeosporioides* 등 붉은색으로 나타나는 부분은 농가에서 살포한 미생물 농약 때문이었음

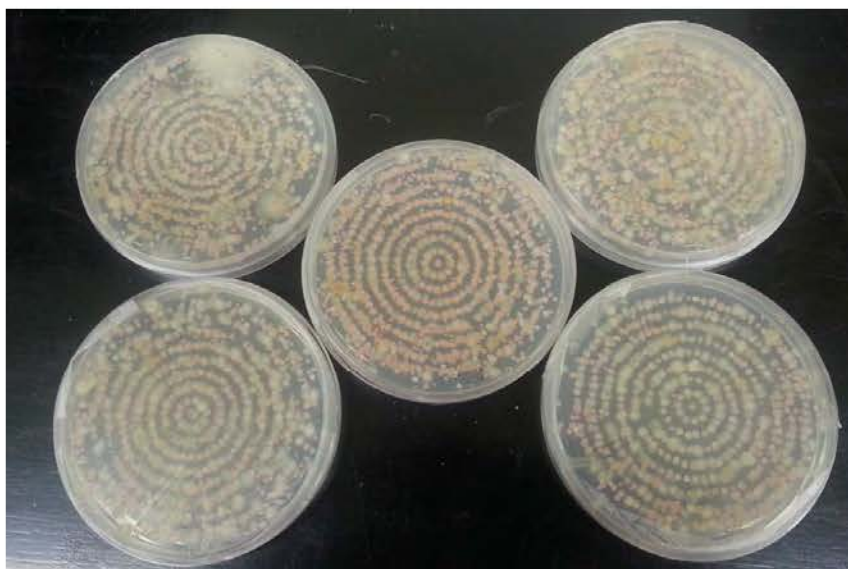


그림 34. 배지에 배양된 부유 미생물(제습난방기 설치 포장)



(나) 제습난방기 미설치 포장 병원균

세균 : *Erwinia cartovora* 등

진균류 : 푸른곰팡이, 잿빛곰팡이, 녹색곰팡이로, *Colletotrichum gloeosporioides*  
*Colletotrichum gloeosporioides*, *alternaria alternat* 도 나타났음



그림 35. 배지에 배양된 부유 미생물(무처리 포장)

(다) 주요 식물병원균 선정

- 주요병원균 선정을 위한 문헌 조사 및 병원균 분리
- *Colletotrichum gloeosporioides*에 의해 발생하는 탄저병의 경우 망고 재배 농가에서 가장 주의를 하는 병해임
- 이병의 경우 한 번 발생하게 되면 피해가 크게 나타나므로 충분한 약제살포를 통하여 방제를 하고 있는 실정
- 후숙과에서 가장 소비하기 좋은 시기에 발생하는데, 검은 반점이나 줄무늬가 생기는 것이 특징이며, 초기에는 병해가 표면상에 나타나지만, 과숙의 환경에서는 함몰이 되거나 주황색이나 짙은 갈색의 포자가 발생함- 일반적으로 병해가 나타난 아래쪽 과육에서 연화 현상이 일어남
- 자낭은 저온기에 죽은 가지나 낙엽에서 발견되지만, 자낭은 감염에 큰 역할을 하지 못하며, 우기에 분생포자가 대부분의 수체에서 나타나는데, 비로 인해 이동하면서 감염이 시작됨
- 과숙의 상태가 몇 시간 지속되면 분생포자가 어린 껍질의 표피를 직접 관통해 감염이 시작되며, 감염 후 후숙이 시작될 때까지 포자는 정지기를 보임
- 따라서 탄저병의 병해는 주로 가지에서 나타나 과실로 감염이 이루어지며, 유통과정에 많이 나타남

- 줄기등에 감염되어 있다가 포장의 다습으로 인해서 아침이나 저녁 무렵에 이슬이 맺히게 되면 그 이슬로 인하여 꽃이나 과실에 감염이 일어난다. 습도가 발병에 적합한 상황이 되면 과실에서 발병을 일어나며, 저장 기간 중에도 발병하는 병임
- 이러한 결과들로 인하여 *Colletotrichum gloeosporioides*에 의해 발생하는 탄저병을 주요 병원균으로 선정 하였음

(라) 선정된 병원균 탄저병의 포장 감염 상태 조사

- 각 포장에서의 탄저병 감염 상태 조사
- 조사항목 : 임의로 선정된 가지에서의 감염 조사
- 조사지점 : 에어 샘플링 했던 각 지점에서 나무 3주를 선정하여 조사



그림 36. 애플망고 가지에 감염된 탄저병 사진

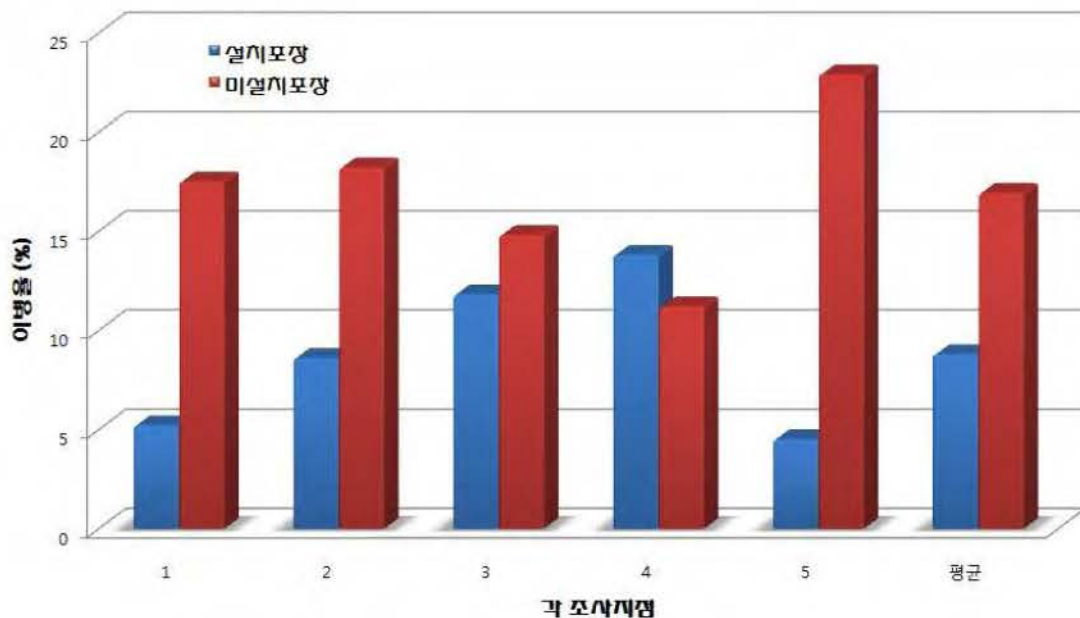


그림 37. 각 포장별 애플망고 탄저병 이병율(%)

- 제습난방기 설치 포장의 경우 전체 이병율이 8.9%로 나타났으며, 무처리 포장의 경우 17.1% 나타났다. 제습난방기 설치 포장의 경우 제습을 통한 습도의 조절이 병 발생 상황에 가장 많은 영향을 미치는 조건중 하나인 습도를 제어함으로써 병 발생율을 낮추었다고 판단됨

(2) 하우스내 부유 미생물 비교 분석

(가) 샘플링조건 확립

- 약 1m 높이, 3회 반복 측정
- 측정치를 평균하여 대푯값으로 선정

(나) 부유미생물 농도 측정 결과

- 애플망고 농가 내 부유미생물 측정 결과 진균의 경우 본 시스템이 설치 된 농가에서 농도가 더 높게 발생되어 제어 효율성이 관찰되지 않았고, 세균의 경우 약 2.3% 정도 미미한 정도로 저감되는 되었음
- 전체적인 부유미생물의 농도에서도 설치 포장이 조금 감소한 것을 나타냈으나 이는 그 수치가 미미하여 제습난방기의 효과로 보기는 어려움

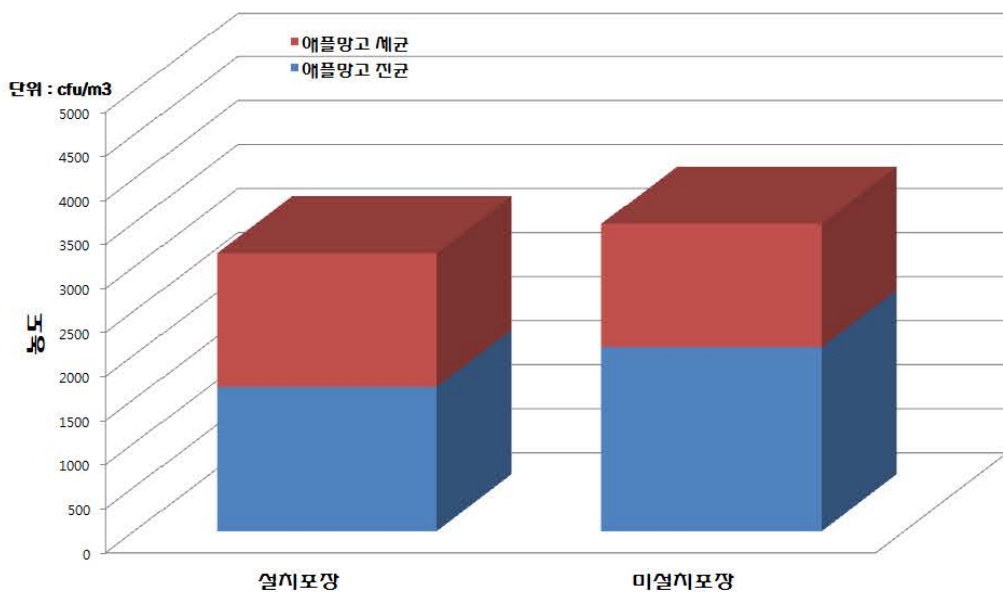


그림 38. 애플망고 하우스 부유미생물 농도

- 천혜향 하우스의 경우 제습난방기 설치 포장의 부유미생물의 농도가 미설치 농가의 농도보다 더 높게 나타났는데 이는 설치농가의 주변 환경적인 영향이 더 크게 작용한 것으로 판단됨

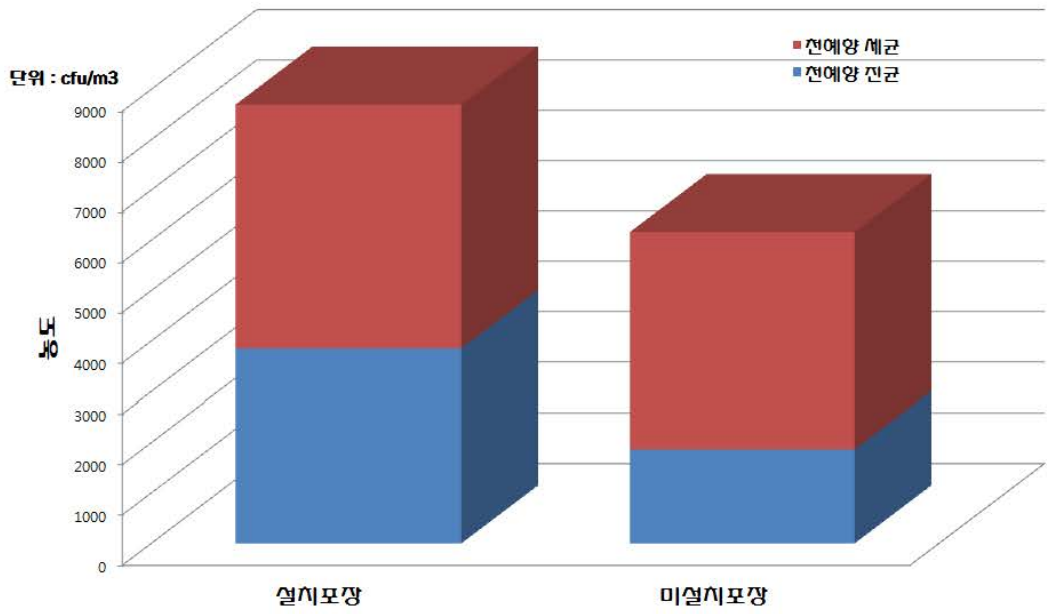


그림 39. 천혜향 하우스 부유미생물 농도

- 제습난방기의 경우 위의 실험들을 통하여 부유미생물의 농도에는 감소에는 영향을 미치지 않는 것으로 판단이 되며 병원균 발병의 경우 하우스내 병원균 포자의 밀도에는 영향을 주지 않으나 포자 발아에 있어 중요한 요인중에 하나인 습도를 제어함으로써 인하여 발병율을 낮추는 것으로 판단이 되어짐

## 제 4 장 목표달성도 및 관련분야에의 기여도

\* 연도별 연구목표 및 평가착안점에 입각한 연구개발목표의 달성도 및 관련분야의 기술 발전에의 기여도 등을 기술

### 제 1절 : 목표달성도

#### 1. 공인인증기관을 통한 시험

##### 가. 한국냉동공조인증센터 의뢰 성능시험 분석

- (1) 시료 : 물-공기 지열 열펌프 유니트
- (2) 시험기간 : 2013년, 9월13일~ 9월16일, 2013년 12월23일~12월24일, 2014년 5월 20일
- (3) 시험방법 : KS C 9306 : 2011 일부적용, 의뢰인제시방법

##### 나. 장비능력

- (1) 한국냉동공조인증센터에 의뢰하여 3차례 실시한 장비 시험결과, 열회수능력, 제습능력, 난방능력, 소비전력등의 장치기계적평가에서 열회수능력에서 45,773w/h, 제습능력에서 20.98kg/h, 난방능력에서 평균39,328w/h , 소비전력의 경우 평균 10,500~12,617w/h로 예상의 장비능력대비 동등이상으로 나타난 것을 알 수 있음



## 2. 기타 성과

### 가. 특허성과

- (1) 연구기간중 출원한 특허(3건) 과 동기간 이내에 특허 2건(특허제 특허명, 특허제 특허명)을 등록 하였음

### 나. 홍보활동 및 마케팅 활동

- (1) 연구기간내 제주 도내외의 주요전시회 및 농업관련 행사에 적극 참여하였고, 제주지역 mbc의 다수의 언론사와 방송녹화 및 신문지상에 소개된 바 있음

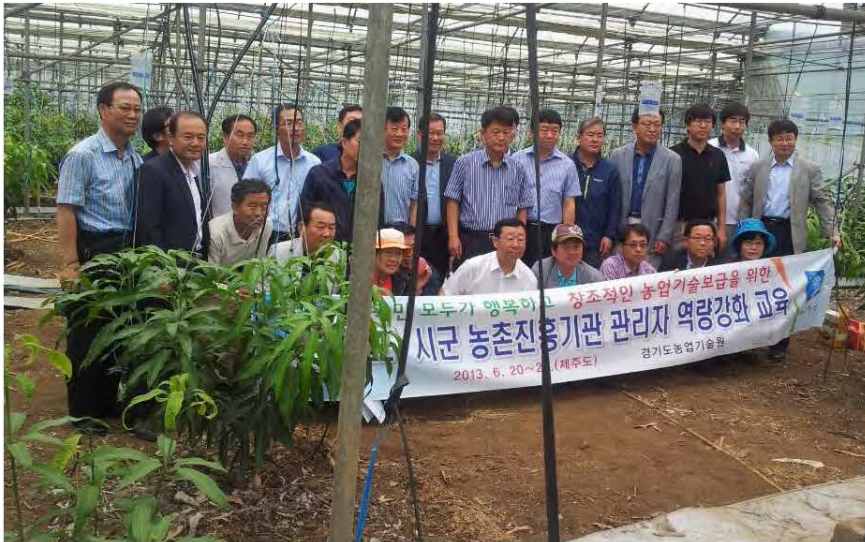


그림 40. 제주도농업기술원주최 농촌진흥기관 관리자 교육시 제습난방시스템소개



그림 41. 제습난방시스템 농업경영인 전국대회 제주지역 전시회참가





그림 42. 2014 서귀포 국제감귤 박람회 참가 홍보



그림 43. 연구 기간내 망고, 한라봉등 농가에 판매(30개소) 설치중



그림 44. 언론취재(\*\*일보, 2014년 월 일)



그림 45. 언론취재(\*\*방송, 2014년 월 일)



그림 46. 언론취재(JIBS방송취재, 2014년 월 일)





그림 47. 연합뉴스 NEWS-Y 취재(2013년 2월)

<카메라뉴스> "태양열로 가온한 제주 딸기 맛보세요"

음 田 日 圖



'싱그러운 제주산 겨울딸기 맛보세요'

(서귀포=연합뉴스) 고성식 기자 = 1일 제주 서귀포시 남원읍의 김규형(64)씨의 비닐하우스에서 농민들이 싱그러운 딸기를 수확해 틀어 보이고 있다. 이 농가는 태양열로 데워진 물을 끌어다 열을 빼내 가온하는 '제습 난방기'를 비닐하우스에 설치해 난방비를 절감하고 있다.  
2014.12.1. koss@yna.co.kr

그림 48. 연합뉴스 제습난방기 딸기농가 현장취재(2014년 12월1일)

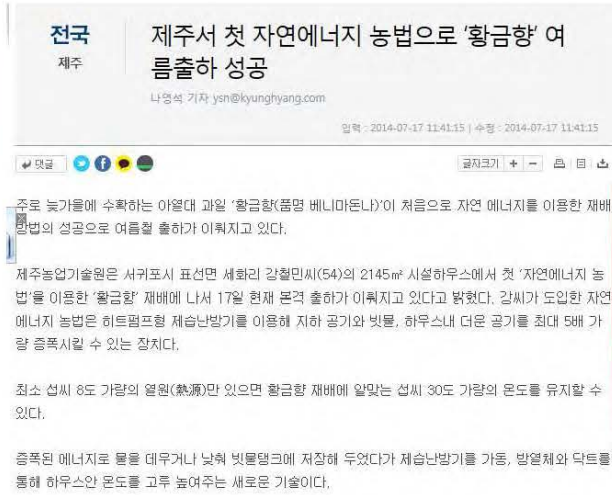


그림 49. 시사제주 제습난방기적용 황금향 농가 취재(시사제주, 경향신문, 제주의소리, 아시아투데이, 아주경제 2014년 7월17일)

(2) 기타언론홍보 내용

- 2014년2월27일 딸기온실내 제습난방기설치 농가 언론취재 (뉴시스, 한라일보, 제주도민일보, 시사제주, 헤드라인제주)

7. 연구개발결과의 성과 및 활용목표

가. 연구성과 목표

(단위 : 건수)

구분		(예시)특허		(예시)신품종			(예시)유전자원등록	(예시)논문		기타
		출원	등록	품종명명칭등록	품종생산수입판매신고	품종보호출원		등록	SCI	
1차 년도	목표	1							1	
	달성	1							0	
2차 년도	목표	2	1						1	
	달성	2	2						0	
계	목표	3	1						2	
	달성	4	2						0	

(2) 연구성과 활용 목표

(단위 : 건수)

구분		기술실시(이전)	상품화	정책자료	교육지도	언론홍보	기타
활용건수	목표	1	2	1	1	5	1
	달성	1	2	1	1	14	3

- 기술실시의 경우 위탁생산업체인 (주)아산에 제작기술 및 제어관련 기술을 실시하여 생산권한을 위임하였음
- 상품화의 경우 히트펌프원리를 이용한 2종(10RT, 12RT)의 제습난방시스템을 상용 개발하였음
- 제주도농업기술원과 긴밀히 협조하여 정책적지원을 공론화 하였고 2014년도에는 정책제안의 결과로 제주도내 30여 농가에 제습난방시스템을 설치하였음
- 교육지도의 경우 제주도 농업기술원 주최 농촌진흥기관 관리자 교육시 제습난방시스템의 원리, 시연등의 교육을 실시하였음
- 언론홍보의 경우 제주 MBC방송을 포함한 총 14회 이상의 언론취재 및 홍보
- 기타성파로 서귀포 국제감귤박람회등 전시홍보 참여를 3회 이상 실시하였음



## 제 5 장 연구개발 성과 및 성과활용 계획

\* 실용화·산업화 계획(기술실시 등)

- 추후 농가현장의 요구에 맞추어 빗물 등을 이용한 추가적 열원 개발과 적용을 통한 시장 확대

\* 교육·지도·홍보 등 기술확산 계획 등

- 지속적인 언론홍보 및 농가교육을 통한 제품 홍보
- 관련 전시회 적극 참여를 통한 마케팅

\* 특허, 품종, 논문 등 지식재산권 확보계획 등

- 연구 기간내 연구내용을 정리하여 연구종료 1년내 관련 논문성과 2건 이상 게재 계획

\* 추가연구, 타연구에 활용 계획 등

- 단일 장비중심의 연구결과를 토대로 농가(작물별, 규모별, 지역별) 최적화 된 시스템화 연구 추진 계획

\* 연구기획사업 등 사업별 특성에 따라 목차는 변경 가능함

## 제 6 장 연구개발과정에서 수집한 해외과학기술정보

### 제 1절 : 해외 농업 사례

#### 1. 일본 스마트 농업

##### 가. 농업·ICT 융합

2001년 e-Japan 전략, 2004년 u-Japan 전략을 거치면서 농업·ICT 융합 기반을 마련, 2011년 i-Japan 전략에서 농업을 6대 중점분야 중 하나로 선정하면서 본격화(15)

#### (1) 기계화·자동화 등을 통한 생력화, 편리성 도모, 수익향상, 건강증대, 안전성 확보 등이 농식품 IT 융합 기술 개발의 주요 목표

- Smartagri 시스템, 영농 정보관리 시스템(FARMS, Fram Management System) 등이 대표 기술 사례
- Smartagri 시스템 : 농업과 관련된 여러 가지 정보(환경, 생체 등) 수집, 분석 및 디지털화를 통해 식물 생육을 최적으로 제어하는 시스템
- FARMS : 농작업 이력 추적 및 DB화를 통해 GIS의 지도정보와 밀접하게 관련시키는 종합적 관리 시스템, 작업 진척상황 파악을 통한 작업 계획 수립 등 대규모 영농의 효율적 수행을 지원
- 그 외, 영상·센서 기술 기반의 무인감시시스템, 착유 로봇 시스템 등 기술을 개발

#### (2) 민간 영역의 경우, 농기계 제조업체, IT서비스 기업 등이 스마트 농업 제품/서비스 개발 노력을 강화

- 쿠보다(Kubota), 안마(Yanmar), 이세키농기(井関農機) 등 일본 농기계 제조업체들은 스마트 농기계(트랙터, 헬기, 이앙기 등) 개발을 촉진
- 토요타미디어서비스4) : 2014년 4월부터 도요타 생산관리 시스템 기반의 클라우드 농업 IT 관리 솔루션 ‘농작계획(農作計劃)’의 대규모 테스트 진행
- 후지쯔 : 2012년 10월, 농업 경영을 지원하는 클라우드 서비스 ‘아카사이(Akisai)’ 상용화, 식물공장 관련 사업 추진 등
- 도시바, 샤프, NEC, NTT 등 기업들도 스마트 농업 및 식물공장 사업에 진출

##### 나. 일본 재배작물 유통 현상 및 전개 방향

- 1인당 소비량 감소
- 1970~75년을 정점으로 소비량이 점차 감소 (기계화 진전, 고령화 등)

- 공급량 : 지속적으로 증가 추세이며, 2000년대 들어와 생산이 감소  
(생산지역의 고령화 영향)
- 공급량과 소비량의 편차가 커지면서 잉여농산물의 쓰레기화 → 환경문제 대두
- 고령자수 : 2050년에는 전체인구의 20% 차지
- 유기농산물 수량 : 조금씩 증가하지만 대폭 증가는 아닐 것으로 예측
- 수입량 급증 및 가공식품 유통량 증대
- 유통량 중 가공식품비율 대폭 상승

표 17. 일본 농산물 유통현황

	일본 국내		외국
	수량(t)	총생산량 대비 비율(%)	수량(t)
채소	29,949	0.19	106,119
과일	1,766	0.05	131,538
쌀	10,811	0.13	21,777
보리	558	0.06	7,528
콩(대두)	974	0.43	63,647
녹차	1,538	1.68	449
기타농산물	3,000	2.17	964,208
합계	48,596	0.17	1,295,266

#### 다. 물류시장

##### (1) 오다도매시장

- 지난 1989년 청과, 화훼, 수산이 합쳐 40만㎡ 규모의 시설을 갖춰 동경 시내 11개 도매시장 가운데 최대규모이며, 물량처리 능력에서도 일본 최대임
- 거의 모든 농산물이 1~2개 단위의 소포장으로 포장된 상태로 시장에 반입
- 냄새는 물론 쓰레기 배출이 거의 전무함

##### (2) 사이타마현 JA토다시 물류센터

- 도쿄 센터에 인접해 신설된 신세틀라이트 센터이며, 포장 가공 및 유통 기능의 확충이라고 하는 큰 역할을 담당하고 있음
- JA전농청과센터(주)는 JA전농(전국 농업협합연합회)이 가고 있던 청과물의 구입과 판매의 사업을 보다 강화할 수 있도록, 200년 6월에 JA전농 100%출자의 신회사로서 설립되었으며 설립에 의해 영업력이나 기획력을 강화
- 생산자로부터 상품인 청과물을 구매하고 소비자에게 전달한다고 하는 역할을 담당하고 있기 때문에, 전농그룹의 경영이념인 생산자와 소비자를 안심으로 묶는 중개자가

됩니다。」 라는 슬로건을 제일 실감할 수 있는 직장으로 유명함(9)

## 2. 네델란드 농업 및 원예부문 현황

### 가. 농업 및 원예 부문의 구조

#### (1) 생산능력과 농장 구조

- 네델란드 농업 및 원예의 생산 능력은 1980년대 중반 이후로 경미한 감소 추세를 보여 왔으며, 집약적 축산의 쇠퇴와 급격한 감소추세는 비료 정책의 틀 안에서 시행된 네델란드 정부 당국의 구매 규제와도 관련이 있으며, 시설 원예와 버섯 재배 분야에서는 상당한 규모화가 일어나고 있음
- 다른 부문에서는 또한 농장 평균 규모가 빠른 속도로 증가하고 있는데, 개별 농장들 사이의 격차 또한 더욱 커져가고 있으며, 전체 숫자는 감소하고 있지만 대형 농장들의 숫자는 증가하고 있는데, 이들 대형농장들은 평균적인 규모의 농장들에 비해 1.5배 이상의 규모를 갖추고 있음
- 농장 수 측면에서는 12%, 생산 능력 측면에서는 43%를 대형 농장이 차지하고 있으며, 시설 원예 및 버섯 재배 농장의 절반 가까이가 이 집단에 속해 있음(9)

#### (2) 노동력, 토지, 자본

- 네델란드의 농업과 원예 부문은 26만 9000명에 해당되는 것으로, 약 20만 AWU(농업 노동단위, Agricultural Working Unit)에 달하는 수치이며, 전체 노동력 규모는 감소추세를 보이고 있으나 농장 수의 감소추세에 비해서는 완만한 편임
- 농장 당 평균 노동력 규모는 점진적으로 증가하고 있다. 1994년에는 1.9AWU였던 것이 2001년에는 2.2AWU에 달하고 있으며, 노동자들의 거의 70% 정도가 농장주의 가족 구성원임
- 네델란드의 경지 면적은 지난 10년 동안 연평균 6,000ha 가량 0.3% 감소했음
- 농업용지의 임차자에 대해 상당히 엄격한 법률적 보호가 이루어지고 있으며, 임대차 토지 면적 약 35만 ha에 해당되는 1만 4000개의 농장들과 관련이 있음

### 나. 농업 및 원예부문 시장 변화와 소득

#### (1) 주요 부문 현황

- 비육우 생산량이 10 내지 15% 정도 감소한 것으로 추정되며, 우유 생산량은 약간 증가했음

- 원예 부문에서 생산량은 거의 동일한 수준에 머물렀으며, 과일 생산량만이 급격하게 감소했는데 이러한 현상은 경종작물의 경우에도 마찬가지로 나타나는데, 그 이유는 단위면적 당 수확량이 감소한 영향임
- 생산량이 감소함에 따라, 가격은 평균 약 6% 정도 올랐음
- 원예부문에서는 구근류 화훼작물의 가격만 하락했으며, 축산부문에서는 계란과 쇠고기 값이 하락했으며, 그 원인은 수요 감소임
- 생산 투입요소 가격은 약 3% 정도 상승했으며, 농민들이 구매한 제화 및 서비스는 가격으로 환산할 경우 2% 정도 증가했음
- 구매량이 줄어든 것과는 대조적으로 가격은 대체로 올라갔으며, 특히 연료와 비료는 큰 폭으로 가격이 상승했음 (9)

## (2) 시설 원예 부문

- 시설원예와 버섯 부문이 함께 성장했는데, 이 두 부문의 생산량은 네덜란드 농업 및 원예부문 전체 생산량의 1/4 정도를 차지함
- 시설원예 재배면적(표면적)은 큰 폭으로 증가했다가 최근 2-3년 사이에 다소 감소했으며, 이들 경영체들 중 3300개가 절화생산 부문으로 특화되어 있으며, 2500개가 채소생산에, 1600개가 화분에 심는 작물 생산에 특화되어 있음

## (3) 노지 원예 생산

- 노지 원예는 이질적인 경영체들이 혼재하고 있는 부문이며, 전체적으로 볼 때, 노지원예에 특화된 경영체가 9700개 존재하고 있는데, 이중 1300개는 노지채소, 2700개는 노지 구근류 화훼, 2000개는 과수, 2400개는 종묘, 1300개는 기타 노지원예작물들을 복합적으로 재배하고 있음
- 이 부문의 경영체 수는 감소추세를 보이고 있으나, 전체 재배면적은 과거 2, 3년 동안 안정세를 보이고 있음
- 노지 채소의 가격 상황이 좋았던 노지채소 재배농가의 소득은 상승했으며, 과수재배 경영체 또한 마찬가지로 소득이 상승했으나 대부분의 과수 재배 경영체의 재정상태는 여전히 취약한 상태로 남아 있음
- 구근류 화훼 작물의 경우 소득과 저축액이 약간 증가할 것으로 예측되고 있음
- 묘목 재배 경영체의 경우, 평균 소득과 저축액이 증가할 것으로 예상되고 있음

## 3. 영국의 시설원예 산업 현황

### 가. 원예 산업 현황

- 영국 켄트지방의 첨단 대규모 유리온실 단지 Thanet Earth에서 재배된 토마토, 오이,



- 고추 등 신선농산물이 2009년 여름부터 영국 내수 시장에 공급되기 시작하고 있음
- Thanet Earth 유리온실 생산 신선 농산물은 2월말부터 첫 수확이 되며, 영국 전역의 대규모 슈퍼마켓 및 야채상에서 시판되고 있으며, 이에 따라 영국 자국생산 셀러드 공급불량을 15%정도 증대시킬 것으로 분석되고 있음
- 농업이 주력산업인 네덜란드에서는 일반화되어 있는 대규모 첨단 유리온실 영농이 영국에서 본격적으로 도입 되 향후 영국 신선 농산물 산업 판도에 큰 영향을 미칠 것으로 보임
- 영국에도 이미 유리온실이 남부 지방과 Wight 섬에 건설된 바는 있으나, 첨단 대규모 유리온실 단지인 Thanet Earth는 규모나 기술면에서 월등함. 켄트 지방 Thanet 섬의 구릉지를 평탄화한 후 1년에 걸쳐 220에이커 규모의 부지 위에 건설됨
- 첨단 대규모 유리온실 단지 Thanet Earth는 저탄소 배출(low carbon emissions) 등 농업의 지속적 성장을 염두에 두고 설계되었는데, 7개 유리온실은 열과 전기가 병합된 온도 조절 시스템(CHP)으로 운영됨
- 각각의 유리 온실은 가스로 돌리는 발전기로 자체 전기를 생산 후, 남은 전기는 발전소에 팔고, 발전의 부산물로 나오는 열과 이산화탄소는 작물재배로 돌려 활용함



그림 50. Thanet Earth 전경

- 유리온실은 단지 내에서 수거된 물로 채워진 자체 저수지를 보유하고, 병해충은 생물학적 천적을 이용한 방법으로 대응하고, 수분도 자체 보유 별로 실시함
- 첨단 대규모 유리온실단지 Thanet Earth에는 500여명의 인력이 고용됨
- Thanet Earth 유리온실에서 생산된 오이는 영국 셀러드용 오이 물량의 15%를 점유할 것으로 분석되고 있는데, 영국 최대 식품유통인 TESCO에서 1.28파운드에 판매되고 있음

음

- Thanet Earth에서는 프렘 토마토, 덩굴 토마토 등 생산되는 다양한 종류의 토마토도 이미 TESCO, ASDA 등 영국의 4대 초대형 식품유통에 공급되고 있음
- 축구장 80개를 합쳐놓은 것보다 큰 이 대단위 유리 온실 단지에서는 오이 이외에도 토마토, 페퍼(pepper) 등이 재배되는데, 이 대단위 유리온실 단지 Thanet Earth 조성은 영국이 비수기철에 수입산 신선 농산물에 의존도를 낮출 수 있도록 하기위해 8천만 파운드(약 1,600억원)를 투입해 시행된 초대형 프로젝트임
- 지금까지 영국 농가들은 유리온실 온도 유지에 드는 연료비용 때문에 연중 셀러드용 채소류를 생산 할 수 없었고, 이에 따라 재배 철이 아닌 겨울철에는 스페인, 모로코 등의 다른 국가로부터 셀러드를 수입해야 했는데, 이제는 대단위 유리온실 단지 Thanet Earth로부터 셀러드용 신선채소를 저렴하게 공급받을 수 있게 되었음(9)

#### 4. 스페인의 시설원예 산업 현황

##### 가. 원예 산업 현황

- 스페인의 온실면적은 약 55,800ha임. 이 중 28,500ha는 지중해에 연해 있는 안달루시아(Andalucia) 지방의 알메리아(Almeria) 지역에 집중되어 있음
- 지난 10년간 온실면적이 25,000ha 에서 55,800ha 이상으로 2배 이상 급증한 유일한 국가임
- 이 지역 시설원예 산업은 지난 20년간 동안 지역 경제를 급속하게 팽창시켜온 주요 원동력 역할을 하였음. 온실의 규모화도 동시에 이루어져 농가당 3.78ha로 유럽에서 농가당 경영규모가 가장 큰 국가임



그림 51. 스페인 Almeria 시설온실의 인공위성 촬영사진

- 알메리아(Almeria)의 온실구조나 시설 형태는 그 지역의 특성에 적합하게 만들어져 시설들이 대부분으로 유럽의 유리 온실과 첨단기술에서는 뒤떨어지나 나름대로 저비용 고효율을 지향하고 있음
- 그러나 생산성과 품질이 네덜란드에 비해서 상대적으로 낮아 파프리카의 경우 생산성이 40~60% 수준임
- 알메리아(Almeria)에서의 주요재배 작물은 채소류가 주류를 이루고 있지만 점차 화훼류 재배 면적도 증가하고 있음

표 18. 스페인의 주요 채소 재배면적 및 생산액

작물	ha	ton	ton/ha
콩	77,000	56,000	0.73
토마토	55,000	2,790,000	50.8
메론	50,000	905,000	18.1
마늘·양파	41,000	935,000	22.8
상추	32,000	935,000	29.2
파프리카	25,000	742,000	29.7
수박	23,000	593,000	25.8
아스파라거스	21,000	83,000	4.0
가지	12,000	136,000	11.3
오이	7,000	314,000	44.9

- 주요 작물은 가지과 채소인 토마토, 파프리카, 가지와 호로과 채소인 메론, 수박, 호박, 오이 등이 전체 재배면적의 80%를 차지하고 있음
- 생산은 농가 단위의 회사에서 담당하고 선별, 포장, 저장, 유통 및 수출은 전문화된 회사나 농민단체에서 투자하여 설립된 회사의 전문가들에 의해서 이루어짐에 따라 상대적으로 낮은 생산 원가와 더불어 국제적으로 경쟁력을 확보하고 있음
- 스페인 시설원예산업의 가장 큰 장점은 온실 단지가 한 곳에 집적되어 있다는 것임. 관련 농자재 산업체들과 연구 및 지도 센터가 단지 안에 입주하고 있어 필요한 문제들이 현지에서 바로 해결되는 시스템이 구축되어 있음
- 최근 들어 생산성과 품질 향상으로 생산 원가를 낮추기 위해서 새로운 자동화된 온실과 재배 시스템(관비재배, 수경재배, IPM 및 천적이용기술)이 적극 도입되고 있음
- 스페인의 원예작물 총생산액은 142억 유로이며, 이 중 채소류가 38%를 차지하고 있음.
- 전체 수출액 중 농산물 수출은 1989년 27%에서 1999년 56%로 2배 이상 증가했는데, 품목별로 보면, 와인 13억 유로, 꿀 8.2억 유로, 올리브 오일 6.6유로, 오렌지 6.3 유로, 토마토 6.1억 유로, 피망 3.9억 유로, 파리 3.4억 유로 등임
- 스페인 시설은 평평한 하우스 모양이 특징이며, 전체 시설면적의 95% 정도를 차지하

고 있음(9)

표 19. 주요 유럽국가의 온실면적 및 농가당 경영규모

단위 : ha, 개

	온실면적	온실 회사	회사당 평균면적
덴마크	490	633	0.77
에스토니아	70	381	0.18
핀란드	470	2,307	0.20
독일	5,105	29,561	0.17
헝가리	4,200	8,250	0.51
이탈리아	39,000	125,000	0.31
루마니아	1,542	n.a	-
스페인 (알메리아)	45,000 (23,000)	11,900	3.78
네덜란드	10,355	8,990	1.15
영국	1,500	850	1.76

## 제 7 장 연구시설·장비 현황

- 해당사항 없음




## 제 8 장   참고문헌

1. 자연과 농업 2014년 3월호 - 한국농업의 미래를 위한 과제
2. 농림식품부 2014년 11월 19일 - 농업의 미래성장산업화 방안
3. 농촌경제연구원 2012년 10월 - 시설농업을 통한 농촌의 활성화
4. 한국공정육묘연구회 2012년 - 시설원예 에너지 절감기술
5. 농림부 2005년 - 채소생산실적, 화훼재배현황
6. 건설교통부 2007년 - 댐건설장기계획
7. 지열전문위원회 2007년 10월 - 신재생에너지 지열분야 기술 및 시장동향 보고서
8. 환경관리공단 2003년 - 온실가스 저감기술
9. 에너지관리공단 2012년 - 2012 신재생에너지 백서
10. 농촌진흥청 2007년 - 지열을 이용한 농업시설 냉난방 시스템 개발
11. 건양대 2013년 - 시설원예용 고온수 제조 및 대온도차 지열 히트펌프 성능향상 기술 연구
12. 농촌진흥청 2014년 - 지중저수열을 이용한 냉난방 시스템 개발
13. 농촌진흥청 2011년 7월 - 포그냉방 제어기술 개발
14. 단국대학교 2009년 - 최첨단 유리온실 조성 타당성 분석
15. 한국정보사회진흥원 2008년 - 일본 xICT 비전

## 주 의


1. 이 보고서는 농림축산식품부에서 시행한 농림기술개발사업의 연구보고서입니다.
2. 이 보고서 내용을 발표할 때에는 반드시 농림축산식품부에서 시행한 농림기술개발사업의 연구결과임을 밝혀야 합니다.
3. 국가과학기술 기밀유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 아니 됩니다.


[부 표] 한국냉동공조인증센터 성능인증 시험성적서



## 시험성적서

### TESTING CERTIFICATE



성적서번호 Certificate No.	KRAAC-AR-13-215	페이지 (1)/(총5) (1)/(5)pages
<p><b>1. 의뢰인 (Client)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>· 기관명 (Name) : (주)아산</li> <li>· 주소 (Address) : 경기도 안산시 단원구 신길동 1080-5</li> <li>· 의뢰 일자 (Date of Receipt) : 2013년 9월 12일</li> </ul> <p><b>2. 시험성적서의 용도 (Use of Report) : 연구개발</b></p> <p><b>3. 시료 (Test Sample)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>· 품명 / 모델 (Name/Model) : 제습기 / ADH-SLX10WHA</li> <li>· 형식 / 용량 (Type/Capacity) : 일체형 / 30 000 W</li> </ul> <p><b>4. 시험기간 (Date of Test) : 2013년 9월 13일 ~ 9월 16일</b></p> <p><b>5. 시험방법 (Test method used) : KS C 9306 : 2011 일부 적용</b></p> <p><b>6. 시험환경 (Testing Environment) : 온도 (25 ± 2) °C, 습도 : (40 ± 20) % R.H.</b></p> <p><b>7. 시험결과 (Testing Results) : 시험결과 참조</b></p> <p style="font-size: small;">                 위 의뢰인으로부터 제공된 시료에 대하여 시행한 시험성적서임을 증명함.                  This is to certify that the sample submitted by client above has tested.                  ※ 이 시험성적서는 용도 이외의 사용을 금함.                  This report should only be used for the purpose of use above.                  ※ 이 시험성적서의 사본은 무효임.                  The copy of this test reports is invalid for use.             </p>		
확 인	작성자 ( Tested by ) 성 명 : 최 연 성 (서명)	기술책임자 ( Technical Manager ) 성 명 : 최 충 현 (서명)
<p>2013년 9월 26일</p> <div style="display: flex; justify-content: center; align-items: center;">  <p style="margin: 0;"> <b>한국냉동공조인증센터 이사장</b>                  KOREA REFRIGERATION &amp; AIR-CONDITIONING ASSESSMENT CENTER                  경기도 안산시 상록구 사동 1271-11 경기테크노파크 113호                  TEL:031-500-3820 FAX:031-500-3825 www.kraac.or.kr             </p> </div>		

KRAAC-TP-5101-01(09)

# 시험 결과

## TEST RESULT

성적서번호 Certificate No.	KRAAC-AR-13-215	페이지 (2)/(총5) (2)/(5)pages
--------------------------	-----------------	------------------------------

### 1. 일반사항

- 1.1 (주)아산은 제습기의 성능 시험을 위해 본 인증센터에 시험 의뢰를 함.  
 1.2 시험조건 및 시험방법은 KS C 9306 : 2011 을 일부 적용함.

표 1. 시험품의 일반사항

모델명	ADH-SLX10WHA	제조번호	AH-130921
정격능력	30 000 W	소비전력	10 500 W
전원	3상 4선, 380 V, 60 Hz		

### 2. 시험 조건

표 2. 시험 조건

시험 항목	실내 측		실외 측		비고
	건구온도 (℃)	습구온도 (℃)	입구 수온 (℃)	출구 수온 (℃)	
냉방 표준 운전	27.0 ± 0.3	19.0 ± 0.2	18.0 ± 0.3	29.0 ± 0.3	유량 결정
전용 제습 운전	24.0 ± 0.5	19.0 ± 0.3	-	-	냉방 제습 + 난방
난방 표준 운전	20.0 ± 0.3	15.0 ± 0.2	15.0 ± 0.3	-	냉방 운전 유량 적용

### 3. 시험 방법

- 3.1 시험용 제습기의 설치는 제조자가 지정하는 설치 방법에 따라서 설치하여 시험함.  
 3.2 능력에 영향을 주는 개조나 접촉을 하지 않고 시험함.  
 3.3 시험조건이 평형상태로 유지한 후 5분의 평균을 7회 측정하여 35분 동안의 데이터 평균값을 산출함.

KRAAC-TP-5101-02(04)

# 시험 결과 TEST RESULT

성적서번호  
Certificate No.

KRAAC-AR-13-215

페이지 (3)/(총5)  
(3)/(5)pages

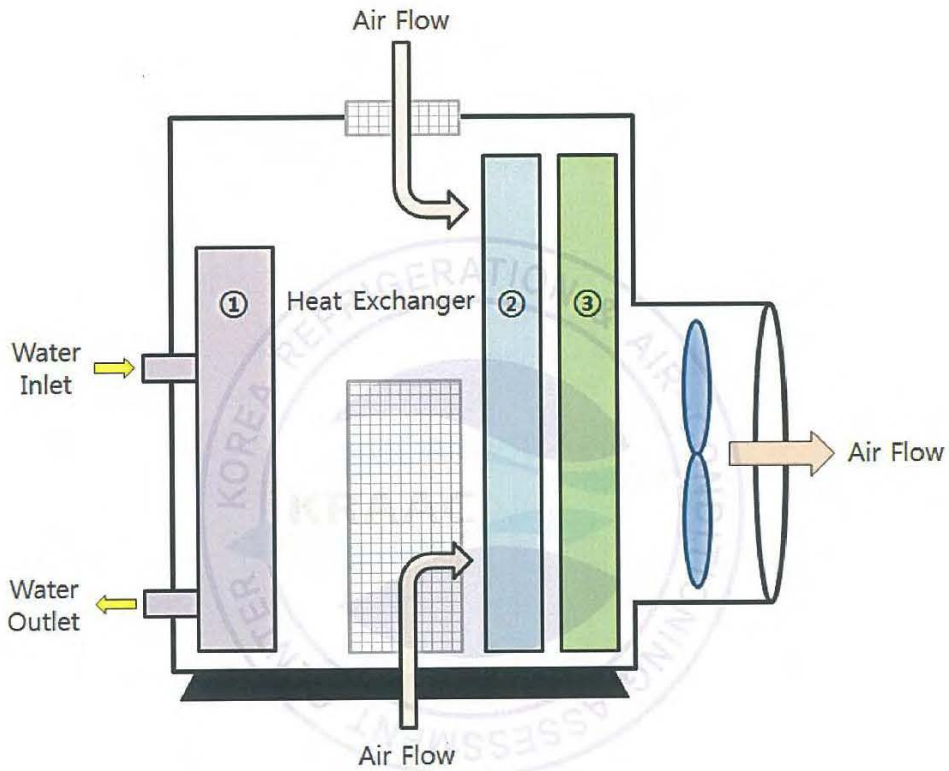


그림 1. 시험품 개략도

표 3. 시험 항목에 따른 열교환기 구분

시험 항목	열교환기 ①	열교환기 ②	열교환기 ③	비고
냉방 표준 운전	응축기	사용 안함	증발기	그림 1 참조
전용 제습 운전	사용안함	증발기	응축기	
난방 표준 운전	증발기	사용안함	응축기	



# 시험 결과

## TEST RESULT

성적서번호  
Certificate No.

KRAAC-AR-13-215

페이지 (4)/(총5)  
(4)/(5)pages

### 4. 시험 결과

표 3. 시험 결과

시험 항목	단위	시험 결과		
		냉방표준운전	전용제습운전	난방표준운전
용량	W	26 039	13 218	25 943
소비전력	W	6 833	7 413	7 403
효율	W/W	3.81	1.78	3.50
풍량	m <sup>3</sup> /min	112.00	111.60	114.30
실내 흡입 건구 온도	℃	26.99	24.00	19.99
실내 흡입 습구 온도	℃	19.10	19.10	15.10
실내 토출 건구 온도	℃	17.70	30.03	31.61
실내 토출 습구 온도	℃	15.20	20.11	19.18
제습량	kg/h	6.70	8.98	-
입구 수온	℃	18.12	-	15.02
출구 수온	℃	29.15	-	7.36
유량	L/s	0.64	-	0.64

KRAAC-TP-5101-02(04)



# 시험결과

## TEST RESULT

성적서번호  
Certificate No.

KRAAC-AR-13-215

페이지 (5)/(총5)  
(5)/(5)pages

### 5. 시험품 사진



그림 1. 전면, 후면



그림 2. 좌측면, 우측면



그림 3. 시험품 설치 사진

- 끝 -

KRAAC-TP-5101-02(04)





RAW DATA			
GEOTHERMAL HEAT PUMP TEST DATA			
Client	(주)아산	Request No.	KRAAC-A-13-192
Model	ADH-SLX10WHA	Test Name	연구개발
Serial No.	AH-130921	Test Mode	Cooling
Rated Capacity	30 000 W	File Name	20130913_05.mlt1
Rated Power	10 500 W	Test Date	2013-09-13 오후 3:04
Power Source	3P4W 380 V 60 Hz	Observer	Y.S.CHOI/C.H.CHOI
<b>Air Side Test Condition</b>		<b>Water Side Test Condition</b>	
Dry Bulb Temperature	27.0 °C	Water Inlet Temp.	18.0 °C
Wet Bulb Temperature	19.0 °C	Water Flowrate	0.7 L/s
<b>Notes</b>		<b>Ambient Condition</b>	
		Ambient D.B.T.	(24.37 ± 0.73) °C
		Ambient %R.H.	(49.55 ± 7.05) % R.H.

Total Results		Average	5 min	10 min	15 min	20 min	25 min	30 min	35 min
Capacity (1)	W	26 039	26 128	26 155	26 112	25 987	26 051	25 986	25 855
ID Corrected Power	W	0	0	0	0	0	0	0	0
EER	-	3.81	3.82	3.81	3.82	3.81	3.82	3.81	3.78
Net Total Capacity	W	26 039	26 128	26 155	26 112	25 987	26 051	25 986	25 855
Effective Power	W	0	0	0	0	0	0	0	0
Power	W	6 833	6 847	6 862	6 830	6 815	6 825	6 813	6 840
Voltage	V	381.0	381.0	381.0	381.0	381.0	381.0	381.0	381.0
Current	A	12.54	12.56	12.58	12.53	12.51	12.53	12.51	12.55
Power Factor	%	82.60	82.60	82.70	82.60	82.50	82.60	82.50	82.60
Frequency	Hz	60.00	60.00	60.00	60.00	60.00	60.00	60.00	60.00
Capacity Ratio	%	86.8	87.1	87.2	87.0	86.6	86.8	86.6	86.2
Power Input Ratio	%	65.1	65.2	65.4	65.1	64.9	65.0	64.9	65.1
CO <sub>2</sub> Emmission	g/h	2 904	2 910	2 916	2 903	2 896	2 901	2 895	2 907
<b>Air Side</b>									
Capacity (1)	W	26 039	26 128	26 155	26 112	25 987	26 051	25 986	25 855
Air Flow (Lev)	m <sup>3</sup> /min	112.00	112.10	112.10	112.00	112.10	112.00	112.10	111.90
Entering D.B.T.	°C	26.99	26.99	27.00	26.99	26.99	27.00	26.99	26.99
Entering W.B.T.	°C	19.10	19.09	19.12	19.09	19.10	19.10	19.10	19.11
Leaving D.B.T.	°C	17.70	17.66	17.68	17.68	17.72	17.70	17.72	17.75
Leaving W.B.T.	°C	15.20	15.17	15.20	15.18	15.21	15.19	15.20	15.23
Enthalpy (Ent)	kJ/kg'	54.129	54.094	54.176	54.109	54.124	54.128	54.119	54.149
Enthalpy (Lev)	kJ/kg'	42.499	42.430	42.500	42.447	42.524	42.487	42.516	42.592
Humid Ratio (Ent)	kg/kg'	0.010 6	0.010 6	0.010 6	0.010 6	0.010 6	0.010 6	0.010 6	0.010 6
Humid Ratio (Lev)	kg/kg'	0.009 8	0.009 7	0.009 8	0.009 7	0.009 8	0.009 7	0.009 8	0.009 8
Specific Heat (Lev)	kJ/kg°C	1.023	1.023	1.023	1.023	1.023	1.023	1.023	1.023
Specific Volume (Lev)	m <sup>3</sup> /kg	0.829	0.829	0.829	0.829	0.829	0.829	0.829	0.829
Static Pressure	Pa	48.80	48.90	48.80	48.80	48.90	48.80	48.90	48.80
Nozzle Diff. Pressure	Pa	505.60	505.90	506.00	505.60	506.20	505.00	505.90	504.80
Heat Leakage	W	108	108	108	108	108	108	108	108
Drain Weight	kg/h	6.70	6.68	6.76	6.74	6.68	6.71	6.69	6.61
Latent Heat	W	4 578	4 571	4 624	4 606	4 566	4 590	4 575	4 517
Sensible Heat	W	21 461	21 557	21 530	21 506	21 421	21 460	21 411	21 338
Sensible Heat Ratio	%	82.40	82.50	82.30	82.40	82.40	82.40	82.40	82.50
Barometric Pressure	kPa	101.2	101.2	101.2	101.2	101.2	101.2	101.2	101.2
Nozzle(70/90/125/150/180)		1/1/1/1/1	1/1/1/1/1	1/1/1/1/1	1/1/1/1/1	1/1/1/1/1	1/1/1/1/1	1/1/1/1/1	1/1/1/1/1
<b>Water Side</b>									
Capacity	W	29 256	29 367	29 390	29 279	29 232	29 196	29 172	29 154
Net Capacity	W	29 238	29 350	29 372	29 262	29 215	29 178	29 155	29 137
Water Flowrate	L/s	0.64	0.64	0.64	0.64	0.64	0.64	0.64	0.64
Water Inlet Temp.	°C	18.12	18.14	18.13	18.14	18.13	18.13	18.06	18.14
Water Outlet Temp.	°C	29.15	29.21	29.20	29.17	29.15	29.13	29.05	29.13
Water Density	kg/m <sup>3</sup>	998.6	998.6	998.6	998.6	998.6	998.6	998.6	998.6
Specific Heat	kJ/kg°C	4.2	4.2	4.2	4.2	4.2	4.2	4.2	4.2
Pump Power	W	17.0	17.0	17.0	17.0	17.0	17.0	17.0	17.0
Pressure Drop	kPa	8.20	8.22	8.20	8.21	8.21	8.19	8.19	8.17

KRAAC-TP-5101-06(00)

1/1

www.kraac.or.kr



# 시험 성적서

## TESTING CERTIFICATE



성적서번호 Certificate No.	KRAAC-BR-13-108	페이지 (1)/(총5) (1)/(5)pages
--------------------------	-----------------	------------------------------

### 1. 의뢰인 (Client)

- 기관명 (Name) : (주)아산
- 주소 (Address) : 경기도 안산시 단원구 신길동 1080-5
- 의뢰일자 (Date of Receipt) : 2013년 11월 22일

### 2. 시험성적서의 용도 (Use of Report) : 연구개발

### 3. 시료 (Test Sample)

- 품명 / 모델 (Name/Model) : 제습기 / ADH-SLX12WHA
- 형식 / 용량 (Type/Capacity) : 일체형 / 40 000 W

### 4. 시험기간 (Date of Test) : 2013년 12월 23일 ~ 12월 24일

### 5. 시험방법 (Test method used) : 의뢰인 제시 방법

### 6. 시험환경 (Testing Environment) : 온도 (27 ± 5) °C, 습도 (10 ± 10) % R.H.

### 7. 시험결과 (Testing Results) : 시험결과 참조

위 의뢰인으로부터 제공된 시료에 대하여 시행한 시험성적서임을 증명함.

This is to certify that the sample submitted by client above has tested.

※ 이 시험성적서는 용도 이외의 사용을 금함.

This report should only be used for the purpose of use above.

※ 이 시험성적서의 사본은 무효임.

The copy of this test reports is invalid for use.

확 인	작성자 ( Tested by )	기술책임자 ( Technical Manager )
	성 명 : 최 연 성 (서명)	성 명 : 최 충 현 (서명)

2013년 12월 27일

한국냉동공조인증센터 이사장

KOREA REFRIGERATION & AIR-CONDITIONING ASSESSMENT CENTER

경기도 안산시 상록구 사동 1271-11 경기테크노파크 13층

TEL:031-500-3820 FAX:031-500-3825 www.kraac.or.kr



KRAAC-TP-5101-01(09)



# 시험 결과

## TEST RESULT

성적서번호 Certificate No.	KRAAC-BR-13-108	페이지 (2)/(총5) (2)/(5)pages
--------------------------	-----------------	------------------------------

### 1. 일반사항

- 1.1 (주)아산은 제습기의 성능 시험을 위해 본 인증센터에 시험 의뢰를 함.  
 1.2 시험조건 및 시험방법은 의뢰인 제시 조건으로 시험함.

표 1. 시험품 일반사항

모델	ADH-SLX12WHA	제조번호	AH-131290
정격냉방 능력	40 000 W	정격냉방 소비전력	11 350 W
전력	3상 4선, 380 V, 60 Hz		

### 2. 시험 조건

표 2. 시험조건

시험항목	주위 공기 조건		물측 조건		비고
	건구온도 (℃)	습구온도 (℃)	입구수온 (℃)	출구수온 (℃)	
냉방 운전	27.0 ± 0.3	19.0 ± 0.2	18.0 ± 0.3	29.0 ± 0.3	유량 결정
제습 난방 운전	24.0 ± 0.5	19.0 ± 0.3	-	-	냉방 제습 + 난방
난방 운전	20.0 ± 0.3	15.0 ± 0.2	15.0 ± 0.3	-	냉방 운전 유량 적용

### 3. 시험 방법

- 3.1 시험용 제습기의 설치에 제조자가 지정하는 설치 방법에 따라서 설치하여 시험함.  
 3.2 능력에 영향을 주는 개조나 접촉을 하지 않고 시험함.  
 3.3 시험조건이 평형상태로 유지한 후 5분의 평균을 7회 측정하여 35분 동안의 데이터 평균값을 산출함.

KRAAC-TP-5101-02(04)



# 시험 결과 TEST RESULT

성적서번호 Certificate No.	KRAAC-BR-13-108	페이지 (3)/(총5) (3)/(5)pages
--------------------------	-----------------	------------------------------

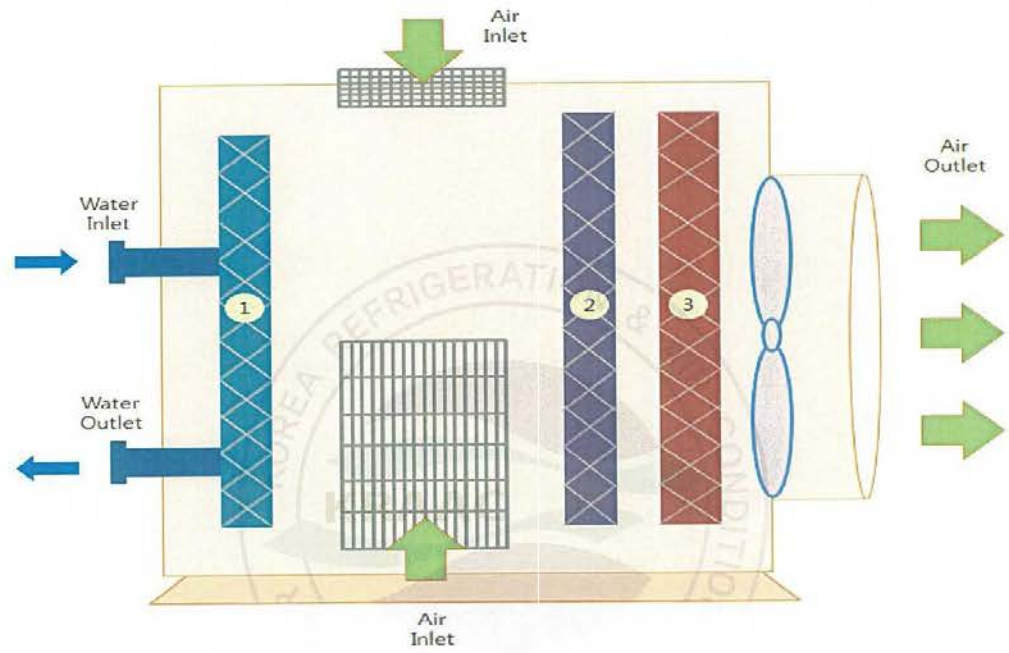


그림 1. 시험품 개략도

표 3. 시험 항목에 따른 열교환기 구분

시험항목	열교환기 ①	열교환기 ②	열교환기 ③	비고
냉방 운전	응축기	사용 안함	증발기	그림 1. 시험품 개략도 참조
제습 난방 운전	사용 안함	증발기	응축기	
난방 운전	증발기	사용 안함	응축기	

KRAAC-TP-5101-02(04)

# 시험 결과

## TEST RESULT

성적서번호  
Certificate No.

KRAAC-BR-13-108

페이지 (4)/(총5)  
(4)/(5)pages

### 4. 시험 결과

시험항목	단위	시험 결과		
		냉방 운전	제습 난방 운전	난방 운전
용량	W	45 204	18 012	39 328
소비전력	W	10 930	12 617	11 370
효율	W/W	4.14	1.43	3.46
풍량	m <sup>3</sup> /min	210.40	211.60	211.40
실내 흡입 건구 온도	℃	26.99	24.05	19.97
실내 흡입 습구 온도	℃	18.99	19.01	15.01
실내 토출 건구 온도	℃	16.67	29.51	32.09
실내 토출 습구 온도	℃	15.10	20.24	19.47
제습량	kg/h	-	8.28	-
입구 수온	℃	17.93	-	15.12
출구 수온	℃	29.09	-	8.36
유량	L/s	1.20	-	1.20

KRAAC-TP-5101-02(04)



# 시험 결과

## TEST RESULT

성적서번호 Certificate No.	KRAAC-BR-13-108	페이지 (5)/(총5) (5)/(5)pages
--------------------------	-----------------	------------------------------

### 5. 시험 사진

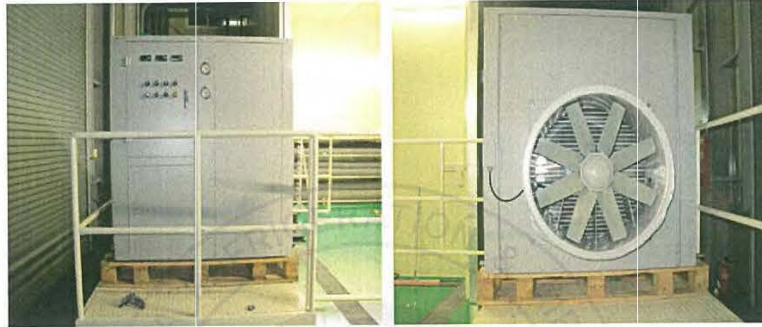


그림 1. 전면, 후면



그림 2. 좌측면, 우측면

-끝-

KRAAC-TP-5101-02(04)



**RAW DATA**

**PSYCHROMETRIC CALORIMETER TEST DATA**

Client	(주)아산	Request No.	KRAAC-B-13-118
Model	ADH-SLX12WHA	Test Name	연구개발
Serial No.	AH-131290	Test Mode	Heating
Rated Capacity	40 000 W	File Name	20131224_03.mlt3
Rated Power	11 350 W	Test Date	2013-12-24 오후 2:24
Power Source	3P4W 380 V 60 Hz	Observer	Y.S.CHOI/C.H.CHOI
<b>Indoor Side Test Condition</b>		<b>Outdoor Side Test Condition</b>	
Dry Bulb Temperature	24.0 °C	Dry Bulb Temperature	0.0 °C
Wet Bulb Temperature	19.0 °C	Wet Bulb Temperature	0.0 °C
<b>Notes</b>		<b>Ambient Condition</b>	
1. 전용제습운전		Ambient D.B.T.	
		Ambient %R.H.	

Total Results		Average	5 min	10 min	15 min	20 min	25 min	30 min	35 min
Capacity (1)	W	18 012	18 159	18 194	17 970	18 070	17 878	17 838	17 977
Power Input	W	12 617	12 644	12 617	12 614	12 624	12 593	12 605	12 618
EER	-	1.43	1.44	1.44	1.42	1.43	1.42	1.42	1.42
Voltage	V	380	380	380	380	380	380	380	380
Current	A	21.58	21.62	21.60	21.59	21.60	21.55	21.56	21.57
Power Factor	%	88.80	88.80	88.90	88.90	88.80	88.80	88.80	88.80
Frequency	Hz	60.00	60.00	60.00	60.00	60.00	60.00	60.00	60.00
Capacity Ratio	%	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Power Input Ratio	%	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
CO <sub>2</sub> Emmission	g/h	5 362	5 374	5 362	5 361	5 365	5 352	5 357	5 363

Indoor Side (500cmm)									
Capacity (1)	W	18 012	18 159	18 194	17 970	18 070	17 878	17 838	17 977
Air Flow (Lev)	m <sup>3</sup> /min	211.60	211.90	211.70	211.70	211.50	211.70	211.50	211.30
Entering D.B.T.	°C	24.05	23.96	24.02	24.05	24.08	24.09	24.08	24.09
Entering W.B.T.	°C	19.01	19.09	18.95	18.99	19.04	18.95	19.01	19.04
Leaving D.B.T.	°C	29.51	29.45	29.53	29.49	29.55	29.50	29.49	29.54
Leaving W.B.T.	°C	20.24	20.22	20.19	20.21	20.29	20.21	20.25	20.31
Enthalpy (Ent)	kJ/kg'	63.854	64.172	63.620	63.793	63.980	63.599	63.842	63.974
Enthalpy (Lev)	kJ/kg'	68.645	68.586	68.424	68.504	68.872	68.528	68.684	68.919
Humid Ratio (Ent)	%	0.015 6	0.015 8	0.015 5	0.015 6	0.015 6	0.015 5	0.015 6	0.015 6
Humid Ratio (Lev)	%	0.015 3	0.015 3	0.015 2	0.015 2	0.015 3	0.015 2	0.015 3	0.015 4
Specific Heat (Lev)	kJ/kg°C	1.033	1.033	1.033	1.033	1.033	1.033	1.033	1.033
Specific Volume (Lev)	m <sup>3</sup> /kg	1.104	1.104	1.104	1.104	1.104	1.104	1.104	1.104
Static Pressure	Pa	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.30	0.10	0.20
Nozzle Diff. Pressure	Pa	222.70	223.30	222.90	223.10	222.40	223.00	222.50	222.10
Heat Leakage	W	290	294	293	291	291	289	287	287
Drain Weight	kg/h	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Latent Heat	W	0	0	0	0	0	0	0	0
Sensible Heat	W	18 012	18 159	18 194	17 970	18 070	17 878	17 838	17 977
Sensible Heat Ratio	%	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
Barometric Pressure	KPa	79.4	79.4	79.4	79.4	79.4	79.4	79.4	79.4
Nozzle(75/100/125/150/200/250)		/2/1/1/2/1	/2/1/1/2/1	/2/1/1/2/1	/2/1/1/2/1	/2/1/1/2/1	/2/1/1/2/1	/2/1/1/2/1	/2/1/1/2/1

Outdoor Side									
Entering D.B.T.	°C	24.05	23.96	24.02	24.05	24.08	24.09	24.08	24.09
Entering W.B.T.	°C	19.01	19.09	18.95	18.99	19.04	18.95	19.01	19.04
Entering %R.H.	%RH	61.59	62.71	61.44	61.52	61.62	60.96	61.36	61.53
Pressure 1	kPa								
Pressure 2	kPa								
Pressure 3	kPa								
Pressure 4	kPa								
Pressure 5	kPa								





# 시험 성적서

## TESTING CERTIFICATE



성적서번호 Certificate No.	KRAAC-BR-14-041	페이지 (1)/(총3) (1)/(3)pages
--------------------------	-----------------	------------------------------

### 1. 의뢰인 (Client)

- 기관명 (Name) : (주)아산
- 주소 (Address) : 경기도 안산시 단원구 해봉로 272-29
- 의뢰 일자 (Date of Receipt) : 2014년 4월 17일

### 2. 시험성적서의 용도 (Use of Report) : 연구개발

### 3. 시료 (Test Sample)

- 품명 / 모델 (Name/Model) : 물-공기 지열 열펌프유닛 / ADH-SLX12WHB
- 형식 / 용량 (Type/Capacity) : 일체형 / 37 500 W

### 4. 시험기간 (Date of Test) : 2014년 5월 20일

### 5. 시험방법 (Test method used) : 의뢰인 제시 방법

### 6. 시험환경 (Testing Environment) : 온도 (27 ± 2) °C, 습도 (30 ± 10) % R.H.

### 7. 시험결과 (Testing Results) : 시험결과 참조

위 의뢰인으로부터 제공된 시료에 대하여 시행한 시험성적서임을 증명함.

This is to certify that the sample submitted by client above has tested.

※ 이 시험성적서는 용도 이외의 사용을 금함.

This report should only be used for the purpose of use above.

※ 이 시험성적서의 사본은 무효임.

The copy of this test reports is invalid for use.

확 인	작성자 ( Tested by ) 성 명 : 최 언 성 (서명)	기술책임자 ( Technical Manager ) 성 명 : 최 총 현 (서명)
-----	---------------------------------------	---

2014년 5월 23일

한국냉동공조인증센터 이사장

KOREA REFRIGERATION & AIR-CONDITIONING ASSESSMENT CENTER

경기도 안산시 상록구 해안로 705 (사동, 경기테크노파크 기술고도화동 138호)

TEL:031-500-3820 FAX:031-500-3825 www.kraac.or.kr

KRAAC-TP-5101-01(09)



# 시험 결과

## TEST RESULT

성적서번호 Certificate No.	KRAAC-BR-14-041	페이지 (2)/(총3) (2)/(3)pages
--------------------------	-----------------	------------------------------

### 1. 일반사항

- 1.1 (주)아산은 물-공기 지열 열펌프유니트의 성능 시험을 위해 본 인증센터에 시험 의뢰를 함.  
 1.2 시험조건 및 시험방법은 의뢰인 제시 조건으로 시험함.

표 1. 시험품 일반사항

모델	ADH-SLX12WHB	제조번호	AH-140091
정격냉방 용량	37 500 W	정격냉방 소비전력	9 000 W
전력	3상 4선, 380 V, 60 Hz		

### 2. 시험 조건

표 2. 시험조건

시험항목	주위 공기 조건		물측 조건	
	건구온도 (℃)	습구온도 (℃)	입구수온 (℃)	순환수 유량 (L/s)
냉방 시험	24.0 ± 0.3	19.0 ± 0.2	25.0 ± 0.3	2.13 ± 0.1

### 3. 시험 방법

- 3.1 시험용 물-공기 지열 열펌프유니트의 설치는 제조자가 지정하는 설치 방법에 따라서 설치하여 시험함.  
 3.2 능력에 영향을 주는 개조나 접속을 하지 않고 시험함.  
 3.3 시험조건이 평형상태로 유지한 후 5분의 평균을 7회 측정하여 35분 동안의 데이터 평균값을 산출함.

KRAAC-TP-5101-02(04)



# 시험 결과

## TEST RESULT

성적서번호  
Certificate No.

KRAAC-BR-14-041

페이지 (3)/(총3)  
(3)/(3)pages

### 4. 시험 결과

표 3. 시험결과

시험항목	단위	시험 결과
냉방 용량	W	45 773
유효 소비 전력	W	8 410
COP <sub>c</sub>	W/W	5.44
풍량	m <sup>3</sup> /min	179.90
실내 흡입 건구 온도	℃	23.98
실내 흡입 습구 온도	℃	19.00
실내 토출 건구 온도	℃	15.54
실내 토출 습구 온도	℃	14.75
제습량	kg/h	20.25
입구 수온	℃	24.87
출구 수온	℃	31.14
유량	L/s	2.11

### 5. 시험 사진



그림 1. 시험품 설치 사진

-끝-



RAW DATA

**GEOHERMAL HEAT PUMP TEST DATA**

Client	(주)아산	Request No.	KRAAC-B-14-054
Model	ADH-SLX12WHB	Test Name	연구개발
Serial No.	AH-140091	Test Mode	Cooling
Rated Capacity	37 500 W	File Name	20140520_03.mlt1
Rated Power	9 000 W	Test Date	2014-05-20 오후 3:53
Power Source	3P4W 380 V 60 Hz	Observer	Y.S.CHOI/C.H.CHOI
<b>Load Side Test Condition</b>		<b>Heat Source Side Test Condition</b>	
Dry Bulb Temperature	24.0 °C	Water Inlet Temp.	25.0 °C
Wet Bulb Temperature	19.0 °C	Water Flowrate	2.1 L/s
<b>Notes</b>		<b>Ambient Condition</b>	
1.냉방제습		Ambient D.B.T.	(27.14 ± 0.56) °C
		Ambient %R.H.	(27.94 ± 2.96) % R.H.

Total Results		Average	5 min	10 min	15 min	20 min	25 min	30 min	35 min
Capacity (I)	W	45 773	45 709	45 819	45 739	45 660	45 918	45 714	45 849
Effective Power	W	8 410	8 411	8 407	8 409	8 413	8 411	8 409	8 412
COPc/COPh	-	5.44	5.43	5.45	5.44	5.43	5.46	5.44	5.45
ID Total Capacity	W	45 772	45 709	45 819	45 739	45 660	45 918	45 714	45 849
ID Corrected Power	W	0	0	0	0	0	0	0	0
Power	W	8 261	8 261	8 257	8 260	8 263	8 261	8 259	8 262
Voltage	V	380.0	379.8	379.5	380.1	380.6	379.8	380.2	380.1
Current	A	14.63	14.66	14.62	14.67	14.61	14.64	14.62	14.59
Power Factor	%	85.80	85.70	85.90	85.50	85.80	85.80	85.70	86.00
Frequency	Hz	60.00	60.00	60.00	60.00	60.00	60.00	60.00	60.00
Capacity Ratio	%	122.1	121.9	122.2	122.0	121.8	122.4	121.9	122.3
Power Input Ratio	%	91.8	91.8	91.7	91.8	91.8	91.8	91.8	91.8
CO <sub>2</sub> Emission	g/h	3 511	3 511	3 509	3 511	3 512	3 511	3 510	3 511
<b>Load Side</b>									
Capacity (I)	W	45 772	45 709	45 819	45 739	45 660	45 918	45 714	45 849
Air Flow (Lev)	m <sup>3</sup> /min	179.90	179.90	180.00	179.80	180.00	179.90	179.90	179.70
Entering D.B.T.	°C	23.98	23.98	23.98	24.00	23.97	23.99	23.98	23.98
Entering W.B.T.	°C	19.00	19.00	18.99	19.01	18.97	19.03	18.98	19.01
Leaving D.B.T.	°C	15.54	15.55	15.54	15.55	15.54	15.55	15.53	15.54
Leaving W.B.T.	°C	14.75	14.76	14.74	14.76	14.73	14.77	14.73	14.76
Enthalpy (Ent)	kJ/kg'	53.891	53.891	53.878	53.925	53.809	53.980	53.817	53.939
Enthalpy (Lev)	kJ/kg'	41.283	41.301	41.265	41.318	41.240	41.333	41.226	41.300
Humid Ratio (Ent)	kg/kg'	0.011 7	0.011 7	0.011 7	0.011 7	0.011 7	0.011 7	0.011 7	0.011 7
Humid Ratio (Lev)	kg/kg'	0.010 1	0.010 2	0.010 1	0.010 2	0.010 1	0.010 2	0.010 1	0.010 2
Specific Heat (Lev)	kJ/kg°C	1.024	1.024	1.024	1.024	1.024	1.024	1.024	1.024
Specific Volume (Lev)	m <sup>3</sup> /kg	0.823	0.823	0.823	0.823	0.823	0.823	0.823	0.823
Static Pressure	Pa	0.40	0.50	0.40	0.40	0.50	0.40	0.40	0.40
Nozzle Diff. Pressure	Pa	334.70	334.70	335.10	334.30	335.10	334.80	334.70	334.20
Heat Leakage	W	299	297	298	297	300	299	300	300
Drain Weight	kg/h	20.25	20.20	20.28	20.21	20.07	20.44	20.11	20.42
Latent Heat	W	13 846	13 817	13 866	13 819	13 722	13 978	13 752	13 966
Sensible Heat	W	31 927	31 892	31 952	31 920	31 937	31 940	31 962	31 883
Sensible Heat Ratio	%	69.80	69.80	69.70	69.80	69.90	69.60	69.90	69.50
Barometric Pressure	kPa	101.2	101.2	101.2	101.2	101.2	101.2	101.2	101.2
Nozzle(75/100/125/150/200/250)		000012	000012	000012	000012	000012	000012	000012	000012
<b>HeatSource Side</b>									
Capacity	W	55 132	55 126	55 119	55 111	55 195	55 080	55 121	55 174
Net Capacity	W	54 983	54 976	54 970	54 962	55 045	54 930	54 971	55 025
Water Flowrate	L/s	2.11	2.11	2.11	2.11	2.11	2.11	2.11	2.11
Water Inlet Temp.	°C	24.87	24.87	24.88	24.87	24.88	24.88	24.88	24.88
Water Outlet Temp.	°C	31.14	31.13	31.14	31.14	31.15	31.14	31.14	31.15
Water Density	kg/m <sup>3</sup>	997.1	997.1	997.1	997.1	997.1	997.1	997.1	997.1
Specific Heat	kJ/kg°C	4.2	4.2	4.2	4.2	4.2	4.2	4.2	4.2
Pump Power	W	150.0	150.0	149.0	149.0	149.0	149.0	150.0	150.0
Pressure Drop	kPa	21.26	21.31	21.22	21.22	21.23	21.26	21.28	21.28