

온수히터와 블로어를 이용한 10kW급 보급형 가온장치 개발

조현수*/농민

연구 필요성

요즘 방송광고에서 ‘집을 짓다’, ‘밥을 짓다’의 ‘짓다’는 마음과 정성을 다하여 만드는 생산활동이라고 한다. 우리말은 농사도 ‘짓는다’라고 한다. 나는 대학에서 기계공학을 전공하고 쇠를 깎고 기름치고 만드는 일을 20여년 하다가 농사지을 결심을 하였다. 영농교육을 찾아다니고 농사짓는 사람을 만나기도 했다. 농사는 결코 만만치 않았다.

경남 진주는 농업도시로 고추와 파프리카 시설 재배에 있어 전국 최고 수준이다. 파프리카 농장에 들렀을 때 그 규모에 기가 눌렸다. 1,500평이나 3,000평 정도의 소규모 파프리카 농장도 대단했는데, 그중에서도 온실 보일러 시설의 규모와 투자된 돈이 가장 많았다. 시설원예에서 보일러 등 가온 시설은 사람의 심장과 같다. 시설원예에서 농산물 생산비의 60%에 이르는 연료비 절약은 모든 농민에게 제일 큰 관심거리이다. 문제는 대형 보일러 시설의 경우 초기 시설비도 부담이지만 고장이 나면 전기와 보일러 각각의 전문가를 필요로 한다는 것이다. 여기에 시간과 많은 돈이 들어간다. 보일러 장치가 꼭 이렇게 대형이어야 하는가. 다른 방법은 없을까의 고민 끝에 작은 보일러를 여러 대로 나누는 방법을 생각하였다. 규모나 조건에 맞추어 가온장치를 설치 또는 철거할 수 있다. 보다 값싸고 전문지식 없이도 다루기 쉬운 보일러를 만들어 보기로 하였다.

* **조현수:** 농민. 경남 진주에서 딸기 재배를 하고 있다. 산업현장에서 ‘기계설계’를 하였던 경험으로, 편한 농사와 시설하우스의 에너지 효율을 높이는 방법을 고민하고 있다.

시설하우스에 설치되어 있는 대부분의 가온 시스템은 하나의 메인 보일러에서 생산된 온수를 분배기로 각 요소에 공급하는 구조이다. 이 방법은 전기 및 보일러 관련 인가를 받은 전문업체가 시공한다. 따라서 많은 설치비와 유지비(유류, 전기)가 소요된다. 시설원예의 경쟁력은 가온시설(보일러 설비)의 초기 투자비와 유지비용이다.



[그림 1] 전기 온수 보일러실



[그림 2] 유류 온풍기

여기서 개발하려는 보일러는 7~10kW 단위의 소형으로 설치 및 유지가 매우 간편한 개별 보일러이다. 한 대의 메인 보일러로 전체를 가온하는 경우 고장 발생은 치명적일 수 있다. 그러나 개별 열원(보일러)을 여러 대 설치할 경우 이 위험을 회피할 수 있다. 개별 열원을 연동 제어할 경우 외부 환경에 따라 신속하게 반응할 수 있고 필요한 온도와 시간 제어



[그림 3] 중앙집중식 보일러 배관 시설



[그림 4] 단독식 전기 온풍장치

가 용이하여 유지비를 절감할 수 있다. 따라서 농가에서 쉽게 사용할 수 있는 가온장치가 될 수 있다. 딸기 등 월동 대책이 미흡한 단동식 하우스에서도 사용할 수 있고 설치 대수만 늘리면 대단위 하우스에서도 사용할 수 있도록 한다.

딸기 등 상대적으로 저온성인 작물은 수막 등으로 겨울철 보온을 한다. 그러나 재배면적의 확대로 지하수위는 점점 낮아지고 또 이상저온 현상 등으로 비상시를 대비한 저렴한 가온 설비가 필요하다. 이들 농가에 저비용으로 유지 가능한 적극적인 보온대책이 필요하다.

기존의 중앙 집중식 보일러를 설치한 대단위의 시설원예와 동일한 열량기준을 만족해야 하고, 대형 보일러의 단점인 부분 고장으로 보일러 전체가 정지하는 문제를 해결해야 한다. 따라서 중앙 집중식 보일러의 위험을 분산하는 단동식 개별 보일러로 개발하는 것이다. 소규모 시설작물 재배에 적용할 수 있는 조작성이 쉽고 설치 및 이동이 간편하고 유지보수가 용이하도록 설계된 최적 효율의 가온장치를 개발하는 것이다. 일반적인 전기 히터는 편리하지만 직접 가열 방식으로 식물의 건조와 온도 분포가 일정치 않은 등 식물에 미치는 영향이 크다. 본 연구에서는 이러한 단점을 보완한 가격이 저렴하고 유지 비용이 적게 들고 설치 및 이동이 용이한 제품을 만들고자 한다.

연구방법

1. 가온장치 종류별 특성

농가에서 사용하는 가온장치는 작물의 특성이나 지역의 환경에 따라 다양하다.

사용 연료의 종류로 분류하면 크게 3가지이다. 유류와 전기, 기타 펠릿 연탄 등이다. 여기

〈표 1〉 가온장치 종류별 특성 비교

구분	중앙집중식	전기열풍식	독립가온장치
시설비	많음	적음	적음
유지보수	전문인력 필요	불필요	불필요
열효율	낮음	높음	높음
설치공간	필요	불필요	불필요
부분고장 취약성	취약함	취약하지 않음	취약하지 않음
보일러 순발력	느림	빠름	빠름
열풍이 식물에 미치는 영향	적음	큼	적음

서는 가온장치 중에서도 중앙 집중식 가온장치와 열풍식 그리고 독립 가온장치의 특성을 간단히 비교하였다.

2. 유류 보일러와 전기 가열 보일러 비교

시설 농가에서 유류보일러를 사용하느냐 전기보일러를 사용하느냐를 두고 많은 고민을 한다. 각각의 장단점이 있기 때문이다. 비교적 작은 규모의 개인 농가는 아직 유류 보일러를 선택한다. 반면 최근에 신설된 대규모 하우스는 전기 가열장치가 대부분이다.



[그림 5] 유류보일러



[그림 6] 전기보일러



[그림 7] 독립식 가온장치

이는 전기보일러가 유류 보일러에 비하여 유지관리가 쉬운 부분이 있고 또 유류의 경우 현금 결재로 구입하여야 하지만 전기의 경우 사후 결재가 가능하다. <표 2>에서 일반적인 장단점을 비교하여 보았다.

<표 2> 유류 온풍 보일러와 전기 가열 보일러의 장단점

구분	장점	단점
유류보일러	<ul style="list-style-type: none"> ▷대용량설비에 유리하다. ▷큰 열량을 얻을 수 있다. ▷전기증설 등에서 자유롭다. 	<ul style="list-style-type: none"> ▷유가변동폭이 크다. ▷산소결핍이 있을 수 있다. ▷불완전연소로 주기적인 청소가 필요하다. ▷연통, 연료탱크, 물배관이 필요하다. ▷배기가스가 발생한다. ▷보일러 설치공간이 필요하다.
전기가열 보일러	<ul style="list-style-type: none"> ▷배기가스가 없다. ▷설치가 쉽다. ▷연료공급의 불편이 없다. ▷유지 관리가 쉽다. 	<ul style="list-style-type: none"> ▷전기증설 등 초기시설비가 있다. ▷전기료 인상요인이 있다.

연구 수행 내용 및 결과

1. 연구수행 내용

연구 초기에는 [그림 8]과 같이 매립형 히터로 물을 가열하고 이를 열교환기와 팬을 이용하여 송풍하고자 설계하고 제작하던 중에 농사짓는 분들이 의견을 주었다. 마치 ‘길가 집 짓기’가 되었다. 길가에 집을 지으면 오고 가는 사람들이 모두 한마디씩 참견을 하여 집짓는 사람의 고집이 보통 이상 세지 않으면 집이 되지를 않는다. 몇 사람의 의견을 들은 후 물을 데워서 가온하는 방법에 문제가 있어 보일러 방식을 변경하였다.



[그림 8] 면적이 필요한 가온시설



[그림 9] 설치가 자유로운 가온장치

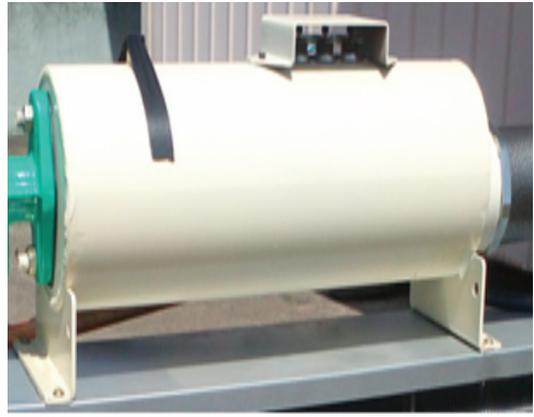
가. 가온장치 개발을 위한 자료조사

본 연구에서 개발하려는 가온장치는 전기를 사용하고 독립적으로 작동하며 전체와 연동될 수 있는 장치의 개발이었다. 농가 면담으로 수요조사 및 용량 선정 농가의 요구사항 등을 조사하였다. <표 3>은 경남 진주의 대표 작물인 파프리카와 고추, 딸기 시설 재배 농가를 면담한 결과를 정리한 것이다.

<표 3> 가온장치 개발 수요조사

방문 농가	수요조사 내용
진주시 대곡면 덕곡리 파프리카 농장	‘중앙집중식 보일러’의 단점 보완 - 장치를 경량화하여 하우스 천장에도 매달 수 있도록 하여야 한다. - 온수순환의 경우 물 보충을 위한 배관이 필요하다. - 독립제어 보다 중앙집중제어가 용이하다.
진주시 대곡면 단목리 고추농가	
진주시 대곡면 단목리 딸기농가	

최초 연구 계획은 ‘물을 이용한 개별 전기 온수 보일러의 제작’이었다. 전기 히터로 물을 가열하고 열교환기를 이용 가온하는 장치 개발을 진행하였다. 그러나 농가 면담 등의 수요 조사에서 물을 가열하는 보일러는 복잡한 물 배관이 필요하고 무엇보다도 부피와 무게 때문에 바닥에 설치하여야 한다는 제약이 있었다. 이에 대한 보완이 필요하였고 물 대신에 열매체유를 이용하여 부피 및 무게를 줄여 농가의 요구를 맞추고자 하였다.



[그림 10] 최초 제작한 물을 가열하여 순환하는 [그림 11] 농가 수요조사 후 열매체유 사용 원통으로 수정 제작

<표 4> 독립형 가온장치 열전달 매체 변경 비교

구분	변경 전	변경 후
보일러 방식	물을 가열하여 순환하는 방식	열매체유를 가열하는 방식
크 기	가로 510×세로 300×폭 150	길이 410×직경 Ø115
무 게	38kg(몸통 16kg 물22kg)	5.6kg(몸통 2.3kg 열매체유 3.3kg)
비 교	무게 및 부피가 크다 물 배관이 필요하여 번거롭다 바닥 설치용이다	무게 및 부피 작다 물 배관이 필요 없어 간편하다 천장설치 가능하다

나. 개발방향 설정

시중에 보급된 가온장치의 종류는 연탄, 펠릿, 난방유, 전기, 지열 등 매우 다양하다. 독립형 가온장치는 농가에서 쉽고 저렴하게 그리고 편리하게 사용할 수 있어야 한다. 따라서 제품 개발을 위한 다음의 요소들을 고려하여야 한다.

- 가온장치의 크기 및 무게, 물탱크의 용량
- 히터의 용량
- 온수의 적정 온도 순환 유속 및 모터 선정
- 발열 장치 고안 및 공기 배송 튜브 최적화
- 작물환경에 맞는 탱크 모델 개발
- 농가 보급 가능한 낮은 가격의 제조원가 맞추기

다. 기기 제작을 위한 용량 산출

용량산출식을 구하는데도 어려움이 많았다. 해외 정보는 많았지만 우리 환경에 적용할 마땅한 자료가 없었다. 때마침 시설원예시험장에서 이 분야의 연구를 하고 있어 자료를 구할 수 있었다.

일반적인 시설하우스의 1동(棟) 600㎡(약190평, 폭 6m, 길이 100m인 2중피복 단동 하우스)를 기준으로 용량산출하여 설계의 기준으로 하였다.

산출식은

$$\text{필요열량(kcal/h)} = [(\text{열관류율} \times \text{시설표면적}) + (\text{공기비열} \times \text{공기밀도} \times \text{환기회수} \times \text{시설용적})] \times (\text{설정온도} - \text{최저 외기온}) \text{이 된다.}$$

〈표 5〉 시설하우스 용량 산출 계산 요건

No	계산요건	기 준	적 용	비 고
1	2중비닐의 열관류율	2~3	3	
2	온실 표면적		950㎡	600㎡(약 181.5평)
3	공기 비열	0.24kcal/kg℃	좌동	
4	공기 밀도		0.1293kg/㎡	
5	환기율		2	시간당
6	시설용적		1,562㎡	폭6m × 높이3m × 길이100m
7	설정온도	외기온도 -15℃ 목표온도 10℃	25℃	

〈표 5〉의 조건을 기준으로 용량 산출을 계산하면

$$\text{필요열량(kcal/h)} = (3 \times 950\text{㎡}) + (0.24 \times 0.129 \times 2 \times 1,562\text{㎡}) \times (10 - (-15\text{℃})) = (2,850 + 96) \times 25\text{℃} = 73,650\text{kcal/h}$$

따라서 시간당 80,000kcal/h의 열에너지가 필요하다.

본 과제에서 개발하고자 하는 ‘단동식 가온장치’의 전기용량은 10kW로

열량을 환산하면 $10kW \times 860kcal/kW = 8,600kcal$ 이므로 $80,000kcal \div 8,600kcal =$ 약 10대가 소요된다.

라. 예상 경제성 비교

유류 가온장치와 전기 가온장치의 경제성 비교는 재배시설에 따라 변수가 다르다. 여기서는 작물의 특성은 배제하고 총 소요열량에 따른 열원별 비용을 산출하여 보았다. 연료비 절감액은 유류비(경유) 투입비용에서 전기로 투입비를 뺀 금액이다. 보일러 시설비와 전기 증설비 등의 부대비용은 사용 연한 감가상각 등의 기준이 달라 제외하였다. 그리고 보일러 종류별 장단점은 위의 경제성 계산에서 도출된 값과 연계하여 비교하고자 하였다.

〈표 6〉 가온장치별 예상경제성 비교

구 분	독립형 가온장치	전기온풍기	경유온풍기	비 고
발열량	860kcal/kW	860kcal/kW	9,010kcal/l	
연료단가	40원/kW	40원/kW	700원/l	2014년 기준
시간당 연료량	80kW	80kW	8.8l	
일일사용량	780kW(65%)	950kW(75%)	66l(50%)	15시간 기준
한달사용량	23,400kW	28,500kW	1,980l	
한달연료비	936,000원	1,140,000원	1,386,000원	
년간연료비	5,616,000원	6,840,000원	8,316,000원	6개월 가동
기기가격	5,000,000원 500,000*10대	6,000,000원 600,000*10대	11,500,000원 (예상가격)	
부대비용	전기증설비 3,500,000원 설치비 1,000,000원	좌동	물배관,탱크등 1,500,000원	
연료비 절감액	2,700,000원	1,476,000원	경유연료비 (8,316,000원 기준)	시설비 부대비용 제외
장점/단점	유지 보수 용이함 설치공간 필요없음 물 배관 필요없음 온도변동에 따른 식물 위해 적음	유지 보수 용이함 설치공간이 필요없음 물 배관 필요없음 온도변동에 따른 식물 위해 큼	유지보수 어려움 설치공간 필요함 물배관 필요함 온도변동에 따른 식물 위해 적음	

※ 열용량 산출식에 의한 200평/시간당 80,000kcal/h 사용

마. 기기 설계

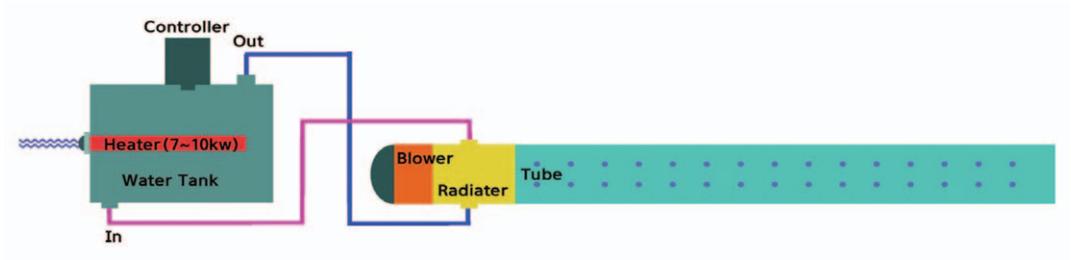
독립형 가온장치 제작을 위한 설계를 위해 몇 가지 기준을 마련했다. 농가 보급형인 만큼 농가에서 쉽게 설치할 수 있고, 설치비용 부담도 적어야 하기 때문이다.

- 1동에 10기를 설치하는 용량(10kW급)으로 개발한다.
- 무게를 줄여 하우스 내 천장 설치도 가능하여야 한다
- 지상설치의 경우 양쪽에 각각 한 대씩을 설치하고 중앙을 향하여 온풍튜브를 연결할 수 있도록 한다.
- 가격은 설계단가 기준으로 대당 50만 원으로 1동 400만 원을 목표로 한다.

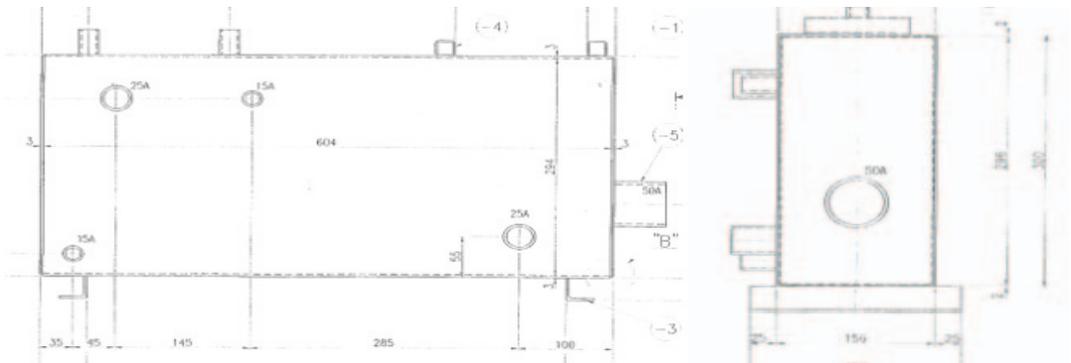
바. 기계 제작

(1) 물을 이용한 노통 제작

1차 제작은 아래의 개념도를 바탕으로 매립형 온수히터를 이용하여 온수를 가열하고 가열된 온수를 열교환기에 공급하는 구조로 하였다. 그러나 농가 수요조사를 바탕으로 논의한 결과 배관 설치의 번거로움과 무게 때문에 열매체유를 사용하는 타입으로 수정하기로 하였다.

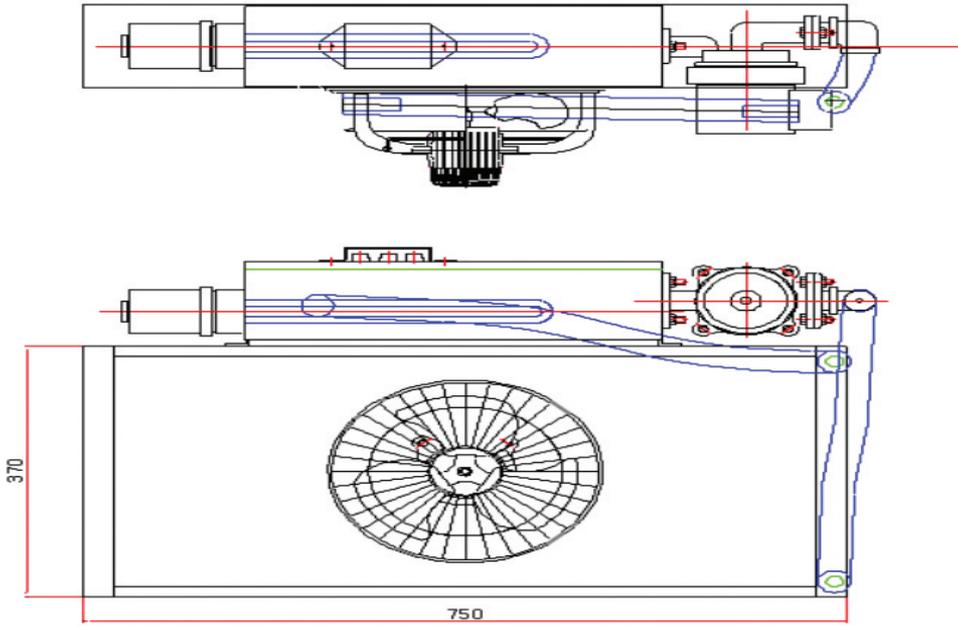


[그림 12] 물을 이용한 간이 가온장치 개념도

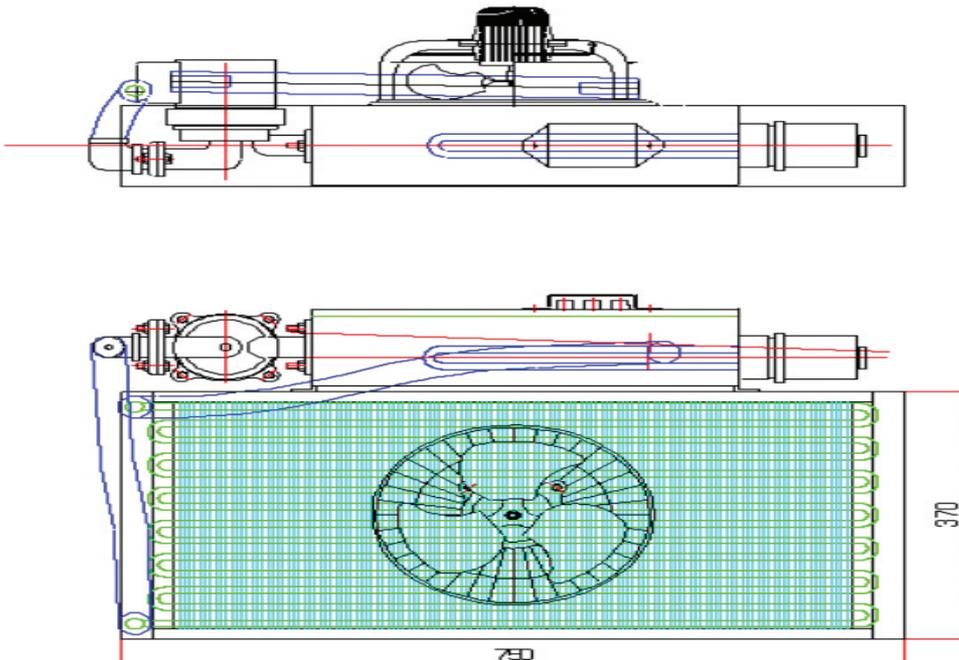


[그림 13] 물을 이용하는 가온장치의 노통 도면

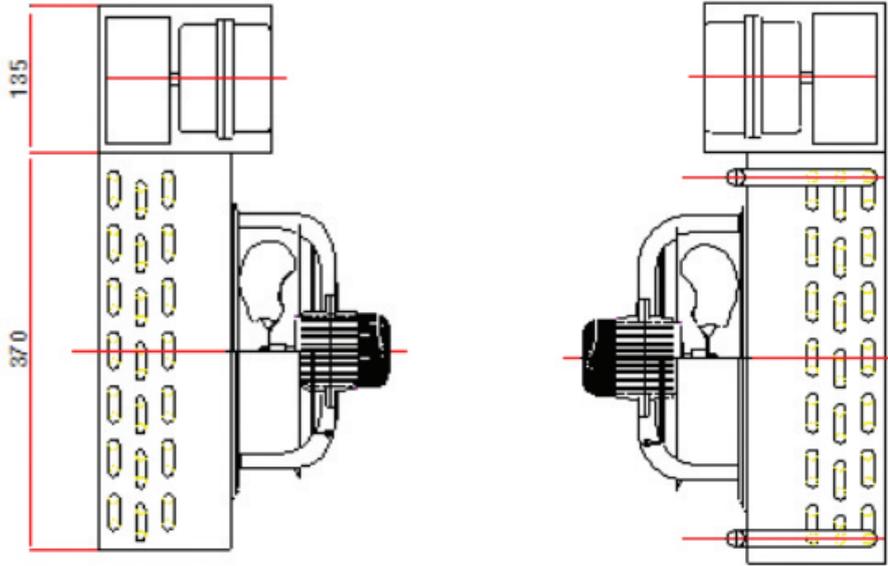
(2) 열매체유를 이용한 제작



[그림 14] 독립식 가온장치 전면



[그림 15] 독립식 가온장치 후면



[그림 16] 우측면도 좌측면도

(3) 부품 리스트

〈표 7〉 부품 목록표

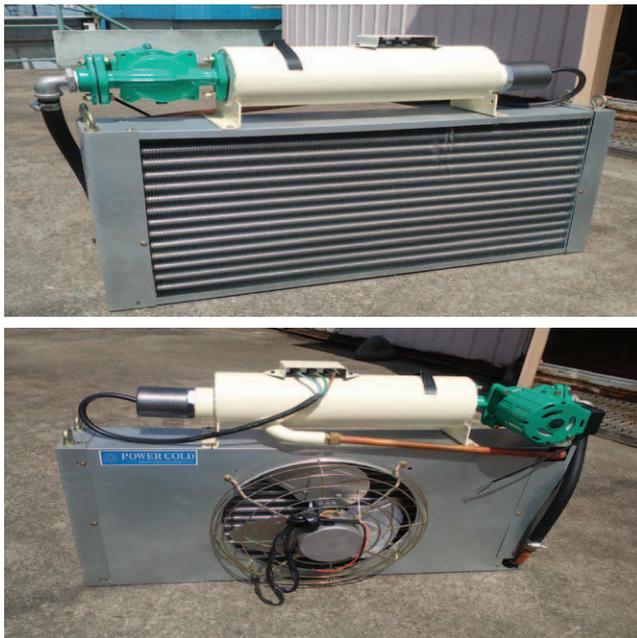
부품명	제조사(상표명)	모델명 (형식)	정격 또는 특성	제품가격 (원, 1대당)
FAN COIL UNIT	SM테크		750×379×122mm	120,000
순환PUMP	일로펌프	PH-045	출력40w	40,000
예열 HEATER	꿈의전열(주)	BHA-08	10kW/h	100,000
예열 CHAMBER	제 작	-	∅ 115×410mm	70,000
FAN MOTOR	FAN COIL UNIT에 포함		단상220V 66W	-
FAN	FAN COIL UNIT에 포함		40W	-
안전 SENSOR	구입품	N105	105°C 차단	15,000
동배관파이프	제 작		20A×300mm	15,000
RUBBER HOSE	제 작		15A*	11,000
고정 브라켓	제 작		120mm×50mm	3,000
센서 커버	제 작		160mm×55mm	3,000
베이스 브라켓	제 작		30mm×30mm×5t	3,000
압력조절탱크	제 작			23,000
안전밸브	구입품	1/2"		1,500
열매체유	한국셀석유	S2	6.5l	45,500
제어컨트롤러	제 작		300mm×240mm×150mm	300,000

(4) 제품 규격

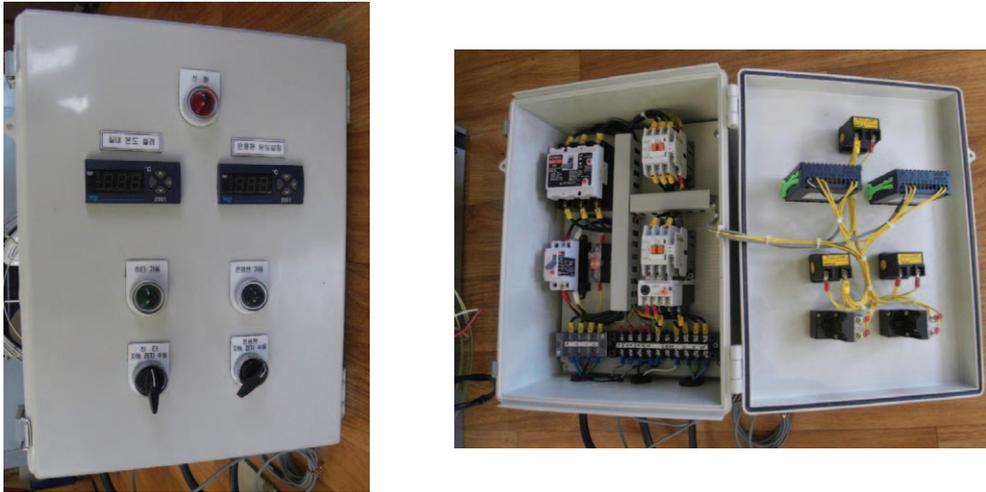
개발제품은 시중에 널리 보급된 기존 농자재 부품을 사용하였다. 팬코일 유니트, 온수펌프, 히터, 열매체유 등 대부분 제품은 일반 농자재 판매점에서 쉽게 구할 수 있는 것이다. 노통의 크기도 열교환기 위에 장착될 수 있도록 최소화하였다. 이에 따라 매체유의 열팽창에 따른 벨로우즈 역할을 하는 탱크가 필요하였다. <표 8>은 외형의 크기와 중량 열매체유량 전기특성 온도제어방식 총 전기소요량 등 제품 규격을 보여준다.

<표 8> 제품 규격표

외 형(mm)	750(H) * 520(W) * 230(D)	
중 량(kg)	24.9	
열매체유량(l)	6.5	
순환펌프양정(m)	4.5	
전 원	메인전원	3상 380V 10kW(Heater전원)
	제어전원	단상 220V(순환Pump, Fan Motor, Control Panel 제어)
온도 제어방식	전자제어에 의한 무단 질체 비례제어	
안 전 장 치	누전안전장치, 과열방지장치, 낙뢰유도보호장치, 잔열소멸장치	
최대전기소비량	10.17kW/h	

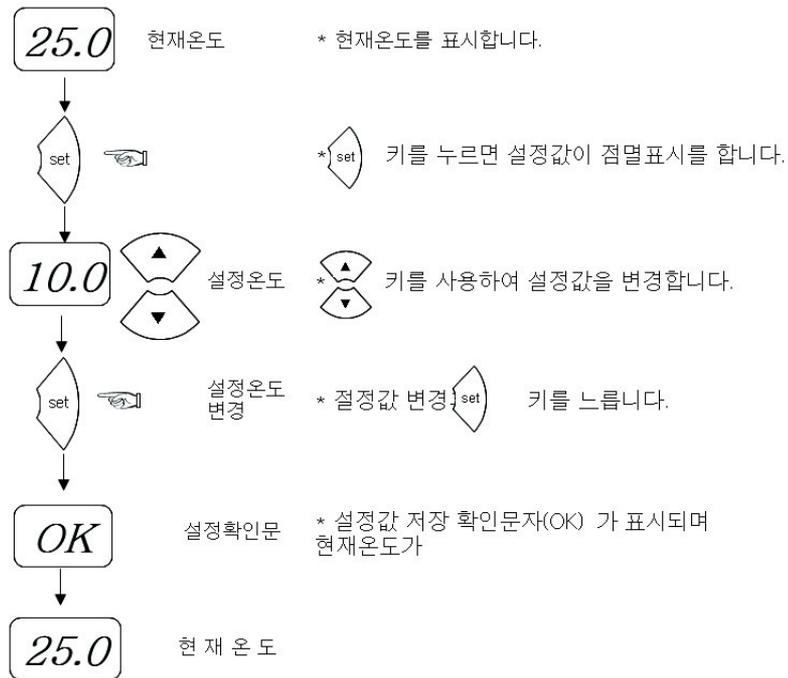


[그림 17] 완성제품 사진

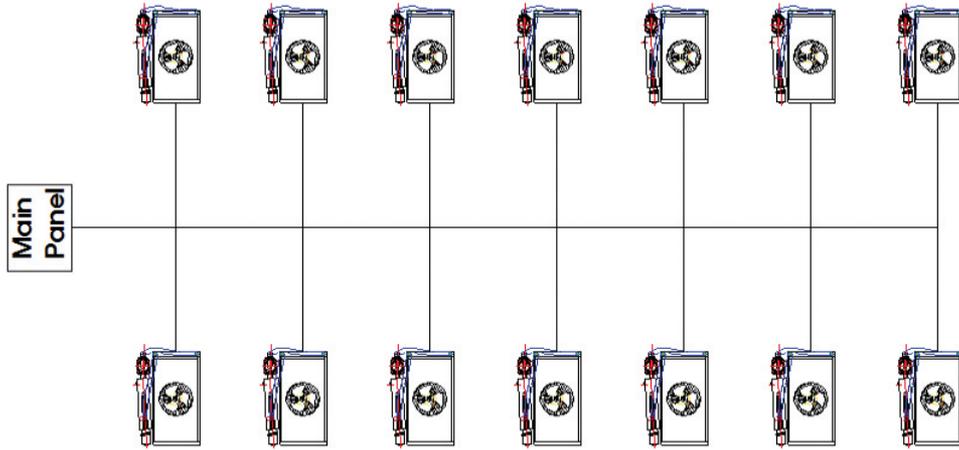


[그림 18] 제어 패널

온도설정



[그림 19] 온도설정 순서



[그림 20] 배치도 모형

2. 작물재배 적용 결과

제품 시험을 위하여 고추농가의 협조를 얻어 포장시험을 하였다.

가. 포장시험

- 장소: 이상철 시설고추재배농가, 진주시 사봉면 방촌리 1375-6
- 시험기간: 2014. 10.1~2015. 3. 30(6개월)
- 시험포 크기: 650평 중 200평
- 재배작물: 고추(Long green)
- 작물특성: 맵지 않고 비타민 함량이 높아 풋고추용으로 재배됨. 내한성은 다소 좋은 편임
- 가온장치 설치 수: 열용량계산식에 의한 10대 나머지 부분은 경유 열풍기 1식을 병용하여 사용함.
- 시험내용
 - 식물에 대한 위해 여부
 - 중앙 집중식 및 기름보일러 가온장치와의 경제성 비교

나. 시험여건

단독식 가온장치와 중앙집중식 보일러의 비교시험을 하기 위해서는 각각 독립된 시험포가 필요한데, 여건이 그렇지 못하였다. 비교시험이 허락된 하우스는 아치형의 고추재배하우

스로 앞쪽 200여 평에는 단독식 가온장치를, 뒤쪽 450여 평은 기존 경유 열풍기를 그대로 두고 병용하여 사용하였다.

다. 포장시험 결과

포장시험은 2014년 10월부터 2015년 3월까지 약 6개월간 진행했다. 원래의 취지는 경유 온풍기와 독립식 가온기는 각각 제어되어 하우스 가온을 하고 두 난방기가 모두 가동되어 각각의 전기, 유류 사용량과 작물 상태를 비교하고자 하였다. 그러나 작년 겨울 진주지역의 겨울 날씨가 유난히 온난하여 오전 1시간 정도만 경유온풍기를 가동하고 나머지는 독립식 가온장치만으로 가온하여 두 난방장치의 유의미한 차이를 구분하기가 어렵다. 그러나 [그림 21]에서 보는 바와 같이 경유온풍기 난방 부분과 나머지 부분의 생육 차이는 있어 보였다. 그리고 수확량의 차이도 상당하였다. 문제는 전기 열풍기와 유류열풍기의 고온 건조한 열풍이 작물에 미치는 영향과 독립식 가온장치처럼 전기로 열매체유를 가온하여 최고 80도 정도의 열풍으로 가온하는 매체 사이의 차이를 비교할 필요가 있었다. 그러한 기회를 잃어 아쉬움이 크다.

본 연구에서 가장 아쉬운 점은 각각 독립된 포장에서 독립식 가온장치와 유류 온풍기를 따로 설치하여 비교시험을 할 수 없었다는 것이다. 포장시험 농가의 의견은 전기를 사용할 때 편리함은 경유 사용에 비길 수가 없었으며 경유 온풍기의 소음이 없어 좋았고 포장 내부가 청결하게 되었다고 하였다. 이에 따른 노동절감 효과가 있었고 수확량 또한 예년과 비교하여 15%의 증산 효과가 있었다고 하였다.



[그림 21] 시험포 유류온풍기 방향 작황



[그림 22] 시험포 독립식 가온장치 방향 작황

라. 연구결과 농가 적용 계획

- 설계 및 자재공급처 등의 자료를 공개하여 농민이 직접 조립 설치 운용할 수 있도록 한다.
- 경남 진주시 사봉면 방촌리의 시험포를 공개하여 농민들에게 홍보한다.
- 완성된 장치는 고온작물용 대단위 온실과 이상한파 등에 대비한 저온 월동작물의 비상용 가온장치로 보급할 수 있도록 한다.
- 저렴한 가격(대당 50만원대)과 유지 보수 관리가 용이한 가온장치로 농가에 보급하여 농업경쟁력을 제고하고자 한다.
- 고온작물용(고추 파프리카) 대규모 시설농가는 본 가온장치를 병렬로 여러 대 설치하고 소규모의 경우 단동 설치할 수 있도록 한다.



[그림 23] 시험포장 설치 사진

마. 연구 시사점

설치 및 사용의 편리함으로 최근 세라믹 전기 히터의 보급이 늘고 있다. 이 기기는 우선 기기가 열원과 송풍장치로 간단하게 구성되어있고 가격도 저렴한 편이다.

히터에 의한 직접가열 형식이라 발생열량단위의 무게도 가볍다. 반면 독립식 가온장치는 전기히터로 열을 발생하여 물 또는 기름(열매체유)을 데우고 이를 팬코일 유니트에 보내서 송풍하는 간접가열 형식이다. 팬코일 유니트에 열매체유를 순환시켜야 하고 송풍에도 라디에이터 핀의 저항 등이 있을 것이므로 열효율도 낮다. 따라서 상대적으로 무게도 무거워지고 기기값도 비싸게 된다. 따라서 세라믹전기히터와 유류온풍기의 직접 가온방법과 물 또는 열매체유 등의 간접가온 방식이 식물에 미치는 영향에 어떤 차이가 있는지는 규명해볼 필요가 있다. 상당한 비용을 지불하고 간접 가온장치를 사용할 것인가 또는 비용대비 직접가열의 편리함을 택할 것인가 하는 기준이 되는 연구가 필요하다고 생각된다. 또한 우리나라의 시설하우스 가온 시스템은 네덜란드와 비교하여 그 규모만큼 이나 농가 단위의 소규모이다. 우리나라도 최근에는 점차 시설하우스가 대규모화 되고 있다. 따라서 네덜란드의 발전복합설비 등을 검토하였으면 한다. 발전 복합설비는 천연가스 발전기를 재배시설에 설치하고 발전된 전기는 전기회사에 팔고 열은 회수하여 가온에 사용하고 배기가스는 약간의 정제를 거쳐 CO₂가스로 활용하는 것이다. 우리나라도 대규모 시설 하우스 단지가 많이 있고 각 농가단위의 가온 시설의 유지 관리의 어려움 등을 볼 때 이에 대한 연구가 필요하리라 생각한다.

기대효과

기존의 보일러 등 일련의 가온장치는 대형화 집중화 된 하나의 시스템으로 보급되어있다. 이는 따로 보일러실을 만드는 등 초기 시설비의 과다 투자, 전문가에 의한 운용으로 유지 보수의 어려움, 시스템의 부분 고장으로도 가온이 불가하여 냉해를 피할 수 없다.

본 장비는 개별보일러로서 식물의 포장 중간에 설치하여 공간이 따로 필요하지 않고, 가온 온도에 따라 가동 수량 및 온도를 조절할 수 있다. 또한, 포장 안에 각각 독립되어 설치되어 있으므로 반응 속도가 매우 빠른 장점이 있다. 온도에 따른 독립적 운용으로 열효율 높아 농업생산비용을 줄일 수 있다. 본 과제를 통하여 개발된 '독립식 가온장치'는 일반 시중의 농자재취급점에서 구할 수 있는 부품으로 구성하였다. 그리고 일부 부품은 규격도 함

께 제시하였다. 따라서 농가 특성에 맞게 직접 제조 또는 변형하여 사용할 수 있을 것으로 생각한다. 무엇보다도 이 제품 개발로 대형 보일러 설비의 단점인 시설비 유지비 고장위험 등을 '독립식 가온장치'로 분산하였다는 것에 의의를 두고자 한다.