

821051-03-1

원
에
온
실
용
고
효
율
하
이
브리
드
제
습
난
방
기
성
능
개
선
및
사
업
화

2024

농림축산식품부
농림식품기술기획평가원

보안 과제(), 일반 과제(O) / 공개(O), 비공개()발간등록번호(O)
기술사업화지원사업 사업 2023년도 최종보고서

발간등록번호

11-1543000-004748-01

원에 온실용 고효율 하이브리드 제습 난방기 성능개선 및 사업화

2024.07.29.

주관연구기관 / (주)신안그린테크

농림축산식품부

농림식품기술기획평가원

제출문

제 출 문

농림축산식품부 장관 귀하

본 보고서를 “원에 온실용 고효율 하이브리드 제습 난방기 성능개선 및 사업화”
(개발기간 : 2021.04.01. ~ 2023.12.31.)과제의 최종보고서로 제출합니다.

2024. 07. 29.

주관연구기관명 : ㈜신안그린테크 (대표자) 장 승 호



주관연구책임자 : 장 승 호



국가연구개발사업의 관리 등에 관한 규정 제18조에 따라 보고서 열람에 동의합니다.

< 요약 문 >

사업명		기술사업화지원사업		총괄연구개발 식별번호 (해당 시 작성)			
내역사업명 (해당 시 작성)		민간중심R&D 사업화 지원		연구개발과제번호		821051-03-1-CG000	
기술 분류	국가과학기술 표준분류	LB0805	60 %	LB0801	30 %	EE1001	10 %
	농림식품 과학기술분류	RC0102	60 %	AA0203	30 %	CA0301	10 %
총괄연구개발명 (과제선정 후 해당 시 작성)							
연구개발과제명		원예 온실용 고효율 하이브리드 제습 난방기 성능개선 및 사업화					
전체 연구개발기간		2021. 04. 01 ~ 2023. 12. 31 (2년 9개월)					
총 연구개발비		총 1,072,000천원 (정부지원연구개발비: 803,000천원, 기관부담연구개발비 : 269,000천원, 지방자치단체지원연구개발비: 천원, 그 외 지원연구개발비: 천원)					
연구개발단계		기초[] 응용[] 개발[√] 기타(위 3가지에 해당되지 않는 경우)[]		기술성숙도 (해당 시 작성)		착수시점 기준(4) 종료시점 목표(9)	
연구개발과제 유형 (해당 시 작성)							
연구개발과제 특성 (해당 시 작성)							
연구개발 목표 및 내용		최종 목표		○ 원예 온실용 고효율 하이브리드 제습 난방기 성능개선 및 사업화			
		전체 내용		○ 고효율 하이브리드 제습기의 부품 재구성 및 효율화를 통한 성능 개선 ○ 히팅팬, 유동팬의 난방 및 풍량 성능 개선 ○ 작물별, 생장주기별 최적의 온습도 환경 자동 제어 시스템 개발 ○ ICT 기술을 이용한 제습기, 히팅팬, 유동팬의 고장 인지 및 알람 서비스 개발 ○ 원예 온실의 온/습도 환경 및 제품의 고장 상황을 고려한 제습기, 히팅팬, 유동팬, 개폐기의 연계 제어 ○ 원예 온실의 규모에 따른 효율적인 공기 환경 제어를 위한 제습기, 히팅팬, 유동팬의 통합 설치 방안 연구 및			

		<p>제품용 비즈니스 모델 개발</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 현장 실증 및 제품 인증을 통한 사업화
1단계 (해당 시 작성)	목표	<ul style="list-style-type: none"> ○ 고효율 하이브리드 제습기 성능 개선 및 제품화 ○ 히팅팬 및 유동팬 성능 개선 및 제품화 ○ 작물별 생장주기별 최적의 온습도 환경 자동 제어 시스템 개발
	내용	<ul style="list-style-type: none"> ○ 고효율 하이브리드 제습기 성능 개선 및 제품화 <ul style="list-style-type: none"> - 방수 모터 및 하우징 개발 - 부품 재배치를 통한 제습 성능 개선 - ICT 기술을 이용한 제습기 고장 인지 기술 개발 ○ 하이브리드 제습기의 자동 제어 접속반 및 원격 모니터링 시스템 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 제습난방 성능평가를 위한 센서 및 제어노드 제작 - 제습난방 통합시스템 현장성능평가 및 개선점 도출 - 개선된 시작품 성능평가 및 스마트팜 ICT기기 표준화 제시 ○ 작물별 생장주기별 최적의 습도 환경 자동 제어 시스템 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 작물의 종류와 생장 주기에 따른 최적의 습도를 자동으로 조절하는 임베디드 시스템을 개발 - 딸기, 오이, 파프리카 등의 주요 작물들의 생장 주기별 최적 온도/습도 데이터 수집 - 작물별, 생장주기별로 하루 시간대의 최적의 습도 값 산출 알고리즘 개발 - 습도 산출 알고리즘을 통해 계산된 최적의 습도로 제습기를 제어하는 모듈을 개발 ○ 히팅팬 및 유동팬 성능 개선 및 제품화 <ul style="list-style-type: none"> - 발열 성능을 개선한 히팅팬 제품 개발 - 풍량을 향상시킨 유동팬 제품 개발 ○ 원예 온실 공기 환경 제어를 위한 제습기, 히팅팬, 유동팬 통합 제어 접속반 개발 <ul style="list-style-type: none"> - ICT 기술을 이용한 히팅팬, 유동팬의 고장 인지 기술 개발 - 통합 제어반 원격 제어 및 고장 알람 서비스 개발 ○ 원예 온실 온습도 자동 제어 시스템 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 최적의 환기 및 온·습도제어를 위해 주간/야간/새벽 시간대의 시간별 자연스러운 온/습도 변화가 이루어지도록 제어 알고리즘 개발
2단계 (해당 시 작성)	목표	<ul style="list-style-type: none"> ○ 통합 제품화 및 비즈니스 모델 구축을 통한 사업화
	내용	<ul style="list-style-type: none"> ○ 제습기, 히팅팬, 유동팬의 통합 설치 방안 연구

			<ul style="list-style-type: none"> - 최적의 공기 환경 제어를 위해 제습기, 히팅팬, 유동팬의 설치 순서, 간격에 대한 현장 실증 ○ 원예 온실 규모에 따른 제품용 비즈니스 모델 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 원예 온실의 규모별, 재배 농작물에 따른 비즈니스 모델 개발 - 외부 공기순환을 위한 개폐기 시스템을 포함한 패키지 제품화 ○ 작물별, 생장주기별, 시간대별 제습기, 히팅팬, 유동팬 및 개폐기의 자동 제어 시스템 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 최적의 원예 온실 환경을 구성하기 위해 개폐기 제어를 포함한 제습기, 히팅팬, 유동팬 및 개폐기 자동 제어 접속반 개발 - 딸기, 오이, 파프리카 작물에 대한 생장주기별 최적의 습도를 자동으로 유지하도록 제습기, 히팅팬, 유동팬의 자동 연계 제어 시스템 개발 - 최소한의 소비전력으로 최적의 습도를 유지할 수 있는 제어 시나리오 개발 - 최적의 온실 환경을 유지하기 위한 제품들의 연계 동작 실증 및 사업화 ○ 현장 실증 및 제품 인증을 통한 사업화 <ul style="list-style-type: none"> - 제습기, 유동팬, 히팅팬에 대한 KC인증 획득 - 제품군에 대한 홍보, 전시회 참가 - 자사 보유한 원예 온실에서 현장 실증
--	--	--	---

<p>연구개발성과 활용계획 및 기대 효과</p>	<p><개발성과></p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 제품화 3건, 특허출원 4건, 특허등록 2건, 논문 2건, 학술발표 5건, 인력양성 3명 ○ 기술인증 3건 <p><활용내용></p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 제안하는 제품은 고효율 하이브리드 제습기, 히팅팬, 유동팬으로 기존 개발된 제품들보다 성능을 개선하였으며 다른 제조사의 제품들과 차별화된 원예 온실의 온도/습도 제어를 제공 ○ 제습기, 히팅팬, 유동팬 각각의 독립 운영과 상황에 따른 연계 제어를 통해 저비용 고효율의 원예 온실 환경 제어가 가능 ○ 작물의 종류, 생장 단계, 계절, 시간대를 고려한 최적화된 온도/습도 자동 제어를 지원함으로써 고부가가치 작물 생산 기술 확립 ○ 고장 인식 및 알람 서비스를 통해 작물의 습기 및 한파로 인한 피해 방지 <p><경제적 파급효과></p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 고효율 하이브리드 제습기, 히팅팬, 유동팬의 제품판매로 과제 종료 후 5년까지 총 국내 매출 67억 기대 ○ 제품 생산, 판매, A/S 관련하여 과제 종료 후 5년까지 총 15명의 고용창출 기대
------------------------------------	--

	<ul style="list-style-type: none"> ○ 차별화된 제품의 성능으로 이미 주관기업인 (주)신안그린테크의 주요 수출 대리점인 일본 Fukusui, 미국 Pharos, 네덜란드 발트코리아, 독일 인터문디엔사를 통해 과제 종료 후 5년까지 29억원의 수출 기대 ○ 성능이 개선된 유동팬의 경우, 기존의 네덜란드 Multifan 사의 제품을 대체할 수 있어 수입대체 효과를 기대 <p><주요수요처></p> <ul style="list-style-type: none"> ○ (주)새한하이테크, (주)선진환경, 대영지에스, 일본 Fukusui, 미국 Pharos, 네덜란드 발트코리아, 독일 Intermundien-lemon 사 등 국내외 27개 대리점 				
--	--	--	--	--	--

국문핵심어 (5개 이내)	제습기	난방기	유동팬	공기환경제어	원예 온실
영문핵심어 (5개 이내)	Humidifier	Heater	Air circulator	Air environment control	Green house

<본문목차>

< 목 차 >

1. 최종보고서 표지	1
2. 연구개발과제의 개요	8
3. 연구개발과제의 필요성	8
4. 연구개발과제의 최종목표	12
5. 연구개발과제의 수행과정 및 수행내용	13
6. 연구개발제품에 대한 최종 시제품 및 사업화	13
7. 연구개발제품에 대한 통합시스템 현장 성능평가 및 개선점 도출	36
8. 제품별 통합 설치 방안 연구 및 스마트팜 ICT기기 표준화 모델 제시 ·	44
9. 연구개발과제의 수행 결과 및 목표 달성 정도	56
10. 연구수행 결과	56
11. 연구개발성과 관련 분야에 대한 기여 정도	63
12. 연구개발성과의 관리 및 활용계획	65
<별첨 1> 자체평가의견서	78
<별첨 2> 연구성과 활용계획서	83

최종보고서								보안등급				
								일반[], 보안[]				
중앙행정기관명		농림축산식품부			사업명		사업명			기술사업화지원사업		
전문기관명 (해당 시 작성)		농림식품기술기획평가원			내역사업명 (해당 시 작성)		민간중심R&D 사업화 지원					
공고번호		농축2021-41			총괄연구개발 식별번호 (해당 시 작성)							
					연구개발과제번호		821051-03-1-CG000					
기술 분류	국가과학기술 표준분류	LB0805	60%	LB0801	30%	EE1001	10%					
	농림식품과학기술분류	RC0102	60%	AA0203	30%	CA0301	10%					
총괄연구개발명 (해당 시 작성)		국문										
		영문										
연구개발과제명		국문 원에 온실용 고효율 하이브리드 제습 난방기 성능개선 및 사업화 영문 Performance improvement and commercialization of high-efficiency hybrid dehumidifier with a heater for greenhousees										
주관연구개발기관		기관명		(주)신안그린테크			사업자등록번호					
		주소					법인등록번호					
연구책임자		성명		장승호			직위		대표이사			
		연락처		직장전화		휴대전화						
				전자우편		국가연구자번호						
연구개발기간		전체		2021. 04. 01 - 2023. 12. 31(2년 9개월)								
		단계		1단계		2021. 04. 01 - 2022. 12. 13(1년 9개월)						
				2단계		2023. 01. 01 - 2023. 12. 31(1년 개월)						
연구개발비 (단위: 천원)		정부지원 연구개발비		기관무담 연구개발비		그 외 기관 등의 지원금 지방자치단체 기타()		합계			연구개발 비 외 지원금	
		현금		현물		현금		현물		합계		지원금
총계		803,000		19,600		249,400				822,600		249,400
1단계		1년차		219,000		-		73,000		219,000		73,000
		2년차		292,000		9,800		88,200		301,800		88,200
2단계		1년차		292,000		9,800		88,200		301,800		88,200
		n년차										
공동연구개발기관 등 (해당 시 작성)		기관명		책임자		직위		휴대전화		전자우편		비고
												역할 기관유형
공동연구개발기관												
위탁연구개발기관		충남대학교		정선욱		교수						위탁 대학
연구개발기관 외 기관												
연구개발담당자 실무담당자		성명		장근혁		직위		연구소장				
		연락처		직장전화		휴대전화						
				전자우편		국가연구자번호						

이 최종보고서에 기재된 내용이 사실임을 확인하며, 만약 사실이 아닌 경우 관련 법령 및 규정에 따라 제재처분 등의 불이익도 감수하겠습니다.

2024년 02월 29일

연구책임자 : 장 승 호

주관연구개발기관의 장 : 장 승 호



농림축산식품부장관·농림식품기술기획평가원장 귀하

210mm×297mm[백상지(80g/m²) 또는 중질지(80g/m²)]

1. 연구개발과제의 개요

1) 연구개발과제의 필요성

□ 온도·습도로 인한 원예 온실의 문제점

- 현재 농·축산에서는 동·식물의 생육환경을 최적으로 만들기 위해 많은 노력을 해 왔으며, 최근에는 최적의 원예 온실 환경을 통한 품질 및 생산성 향상의 단계에 와 있음
- 그러나 아직까지도 온도·습도제어가 제대로 되지 않아 성장장애 및 병충해에 노출되어 농가의 적지 않은 피해가 보고되고 있으며, 최근 증가하고 있는 유동팬, 산업용 제습기 등을 활용하여 대책을 마련해 보고 있지만, 기대에 미치지 못하여 작물 특성에 맞는 제습의 필요성이 더욱 부각되고 있음
- 원예 온실 내의 과습으로 인한 피해는 다양하게 나타나는데 과습으로 인하여 광합성 보다 호흡량이 많아 작물의 생육 불량으로 인해 잘록과, 곤봉과, 과실낙화, 순멋이, 절화수명 단축, 화색 변화 등이 발생됨
- 온실 내 습도 관리는 대부분이 자연환기에 의존하고 있으며 특히 온도가 낮은 초 봄, 늦 가을, 겨울에는 열 손실 때문에 환기를 자주할 수 없어 야간의 상대습도가 90% 이상인 상태가 유지되어 공기 중의 수분이 작물표면에 물방울 형태로 모여져 곰팡이 등의 병해가 발생함
- 따라서 작물 생장에 맞는 최적의 온도·습도를 유지하기 위해 일반적으로 온풍난방기와 제습기를 설치하여 활용하고 있으나, 환기에 민감한 작물 생육여건을 조절하지 못하여 큰 피해를 보는 결과를 가져오고 있음

□ 온도·습도로 인한 원예 온실의 문제점

- 타사의 제품들은 온습도 제어를 위해 원예 온실 입구에 대형 제습기, 난방기, 환풍기를 설치하여 운영하기 때문에 온실의 안쪽까지 고른 온습도 제어가 되지 못하는 단점을 가지고 있음
- 이에 반해 주관기업인 (주)신안그린테크가 개발한 경량형의 제습기, 난방기, 환풍기는 원예 온실의 천정에 매달아서 사용함으로써 전체가 고르게 제어되는 장점을 가지고 있음
- 또한 **선행 연구 개발로 난방, 제습, 공기순환, ICT 스마트 제어 기능을 하나로 합친 원예 온실용 하이브리드형 통합 제품을 개발하여 판매 중에 있음**

사업명	첨단생산기술개발사업
과제명	원예온실용 ICT원격제어형 고효율 하이브리드 제습난방기 개발
사업기간	2016.09.05.~2018.12.31. 총사업비(700,000천원) 과제 완료
연구내용	난방, 제습, 공기순환 등 개별적인 장비로 수행되는 기능들을 통합한 하이브리드 제습난방기를 개발하여 작물 생육조건을 효과적으로 제어함으로써, 병해충 발생을 억제하고 기존 열풍기 대비 연료를 10~15% 절감하고 농작물 생육 촉진을 유도하며 ICT기술을 접목하여 원격제어를 통해 사용자 편의성을 극대화하고 외국 제품과 경쟁할 수 있는 성능의 제품 개발

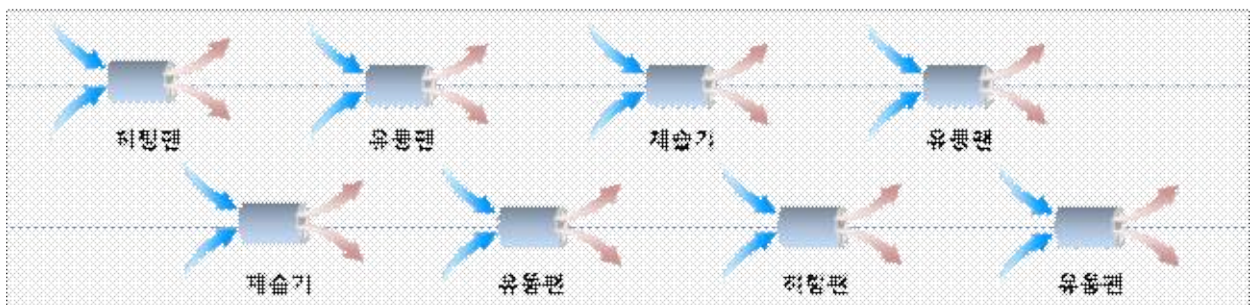


<선행 연구 개발 결과로 판매중인 하이브리드형 통합 제품>

□ 문제점 및 개선 방향

- 하나의 제품으로 난방, 제습, 공기순환, 공기살균까지 제공하도록 개발하여 현재 제품을 판매중에 있으나, 다음과 같은 기능 개선 요구사항이 발생함
 - 제습 성능 향상(무게, 크기 동일)
 - 난방 효율 증대
 - 공기 순환량 증대
 - 고장 발생시 알림 기능부재
 - 작물별, 성장시기별, 시간대별 최적화된 환경 유지를 위한 온도·습도 자동 제어
- 난방, 제습, 공기순환을 하나의 제품으로 결합함으로써 하나의 제품으로 온도·습도 제어를 제어하는 장점이 있지만, 개개의 성능이 부족한 단점이 발생함
- 단일 제품보다는 제습기, 난방기, 유동팬 각각의 성능을 향상시켜 온실에 일정 간격 (10~20m)으로 설치한 후 상황에 따른 연계된 제어를 하는 것이 보다 효과적이고 비용적인 측면에서도 유리함

- 특히 공기 순환량을 대폭 늘림으로써 제습과 난방 효과를 극대화시킬 수 있음
- 이러한 현장의 요구사항을 반영하여 제습기, 난방기, 유동팬의 성능을 최대한 향상시키고 이들을 유기적으로 제어하는 시스템을 개발하고자 함



<히팅팬, 제습기, 유동팬의 유기적 제어로 제습/난방 효과 극대화>

- 또한 작물별, 생장시기별, 시간대별(새벽, 오전, 낮, 오후, 밤)로 최적의 온도·습도가 다르기 때문에 작물의 스트레스를 최소화하도록 자연스럽게 온도·습도 환경을 변화시킬 수 있는 자동 제어 시스템을 개발할 계획임
- 사전 연구 개발로 습득된 제품 개발 기술을 토대로 이러한 문제점들을 개선한 새로운 제품을 개발하여 사업화할 계획임

<ul style="list-style-type: none"> ○ 선행연구 결과는 제습/난방/공기순환 통합형으로 풍량의 한계가 있음 ○ <u>개발제품은 제습기, 난방기, 유동팬의 연계 제어를 통한 고효율의 온습도 자동 제어가 특징으로 타사의 제품들과는 차별화된 방식임</u> ○ 개발 제품의 주요 성능 개선 사항은 다음과 같음 <ul style="list-style-type: none"> - 제습 성능 향상 : 기존 1.5 l/h → 1.9 l/h - 난방 효율 증대 : PTC 면상발열체 → 카본히터로 소재 변경 - 공기 순환량 증대 : 공기 순환 도달거리 15m → 30m 증대 - 고장 발생시 알림 기능 제공 - 제습기, 히팅팬, 유동팬 통합 연계 제어 접속반 개발 - 작물별, 생장시기별, 시간대별 최적화된 환경 유지를 위한 온도·습도 자동 제어
--

- 개발할 제품은 타사제품 및 선행 개발 제품과 비교하면 다음과 같은 특징점을 지님

구분	타사제품	선행 개발 제품	개발할 제품
제습기	<ul style="list-style-type: none"> - 대형으로 온실 입구에 설치하여 운영 - 온실 고른 제습이 되지 않음 - 1대 700평 제습 - 시간당 14L 제습 - 소비전력: 5,550W  <p><동성엔지니어링 제품></p>	<p><특장점></p> <ul style="list-style-type: none"> - 경량 소형으로 온실 천정에 설치 - 온실 전체 구간에 고른 제습/난방이 이루어짐- - 1대 50평 제습/난방 - 시간당 1.5L 제습 - 제습, 난방, 공기 순환이 통합된 제품 <p><개선요구사항></p> <ul style="list-style-type: none"> - 제품 통합으로 인해 각 기능별 성능이 떨어짐 	<ul style="list-style-type: none"> - 경량 소형으로 온실 천정에 설치 - 온실 전체 구간에 고른 제습이 이루어짐 - 1대당 50평 제습 - 시간당 1.9L제습(20%향상)  <p><개발할 제습기 구성도></p>
히팅팬	<ul style="list-style-type: none"> - 대형 난방기를 온실입구에 설치 운영 - 온실에 고른 난방이 어려움 - 고장 발생 시 원에 온실 전체 피해  <p><두성 제품></p>	 <ul style="list-style-type: none"> - 제습 성능 개선 - 난방 성능 개선 - 풍량 증대 - 제습기, 히팅팬, /유동팬의 연계 제어 - 자연스러운 온습도 제어 - 고장 알림 서비스 	<ul style="list-style-type: none"> - 경량 소형으로 온실 천정에 설치 - 온실 전체 구간에 고른 난방이 이루어짐 - 소비전력: 1,000W - 고장발생 시 다른 기기의 난방으로 피해가 적음  <p><개발할 히팅팬 설계 예시></p>

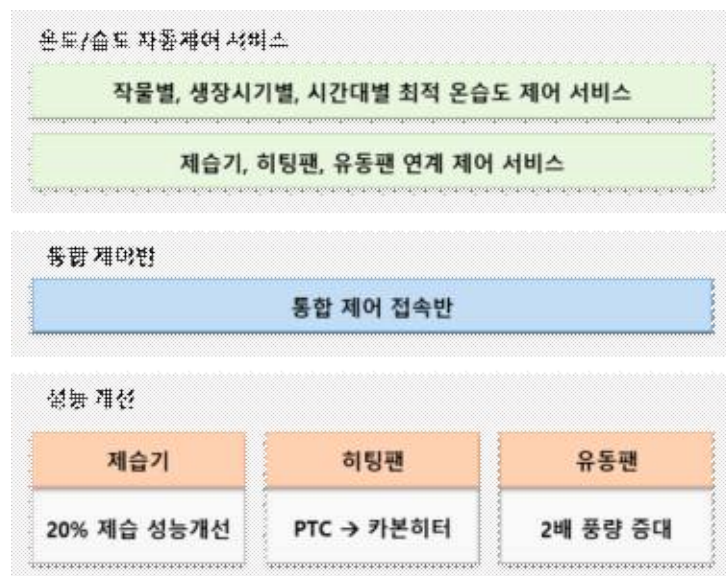
<p>유동팬</p>	<ul style="list-style-type: none"> - 풍량이 부족하여 온실에 고른 공기순환이 어려움 - 대부분 수입에 의존하고 있음  <p><네덜란드 Multifan></p>	<p><하이브리드형 제품></p>	<ul style="list-style-type: none"> - 기존 유동팬의 날개를 재 설계하여 풍량을 증대 - 수입대처 효과 기대 - 원에 온실의 고른 공기순환으로 제습/난방 기능을 향상시킴 - 기존대비 2배 성능향상  <p><개발할 유동팬 설계 예시></p>
<p>제어 접속반</p>	<ul style="list-style-type: none"> - ON/OFF 및 원격제어 - 고장 발생에 대한 대처 미흡 - 대부분 대형 시설 하우스를 대상으로 개발됨 - 초기 설치비용이 매우 높음  <p><일본 JFE Eng.></p>	<ul style="list-style-type: none"> - ON/OFF 및 원격제어 - 자동 제어 기능 제공 - 소형~대형 원에 온실 모두 지원 - 무선 네트워크를 지원하여 설치가 간편하며 초기 설치 비용이 저렴함  <p><자동 제어 접속반></p>	<ul style="list-style-type: none"> - 제습기, 히팅팬, 유동팬의 연계된 제어로 저렴한 설치비와 유지비로 원에 온실 내부에 고른 온도/습도 유지 가능 - 작물별, 생장주기별, 시간대별로 자연스러운 온습도 변화가 이루어지도록 정밀 제어 - 일부 기기의 고장 발생 시 피해가 거의 없으며, 고장 상황을 즉시 사용자에게 알림으로써 조치 가능

2) 연구개발과제의 최종목표

□ 최종목표 : 원예 온실용 고효율 하이브리드 제습 난방기 성능개선 및 사업화

□ 개발내용

- 고효율 하이브리드 제습기 성능 개선 및 제품화
 - 부품 재배치를 통한 제습 성능 개선
 - ICT 기술을 이용한 제습기 고장 인지 기술 개발
 - 하이브리드 제습기의 자동 제어 접속반 및 원격 모니터링 시스템 개발
 - 작물별 생장주기별 최적의 습도 환경 자동 제어 시스템 개발
- 히팅팬 및 유동팬 성능 개선 및 제품화
 - 발열 성능을 개선한 히팅팬 제품 개발
 - 풍량을 향상시킨 유동팬 제품 개발
 - ICT 기술을 이용한 히팅팬, 유동팬의 고장 인지 기술 개발
 - 원예 온실 공기 환경 제어를 위한 제습기, 히팅팬, 유동팬 통합 제어 접속반 개발
 - 최적의 환기 및 온/습도제어를 위해 주간/야간/새벽 시간대의 시간별 자연스러운 온/습도 변화가 이루어지도록 제어 알고리즘 개발
- 고효율 하이브리드 제습기, 히팅팬, 유동팬 통합 제품화
 - 원예 온실의 온/습도 환경 및 제품의 고장 상황을 고려한 제습기, 히팅팬, 유동팬, 개폐기의 연계 제어 알고리즘 개발
 - 원예 온실의 규모에 따른 효율적인 공기 환경 제어를 위한 제습기, 히팅팬, 유동팬의 통합 설치 방안 연구 및 제품용 비즈니스 모델 개발
 - 현장 실증 및 제품 인증을 통한 사업화
 - 독일 바이어에 의한 수출모델 개발



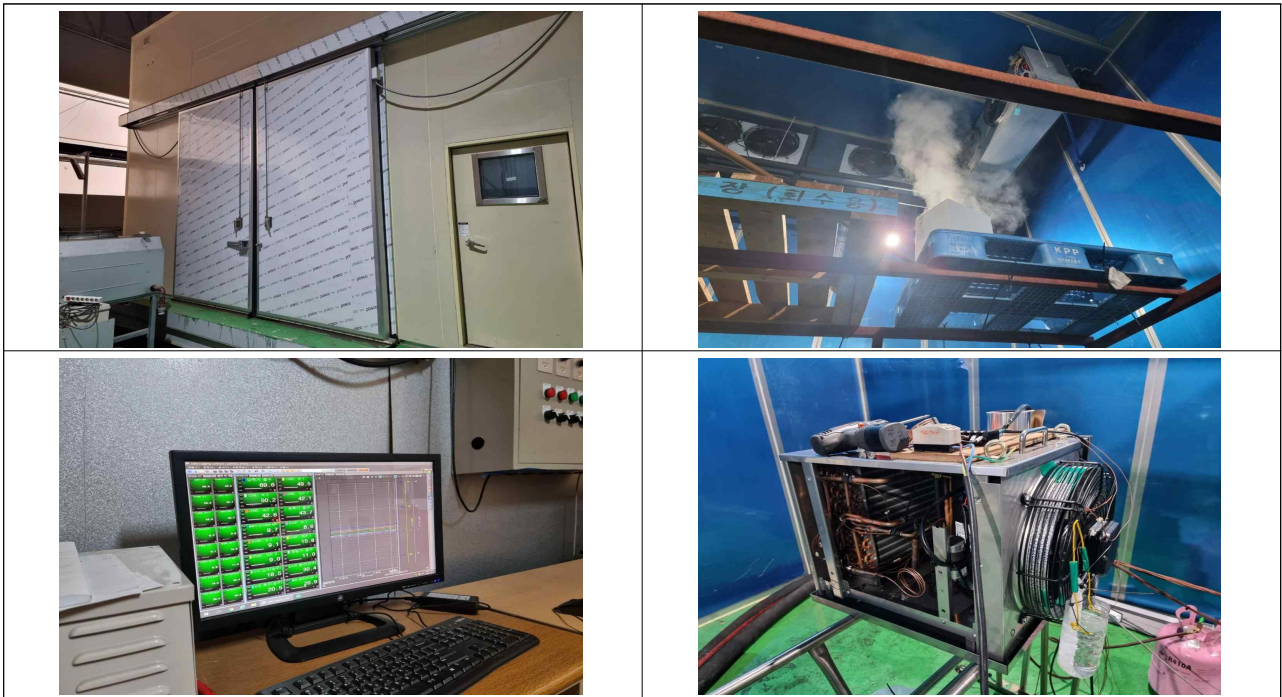
<원예 온실용 고효율 하이브리드 제습 난방기 성능개선>

2. 연구개발과제의 수행 과정 및 수행내용

1) 연구 개발 제품에 대한 최종 시제품 및 사업화

□ 신형 제습기 최종 연구 개발에 따른 성능인증 및 사업화

- 신형 제습기 성능시험(1차) : 온도 및 습도 및 Raw-Data 기록이 가능한 12평 Test-room



<온·습도 조절 및 Raw-Data 기록이 가능한 12평 Test-room>

구분	단위	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	비고
냉하량	W	430	450	500	300	350	400	450						
제습량	g	1.495	1.443(30분)		1.568	1.378	1.574	1.348	1.774	1.100			1.382	
소비전력	W			3.5 / 3.9	4.4	3.6 / 4.1	3.6 / 4.3	3.6 / 4.3	3.6 / 4.3					
QSPILLING TEST	W/m ²	1.591(100)				1.41(100)								
실내 온도	℃	24.2	24.1	24.2	24.4	24.3	24.2	24.1	24.2	24.3	24.2	24.1	24.2	
입속기 습구	℃	67.7		32.7	39.6	50.9	73.1	70.1	71.5	64.0	41.7	66.0	66.0	
CRMO. #1	℃	44.0	45.4	25.5	31.1	46.0	41.0	40.2	48.3	47.5	28.6	00.0	48.1	
CRMO. #2	℃	40.4	47.3	27.0	32.2	47.9	42.0	45.7	48.8	48.3	33.3	61.3	48.9	
CRMO. OUT 1	℃	40.8	40.3	21.5	25.9	40.2	38.6	40.9	42.3	38.8	26.2	52.0	40.8	
CRMO. OUT 2	℃	8.8	9.0	15.20	20.5	42.0	38.0	40.2	41.9	39.5	26.7	52.9	41.4	
출속기 습구	℃	43.9	43.0	24.6	29.7	42.8	40.8	42.5	43.5	40.4	27.6	53.9	42.3	
통입기 입구(냉각 out)	℃	7.7	8.4	15.91	12.41	8.8	3.5	7.0	9.0	8.8	10.20	16.9	8.7	
CRMO. #1	℃	7.9	8.4	15.41	11.71	8.8	13.8	6.2	8.0	7.8	11.20	15.8	7.7	
CRMO. #2	℃	7.6	8.5	15.81	12.11	8.8	9.9	6.8	8.6	8.3	10.71	16.3	8.4	
CRMO. OUT 1	℃	13.8	10.2	15.91	11.01	8.8	17.6	10.5	10.2	11.7	8.4	24.3	13.3	
CRMO. OUT 2	℃	7.6	7.5	16.40	12.80	8.1	16.2	13.3	9.5	7.8	11.11	19.4	7.9	
통입기 습구	℃	8.8	7.4	16.71	12.91	7.9	17.0	14.2	11.7	7.9	11.40	20.9	7.7	
AIR 입구(건구)	℃	20.6	20.5	5.6	9.9	19.8	20.4	20.2	20.7	20.2	10.7	31.0	20.1	
AIR 입구(습구)	℃	17.5	17.4	4.8	8.1	17.6	18.0	17.9	18.6	17.7	9.6	25.5	17.8	
AIR 출구(건구)	℃	21.3	21.5	8.1	9.9	20.3	21.0	21.2	21.8	20.8	17.4	40.0	20.9	
AIR 출구(습구)	℃	18.1	18.1	5.0	8.2	18.0	18.3	18.4	19.1	18.1	8.8	25.7	19.7	
계량	W/m ²	8.9	9.0	5.4	8.2	9.2	7.3	8.3	9.0	8.0	4.8	11.4	8.9	
과열도(중·입·출)	℃	1.2	0.1	8.1	10.11	11.11	15.7	9.8	4.4	11.10	16.11	8.11	8.7	

현상 : 음향 현상 : 음향
의 조영이 될 수 있음이 됨
(여량(10%) 여량(10%))

설치 방법 : 입속기 통풍 과열도가 나
온도가 평면 후 쪽에서 인
상함.

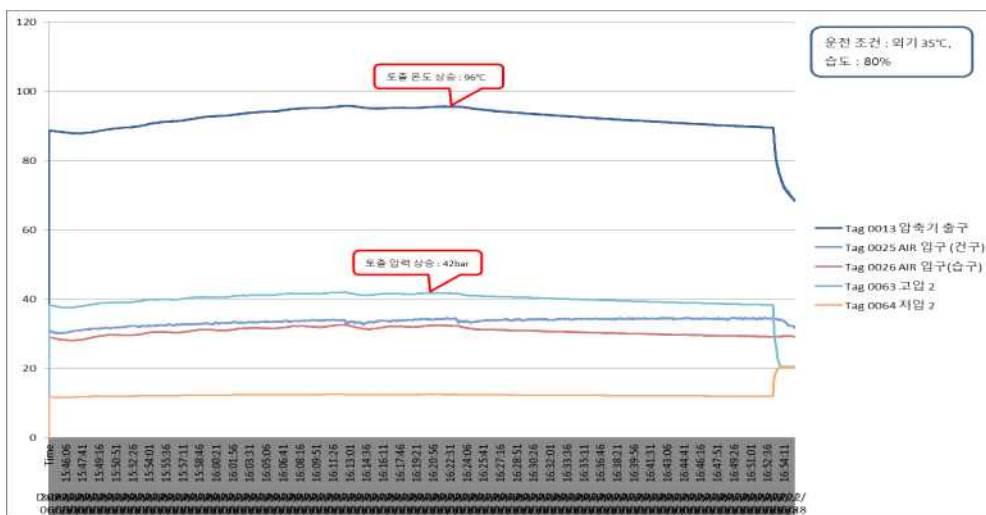
<성능시험 온·습도 Raw-Data (1)>

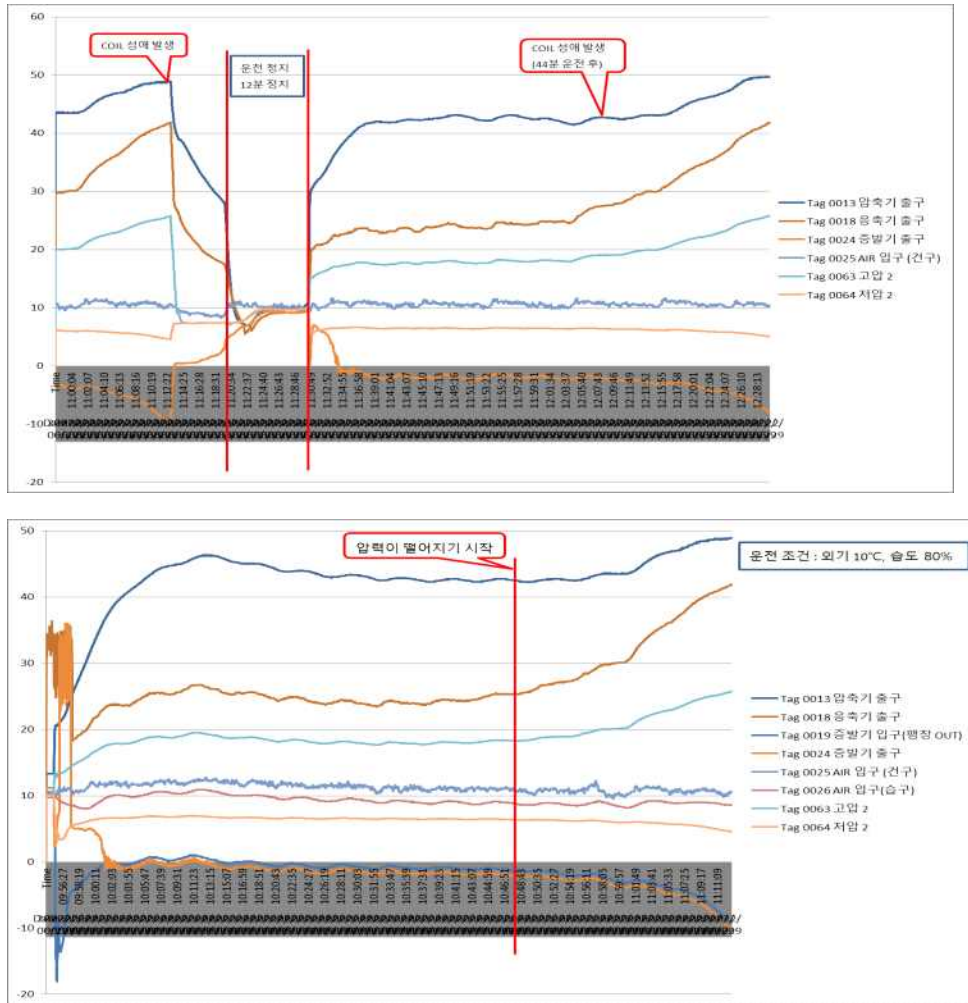
2022. 06. 30												
구분	단위	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
		습도 : 30 온도 : 20	습도 : 30 온도 : 20	습도 : 30 온도 : 20	습도 : 30 온도 : 20	습도 : 30 온도 : 20	습도 : 30 온도 : 20	습도 : 30 온도 : 20	습도 : 30 온도 : 20	습도 : 30 온도 : 20	습도 : 30 온도 : 20	습도 : 30 온도 : 20
냉매량	g	400	450	500	450	500	550	550	500	500		500
제습량	g	1.395	1.474	1.575	1.828	1.975	1.972	1.674	2.004			1.285
소시점률	g				41%							
CFP11137 TR1	°C	41.1000	41.1000	41.1000	41.1000	41.1000	41.1000	41.1000	41.1000			41.1000
입속기 온도	°C											
입속기 출구	°C	67.4	67.0	59.3	66.4	67.6	60.8	65.0	66.0			46.8
COND #1	°C	36.8	39.6	41.5	42.0	43.6	42.9	43.4	43.4			30.0
COND #2	°C				43.1	44.8	43.8	44.3	44.3			30.9
COND 007 1	°C	34.8	36.7	35.3	40.0	40.5	38.8	39.2	39.2			28.2
COND 007 2	°C	28.1	30.3	30.8	34.8	35.1	33.3	33.8	33.8			22.5
응축기 출구	°C	33.0	34.5	33.2	38.5	38.7	36.9	37.3	37.3			26.4
응축기 입구(냉매) out	°C	3.5	6.4	7.7	7.3	8.8	8.3	8.6	8.6			1.0
EVAP #1	°C	8.6	8.8	7.3	7.1	8.6	8.1	8.4	8.4			5.4
EVAP #2	°C	8.6	8.6	7.7	7.2	8.7	8.1	8.4	8.4			1.5
EVAP 007 1	°C	18.5	16.2	9.1	16.1	13.7	8.6	8.9	27.8			2.3
EVAP 007 2	°C	15.6	15.7	8.5	16.2	15.8	12.5	12.7	27.6			2.0
응축기 출구	°C	18.1	15.6	8.0	18.0	14.1	8.1	8.5	27.5			1.9
AIR 입구(건구)	°C	20.2	20.3	19.9	20.4	21.1	19.5	20.1	30.7			13.5
AIR 입구(습구)	°C	17.4	17.8	17.3	18.3	18.8	17.8	18.0	28.4			11.2
AIR 출구(건구)	°C	27.5	26.9	28.6	27.8	28.5	27.2	27.6	41.0			18.7
AIR 출구(습구)	°C	18.7	19.6	19.4	19.4	19.9	18.9	19.1	30.7			12.4
저압	MPa	7.53(2.04)	6.314(94)	8.816(83)	8.815(97)	9.117(83)	9.17(32)	9.117(83)	11.75(15.61)			710.130
고압	MPa	22.68(38.18)	24.314(189)	25.814(44.20)	26.1144(47)	27.314(61.61)	26.614(51.54)	27.14(6.18)	32.88(60.61)			18.313(90)
외장도(고압-응축기)	°C	8.21	7.43	11.08	6.24	7.61	8.85	8.88	8.26			6.52
외장도(응축기-저압)	°C	14.07	15.67	1.35	15.00	6.48	0.74	0.83	11.90			1.20

<성능시험 온·습도 Raw-Data (2)>

○ 신형 제습기에 대한 성능 지표 분석

- 냉매 주입량에 따라 총 6가지의 경우에 수를 설정하여 제습기 성능시험을 진행하였음.
- 냉매 주입량은 300g/350g/400g/450g/500g/550g 순으로 주입하여 테스트하였으며 테스트 결과는 아래와 같았음.
- 시험 결과 연구 개발 목표 성능 지표 기준(온도 20℃, 습도 80%) 최적의 냉매 주입량은 400g, 500g이었으며 해당 조건에서 1시간 제습량은 각각 1.84L와 1.97L로 측정되었음.
- 최적의 성능을 발휘하는 냉매 주입량은 500g으로 확인되었음.
- 냉매 500g 주입 시 주요 파이프라인 온도를 측정하였을 때 EVAP 온도는 13~15℃, COND 온도는 43℃로 제습기 운용에 적합한 수치를 보여줬음.
- 압축기 출구 및 응축기 출구 역시 각 67.6℃와 38.7℃로 안정적인 수치로 보여줬음.





<성능시험 온·습도 종합 그래프>

○ 신형 제습기에 대한 성능 지표 분석

- 실외 온도 조건 따라 총 5가지의 경우에 수를 설정하여 제습기 성능시험을 진행하였으며 습도 조건은 80%로 동일하게 설정하였음.
- 실외 온도 조건은 각 10°C/13°C/20°C/30°C/35°C 순으로 설정하여 테스트하였으며 테스트 결과는 아래와 같았음.
- 시험 결과 최적의 성능을 발휘하는 실외 온도는 20°C 구간으로 확인되었으며, 성능이 가장 안 좋은 구간 온도는 10°C 확인되었음.
- 일반적으로 실외 온도가 낮아짐에 따라 제습 성능 역시 비례하여 낮아지는 경향을 보였음.
- 시험 결과 15°C 이상에서는 순수한 제습 성능이 나오지만, 해당 온도 이하로 떨어지면 성능이 급격하게 떨어지는 모습을 보여주었음.
- 또한 15°C 이하에서 운영할 시 외부 COIL에 성애가 발생하였고, 성애가 발생함에 따라 제습 성능 역시 감소하는 모습을 보여줬음.
- 따라서, 저온에서도 적합한 제습 성능을 유지하기 위해서는 성애 및 결로방지를 위해 지속적인 제상 시간에 대한 제어가 필요함.

○ 신형 제습기 성능시험(2차) : 외부 환경조건 및 Raw-Data 기록이 가능한 8평 Test-room(하우스 형태)



<외부 환경조건 및 Raw-Data 기록이 가능한 8평 Test-room(하우스 형태)>

과목	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
시험 일자	2022년 1월 14일		2022년 1월 15일		2022년 1월 16일		2022년 1월 17일		2022년 1월 18일	
시험 시간	08:00 ~ 09:00	10:00 ~ 11:00	13:00 ~ 14:00	15:00 ~ 16:00	18:00 ~ 19:00	20:00 ~ 21:00	22:00 ~ 23:00	01:00 ~ 02:00	03:00 ~ 04:00	05:00 ~ 06:00
내부 환경	온도 (기) 습도 (%)	온도 습도	온도 습도	온도 습도	온도 습도	온도 습도	온도 습도	온도 습도	온도 습도	온도 습도
	20.4 °C 53%	21.4 °C 41%	21.8 °C 38%	20.6 °C 30%	18.7 °C 17%	20.5 °C 12%	18 °C 9%	16.8 °C 8%	16.2 °C 11%	18 °C 7%
외부 환경	온도 (기) 습도 (%)	온도 습도	온도 습도	온도 습도	온도 습도	온도 습도	온도 습도	온도 습도	온도 습도	온도 습도
	10.4 °C 41%	20.8 °C 69%	20.7 °C 79%	21.2 °C 89%	16.1 °C 54%	20.4 °C 72%	18.1 °C 49%	20.8 °C 59%	20.7 °C 60%	20.6 °C 59%
대류량 (기본 제품) 제습량 (L/h)	1.35 L/h	1.39 L/h	1.275 L/h	1.22 L/h	1.29 L/h	1.25 L/h	1.225 L/h	0.965 L/h	1.205 L/h	1.105 L/h
강행량 (개발 제품) 제습량 (L/h)	2.085 L/h	2.28 L/h	2.045 L/h	1.85 L/h	1.59 L/h	1.905 L/h	1.965 L/h	1.795 L/h	1.895 L/h	1.895 L/h
제습률 처리 L/h	0.750 L/h	0.870 L/h	0.770 L/h	0.630 L/h	0.490 L/h	0.655 L/h	0.740 L/h	0.770 L/h	0.600 L/h	0.530 L/h
주행 환경 습도 감소율 (%)	76 %	72 %	74 %	79 %	76 %	74 %	70 %	42 %	6 %	70 %
다크룸 대비 제습량 증감 (%)	50 %	53 %	63 %	57 %	45 %	52 %	60 %	60 %	54 %	59 %

11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
2022년 1월 19일		2022년 1월 20일		2022년 1월 21일		2022년 1월 22일		2022년 1월 23일	
17:00 ~ 18:00		19:00 ~ 20:00		08:00 ~ 09:00		10:00 ~ 11:00		13:00 ~ 14:00	
온도 습도		온도 습도		온도 습도		온도 습도		온도 습도	
29 °C 57%		33.4 °C 46%		29.3 °C 56%		36.3 °C 41%		30.3 °C 39%	
온도 습도		온도 습도		온도 습도		온도 습도		온도 습도	
15.4 °C 38%		11 °C 53%		18.5 °C 61%		40.3 °C 54%		42.4 °C 63%	
0.53 L/h		0.79 L/h		0.535 L/h		0.665 L/h		0.26 L/h	
0.985 L/h		1.01 L/h		0.66 L/h		0.69 L/h		0.32 L/h	
0.065 L/h		0.220 L/h		0.115 L/h		0.025 L/h		0.040 L/h	
-20 %		-8 %		66 %		21 %		-50 %	
12 %		28 %		21 %		4 %		14 %	

21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
3002년 제습기용 수증량	3002년 제습기용 수증량	3002년 제습기용 수증량	3002년 제습기용 수증량	3002년 제습기용 수증량	3002년 제습기용 수증량	3002년 제습기용 수증량	3002년 제습기용 수증량	3002년 제습기용 수증량	3002년 제습기용 수증량
8.00 ~ 8.00	8.00 ~ 10.00	10.00 ~ 10.00	10.00 ~ 10.00	10.00 ~ 10.00	10.00 ~ 10.00	10.00 ~ 10.00	10.00 ~ 10.00	10.00 ~ 10.00	10.00 ~ 10.00
온도	습도	온도	습도	온도	습도	온도	습도	온도	습도
21.3 °C	73%	26.1 °C	67%	36.2 °C	57%	36.8 °C	47%	28 °C	54%
온도	습도	온도	습도	온도	습도	온도	습도	온도	습도
30.6 °C	83%	35.2 °C	57%	35.7 °C	42%	33 °C	40%	28.5 °C	54%
1.42 L/h	1.26 L/h	0.835 L/h	0.70 L/h	1.045 L/h	0.985 L/h	0.725 L/h	0.76 L/h	0.835 L/h	0.475 L/h
2.36 L/h	2.05 L/h	1.285 L/h	0.895 L/h	1.565 L/h	1.48 L/h	0.895 L/h	0.945 L/h	1.115 L/h	0.395 L/h
0.940 L/h	0.790 L/h	0.450 L/h	0.170 L/h	0.520 L/h	0.475 L/h	0.170 L/h	0.205 L/h	0.280 L/h	-0.020 L/h
16 %	26 %	36 %	8 %	-16 %	2 %	8 %	2 %	-4 %	19 %
66 %	63 %	54 %	22 %	50 %	46 %	23 %	27 %	34 %	-5 %

<성능시험 온·습도 Raw-Data (3)>

○ 신형 제습기에 대한 성능 지표 분석

- 외부의 위치한 실험 온실에서 동일한 환경조건으로 선행제품과 성능 비교 시험 진행했음.
- 2개월 동안 30차례 이상 시험을 진행하였으며 시험 결과는 다음과 같음.
- 시험 기간 중 최고의 제습 성능은 시간당 2.36L로 측정되었으며 환경조건은 27°C, 습도 73%였음.
- 시험 기간 중 최저의 제습 성능은 시간당 0.95L로 측정되었으며 환경조건은 36.8°C, 습도 43%였음.
- 시험 기간이 여름인 점을 고려하면 제습 성능은 외부온도가 30°C 이상 습도가 65% 이하의 조건에서 성능이 급감하는 것을 알 수 있음.
- 선행제품 대비 신형 제습기의 제습량 최소 44%에서 최대 62%까지 증량되었음.
- 전 구간에서 온도 및 습도의 수치값과 상관없이 선행제품 대비 우수한 제습 성능을 보였음.

○ 신형 제습기에 대한 종합 성능 비교표

회 차	측정 환경		선행제품	4차 시제품	비교
	온도(°C)	습도(%)	제습량(L/h)	제습량(L/h)	제습량 증량(%)
1	27.4	83	1.39	2.26	62
2	28	72	1.25	1.91	52
3	28	76	1.22	1.96	60
4	28	80	1.28	2.05	60
5	29.6	70	1.22	1.85	51
6	29.6	72	1.34	2.09	55
7	34.7	51	1.09	1.58	44

<외부 환경조건 및 Raw-Data 기록이 가능한 8평 Test-room(하우스 형태)>

○ 신형 제습기에 대한 최종 구조 제원표

신형 하이브리드 제습기 성능 및 구조 제원표	
구 분	최적값
제습량	1,985 L/h
온도	20 °C
습도	80 %
냉매량	500 g
Capillary Tube	Ø1.6 x L1,600
압축기 출구 온도	67.6 °C
응축기 출구 온도	38.7 °C
증발기 입구 온도	8.8 °C
증발기 출구 온도	14.1 °C
AIR 입구 (건구)	21.1 °C
AIR 출구 (건구)	28.5 °C
AIR 입구(습구)	18.8 °C
AIR 출구 (습구)	19.9 °C
저압	9.1 kg/cm ²
고압	27.3 kg/cm ²
COND. M 1	43.6 °C
COND. M 2	44.8 °C
COND. OUT 1	40.5 °C
COND. OUT 2	35.1 °C
EVAP. M1	8.6 °C
EVAP. M2	8.7 °C
EVAP. OUT 1	13.7 °C
EVAP. OUT 2	15.8 °C
데시벨	61 dB
풍속	1.52 m/s

○ 신형 제습기에 대한 선행제품과의 비교 및 평가

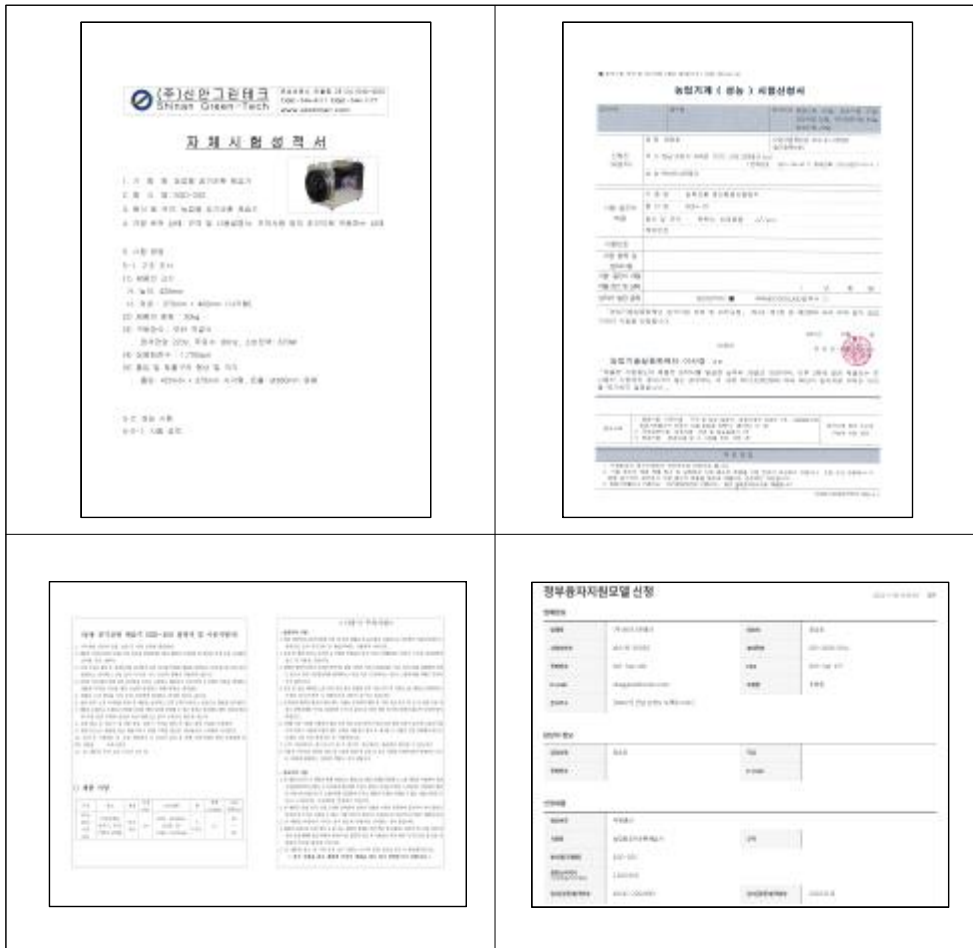
항목	선행제품	신형 하이브리드 제습기
사진		
규격	Ø385x550mm	400x370x420mm
재질/형상	SUS304 / 원형	SUS304 / 팔각형
IP 등급	IP44	IP54
모터 제원	AC220V/60Hz/130w/1550rpm	AC220V/60Hz/105w/1590rpm
압축기 제원	7300Btu	9100Btu
냉매 종류	R22	R410a
풍속	1.25m/s	1.52m/s
풍량	16CMM	20CMM
사용 면적	165~264㎡ (50~80평)	198~297㎡ (60~90평)
제습량	1.5L/h **온도20℃, 습도80%	1.9L/h 이상 **온도20℃, 습도80%

- 선행제품 대비 외관 케이싱 규격에서 15% 정도 크기 감소함.
- 기존 불안정한 원형 케이싱 구조에서 Base Panel 상단의 8각 프레임을 고정하는 방식으로 유격이 감소 및 내구성 강화로 기기 운용 시 진동 및 소음에 강함.
- IP54 방진. 방수 등급의 모터를 적용함으로써 고온·다습한 온실 환경에 적합함.
- R-410a 신규 냉매를 채택함으로써 지구온난화를 유발하지 않는 친환경 냉매로 영구적 사용이 가능하며 R-22와 같은 질량 대비 제습 효율 및 안전성이 우수함.
- 기존 제습량(1.5L/h) 대비 22% 이상 향상된 제습량
- 향상된 제습량을 통해 기존 대비 커버 면적 또한 15% 향상됨.
- 실제 선행제품 대비 소비전력이 10% 정도 향상되었으나 해당기기 본래의 전력 소모량이 많지 않고 사계절 내내 사용하지 않는다는 점을 고려한다면 경제성에 대한 비교평가는 선행제품과 큰 차이가 없다고 판단됨.

○ 신형 제습기 제품화 및 사업화

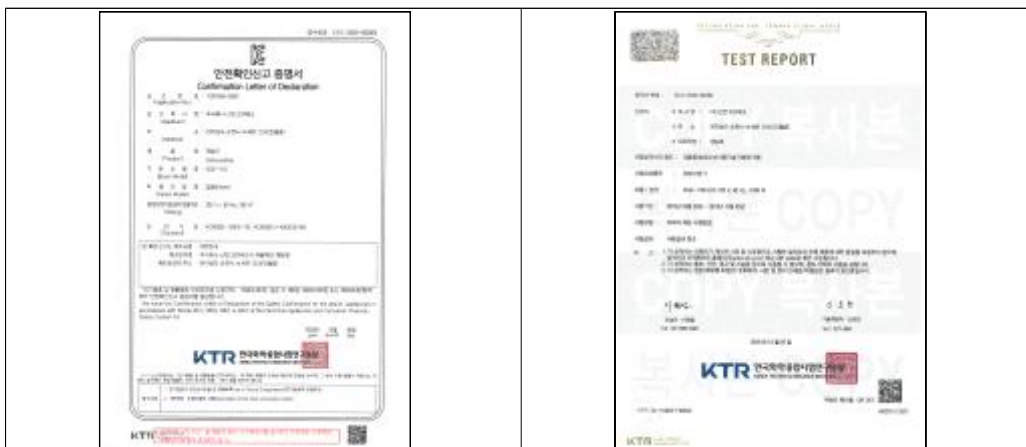
- 시제품 사업화를 위한 인증획득 진행

- 국내 공식 농기계·자재 등록 및 사업화를 위한 농기계공업협동조합 제품 등록
- 농업 기술진흥원 규격 및 제품 성능 인증시험 진행
- 정부융자 지원모델 등록을 통한 농가 보급확산
- 신형 제습기에 대한 정식 제품화 출시 확인서 발행



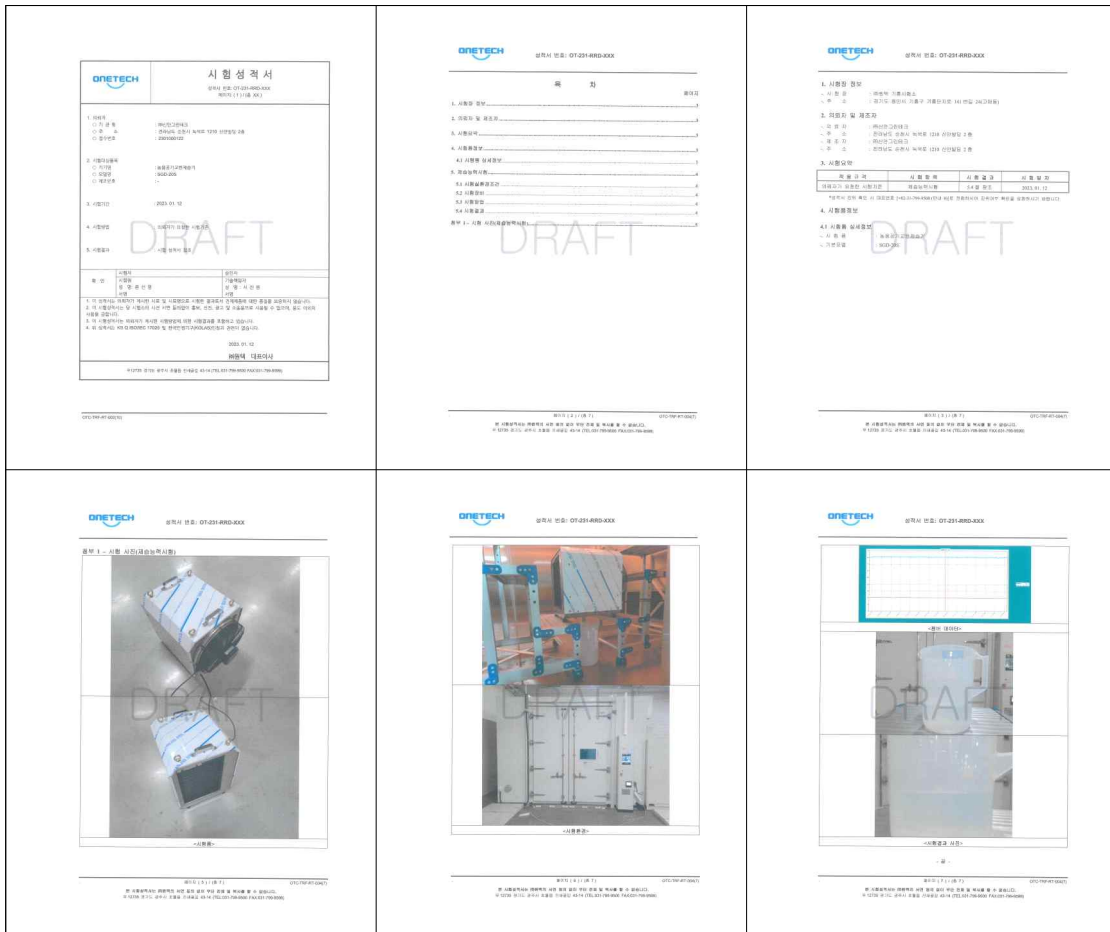
<국내 농기계 등록 및 인증획득 절차>

- KC 안전인증 및 전자파 인증 취득
- KC 인증획득을 통한 국내 판매 개시



<선형제습기에 대한 KC 안전 인증(좌) / 방송·통신기자재 등의 적합 인증(우)>

◦ 제품 성능 신뢰도 향상을 위한 공인 검정 기관을 통한 성능시험 진행



<신형 제습기에 대한 외부 공인기관 성능시험>

◦ 시제품 제품화를 위한 홍보자료 및 판매 SET 구성



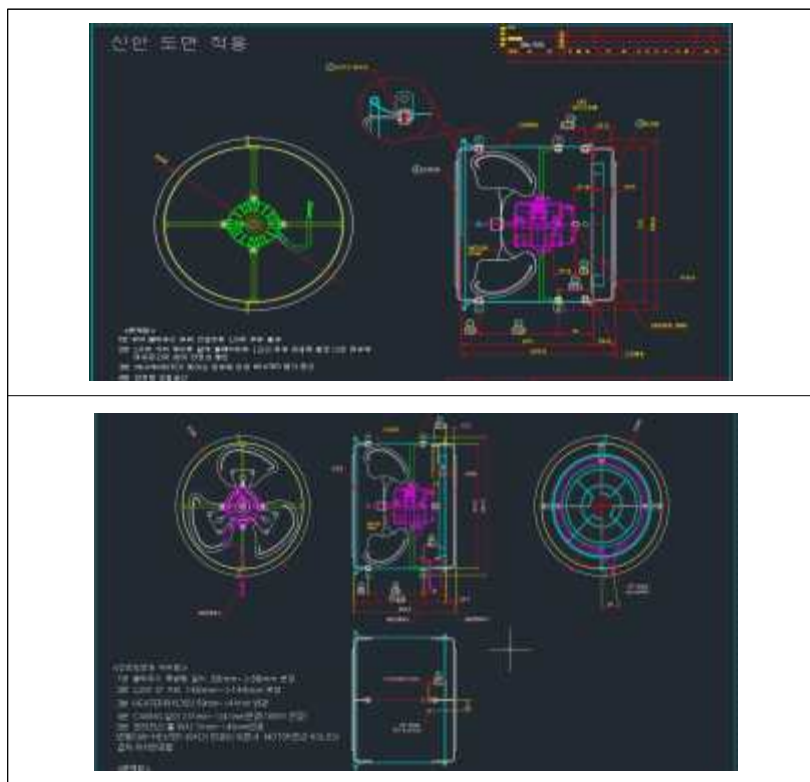
<신형 제습기 홍보물 제작>

□ 신형 히팅팬 최종 연구 개발에 따른 성능인증 및 사업화

○ 신형 히팅팬 연구 개발을 위한 주요 사항

선행제품 및 개발단계의 문제점		개선 방안
PTC면상 발열체의 높은 소비전력 열원 방출량이 불안정하며 화재의 위험이 있음.	→	카본히팅램프 적용을 통한 기존 소비전력 대비 난방 효율 극대화
알루미늄 및 철 재질의 케이싱의 고중량	→	SUS304 재질의 케이싱 적용을 통한 경량화
PTC면상 발열체 구조상 조립공정이 복잡하고 내구성이 불안정함.	→	카본히팅램프는 구조적 제품이 단순하여 조립공정 시 편리함
3,000W 고정형 히팅 소비전력		500W~1,000W 까지 용량의 히팅옵션 장착이 가능함.
PP 또는 AL 재질의 케이싱은 난방기 케이싱으로 사용 때 파손 또는 변형의 우려가 있음.	→	SUS304 재질은 내열성이 강하며
PTC면상 발열체의 부피가 커서 송풍으로 사용 때 성능이 현저히 저하됨.	→	난방기 on/off를 통해 온풍 및 송풍 모두 성능이 뛰어남.

○ 신형 히팅팬 최종 시제품 도면 제작




<히팅팬 최종 시제품 설계도>

○ 신형 히팅팬 이미지



<히팅팬 이미지>

○ 신형 히팅팬에 대한 선행제품과의 비교 및 평가

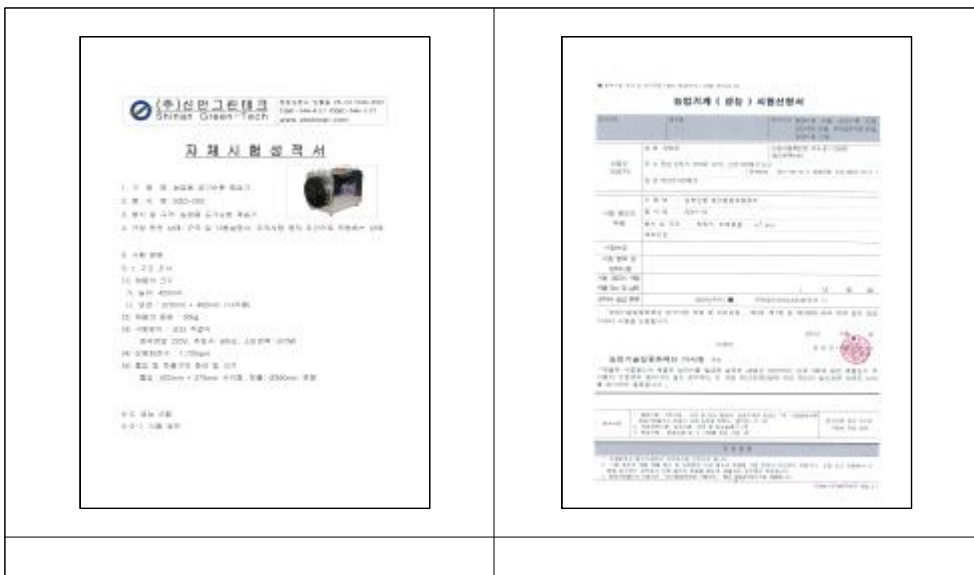
항목	선행제품	신형 히팅팬
사진		
규격	Ø385x550mm	Ø310xØ275x315mm
재질	AL, SUS304	SUS304
무게	32kg	5.2kg
IP 등급	IP44	IP55
모터 제원	AC220V/60Hz/130w/1550rpm	AC220V/60Hz/45w/1550rpm
난방소재	PTC(나노면상발열체)	카본히팅램프

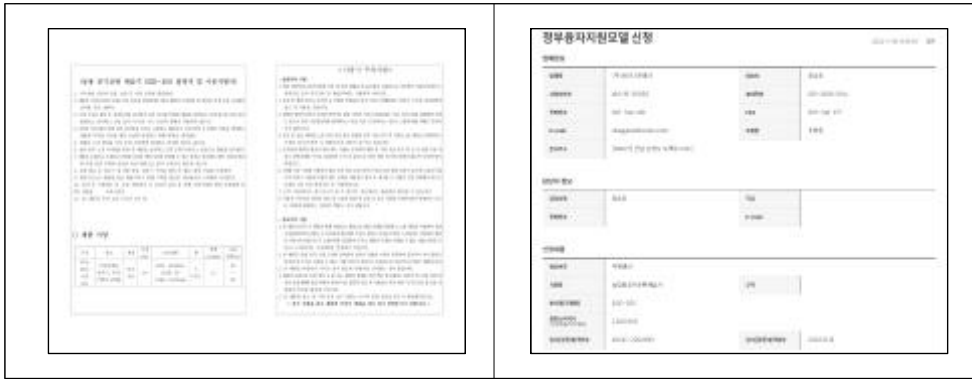
풍량	33m ³ /min	135m ³ /min
열원 소비전력	3,000W	1,000W
사용 면적	49.5~66m ² (15~20평)	82.5~99m ² (25~30평)
총소비전력	3,590W	1,045W

- 선행제품 대비 외관 케이싱 규격에서 60% 이상 감소함.
- 선행제품 대비 무게 70% 이상 감소함.
- 기존 하이브리드형 제품에서 히팅팬 단독으로 분리된 제품으로 규격 및 무게에서 이점이 있음.
- IP55 방진. 방수 등급의 모터를 적용함으로써 고온·다습한 온실 환경에 적합함.
- 새로운 카본 히팅 램프 열원을 채택함에 따라 기존 대비 열원 소비전력은 감소하였지만 열에너지 효율은 더 뛰어남.
- 하이브리드형 제품에서 분리되어 온실 환경에 따라 송풍 또는 온풍 두 가지 기능을 수행할 수 있음.
- 사용자의 기호 및 온실 환경에 따라 내부 카본히팅램프 소비전력을 최소 500W ~ 최대 1,000W 까지 선택할 수 있음.
- 온풍 시 기계의 특성을 고려하여 모터 rpm 조절이 가능하며 이를 통해 온실 내 효과적인 난방이 가능함.

○ 신형 히팅팬 제품화 및 사업화

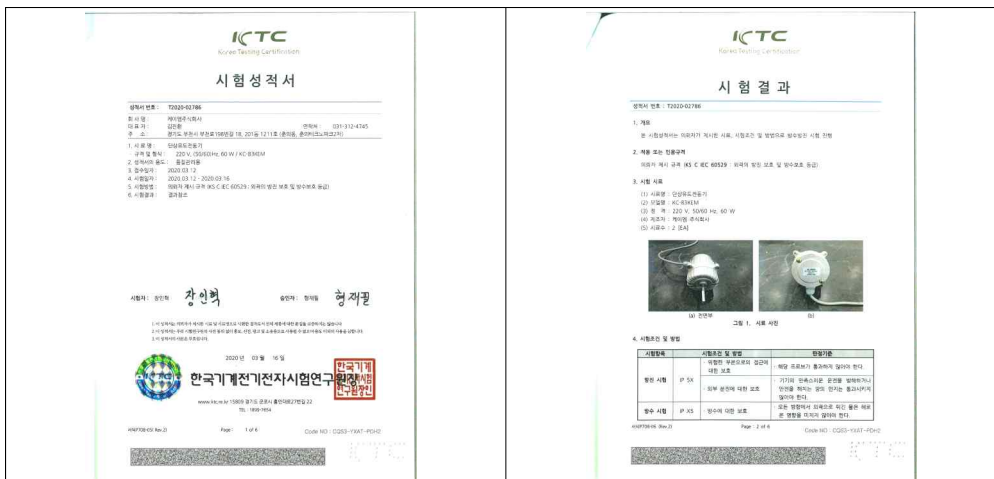
- 시제품 사업화를 위한 인증획득 진행
 - 국내 공식 농기계·자재 등록 및 사업화를 위한 농기계공업협동조합 제품 등록
 - 농업 기술진흥원 규격 및 제품 성능 인증시험 진행.
 - 농업에서 난방은 작물이 겨울을 지내기 위한 필수요소인 만큼 해당 수요는 꾸준하거나 증가하는 추세 .
 - 높아지는 등유 가격에 비해 비교적 저렴한 전기를 사용한다는 점에서 충분한 경쟁력이 있을 것으로 판단됨.



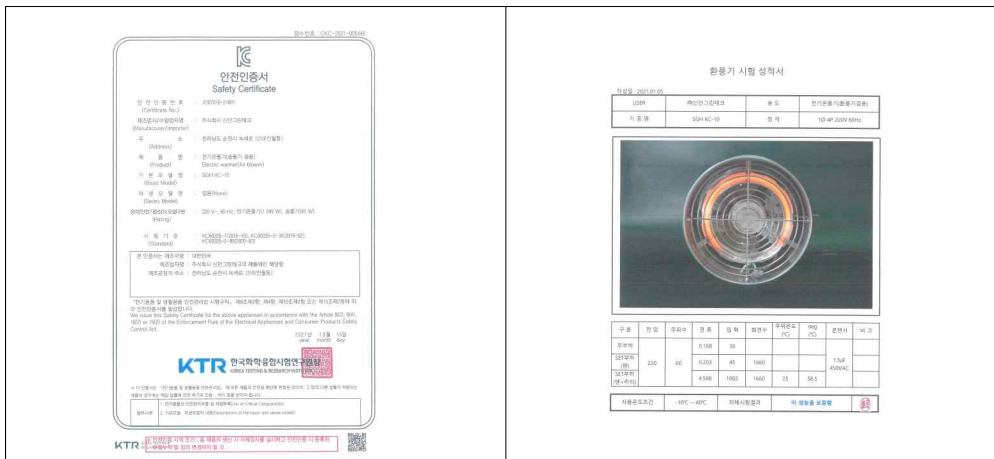


<국내 농기계 등록 및 인증획득 절차>

- KC 안전인증 및 전자파 인증 취득
- IP55 모터 인증시험
- KC 인증획득을 통한 국내 판매 개시

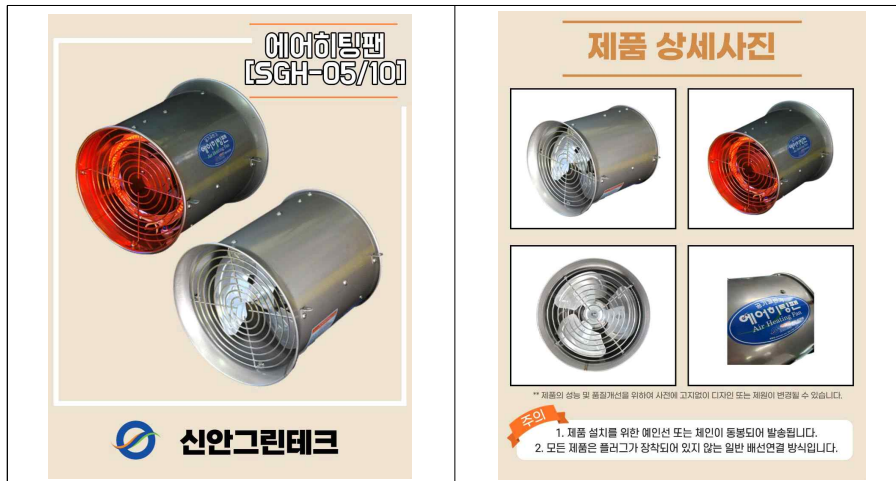


<IP55 시험 인증서>



<KC 안전 인증서(좌) / 환풍기 성능 시험성적서(우)>

- 시제품 제품화를 위한 홍보자료 및 판매 SET 구성



<신형 히팅팬 홍보물 제작>

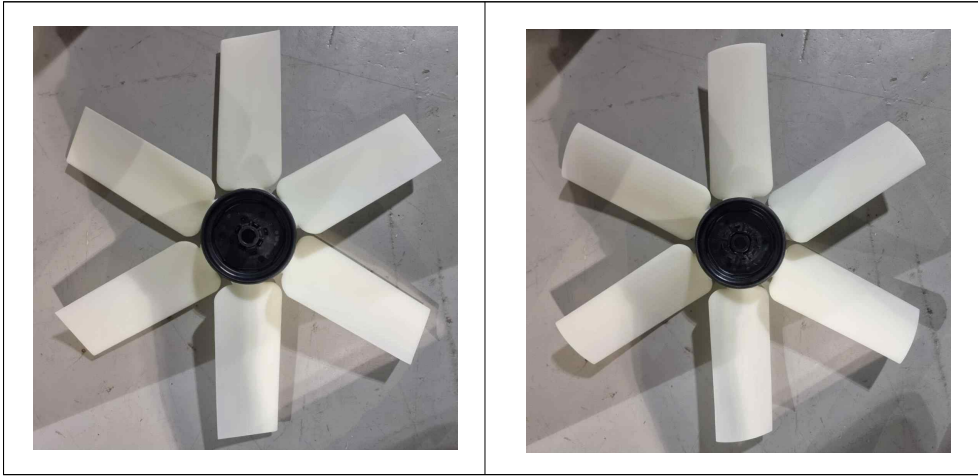
□ 신형 유동팬 최종 연구 개발에 따른 성능인증 및 사업화

○ 신형 유동팬 성능시험(1차) : 유동팬 성능의 핵심 자재인 블레이드 성능시험

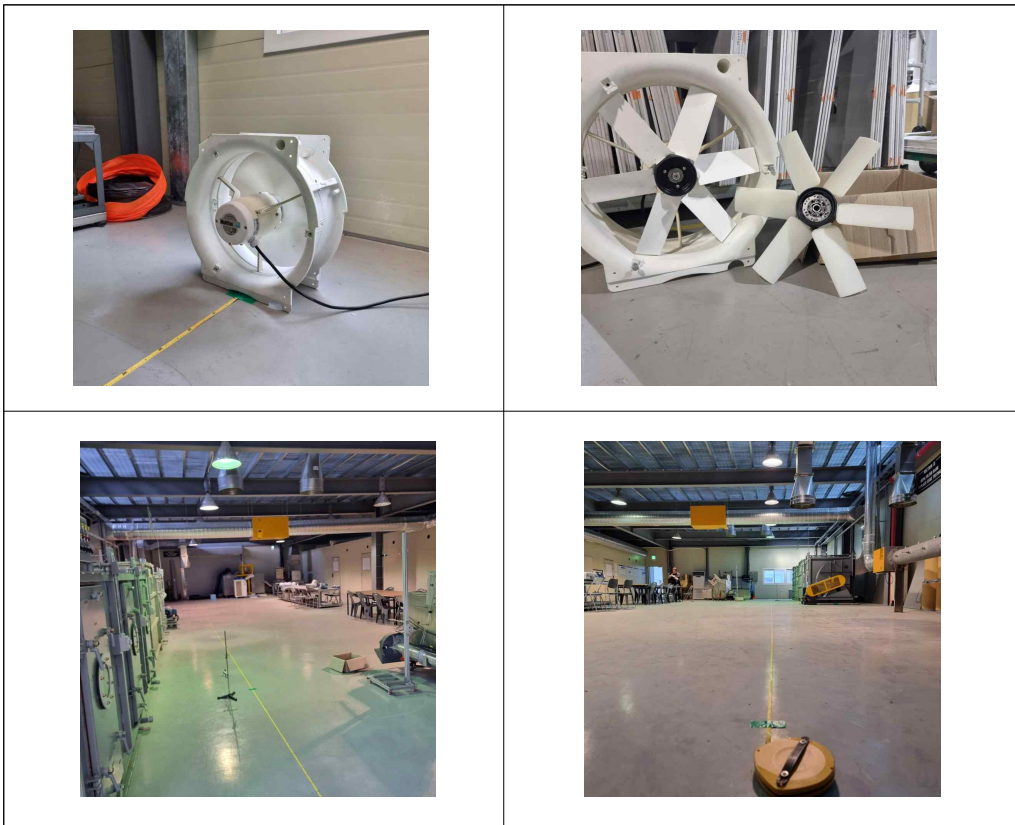
- 개발 블레이드 시제품에 대한 바람 토출 거리 성능시험 진행
- 외국산 경쟁모델 제품의 블레이드와 비교 시험 진행
- 시험 진행은 한국 필터 시험연구원 KOLAS 인증기관에서 진행하였으며, 블레이드를 제외한 같은 구동기 조건에서 시험을 진행하였음.
- 내·외부가 밀폐된 시험 공간에서 측정을 진행하였으며 직선거리 기준 20M까지 측정이 가능한 시험 장소에 시험이 진행되었음.



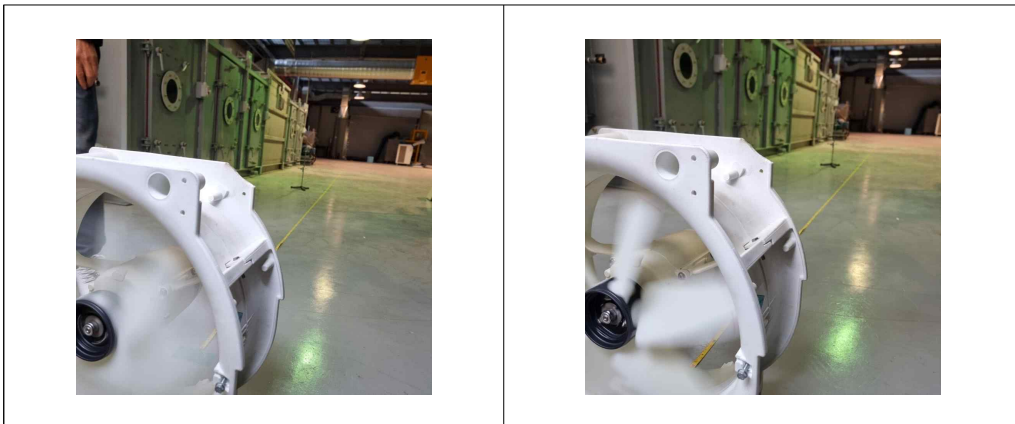
<개발 블레이드 시제품(각 이미지 좌측) /
수입사 유동팬 블레이드(각 이미지 우측)>



<개발 블레이드 시제품(좌) / 수입사 유동팬 블레이드(우)>



<블레이드 바람 토출 거리 시험 환경>



<개발 블레이드 시제품(좌) / 수입사 유동팬 블레이드(우)>



<블레이드 성능 비교 시험 결과 데이터>

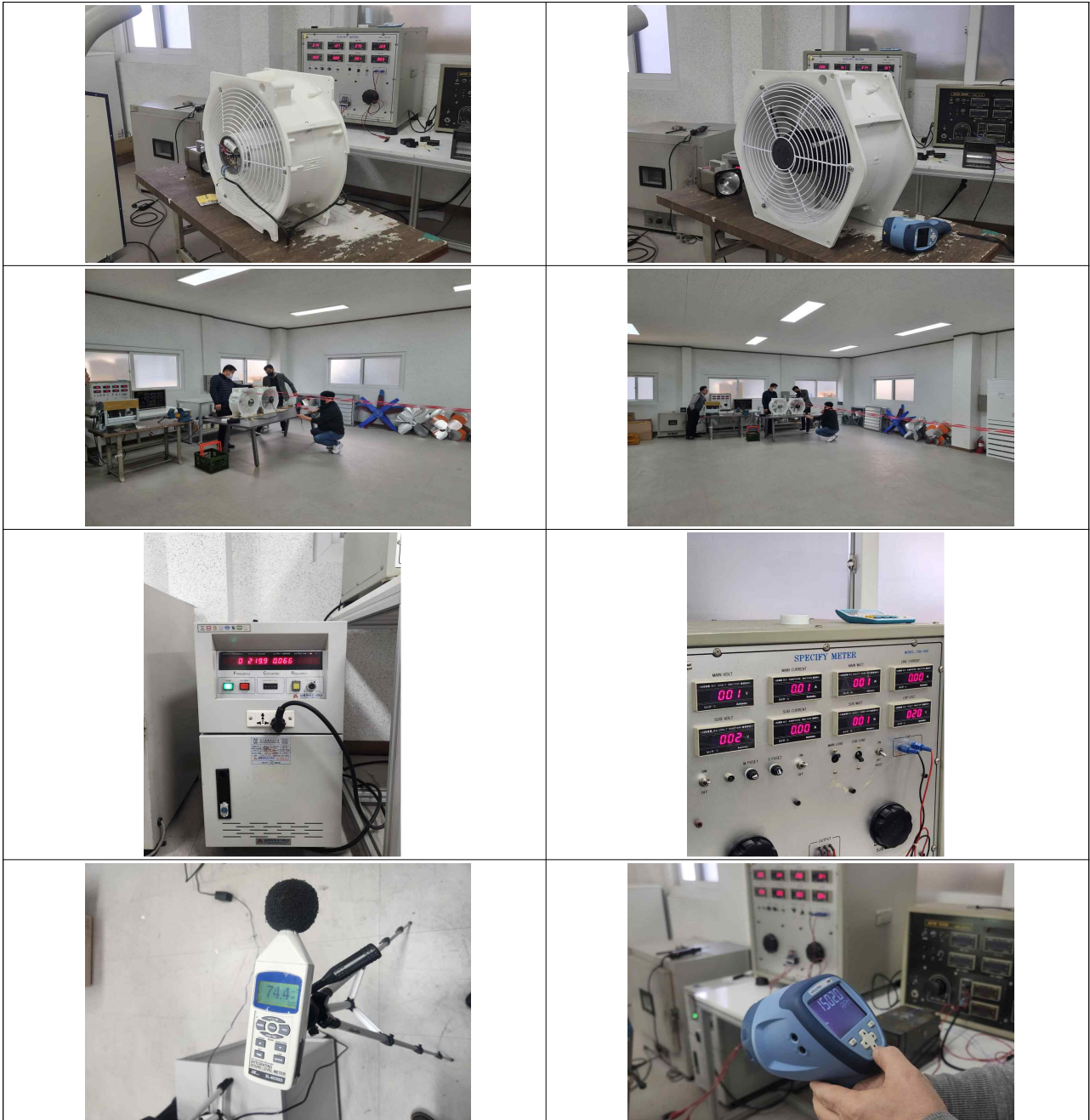
- 바람 토출 거리 시험은 열전식 유속계 및 온습도 기압계를 통해 측정하였음.
- 1M 지점에서 개발 블레이드는 4.15m/s 수입사 블레이드는 5.19m/s 풍속을 보여줌.
- 14M 지점에서 개발 블레이드는 0.79m/s 수입사 블레이드는 0.76m/s 풍속을 보여줌.
- 19M 지점에서 개발 블레이드는 0.50m/s 수입사 블레이드는 0.52m/s 풍속을 보여줌.
- 실험 결과 초기 블레이드 성능에서는 1m/s 수준의 차이가 발생하지만 거리가 길어질수록 개발 블레이드의 더 높은 풍압으로 인해 20M 지점에서는 거의 유사한 풍속을 보여주고 있음.
- 본 성능시험은 기존 수입사 블레이드에 원래 완제품 체결 형태이기 때문에 정확한 비교 분석에는 무리가 있으나 개발 블레이드 시제품에 대한 성능 수준을 가늠할 수 있는 평가였음 .

○ 신형 유동팬 성능시험(2차) : 최종 연구 개발 제품에 대한 성능 비교 시험

- 연구 개발 제품과 외국산 제품에 대한 성능 비교 시험
- 기존 선행제품의 경우 유동팬, 제습기 및 난방기가 결합한 하이브리드형 장치이기 때문에 선행제품의 유동 성능에 대해서 직접적으로 비교하기에는 다소 성능 면에서 부족하였음.
- 따라서, 세계적으로 우수한 성능을 보유한 수입사 유동팬(MULTI FAN) 직접 비교 및 실험을 진행하였음.

항목	- 수입사 유동팬(MULTI FAN)	신형 유동팬
사진		
규격	515 x 520 x 216mm	583 x 550 x 250mm
재질	PP	PP
무게	13kg	16kg
IP 등급	IP54	IP55
최대풍속	5.07m/s	5.48m/s
최대 풍량	90.83CMM	117.35CMM
소음	56dB	55dB
블레이드	6B*420mm	6B*450mm
모터 제원	AC220V/60Hz/270W/1,495rpm	AC220V/60Hz/285W/1,386rpm
브랜드 (제조국)	VOSTERMAN (네덜란드)	(주)신안그린테크 (대한민국)

<수입사 유동팬과 연구 개발 유동팬에 대한 제원 비교표>



<유동팬 시험 사진>

- 시험 진행은 FMT(FAN MOTOR TECH) 기관에서 진행하였음.
- 성능 측정을 위해 열전식 유속계, 풍속계, 소음측정기 및 비접촉식 디지털 측정기를 이용하여 각 1.5M/5.0M/7.0M에서 측정하였음.
- 전기적 특성 확인을 위해 정전압 주파수 변환장치 및 AC파워 서플라이를 사용하여 측정하였음.
- 내·외부가 밀폐된 시험 공간에서 측정을 진행하였으며 직선거리 기준 10M까지 측정이 가능한 시험 장소에 시험이 진행되었음.


항목		수입산 유동팬(MULTI FAN)	신형 유동팬
전기적 특성	전압	220V	220V
	전류	1.39A	1.46A
	입력	279W	285W
	회전수	1,495rpm	1,386rpm
1.5M 직선거리	풍속	5.07m/s	5.48m/s
	소음	82dB	76dB
5M 직선거리	풍속	2.52m/s	2.7m/s
	소음	72dB	68dB
7M 직선거리	풍속	1.34m/s	1.7m/s
	소음)	64dB	63dB

<수입사 유동팬과 연구 개발 유동팬에 대한 성능 비교표>

- 1.5M 지점에서 수입사 유동팬은 5.07m/s 신형 유동팬 5.48m/s 풍속을 보여줌.
- 5M 지점에서 수입사 유동팬은 2.52m/s 신형 유동팬 2.7m/s 풍속을 보여줌.
- 7M 지점에서 수입사 유동팬은 1.34m/s 신형 유동팬 1.7m/s 풍속을 보여줌.
- 모든 실험 구간에서 신형 유동팬은 수입사 유동팬보다 높은 풍속을 보여줬음.
- 1.5M 지점에서 수입사 유동팬은 82dB 신형 유동팬 76db 소음 보여줌.
- 5M 지점에서 수입사 유동팬은 72dB 신형 유동팬 68db 소음 보여줌.
- 7M 지점에서 수입사 유동팬은 64dB 신형 유동팬 63db 소음 보여줌.
- 모든 실험 구간에서 신형 유동팬은 수입사 유동팬보다 더 정숙한 소음을 보여줬음.
- 본 성능시험을 통해 새롭게 개발된 신형 유동팬은 동급의 소비전력으로 더 높은 풍속 및 소음 성능을 보여주고 있음.

○ 신형 유동팬에 KOLAS 성능 인증서

G4B(www.g4b.go.kr)인증번호코드 : JphfbdM47N2=



시험 성적서



성적서 번호 : DRK2024-0001 페이지 : 1 / 총페이지 : 5

1. 의뢰자
 - 기관명(대표자) : 부산인그린테크 (당송호)
 - 주 소 : 부산 송전사 녹제로 1210
 - 의뢰일자 : 2024년 04월 11일
2. 시험성적서의 용도 : 제품용(가제사)
3. 시 료 명 : 제트팬 (SGJF-6000)
4. 시험기간 : 2024. 04. 23 ~ 2024. 04. 23
5. 시험장소 : 고정시험실(본체 원주군 봉동읍 원주산단 7로 115)
6. 시험방법 : KS B 6311 : 2017 송풍기의 시험방법
7. 시험결과 : 시험결과 참조


	시 험 자	승 인 자
과 목	상 명 : 집 상 토 (사화)	직 위 : 기 계 직 담 자
		상 명 : 이 정 령 (선영)

위 성적서는 국제시험기관연합회(International Laboratory Accreditation Cooperation) 상호인정협약(Mutual Recognition Arrangement)에 시험실 인증기관인 KOLAS에 의해 공인받은 유효한 시험결과입니다.
2024년 4월 29일

한국인정기구 인정 **대륜산업(주) 대표이사**

www.drain.co.kr / 55318 전라북도 원주군 봉동읍 원주산단7로 115
TEL : 063262-5106 / FAX : 063274-2009

(위)의 성적서는 측정기기의 정밀검토에 정황을 따지는 요소(과무측량도움)를 통해 급격한 변화가 발생된 경우
재는 유효하지 않습니다.
DRK2024-04-03(업적)033



G4B(www.g4b.go.kr)인증번호코드 : JphfbdM47N2=



시험 결과



성적서 번호 : DRK2024-0001 페이지 : 4 / 총페이지 : 5

1-4-1. 시험품명 : 송풍대기 성능시험

제트팬 SGJF-6000

종목	단위	측정값							
		1	2	3	4	5	6	7	8
정압	Pa	0	00	00	00	00	00	117	100
유량	m³/min	95.9	87.9	78.1	68.1	58.3	48.8	38.8	8

비고 : 풍기량보다 1kg/m³를 적용한 결과입니다.

1-4-2. 시험결과


제트팬 SGJF-6000

종목	단위	측정값							
		1	2	3	4	5	6	7	8
음속	kg/m³	1.207	1.207	1.208	1.208	1.208	1.208	1.208	1.208
풍속	mm/s	1.348	1.204	1.242	1.223	1.248	1.285	1.194	1.079
정압	Pa	0	19	00	00	10	00	104	100
유량	m³/min	95.9	87.9	78.1	68.1	58.3	48.8	38.8	8
전력	W	3.29	3.90	3.37	3.87	3.30	3.29	3.30	3.34


DRK2024-04-04(업적)033



G4B(www.g4b.go.kr)인증번호코드 : JphfbdM47N2=



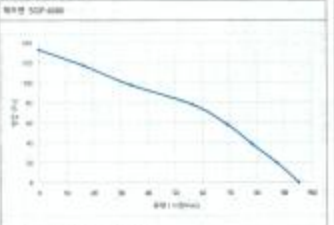
시험 결과



성적서 번호 : DRK2024-0001 페이지 : 3 / 총페이지 : 5


1-4-1. 송풍기 성능시험

제트팬 SGJF-6000



비고 : 풍기량보다 1kg/m³를 적용한 결과입니다.

DRK2024-04-06(업적)033



G4B(www.g4b.go.kr)인증번호코드 : JphfbdM47N2=



시험 결과



성적서 번호 : DRK2024-0001 페이지 : 4 / 총페이지 : 5

1-4-2. 송풍기 성능시험

제트팬 SGJF-6000






DRK2024-04-04(업적)033



<KOLAS 풍량 시험 인증서>

○ 연구개발 제품과 수입산 제품 비교

항목	신형 유동팬	‘V’社 제품	‘P’社 제품
사진			
규격	583 x 550 x 250mm	515 x 520 x 216mm	538 x 442 x 286mm
재질	PP	PP	PP
IP 등급	IP55	IP54	IP54
모터 제원	AC220V/60Hz/285w/ 1,386rpm	AC220V/60Hz/270w/ 1,400rpm	AC220V/60Hz/130w/ 1,715rpm
무게	16kg	13kg	11kg
블레이드	6B*450mm	6B*420mm	2B*440mm
최대풍량	<u>100CMM</u>	<u>84CMM</u>	<u>75CMM</u>
최대풍속	11.0m/s	-	-
바람 도달 거리	55M	40M	45M
사용면적	<u>198㎡(60평)</u>	<u>132㎡(40평)</u>	<u>165㎡(50평)</u>

○ 신형 유동팬에 대한 선행제품과의 비교 및 평가

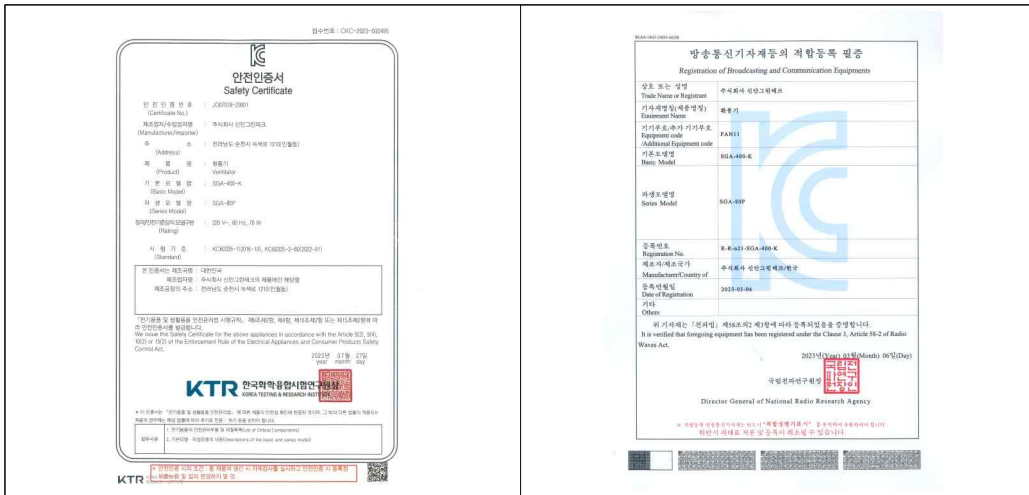
항목	선행제품	신형 유동팬
사진		
규격	Ø385x550mm	583 x 550 x 250mm
재질	SUS304	pp
IP 등급	IP44	IP55
모터 제원	AC220V/60Hz/130w/1550rpm	AC220V/60Hz/285w/1,386rpm
무게	24kg	16kg
블레이드	4B*350mm	6B*450mm
최대풍속	2.4m/s	5.48m/s
바람 도달 거리	15M	30M
사용면적	198m ² (60평)	198m ² (60평)

- 선행제품 및 외국산 제품과 비교하여도 성능 면에서 우수한 지표를 나타냄.
- 기존 대형온실의 경우 국산 제품의 부재로 외국산 제품을 사용하였으나 연구·개발된 제품을 통해 외국산 대체가 가능해짐.
- 새롭게 연구·개발된 제품의 모터는 IP55 방진. 방수 등급의 모터를 적용함으로써 고온·다습한 온실 환경에 적합함.
- 3D 스캐닝을 통해 개발된 블레이드는 높은 풍압 및 직진성을 이용해 높은 성능을 보여주고 있음.
- 외국산 대비 동급의 소모 전력에도 불구하고 더 높은 풍속 및 풍량을 보여주고 있음.

○ 신형 유동팬 제품화 및 사업화

- 시제품 사업화를 위한 인증획득 진행

- 국내 공식 농기계·자재 등록 및 사업화를 위한 농기계공업협동조합 제품 등록
- 농업 기술진흥원 규격 및 제품 성능 인증시험 진행
- 정부융자 지원모델 등록을 통한 농가 보급확산
- 신형 유동팬에 대한 정식 제품화 출시 확인서 발행
- KC 안전인증 및 전자파 인증 취득
- KC 인증획득을 통한 국내 판매 개시



<개발 제품에 대한 KC 안전 인증(좌) / 방송·통신기자재 등의 적합 인증(우)>

◦ 시제품 제품화를 위한 홍보자료 및 판매 SET 구성

제트팬 [JET FAN]
SG (주)신안그린테크

제품명	제트팬(JET FAN)
용도	시설하우스 및 농업용
재질 / 색상	내열성 PP / 백색
규격	583 X 550 X 250
팬(blade)	450파이*6B / 450파이*8B
모터	AC 220V / 5-60Hz / 4P / 1750rpm
IP인증	IP66(semi)

**다양한 온실
장착 호환성**

체인 걸이, 스탠드 걸이, 운반 손잡이, 스탠딩 걸이

<신형 유동팬 홍보물 제작>

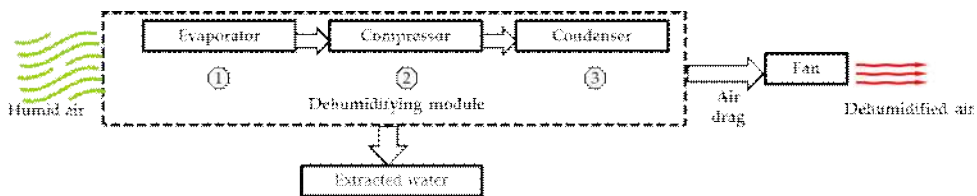
2) 연구 개발 제품에 대한 통합시스템 현장 성능평가 및 개선점 도출

□ 국내 최초 제습-난방 통합시스템(현수식) 테스트베드 구축 및 현장 적용



<연구에 사용된 서스펜션형 제습기의 전체 구조: 제습기(a)와 선풍기(b)>

- 팬은 습한 공기를 열교환기를 통해 흐르게 함. 증발기 온도가 이슬점 온도보다 낮게 유지되면 공기 중에 포함된 수증기가 증발기 벽에 떨어지게(응축) 됨. 응축된 물은 제습기 탱크에 모인 후 하수 시스템으로 보내지거나 외부로 버려짐. 증발기를 통과한 후 냉각된 건조 공기는 콘덴서를 통과하여 온실로 방출됨.
- 밀폐된 공간에서 기계의 작동 시간이 길어질수록 공기 중에 포함된 수분의 양은 효과적으로 감소함. 그림에 표시된 제습 과정은 습한 공기를 흡입하고 증기를 냉각 및 응축하여 수분을 제거한 후 제습기에서 출력으로 건조한 공기를 생성하는 과정을 포함함. 이 과정은 온실의 습한 공기가 습도 80%의 지점 1에서 제습기로 유입되는 것으로 시작됨. 공기가 냉각되면서 수증기 응축이 시작되고 이 단계는 2지점까지 계속됨. 이 응축 과정에서 공기 중 수분이 효과적으로 제거됨. 3단계에서는 콘덴서에 의해 공기가 추가로 응축되어 습도 60%의 최종 제습 공기가 만들어짐. 그 후 제습기는 건조한 공기를 출력으로 방출함.



<서스펜션형 제습기의 작동 원리를 설명하는 흐름도>

- 실험 설정에서 온실의 중간 지점에 위치한 기준 온도 및 습도 센서는 전체 시스템을 감독하는 데 중추적인 역할을 했음. 작동 매개변수를 구성하여 시스템 실행을 시작했음. 히터, 제습기, 팬을 수동으로 제어할 수 있는 스위치를 갖춘 사용자 친화적인 리모컨은 독

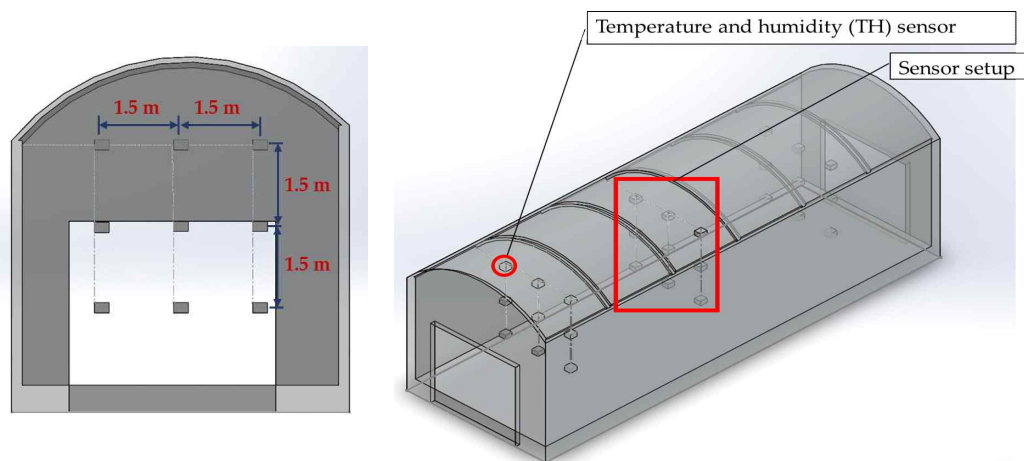
창적으로 제작됨. 리모컨과 시스템 간의 원활한 무선 통신은 클라우드 기반 데이터 수집 시스템인 썬즈보드의 통합을 통해 이루어졌음. 실험의 종합적인 평가에는 세 가지 난방 모듈과 한 가지 제습 모듈의 성능을 조사하는 것이 포함되었음. 각 구성 요소의 전력 소비를 측정하기 위해 ACS712 전류 센서를 적용했으며, 사물 인터넷 클라우드 기반 데이터 수집 시스템을 통해 실시간 데이터 수집이 가능하여 최종적으로 난방 모듈의 전력 소비가 2.91kW로 확인됐음.



<실험에 사용된 가열 모듈 (왼쪽) 및 순환 팬 (오른쪽)>

□ 국내 최초 제습-난방 통합시스템(현수식) 시험 및 분석

- 온실의 3개 구역에 27개의 온도 및 습도 센서 모듈을 균일하게 배치하고 각 구역의 상단, 중간, 하단에 3개의 모듈을 배치하여 실험을 진행했음. 센서와 센서 사이의 거리는 아래 그림 중 왼쪽에 표시된 것처럼 모든 면에서 1.5m였음. 온실 내 수직 센서 거리를 1.5m, 3m, 4.5m로 선택한 것은 재배 식물의 고유한 성장 특성과 최적의 식물 성장 환경을 위한 임계 습도 범위에 따른 것임.
- 일반적으로 높이가 0.5~3미터이고 대부분이 1~1.5미터 범위 내에서 자라는 토마토, 고추, 가지 식물의 성장 패턴을 고려하여 선택한 센서 높이는 식물 성장의 여러 단계에 해당함. 실험은 동일한 제어 장치와 작동 매개변수에서 수행되었습니다. 아래 그림은 실험용 온실의 개략도를 보여줌.



<실험 설정의 주요 측면을 보여주는 그림: 센서 배치 (왼쪽) 및 실험용 온실의 개략도 (오른쪽)>

□ 반응 시간 및 수직-수평 변동성 평가

- 레이아웃 전반에 걸쳐 제습 반응 시간과 효율성을 평가하는 것은 온실 운영 및 관리를 최적화하고 좋은 품질의 작물과 높은 생산성을 보장하는 동시에 환경적 지속 가능성을 촉진하는 데 필수적임.
- 수분 제거의 효율성을 조사하기 위해 제습기 레이아웃을 변경하여 제습 반응 시간을 평가한 결과, 레이아웃에 따라 눈에 띄는 차이가 관찰되었음. 방정식 1을 기반으로 한 이론적 예측에서는 시간당 평균 수분 제거 효율을 예상했지만 실제 실험에서도 측정되었음.
- 이 방법론은 서로 다른 세 가지 난방 모듈의 서로 다른 수평 층에 걸쳐 습도 분포를 조사하는 데 중점을 두었음 (상단, 중간, 하단). 비교 분석을 통해 상단과 하단, 중간과 상단, 중간과 하단 레이어 간의 격차를 조사했는데, 평균 차이를 계산했음. 중요한 점은 이 접근 방식이 실험 단계 전반에 걸쳐 수집된 모든 제습기 데이터를 포함하도록 확장되었다는 점임.
- 이 방법은 제습기 모듈의 상단, 중간, 하단 수평층에 대한 습도 분포를 조사했음. 결론적으로 상단과 하단, 중간과 상단, 중간과 하단 층의 차이를 평가한 다음 이 결과로부터 평균 차이를 계산했음. 이 방법은 실험에서 얻은 모든 제습기 데이터에 적용되었음.

□ 1차 시제품에 대한 제습 및 난방 반응 시간 평가

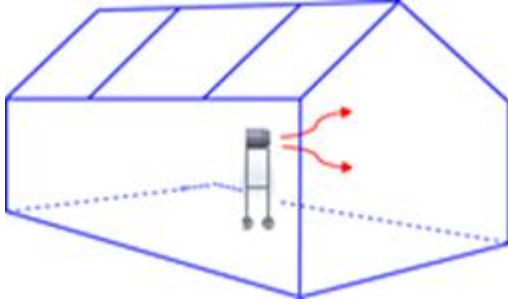
- 오전 11시부터 오후 5시까지 8시간 연속으로 진행된 실험을 통해 온실 내-외부 온도와 습도 변화를 평가했음. 이어서 온실 내부의 온도와 습도 변화에 대한 공간 변동성 분석을 수행했음. 특히 제습 모듈의 성능 테스트는 6시간의 전체 작동 시간 동안 이루어졌음.
- 각 제습기와 난방 모듈의 전력 소비량은 ACS712 전류 센서를 활용하여 평가했음. 동시에 클라우드 기반 데이터 수집 시스템을 사용하여 실시간 데이터를 수집했음. 지정된 방정식 1, 2, 3을 사용하여 밀폐된 챔버 온도를 5°C 올리는 데 필요한 시간의 이론적 계산을 수행했음. 순환 팬이 없는 시나리오와 순환 팬이 있는 시나리오 모두에서 온실 난방 모듈의 온도를 5°C 올리는 데 필요한 시간을 결정하기 위해 이론적 추정을 수행하여 개별적으로 분석했음.

$$Time (min) = \frac{Q}{Q_h} \text{ ----- (1)}$$

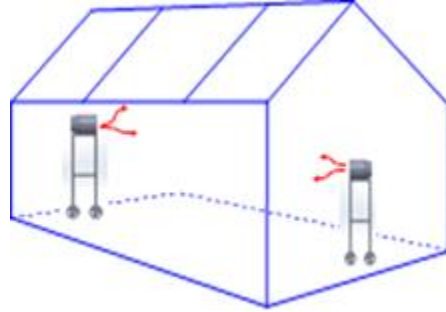
$$Q (kcal) = cm\Delta t \text{ ----- (2)}$$

$$m = volume \ of \ greenhouse \times \ specific \ mass \ of \ air \text{ ----- (3)}$$

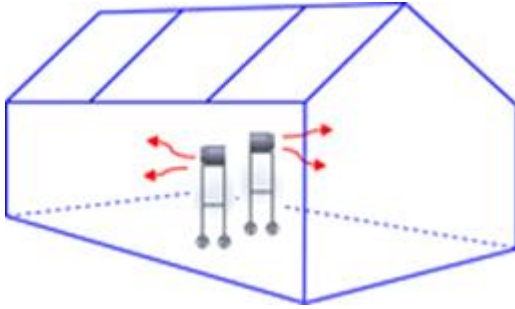
△Q=열 증가에 필요한 에너지, △Q_h=히터의 에너지, △c=공기의 비열용량, △m=챔버 내부 공기의 질량, △t=온도차이.



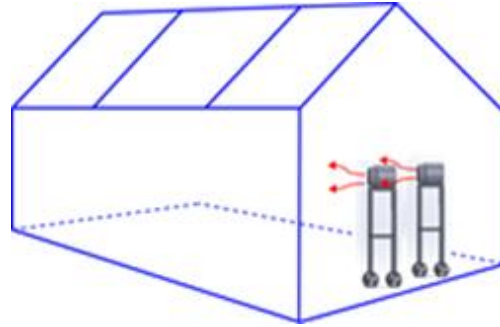
레이아웃 1: 중앙(1개)



레이아웃 2: 양쪽에 두 개
(중앙을 향함)



레이아웃 3: 중앙에 배치
(중앙에서 측면으로 반대 방향을 향함)



레이아웃 4: 한쪽에 두 개
(중앙을 향함)

<실험을 위한 온실의 다양한 제습기 설치 레이아웃>

- 제습기의 성능은 중앙 위치(레이아웃 1), 양쪽에 하나씩 배치(레이아웃 2), 중앙에 두 대가 측면을 향해 반대 방향으로 배치(레이아웃 3), 양쪽에 두 대가 중앙을 향해 배치(레이아웃 4) 등 다양한 설치 레이아웃에 걸쳐 평가되었음.
- 이러한 레이아웃은 그림 6에 설명되어 있음. 제습기는 각 설정 조건(오전 9시부터 오후 12시까지, 오후 2시부터 오후 5시까지)에 대해 3시간 동안 작동했음. 한 번의 설정 실험을 수행한 후 2시간 동안 온실을 방치하여 온실 환경을 정상 상태로 만들었음.

□ 1차 시제품에 대한 오작동 감지 및 무선통신 성능 평가

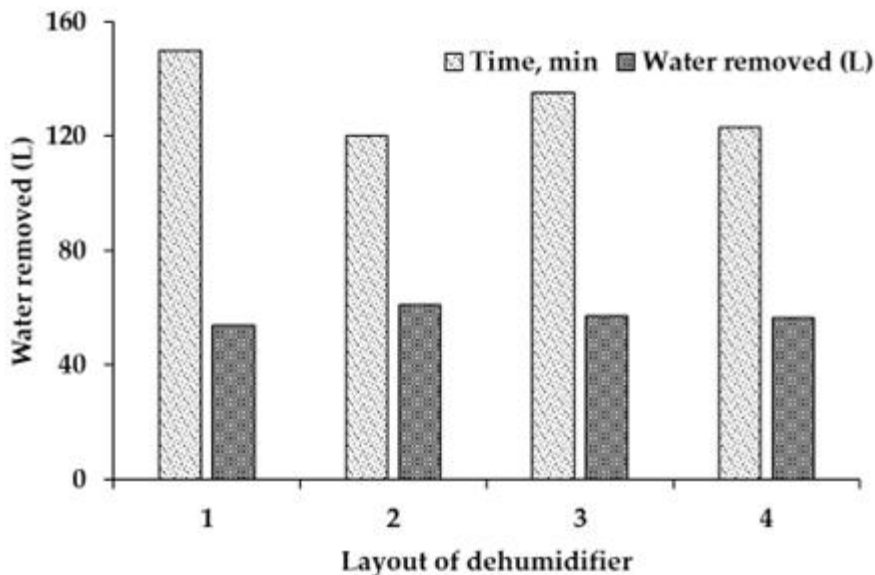
- 1차 시제품은 오작동 감지 및 무선 통신 성능을 중심으로 종합적인 평가를 진행했음. 평가에는 제습기와 난방 모듈의 온/오프 상태 조절과 전압 조정이 포함되었음. 이 과정에서 운영자에게 보내는 신호가 체계적으로 실행되었음.
- 성능 평가는 무선 통신 효율성과 잠재적 오작동 감지에 특히 주의를 기울여 전체 시스템을 포괄적으로 평가했음. 이 평가는 첫 번째 프로토타입의 견고성과 신뢰성을 보장하기 위해 효과적인 무선 통신을 유지하면서 제습기 및 난방 모듈의 작동 상태를 조절하는 기능을 강조하는 것을 목표로 했음. 시스템 상태와 감지된 오작동을 나타내는 신호가 운영자에게 지속적으로 전송되어 시제품의 기능성을 전반적으로 평가하는 데 기여했음.

○ 1차 프로토타입에 대한 개선점 도출

- 1차 프로토타입에 대한 개선점을 도출하고, 발생한 알람 처리를 위한 구체적인 조치 사항을 확인했음. 알람을 '오류'와 '경고'의 두 가지 유형으로 분류하고, 각각에 대한 처리 방안을 도출했음.
- "오류" 알람은 장비 또는 단일 장치에 문제가 발생했을 때 활성화되며, 즉각적인 주의를 환기시키기 위해 부저가 울림. 반면에 "경고" 알람은 장비 오작동 이외의 이유로 인해 유지보수가 필요한 등 제어가 불안정해지면 발령됨. "경고" 알람의 경우 이러한 경보의 특정 특성에 따라 다른 처리 절차가 마련됨.
- 또한 무선 데이터 수신 및 종료에 관한 알람을 모바일 메시지로 전달하여 시스템 이벤트에 대한 적시 커뮤니케이션 및 대응을 보장했음. 다양한 시나리오에서 경보 시스템의 효과와 대응력을 향상시키기 위해 경보 시스템을 개선하는 데 중점을 두었음.

□ 다양한 시제품 배치 실험에 따른 결과

- 제습기 레이아웃에 따른 제습 응답 시간 제습 효율은 제습기 레이아웃에 따라 눈에 띄는 차이를 보였음. 아래 그림에서 볼 수 있듯이 레이아웃 2에서 61.15L로 가장 많은 양의 물이 제거되었으며, 이는 레이아웃 3(57.23L), 레이아웃 4(56.29L), 레이아웃 1(53.70L)의 결과와 비교했을 때 가장 큰 차이를 보였음.
- 이론적 예측에서는 시간당 평균 30L의 물 제거 효율을 예상했음. 그러나 실제 실험 결과, 예상 성능의 거의 절반에 육박하는 현저히 낮은 효율이 나타남. 이러한 차이는 비닐 온실을 사용했기 때문에 완벽한 밀폐 환경을 유지하는 데 어려움이 있었기 때문일 수 있음. 놀랍게도 제습기의 성능은 각 레이아웃을 개별적으로 면밀히 조사했을 때 특히 영향력이 큰 것으로 나타남.
- 레이아웃 2는 50%의 인상적인 성능을 보여주며 가장 높았음. 반면, 레이아웃 1과 레이아웃 3은 모두 비교적 낮은 40%의 효율을 보였고, 레이아웃 4는 44%의 효율을 기록함. 이러한 결과는 환경 내 레이아웃에 따라 제습기의 효율성이 달라질 수 있음을 보여줌.



<온실 내부 제습기의 수분 제거 효율>

□ 순환 팬 유무에 따른 난방 반응 시간

- 4개의 난방 모듈을 사용한 실험의 초기 단계에서 12.3°C의 외부 온도가 관찰됨. 그 결과 전면, 중앙, 후면의 평균 내부 온도는 각각 17.5°C, 18.6°C, 18.9°C로 측정됨. 중앙의 경우 해당 평균 온도는 18.36°C, 16.06°C, 16.54°C였음. 후면은 15.7°C, 16.67°C, 19.2°C의 온도를 나타냄.
- 오후 3시에 제습기와 난방 모듈을 동시에 작동하는 동안 전면, 중앙, 후면의 최상층 평균 온도는 각각 15.13°C, 16.82°C, 17.56°C로 기록되었음. 중간은 14.27°C, 16.86°C, 17.75°C, 후면은 14.53°C, 16.73°C, 17°C의 평균 온도를 나타냄.
- 실험이 진행되면서 외부 온도가 8.39°C로 기록되자, 오후 5시에 외부 온도가 1.7°C로 떨어진 후 후속 관찰을 진행했음. 이 기간 동안 전면, 중앙, 후면 최상층의 평균 온도는 각각 5.13°C, 6.83°C, 7.34°C를 기록했음. 반면 중앙은 4.67°C, 6.27°C, 6.6°C의 평균 온도를 기록했고, 후면은 4.93°C, 5.4°C, 6°C의 온도를 나타내며 총별로 온도 변화가 있었음.
- 아래 표는 순환 팬이 있는 경우와 없는 경우를 모두 고려하여 난방 모듈을 사용하여 온실의 온도를 5°C 상승시키는 데 필요한 이론적 및 실제 시간을 나타냄. 난방 모듈의 경우 순환 팬 없이 온도가 상승하는 데 걸리는 이론적 시간은 전면 97.45분, 중앙 98.83분, 후면 96.67분으로 계산되었음. 순환 팬이 있는 실제 시나리오에서 관측된 시간은 전면 95.98분, 중앙 102.34분, 후면 93.89분이었음.

<3개의 위치에서 모듈 가열로 온실의 온도를 5°C 상승시키는 데 걸리는 이론적 시간과 실제 시간>

난방 모듈	순환 팬이 있는 경우 이론적 시간, 분	순환 팬이 있는 실제 시간, 분	순환 팬이 없는 실제 시간, 분
전면	97.45	95.98	99.97
중앙	98.83	102.34	108.64
후면	96.67	93.89	98.12

- 아래 표에는 난방 모듈과 제습 모듈의 전력 소비량이 표시되어 있음. 난방 모듈의 경우 순환 팬이 있는 경우와 없는 경우의 시나리오를 고려하여 전력 소비량을 킬로와트(kW) 단위로 기록했음.
- 모듈 1의 경우, 순환 팬이 있는 경우 전력 소비량은 0.97kW, 순환 팬이 없는 경우 0.92kW였음. 마찬가지로 모듈 2의 전력 소비량은 순환 팬이 있는 경우 0.98kW, 순환 팬이 없는 경우 1.0kW였음. 모듈 3의 전력 소비량은 순환 팬이 있는 경우 0.98kW, 순환 팬이 없는 경우 0.98kW였음. 또한 모듈 4의 전력 소비량은 순환 팬이 있는 경우 0.99kW, 순환 팬이 없는 경우 3.12kW였음.

<순환 팬 유무에 따른 난방 모듈과 제습 모듈의 소비 전력>

난방 모듈	순환 팬 있는 경우 전력 소비량, kW	순환 팬 없는 경우 전력 소비량, kW
모듈 1	0.97	0.99
모듈 2	0.98	1.0
모듈 3	0.98	0.98
모듈 4	0.99	1.0

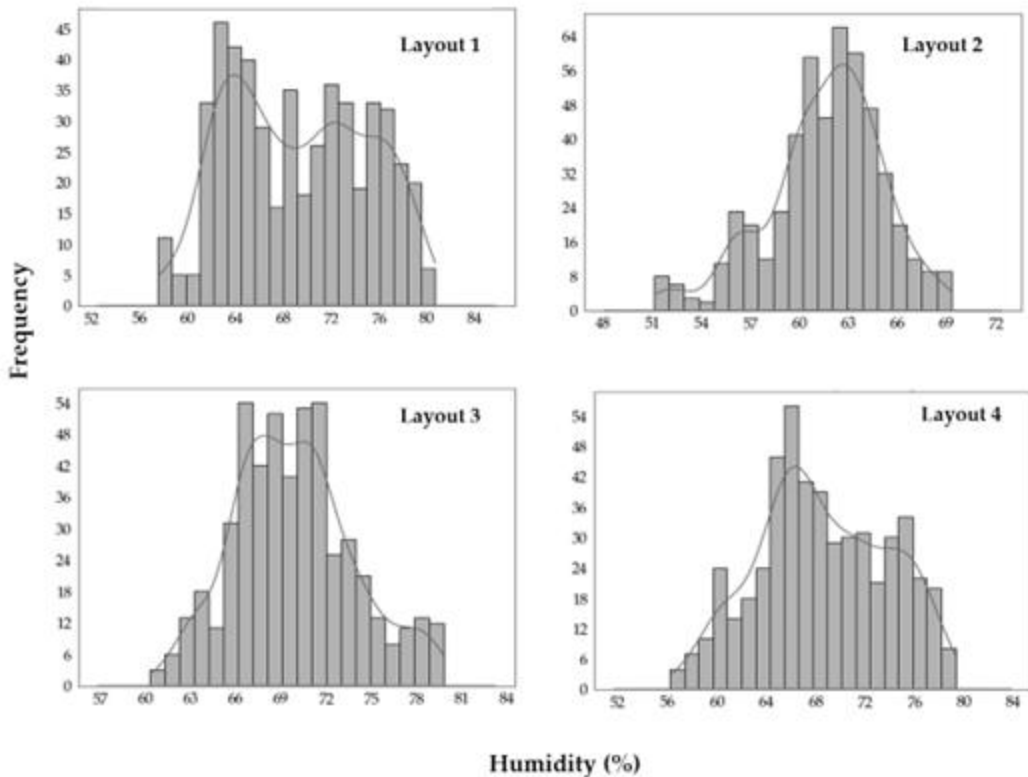
□ 제습기 배치에 따른 공간적, 수직적 가변성

- 각 레이아웃에 제습기를 가동하기 전의 초기 환경 조건을 기록하여 통계적 요약을 생성했음. 아래 표는 각 레이아웃별 초기와 최종 환경 혹은 조건에서 온실의 습도 수준을 통계적으로 요약한 것임.

<각 레이아웃에 대한 초기와 최종 환경에서의 온실 습도 (%)>

통계값	레이아웃 1		레이아웃 2		레이아웃 3		레이아웃 4	
	초기	최종	초기	최종	초기	최종	초기	최종
평균	78.06	69.17	77.94	61.54	78.58	69.85	77.76	68.58
중간	78.40	68.75	78.10	62.10	78.70	69.50	77.50	67.90
표준편차	3.71	3.82	3.28	2.54	3.74	3.00	4.25	4.25
최소	70.90	57.50	70.20	51.10	71.90	60.30	69.90	56.20
최대	85.90	80.70	85.90	69.30	87.30	79.80	89.30	79.30

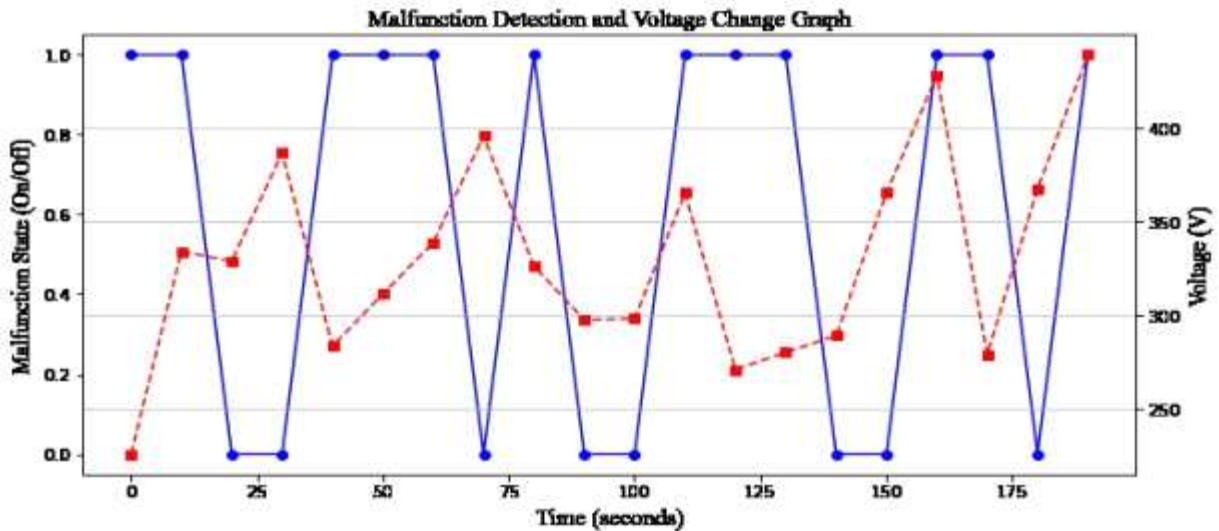
- 제공된 데이터를 분석한 결과 온실 내 지정된 레이아웃에서 뚜렷한 습도 패턴이 나타났음. 레이아웃 1은 평균 및 최대 습도가 상대적으로 높고 변동성이 중간 정도임. 레이아웃 2는 평균 습도가 더 낮고 변동성이 더 좁은 것을 나타내고, 레이아웃 3은 일관된 수치로 더 높은 평균 습도를 보여줌. 마지막으로, 레이아웃 4는 중간 정도의 평균 습도와 더 넓은 범위의 변동성을 보여줌. 이러한 패턴들은 초기 조건에서 온실 내 여러 위치의 습도 분포에 대한 정보를 제공해줬음.



<다양한 레이아웃에서 제습 후 습도 데이터의 분포>

□ 시제품에 대한 오작동 탐지 및 무선 통신 성능 평가

- 본 연구에서는 1차 시제품에 대한 오작동 탐지 및 무선 통신 성능 평가를 수행했음. 아래 그림에서처럼 시스템 내 잠재적 오작동을 식별하고 무선 통신 기능의 성능을 평가하는데 중점을 두었음.
- 프로토타입의 견고성과 신뢰성을 확인하기 위해 다양한 매개변수와 기능을 체계적으로 조사하고 테스트했음. 이러한 접근방법은 시스템을 수동적으로 관찰하고, 분석하여 잠재적인 오작동과 무선 통신 메커니즘의 효과에 대한 포괄적인 이해와 결과들을 확인할 수 있도록 했음.



<확인된 제습기의 오작동 구간>

- 클라우드 기반 데이터 수집 시스템인 씽즈보드는 웹 인터페이스를 통해 실시간 모니터링 및 제어를 용이하게 했음. 히터, 제습기, 팬을 수동으로 조작할 수 있는 스위치가 통합된 리모컨은 클라우드 기반 데이터 수집 모듈을 통해 시스템과 무선 통신을 가능하게 했음.
- 제습 및 난방 반응 시간 평가 결과, 다양한 층과 레이아웃에서 상당한 온도 변화가 나타남. 이 실험은 제습기의 습기 제거 효과를 보여주었으며, 레이아웃 2가 가장 높은 수분 제거 효율을 보였음.
- 제습 후 공간 및 수직 변동성 분석은 다양한 레이아웃이 온실 내 습도 수준에 미치는 영향을 강조했다음. 통계 요약은 각 레이아웃에 대한 평균, 중간 값, 표준편차, 최소 및 최대 습도 값을 제시하여 습도 특성에 대한 포괄적인 결과와 정보들을 제공함. 레이아웃에 따른 습도 수준의 변화는 균일한 온실 상태를 달성하기 위한 레이아웃 최적화의 중요성을 강조함.
- 실험 설정과 평가는 스마트 온실에서 제습 및 난방 모듈의 현장 성능에 대한 귀중한 통찰력을 제공했음. 이러한 연구 결과는 온실 환경 제어를 위한 효율적이고 신뢰할 수 있는 시스템 개발에 기여하여 궁극적으로 최적의 작물 성장과 생산성을 지원함. IoT 기술, 클라우드 기반 데이터 수집, 세심한 센서 배치의 통합은 온실 상태를 모니터링하고 제어하는데 중요한 역할을 했음. 이 연구는 지속 가능한 농업 관행에 대한 시사점을 통해 온실 자동화 및 환경 제어를 더욱 발전시킬 수 있는 발판을 마련했을 거라 판단됨.

3) 제품별 통합 설치 방안 연구 및 스마트팜 ICT기기 표준화 모델 제시

□ 연구개발 제품(제습기, 히팅팬 및 유동팬)에 대한 현장 적용 및 시험

- 현장 실험은 제습 테스트부터 시작하여 두 단계로 순차적으로 진행되었음. 이 단계에서는 제습 효능에 대한 종합적인 검토가 이루어졌음. 또한, 후속 테스트에서는 온실의 각 측면에 4개의 히터를 배치하여 4개의 서로 다른 레이아웃과 난방 모듈을 구현하는 것이 포함되었음. 실험 조건에는 온실의 상부에 전략적으로 배치된 순환 팬이 있는 경우와 없는 경우의 조건이 모두 포함되었음.



<실험용 온실의 위치와 사진>

□ 제습 및 난방의 수직-수평 변동성 및 균일성, 응답시간 평가

- 제습기를 중앙에 배치한 경우(레이아웃 1), 양쪽에 각각 1대씩 배치한 경우(레이아웃 2), 중앙에 2대를 배치하고 양쪽을 향해 반대 방향으로 배치한 경우(레이아웃 3), 양쪽에 2대를 배치하고 중앙을 향해 배치한 경우(레이아웃 4) 등 다양한 설치 레이아웃에 따라 제습기의 성능을 평가했음. 제습기는 각 설정 조건별로 3시간씩(오전 9시부터 오후 12시까지, 오후 2시부터 오후 5시까지) 작동했고, 한 번의 설정 실험을 수행한 후 2시간 동안 온실을 방치하여 온실 환경을 정상 상태로 만들었음. 아래 그림들은 온실 내 실험을 위한 환경임. 난방 모듈 실험을 위해 온실 4칸에 1kW 히터 4대를 설치하고, 2대의 순환팬으로 온실의 열을 균일하게 순환시켰음.



<온실 내 실험 설정 상태 - 1>



<온실 내 실험 설정 상태 - 2>

- 이 실험의 주요 목적은 현장 조건에서 난방 모듈의 성능을 평가하는 것이었음. 온실 내부에는 총 28개의 센서가 전략적으로 배치되었으며, 27개의 센서는 앞면, 중간면, 뒷면에 3개 층으로 분산 배치되었음. 각 면에는 3개의 층에 걸쳐 9개의 센서가 장착되었음. 또한 난방 모듈이 있는 제습기 앞에도 센서를 전략적으로 배치했음.
- 외부 온도와 습도를 확인하기 위해 온실 외부에 센서를 설치하여 온실 구조물로부터 10미터의 거리를 유지했음. 실험에는 4개의 난방 모듈이 사용되었으며, 실험 과정에는 순환 팬이 있는 경우와 없는 경우의 변화가 포함되었음. 지정된 실험 시간은 오전 10시부터 오후 5시까지였으며, 초기 외부 온도는 섭씨 0도, 초기 내부 온도는 섭씨 1도로 설정했음.
- 실험 전반에 걸쳐 평가된 주요 파라미터는 온도의 수직 및 수평 변동성과 균일성, 그리고 가열에 필요한 시간이었음. 이러한 평가는 수직 및 수평 차원을 모두 고려하여 온실 내 온도의 공간적 분포에 대한 이해를 도울 수 있을 거라 판단했음. 또한 이 실험에서는 여러 층에 걸친 온도의 균일성을 확인하고자 했음. 순환 팬의 유무와 같은 실험 조건의 변화와 함께 난방 모듈을 포함시킴으로써 실제 현장 조건에서 난방 시스템의 성능을 종합적으로 분석하는 데 기여했음.

□ 데이터 수집 및 분석 절차

- 온실 운영을 최적화하고, 높은 작물의 품질과 생산성을 보장하는 동시에 환경적 지속가능성을 증진하기 위해서는 레이아웃 전반에 걸쳐 제습 반응 시간과 효율성을 평가하는 것이 필수적임.
- 수분 제거의 효율성을 조사하기 위해 제습기 레이아웃을 변경하여 제습 반응 시간을 평가한 결과, 레이아웃에 따라 눈에 띄는 차이가 관찰되었음. 방정식 1을 기반으로 한 이론적 예측은 시간당 평균 수분 제거 효율을 예상했지만 실제 실험에서도 측정되었음.
- 이러한 접근방법은 서로 다른 세 가지 난방 모듈의 서로 다른 수평 층에 걸친 습도 분포를 확인하는 데 집중했음 (상단, 중간, 하단). 분석을 통해 상단과 하단, 중간과 상단, 중간과 하단 레이어 간의 불균형을 조사했음. 이러한 결과의 정점은 평균 차이를 계산하는 것이었음. 중요한 점은 이 접근 방식이 실험 단계 전반에 걸쳐 수집된 모든 제습기 데이터를 포함하도록 확장되었다는 점임.
- 할당된 센서의 습도 값을 Z값 필드로 배치하여 보간을 수행했으며, 보간을 위한 처리 범위를 환경 탭에서 수평면과 동일하게 설정하여 각 면의 온도 분포를 찾았음. 이 작업은 맵핑 소프트웨어의 공간 분석 도구를 사용하여 수행했음.

- 이 분석 도구에는 여러 가지 보간 방법이 포함되어 있지만, 이 데이터 세트에 가장 적합한 결과를 제공했기 때문에 이 연구에서는 역거리 가중치(IDW)를 사용했음. 이 방법은 제습기 모듈의 상단, 중간, 하단 수평층에 대한 습도 분포를 조사했음. 상단과 하단, 중간과 상단, 중간과 하단 레이어 간의 차이를 평가한 다음 이 결과에서 평균 차이를 계산했음. 이 방법은 실험에서 얻은 모든 제습기 데이터에 적용되었음.
- 역거리 가중법(IDW)은 100개 미만의 관측치를 포함하는 데이터 세트에 적용했을 때 우수한 성능을 보였기 때문에 이 연구에서 전략적으로 선택되었음. 습도 분포를 매핑하는 데 있어 이 방법의 효율성과 정확성은 습도 지도를 만드는 데 있어 기존 조사 방법론에 대한 시간 효율적인 대안을 제공하면서 중추적인 역할을 하게 되었음.
- 이 접근법은 기존 샘플 데이터와 공간적 상관관계를 연결하여 특정 위치의 습도 값을 예측함. 이 조사에는 온실 내 27개의 서로 다른 레이아웃에서 수집한 데이터와 3개 층(상단, 중간, 하단)에 분산된 9개의 수평 센서 지점을 분석하는 작업이 포함되었음. 역거리 가중법은 다양한 보간 기법 중에서도 사용 편의성과 접근성이 뛰어나다는 것을 입증했음.

$$z(x_0) = \sum_{i=1}^N \lambda_i z(x_i) \text{----- (1)}$$

예측 지점의 값은 각 샘플링된 지점(x, 위치 i)의 값에 해당 지점의 고유 가중치(람다, 위치 i의 경우)를 곱한 값의 합과 같음.

- 제습기의 제습 효율(DE)은 백분율로 표시되며, 제습기가 작동하는 동안 제거된 수분량(MR)을 총 전력 소비량(P)으로 나눈 다음 방정식 2에 표시된 100을 곱하여 계산함. 또한 MR은 지정된 제습 시간(T, 초)에 대해 온실 공기의 부피(V_{in}), 온실 내부의 실내 상대 습도(h_{in}), 온실 내부의 원하는 상대 습도(h_d)의 차이에 따라 계산되며, 이는 방정식 3에 나와 있는 것처럼 초 단위로 계산됨. 이 식을 활용하면 제습기의 수분 제거율과 에너지 효율 측면에서 제습기의 성능을 정량적으로 평가할 수 있음.

$$DE = \frac{MR}{P} \times 100 \text{----- (2)}$$

- DE는 제습기의 제습 효율을 백분율로 표시한 값임. 습기 제거량(MR)은 제습기가 제거한 습기의 양으로 킬로그램(kg) 단위로 측정됨. 총 전력 소비량(P)은 제습기가 작동하는 동안 소비한 총 전력량으로, kW 단위로 측정됨.

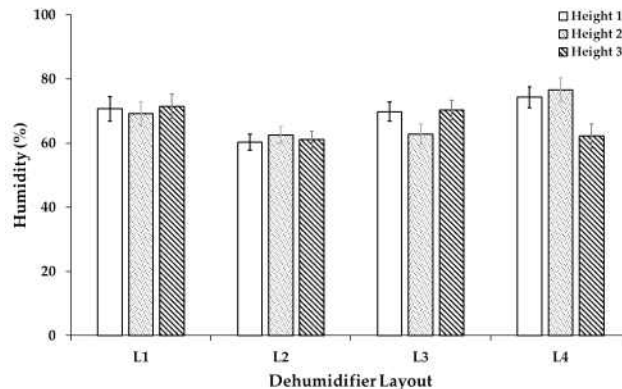
$$MR = \frac{V_{in} \times (h_{in} - h_d)}{(3600 \times t)} \text{----- (3)}$$

- MR은 시간당 킬로그램(kg/h) 단위로 측정된 수분 제거율임. V_{in} 은 입방미터(m^3) 단위로 측정된 온실 부피임. h_{in} 은 온실 내부의 실내 상대 습도(%)를 나타냄. h_d 는 온실 내부의 희망 상대 습도(%)를 나타냄. t는 제습기가 작동하는 제습 시간(초)을 측정된 값임.
- 이 방법론은 다양한 제습기 레이아웃에서 에너지 소비를 평가하여 온실 제습의 위치를 결정하는 것을 목표로 했음. 온실 내 다양한 제습기 레이아웃을 선정하고 체계적으로 변경하여 레이아웃이 에너지 소비에 미치는 영향을 조사했음. 각 레이아웃에 대한 에너지 소비 데이터를 수집했음. 데이터를 분석하여 각 레이아웃과 관련된 에너지 소비량을 평가하고 온실 환경 제습 효과를 비교 평가할 수 있었음. 분석 결과를 바탕으로 에너지 소비

량이 가장 적고 온실 제습에 가장 적합한 위치가 결정되었음.

□ 제습기 배치에 따른 제습 반응 시간 및 수직-수평 변동성 및 균일도

- 제습기 배치에 따른 제습 반응 시간 및 균일도: 온실 내 레이아웃에 따른 습도 표준편차를 통계적으로 요약하면 습도 균일도에 차이가 있음을 알 수 있음. 레이아웃 중 레이아웃 2가 2.54로 가장 낮은 표준 편차를 보여 비교적 안정적이고 일관된 습도 수준을 나타냄. 반면 레이아웃 4는 4.25로 가장 높은 표준 편차를 기록하여 습도 값의 분산이 더 넓고 변동성이 크다는 것을 의미함.
- 레이아웃 1과 레이아웃 3은 각각 3.82와 3.00의 표준 편차를 기록하여 그 사이에 속하며 습도의 변동이 중간 정도임을 나타냄. 전반적으로 이러한 표준편차 값은 각 레이아웃의 습도 변동성 정도에 대한 결과를 제공하여 온실 내 습도 분포의 균일성과 예측 가능성을 평가하는 데 도움이 됨.
- 실험 기간 내내 다양한 층과 레이아웃에서 습도 변화가 관찰되었음. 아래 그림에서 각각의 레이아웃에 그려진 선은 습도의 변동성을 보여줌. 레이아웃 1에서는 제습 후 습도 변화가 층마다 11~15%의 변동성을 보였음.
- 반면, 레이아웃 2에서 제습 후 층간 변동성이 8~10%로 더 좁은 범위를 보였음. 레이아웃 3과 레이아웃 4의 경우 제습 후 레이아웃 간 변동성은 각각 8~10%, 11~22%였습니다. 따라서 레이아웃 2가 각 레이아웃 간에 더 균일한 것으로 나타남.

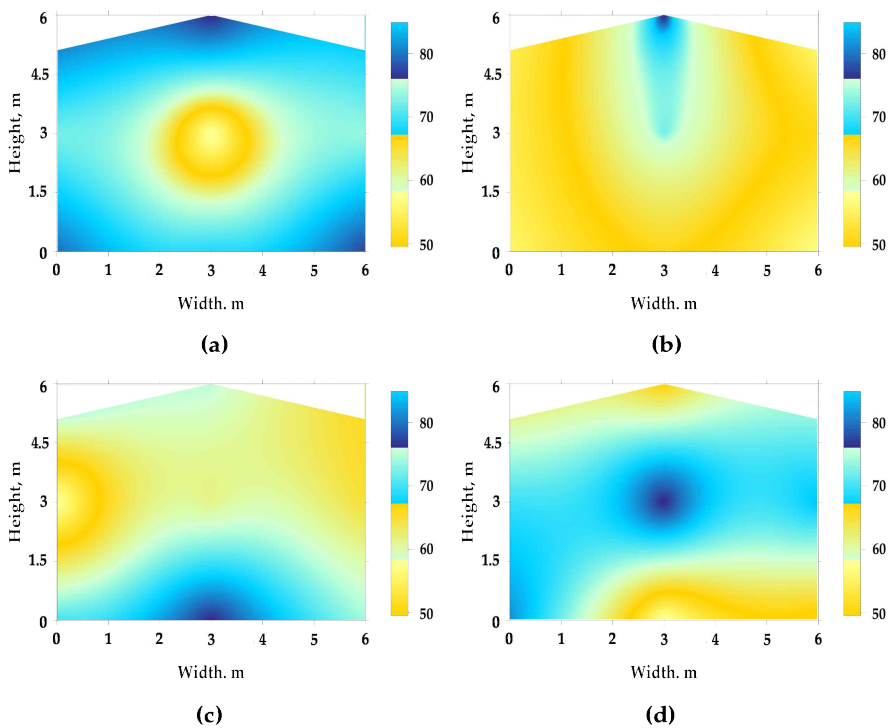


<온실의 다양한 층(높이)에서의 습도 변화>

- 온실 내 습도 변동성 분석은 다양한 레이아웃에 걸쳐 수직 및 수평 치수를 모두 고려함. 이를 통해 각 레이아웃 내 습도의 공간적 변동을 조명하여 온실 환경 내 습도 분포 패턴을 쉽게 이해할 수 있음. 실험은 제습기 모듈이 9시부터 12시까지 작동한 후 14시부터 17시까지 이틀 동안 2시간 휴식 후 재개되는 일정을 따랐음.
- 제습 후 온실 내 수직 변동성에 대한 결과는 아래 그림에 나와 있고, 실험 중 습도의 수평적 변동성을 보여줌. 전체적으로 온실 후면 하층에서 제습 전 89%의 가장 높은 습도를 기록한 반면, 전면 상층에서는 제습 전 가장 낮은 습도(70%)가 관찰되었음. 하지만 제습 후에는 온실 내부에서 가장 높은 습도(79%)와 가장 낮은 습도(51%)가 관찰됨.
- 레이아웃 1의 경우, 등고선 맵을 보면 이 구성이 중앙 영역에서는 어느 정도 습도 제어가 가능하지만 온실 주변부로 갈수록 균일성을 확보하기에는 부족함을 알 수 있음. 측면 근처의 습도 수준은 지속적으로 상대적으로 높게 유지됨. 이 레이아웃의 경우 습도는 주로 온실 내 작물 높이 수준에서 측정됨. 레이아웃 2에서는 레이아웃 1에 비해 개선된 점이

관찰됨. 이 배치는 종양과 측면 모두에서 습도를 효과적으로 완화시킴.

- 등고선 맵은 온실 전체에 더 고르게 분포된 습도 프로파일을 나타냄. 레이아웃 1과 마찬가지로 대부분의 습도가 작물 높이 수준에 표시 됐지만 레이아웃 2는 온실 내 모든 수평 수준에 걸쳐 더 균일한 습도 분포를 보여줌. 레이아웃 3은 레이아웃 1에 비해 발전된 모습을 보여줌. 그러나 레이아웃 2에서 보여준 균일한 습도 제어 수준에는 미치지 못함.
- 등고선 맵에서는 측면의 습도 수준이 감소한 것으로 나타나지만 온실 전체에 걸친 습도 분포의 불균형이 지속됨. 이 레이아웃의 경우 습도는 주로 작물 높이 수준에서 축적되며 온실의 최상층까지 부분적으로 영향을 미침.
- 레이아웃4는 균일한 습도 수준을 설정하는 데 가장 낮은 효과를 나타냄. 등고선 맵은 온실의 한쪽 면의 습도 감소를 강조하는 반면, 반대쪽과 종양은 최소한의 영향을 받음. 이 시나리오에서는 습도 축적이 온실 내 모든 층에 분산되어 각 층에서 부분적인 제습이 이루어짐.

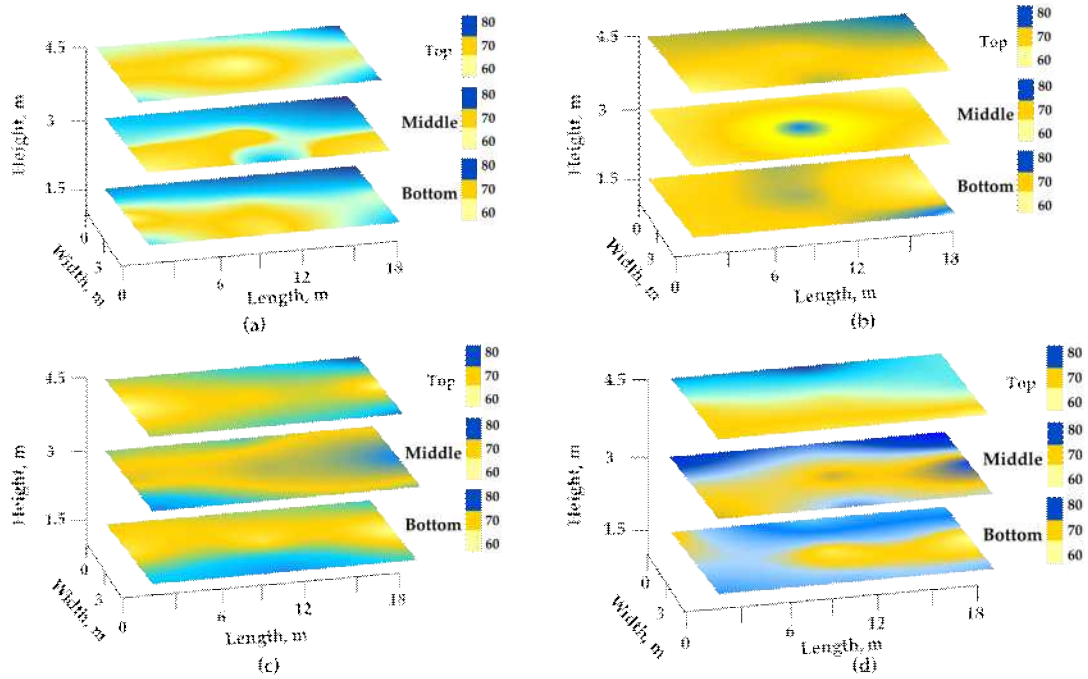


<레이아웃 1(a), 레이아웃 2(b), 레이아웃 3(c), 레이아웃 4(d)에 대한 온실 내부 습도의 수직 변동성>

- 등고선 지도 분석에 따르면 레이아웃 2(제습기를 종양에 배치하고 종양에서 측면으로 반대 방향을 향하게 배치)가 온실 전체의 습도를 균일하게 제어하는 데 가장 효과적이라는 결론을 내릴 수 있음. 습도 수준을 가장 잘 분배하여 식물 성장에 보다 일관되고 적합한 환경을 보장함. 2위는 레이아웃 3, 3위는 레이아웃 4, 4위는 레이아웃 1이 각각 차지함.

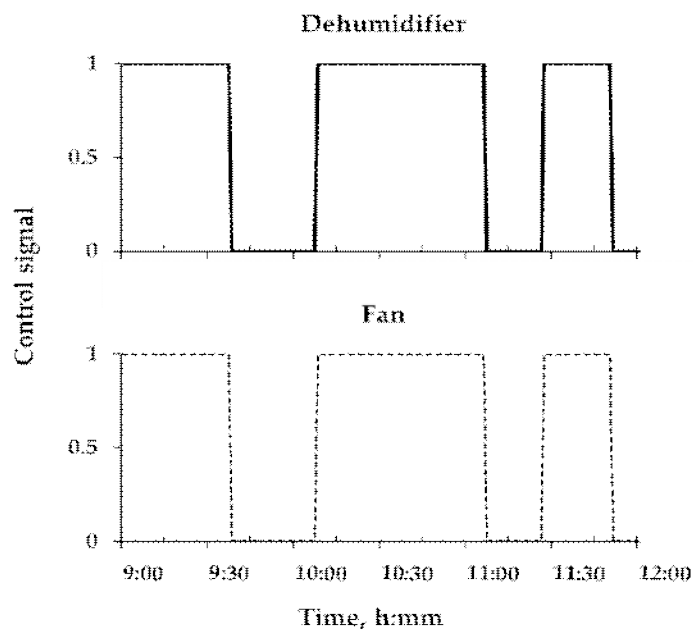
□ 제습기 배치에 따른 에너지 소비량

- 제습기의 성능을 평가하기 위해 온/오프 신호의 원격 모니터링을 기록했음. 이 신호는 사전 정의된 환경 제어 변수에 의해 결정되며 제습기의 작동 상태를 나타냄. 아래 그림은 실험 중에 관찰된 온/오프 신호 패턴을 보여줌.



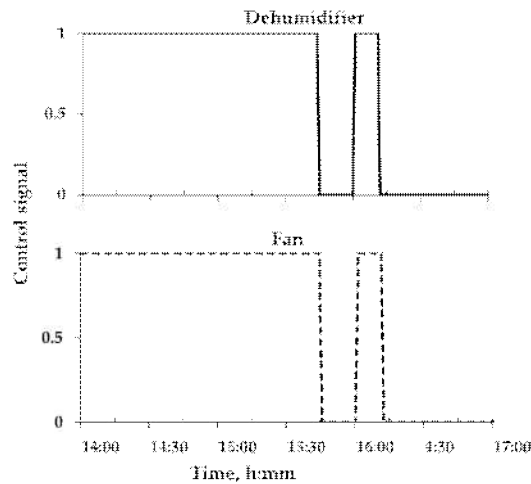
<레이아웃 1(a), 레이아웃 2(b), 레이아웃 3(c), 레이아웃 4(d)의 온실 내부 습도의 수평적 변동성>

- 레이아웃 1에서 제습기 모듈의 "켜짐" 신호는 실험 시작부터 일관되게 높게 유지되었음. 0.5시간이 지난 오후 9시 37분에 "꺼짐" 신호가 활성화된 후 오후 10시 08분부터 11시 06분까지 "켜짐" 신호가 다시 켜졌음. 오후 11시 27분에 "켜짐" 신호가 다시 한 번 활성화되어 오후 11시 50분까지 높은 상태를 유지했고, 그 후 "꺼짐" 신호가 트리거되어 남은 작동 시간 동안 지속되었음. 팬 신호는 제습기 신호에 대응하여 그림 7 (a)에 표시된 대로 "켜짐"과 "꺼짐"을 반복했음.



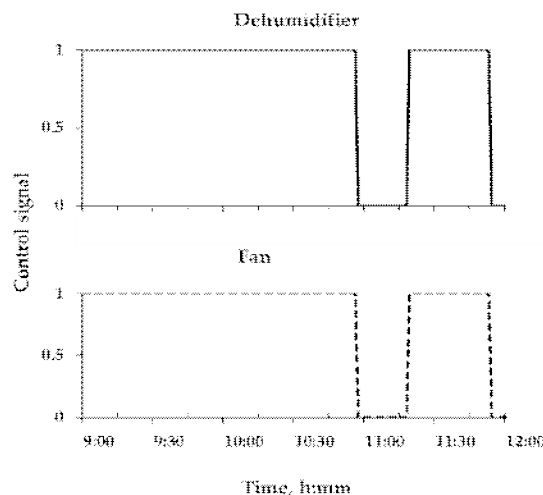
<제습기 모듈의 온/오프 신호 및 다양한 레이아웃의 팬 - 1>

- 레이아웃2에서 제습기 모듈의 "켜짐" 신호는 실험 시작부터 일관되게 높게 유지되었습음. 1.75시간 후(오전 03시 44분) "꺼짐" 신호가 활성화되어 오후 04시까지 높은 상태를 유지했음. 오전 04시 01분부터 오후 04시 11분까지 "켜짐" 신호가 다시 켜졌음. 그 후 오후 04:11에 "꺼짐" 신호가 트리거되어 작동 시간 동안 높은 상태를 유지했음. 아래 그림에 표시된 것처럼 팬 신호는 제습기 신호에 따라 제습기 신호와 동기화되어 작동했음.



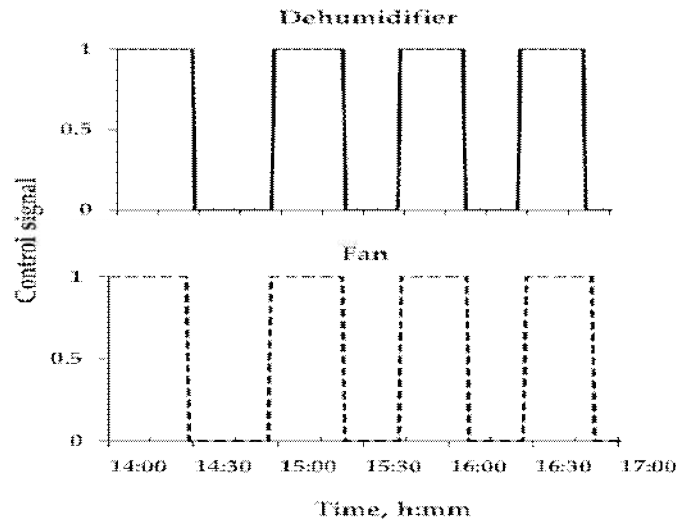
<제습기 모듈의 온/오프 신호 및 다양한 레이아웃의 팬 - 2>

- 레이아웃 3에서는 제습기 모듈의 '켜짐' 신호가 실험 시작부터 일관되게 높게 유지되었음. 2.0시간 후(오전 10시 57분) "꺼짐" 신호가 활성화되어 오전 11시 17분까지 높게 유지되었음. 그리고 아래 그림에서와 같이, 오전 11시 18분부터 오전 11시 53분까지 "켜짐" 신호가 다시 켜지고, 나머지 작동 시간 동안 높게 유지되었음. 팬 신호는 제습기 신호와 동기화되어 작동했음.



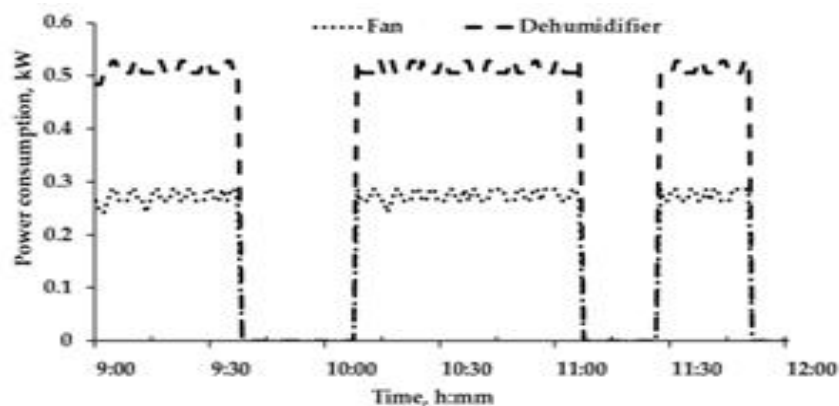
<제습기 모듈의 온/오프 신호 및 다양한 레이아웃의 팬 - 3>

- 레이아웃4에서 제습기 모듈의 "켜짐" 신호는 실험 시작부터 지속적으로 높았음. 0.5시간 후(오후 02시 27분) "꺼짐" 신호가 활성화되었고, 오후 02시 57분부터 오후 03시 22분까지 "켜짐" 신호가 다시 켜졌음.
- 오후 03시 42분부터 "켜짐" 신호가 다시 한 번 작동하여 오후 04시 06분까지 높게 유지되었고, 이후 오후 04시 27분에 "켜짐" 신호가 다시 켜져 오후 04시 50분까지 일정하게 유지된 후 꺼지고 나머지 작동 시간 동안 일정하게 유지되었음. 팬 신호는 아래 그림처럼 제습기 신호를 따라가며 제습기 신호와 동기화되어 작동했음.



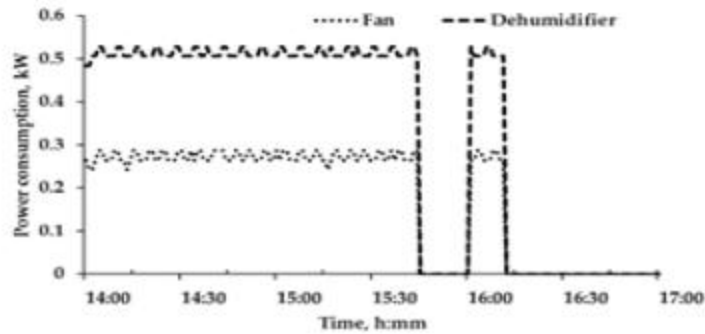
<제습기 모듈의 온/오프 신호 및 다양한 레이아웃의 팬 - 4>

- 전력 소비 상태를 지속적으로 모니터링하면 액추에이터의 원하는 성능 수준에 대해 이해할 수 있었음. 또한 가변 정격 전력 소비 상태를 평가하여 하드웨어 관련 문제를 감지하는 데 도움이 되었음.
- 레이아웃 1에서 팬의 전력 소비량은 0.242kW에서 0.264kW까지 다양했고, 제습기의 전력 소비량은 0.506에서 0.528kW까지 나타났음. 아래 그림은 온실 실험 전반에 걸친 전력 소비 현황을 보여줌. 제습기 모듈과 팬을 포함한 다양한 액추에이터의 전력 소비 곡선은 온/오프 신호에 따른 전력 소비율을 보여주었음.



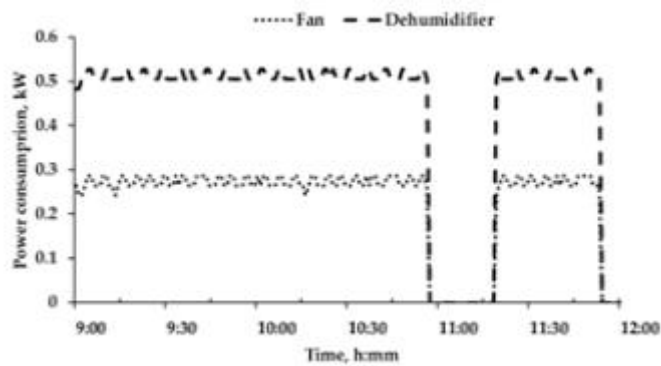
<다양한 레이아웃에서 팬과 제습기의 현재 센서 신호 및 전력 소비량- 1>

- 마찬가지로 레이아웃 2에서 팬은 0.242kW~0.264kW 범위의 전력 소비를 보였고, 제습기 전력 소비는 0.506kW~0.528kW로 분포했음. 아래 그림은 온실 실험 중 전력 소비 현황을 보여주며, 전력 소비 곡선은 각 액추에이터의 온/오프 신호에 따른 비율을 나타냄.



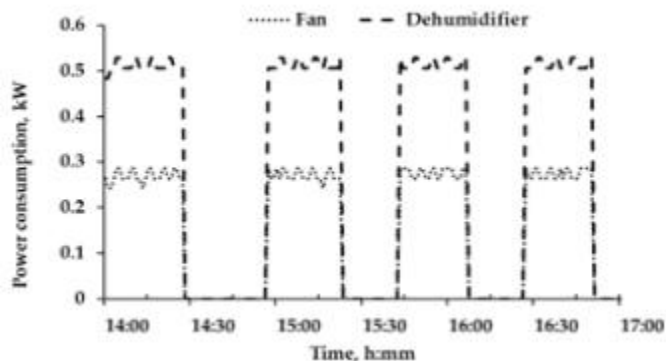
<다양한 레이아웃에서 팬과 제습기의 현재 센서 신호 및 전력 소비량- 2>

- 레이아웃3에서 팬의 전력 소비는 0.242kW에서 0.264kW까지, 제습기의 전력 소비는 0.506kW에서 0.528kW까지 나타났음. 아래 그림은 온실 실험 전반에 걸친 전력 소비 상태를 보여 주며, 제습기 모듈과 팬의 온/오프 신호에 따른 전력 소비 곡선을 보여줌.



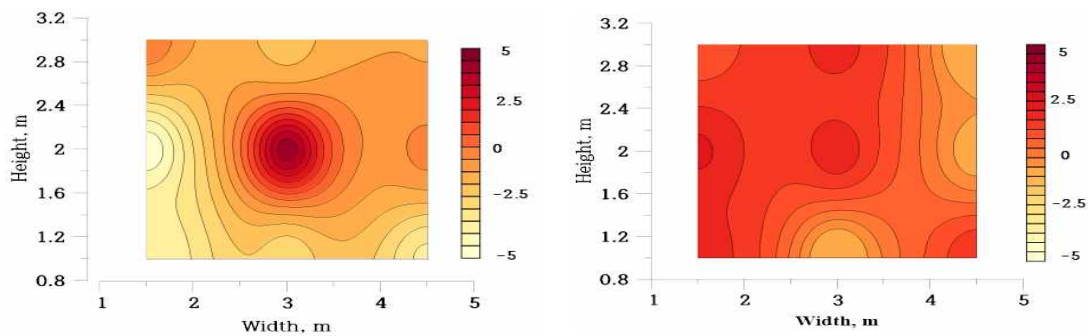
<다양한 레이아웃에서 팬과 제습기의 현재 센서 신호 및 전력 소비량- 3>

- 레이아웃 4의 경우, 팬과 제습기 모두 각각 0.242kW~0.264kW, 0.506kW~0.528kW 범위의 전력 소비를 보였음.



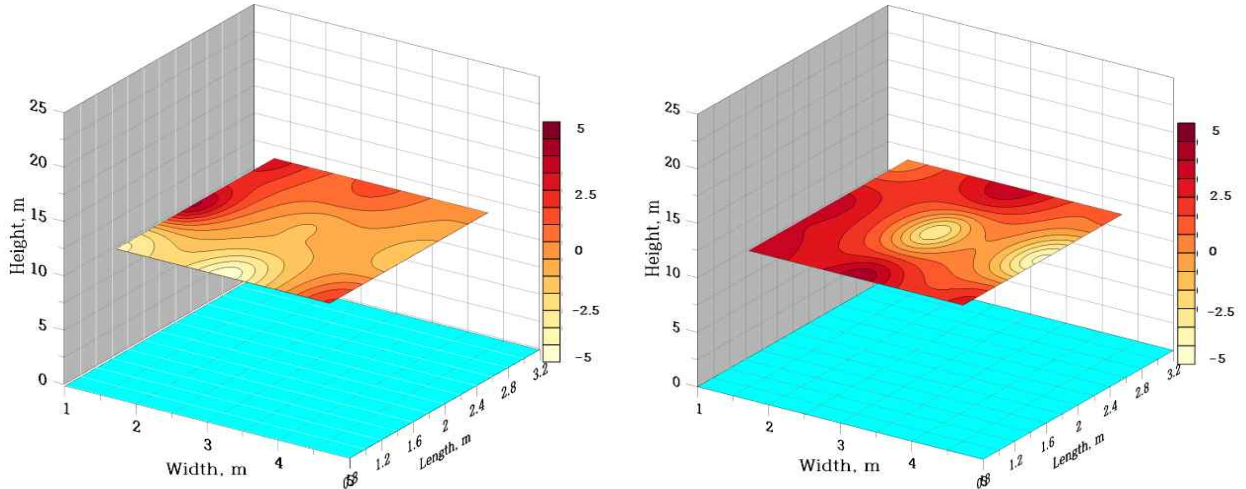
<다양한 레이아웃에서 팬과 제습기의 현재 센서 신호 및 전력 소비량- 4>

- 이 연구는 소형 현수형 제습기를 온실 내 다양한 레이아웃으로 배치하여 장소별 습도 관리의 효과를 입증했음. 그 결과 제습기를 양쪽에 배치하고 중앙을 향하게 배치한 경우(레이아웃2)가 온실의 모든 층에서 가장 균일한 습도 제어가 가능했음.
- 이 디자인은 중앙뿐만 아니라 측면의 습도 수준도 낮추어 최적의 식물 성장을 위한 균형 잡힌 환경을 조성했습니다. 제습 및 팬 작동의 자동 제어를 위해 센서 데이터 분석을 사용하여 시스템의 효율성을 높였음.
- 기록된 전력 소비량과 온/오프 신호는 액추에이터의 성능과 하드웨어 관련 문제에 대한 이해를 할 수 있도록 했음. 전반적으로 에너지 효율과 작물 요구 사항에 중점을 두고 온실의 습도 제어 전략을 최적화하는 데 유용한 정보를 제공했음.



<순환 팬이 없는 온실(왼쪽)과 순환 팬이 있는 온실(오른쪽) 내부의 난방 모듈의 수직 변동성>

- 온실 내 온도 변동성 조사는 다양한 레이아웃에 걸쳐 수직 및 수평 차원을 모두 포함하여 순환 팬을 사용하거나 사용하지 않을 때의 난방 반응의 공간적 변동에 대한 정보를 제공해주고 이해를 도왔음.
- 이러한 분석은 온실 환경 내의 온도 분포 패턴을 이해하는 데 기여했음. 이 실험은 난방 모듈이 9시부터 12시까지 작동하고 14시부터 17시까지 이틀 동안 2시간 휴식 후 재개되는 일정을 따랐음.
- 온실 난방 후 온도의 수직 변동성과 관련된 결과는 위 그림에 제시되어 있음. 동시에 아래 그림은 실험 중 온도 반응의 수평적 변동성을 보여줌. 처음에는 온실 뒤쪽 하층에서 난방 전 최고 온도인 섭씨 -1도를 기록한
- 반면, 앞쪽 상층에서는 난방 전 최저 온도(섭씨 -3도)가 관찰되었음. 그 후 난방 후 온실 내부에서 가장 높은 온도(섭씨 3도)와 가장 낮은 습도(섭씨 1도)가 관찰됨.
- 순환 팬이 없는 난방의 경우, 수평 변동성의 등고선 지도를 보면 이 시스템 디자인은 히터 근처에서는 어느 정도 온도를 제어할 수 있지만 온실 전체에 걸쳐 균일성을 보장하기에는 부족하다는 것을 알 수 있었음 (아래 그림 왼쪽).
- 측면 근처의 온도 수준은 지속적으로 상대적으로 높게 유지되었음. 반대로 순환 팬을 이용한 난방의 경우, 개선이 결과가 관찰됨.
- 온실 전체에 더 고르게 분포된 온도 프로파일을 보여주는 등고선 맵에서 볼 수 있듯이 이 배열은 중앙과 측면 모두에서 온도를 효과적으로 완화시켰음 (아래 그림 오른쪽).



<순환 팬이 없는 경우 (왼쪽)와 순환 팬이 있는 경우의 온실 내부 난방 모듈의 수평 변동성(오른쪽)>

□ 스마트팜 온실 보급을 위한 ICT 장비 표준화

- 국내 온실 및 축산 분야 스마트팜 ICT 장비의 국가 표준 제정은 한국정보통신기술협회 (TTA)가 주도하는 전략적인 계획들을 통해 발전해 왔음. 그 과정은 2014년 한국정보통신기술협회 산하의 정보기술융합기술위원회 산하에 '스마트농업분과(PG426)'가 구성되면서 시작되었음. 이 분과는 단체 표준에 중점을 두고 수년 동안 스마트 농업의 표준 환경을 형성하는 데 중추적인 역할을 해왔음.
- 가장 최근인 2021년 현재, 스마트팜 ICT 장비의 국가 표준 개발 현황은 상당한 진전을 보이고 있음. 한국정보통신기술협회는 온실 및 축산 분야에 중점을 두고 약 80개의 단체 표준을 제정 및 개정하는 데 중요한 역할을 해왔음. 이 중 5개의 중요한 국가 표준이 처음으로 제정되었음. 이러한 국가 표준은 광범위한 표준화 효과가 예상되는 장비 및 모델에 중점을 두고 기존 단체 표준을 업그레이드하는 방식으로 고안되었음.

□ 연구 개발 제품에 대한 비즈니스 모델 표준화 제시

- 개선된 시제품의 성능 평가와 스마트팜 ICT 기기의 표준화 제안에 대한 이 광범위한 실험이 완료됨에 따라 특히 온실 습도 및 온도 제어 영역에서 농업 관행을 발전시키는 데 중요한 진전이 이루어졌음. 서스펜션 타입으로 구성된 개선된 제습 및 난방 시스템의 현장 적용은 대한민국 충남대학교 연구용 비닐하우스와 철골 온실에서 이루어짐. 길이 18미터, 너비 6미터, 높이 6미터의 총 면적 648m³에 달하는 이 온실은 프로토타입의 향상된 기능을 평가하기에 이상적인 환경이었음.
- 실험은 세심한 제습 테스트부터 시작하여 두 가지 단계로 구성되었음. 이 단계에서는 온실 내 각기 다른 위치에 제습기를 전략적으로 배치하여 4개의 레이아웃에 걸쳐 제습 프로세스의 효율성을 면밀히 조사했음. 그 후, 실험은 난방 모듈 테스트로 전환되어 온실 모서리에 1kW 히터 4대를 배치하고 두 대의 순환 팬과 함께 열을 균일하게 분배하는 방식으로 진행되었음.
- 특히 제습 모듈의 경우 2023년 7월 17일부터 18일까지, 난방 모듈의 경우 2023년 12월 22일부터 25일까지 실험을 연장했음. 평가 과정에서는 제습과 난방 모두에 대한 응답 시간과 함께 수직 및 수평 변동성 및 균일성을 모두 고려했음. 온실의 전면, 중간, 후면에

- 전략적으로 배치된 총 28개의 센서를 3개 층에 걸쳐 배치하여 성능 지표를 측정했음. 이러한 종합적인 센서 배열을 통해 온도와 습도의 공간적 분포를 보다 정확히 파악할 수 있었기 때문에 실제 현장 조건에서 프로토타입의 성능을 철저히 분석할 수 있었음.
- 온실 내 습도 변동성에 대한 세심한 분석을 통해 시스템의 효율성에 대한 중요한 결과를 얻을 수 있었고 가능성을 확인하였음.
 - 연구 결과, 제습기가 양쪽에 배치되고 중앙을 향하는 레이아웃(레이아웃 2)이 온실의 모든 층에서 균일한 습도 제어를 달성하는 데 가장 효과적인 것으로 나타났음. 이 구성은 중앙에서 균형 잡힌 습도 분포를 달성했을 뿐만 아니라 이러한 균형을 측면으로 확장하여 식물 성장을 위한 최적의 환경을 조성했음.
 - 수직 및 수평 치수를 모두 고려하여 온실 내 온도 변동성을 조사한 결과 난방 모듈의 반응에서 중요한 결과를 확인할 수 있었음. 순환 팬이 없는 구성에서는 온도 제어가 중앙에서는 효과적이지만 온실 주변부로 갈수록 균일하지 않았음. 그리고 순환 팬을 도입하자 온도 프로파일이 크게 개선되어 온실 전체에 열이 더 고르게 분포되었음.
 - 에너지 소비 분석은 제습 및 난방 모듈의 효율성에 대한 귀중한 정보들을 제공했음. 온/오프 신호와 전력 소비를 지속적으로 모니터링함으로써 액추에이터의 성능을 미묘하게 파악하여 하드웨어 관련 문제를 감지하고 에너지 사용을 최적화할 수 있었음.
 - 이 실험의 궁극적인 목표는 제안된 프로토타입의 효율성에 대한 설득력 있는 사례를 제시하고 스마트팜 ICT 디바이스 표준화를 위한 가능성 및 더 쉽게 이해하기 위한 정보를 제공하는 것임. 이 연구는 온실의 습도 및 온도 제어 전략을 최적화하고 에너지 효율성을 강조하며 작물 요구 사항에 부합하는 지식에 기여할 거라 판단됨. 이는 스마트팜의 지속 가능한 발전과 생산성 향상을 위한 중요한 단계이며, 농업 기술 및 온실 관리의 미래 발전 기반을 구축하는 데 핵심적인 역할을 할 것임.

3. 연구개발과제의 수행 결과 및 목표 달성 정도

1) 연구수행 결과

(1) 정성적 연구개발성과

- 원에 온실용 고효율 하이브리드 제습 난방기 성능개선 및 사업화
 - 제습기 성능개선 및 사업화
 - 방수 모터 및 하우징 개발
 - 부품 재배치를 통한 제습 성능 개선
 - 고온다습한 온실환경 적용을 위한 모터 선정 및 재설계
 - 기존대비 향상된 IP등급 모터 개선작업
 - 히팅팬 성능개선 및 사업화
 - 발열성능을 개선한 히팅팬 개발
 - 내구성 향상을 위한 SUS 케이싱적용
 - 카본히팅램프 사용을 통한 안정성 확보
 - 다기능 멀티팬 개발
 - 유동팬 성능개선 및 사업화
 - 수입산을 대체할 수 있는 성능 확보
 - 기존 국내사양에 없는 280W 모터 개발
 - IP55등급 개선을 통한 온실 환경 최적화
 - 450파이 이상급 블레이드 설계 및 제작
 - 최적의 온실 환경 자동 제어 시스템 개발
 - 제습난방 성능평가를 위한 센서 및 제어노드 제작
 - 제습난방 통합 시스템 현장 성능평가 및 개선점 도출
 - 최적의 환기 및 온·습도 제어를 위한 시간대별 제어 알고리즘 개발
 - 제습기, 히팅팬, 유동팬의 통합 설치 방안 연구 및 제품용 비즈니스 모델 개발
 - 온·습도 환경 및 제품의 고장 상황을 고려한 연계제어 개발
 - 습도 산출 알고리즘을 통해 계산된 최적의 습도 제어 모듈 개발
 - 개발 제품에 대한 ICT 기술을 활용한 고장 인지 및 알람 서비스 개발
 - ICT 기술을 이용한 제습기 고장 인지 기술 개발
 - 개선된 시작품 성능평가
 - 통합 제어반 원격 제어 및 고장 알람 서비스 개발
 - 스마트팜 ICT 기기 표준화 제시

(2) 정량적 연구개발성과

성과목표	사업화지표												연구기반지표									
	지식 재산권				기술 실시 (이전)		사업화						기술인증	학술성과				교육지도	인력양성	정책 활용·홍보		기타 (타 연구 활용 등)
	특허출원	특허등록	품종등록	SMART	건수	기술료	제품화	매출액	수출액	고용창출	투자유치	논문		학술발표	논문평균IF	SCI	비SCI			정책활용	홍보전시	
단위	건	건	건	평년비율	건	백만원	건	백만원	백만원	명	백만원	건	건	건	건	건	명	건	건			
가중치	10	10					20	20	5	5		10				5		5	5	5		
최종목표	4	4					3	6,700	2,900	15		4		2		5		3	13	38		
1년차 2021	목표	1	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	1	-	1	-	3	-	
	실적	1	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	1	-	0	-	3	-	
2년차 2022	목표	2	1	-	-	-	1	200	-	2	-	1	-	-	-	2	-	1	1	5	-	
	실적	2	1	-	-	2	-	275	-	1	-	1	-	-	-	2	-	2	-	10	-	
3년차 2023	목표	1	1	-	-	-	2	500	100	2	-	3	-	1	-	2	-	1	2	5	-	
	실적	2	2	-	-	-	1	443	0	2	-	1	2	1	-	2	-	1	-	2	-	
소 계	목표	4	2	-	-	-	3	700	100	5	-	4	-	2	-	5	-	3	3	13	-	
	실적	5	3	-	-	2	-	718	0	5	-	2	2	1	-	5	-	3	-	15	-	
달성률(%)	100	100	-	-	-	-	100	100	0	100	-	50	-	50	-	100	-	100	0	100	-	

(3) 세부 정량적 연구개발성과

[과학적 성과]

논문(국내외 전문 학술지) 게재

번호	논문명	학술지명	주저자명	호	국명	발행기관	SCIE 여부 (SCIE/비SCIE)	게재일	등록번호 (ISSN)	기여율
1	Evaluation of a 0.7 kW Suspension-Type Dehumidifier Module in a Closed Chamber and in a Small Greenhouse	Sustainability	Md Nafiul Islam		Swiss	MDPI	SCIE	2023.03.15	2071-1050	100
2	Comparison of heating modules for suspension-type multipoint temperature variability management in smart greenhouses	Smart Agricultural Technology	Md Zafar Iqbal		Italy	ELSEVIER	비SCIE (SCOPUS)	2023.07.31	2772-3755	100
3	Spatial, Temporal, and Vertical Variability of Ambient Environmental Conditions in Chinese Solar Greenhouses during Winter	Applied Science	MD Nasim Reza		Swiss	MDPI	SCIE	2023.30.08	2076-3417	100

국내 및 국제 학술회의 발표

번호	회의 명칭	발표자	발표 일시	장소	국명
1	(사)한국생물환경조절학회 2023년	Md Ashrafuzzaman Gulandaz	2023.09.21	Lotte Resort Buyeu	Republic of Korea
2	한국생물환경조절학회, 2023년 가을학기	Md Ashrafuzzaman Gulandaz	2023.04.20	Seoul National University Siheung Campus	Republic of Korea
3	ICGAB (International Conference on Green Agro-industry and Bioeconomy)	Md Ashrafuzzaman Gulandaz	2022.07.12	Malang, East Java	Indonesia
4	2 nd International Conference of Agricultural Institute	Md Ashrafuzzaman Gulandaz	2022.10.07	Daejeon	Republic of Korea
5	(사)한국농업기계학회/ 2021 추계학술대회	Md Ashrafuzzaman Gulandaz	2021.10.27	Jeju	Republic of Korea

[기술적 성과]

□ 지식재산권(특허, 실용신안, 의장, 디자인, 상표, 규격, 신품종, 프로그램)

번호	지식재산권 등 명칭 (건별 각각 기재)	국명	출원				등록			기여율	활용 여부
			출원인	출원일	출원 번호	등록 번호	등록인	등록일	등록 번호		
1	온습도 센서 및 레일을 이용한 온실 내 온습도 제어시스템	한국	(주)신안그린테크	21.12.30	10-2021-0191007				100		
2	온습도 센서 및 레일을 이용한 온실 내 온습도 제어시스템	한국				(주)신안그린테크	2022.09.22	10-2447621	100		
3	바람손실을 줄여 향산된 제습량을 확보한 제습장치	한국	(주)신안그린테크	22.11.14	10-2022-0151947				100		
4	제습장치	한국	(주)신안그린테크	22.11.14	10-2022-0151934				100		
5	제습기	한국	(주)신안그린테크	22.11.15	디자인-2022-0047048				100		
6	바람손실을 줄여 향산된 제습량을 확보한 제습장치	한국				(주)신안그린테크	2023.05.24	10-2538124	100		
7	제습장치	한국				(주)신안그린테크	2023.05.24	10-2538127	100		

□ 기술 및 제품 인증

번호	인증 분야	인증 기관	인증 내용		인증 획득일	국가명
			인증명	인증 번호		
1	공기 토출성능 시험	(주)한국필터시험연구원	바람도달거리 측정	KFTL22-T946N	2022.11.04	대한민국
2	제습성능 시험	(주)원택 시험연구원	제습 성능	OT-231-RRD-015	2023.01.12	대한민국
3	안전 인증 시험	한국화학융합시험연구원	안전 확인 인증	Y007009-23001A	2023.08.09	대한민국
4	전자파 인증 시험	한국화학융합시험연구원	방송통신기자재	R-R-n21-SGD-20S	2023.03.31	대한민국

□ 기술 실시(이전)

번호	기술 이전 유형	기술 실시 계약명	기술 실시 대상 기관	기술 실시 발생일	기술료 (해당 연도 발생액)	누적 징수 현황
1	노하우	원예온실용 보조 난방기 활용을 통한 온실 내 가온	(주)신안그린테크	2022.01.01	무상	-
2	노하우	원예온실용 제습장치를 활용한 온실 내 습도제어	(주)신안그린테크	2022.09.01	무상	-

□ 사업화 현황

번호	사업화 방식 ¹⁾	사업화 형태 ²⁾	지역 ³⁾	사업화명	내용	업체명	매출액		매출 발생 연도	기술 수명
							국내 (천원)	국외 (달러)		
1	자가 실시	기존 제품 개선	국내	농업용 환풍기	기술사업화지원사업 연구개발과제를 통해 기존 제품에 대한 개선 및 개발 결과로 본 제품을 제품화 완료(예정)중에 있음.	(주)신안그린테크	-	-		20년
2	자가 실시	기존 제품 개선	국내	농용 공기교반 제습기	기술사업화지원사업 연구개발과제를 통해 기존 제품에 대한 개선개발 결과로 본 제품을 사업화에 성공하였음.	(주)신안그린테크	86,128	-	2022,2023	20년
3	자가 실시	기존 제품 개선	국내	에어히팅 팬	기술사업화지원사업 연구개발과제를 통해 기존 제품에 대한 개선개발 결과로 본 제품을 사업화에 성공하였음.	(주)신안그린테크	632,353	-	2022,2023	20년

□ 매출 실적(누적)

사업화명	발생 연도	매출액		합계	산정 방법
		국내(천원)	국외(달러)		
농용 공기교반 제습기	2022,2023	86,128	-	861,288	전자세금계산서
에어히팅팬	2022,2023	632,353	-	632,353	전자세금계산서
합계		718,481			

□ 고용 창출

순번	사업화명	사업화 업체	고용창출 인원(명)		합계
			21,22년	23년	
1	농업용 환풍기/ 농용 공기교반 제습기/에어히팅팬	(주)신안그린테크	4	1	5
합계			4	1	5

□ 고용 효과

구분			고용 효과(명)	
고용 효과	개발 전	연구인력	2	
		생산인력	3	
	개발 후	연구인력	4	
		생산인력	4	

□ 전문 연구 인력 양성

번호	인력양성명	기준 연도	현황										
			학위별				성별		지역별				
1	수 카인 미아트	2022	박사	석사	학사	기타	남	여	수도권	충청권	영남권	호남권	기타
			1					1		1			
2	KIRAGA SHAFIK	2022	박사	석사	학사	기타	남	여	수도권	충청권	영남권	호남권	기타
				1			1			1			
3	모하마드 알리	2023	박사	석사	학사	기타	남	여	수도권	충청권	영남권	호남권	기타
			1				1			1			

□ 홍보 실적

번호	홍보 유형	매체명	제목	홍보일
1	월간 잡지	농경과 원예	(주)신안그린테크 연구개발 기자재 홍보	2021.11.01
2	월간 잡지	농경과 원예	(주)신안그린테크 연구개발 기자재 홍보	2022.09.01
3	지방 일간지	농축산기계 신문	(주)신안그린테크 연구개발 기자재 홍보	2022.11.01
4	월간 잡지	농경과 원예	(주)신안그린테크 연구개발 기자재 홍보	2022.11.01
5	지방 일간지	농축산신 문	(주)신안그린테크 연구개발 기자재 홍보	2022.11.04
6	기타	시농초월	(주)신안그린테크 연구개발 기자재 홍보	2022.11.07

□ 전시회 참가

번호	홍보 유형	매체명	제목	홍보일
1	전시회	2021 창원 스마트팜 코리아 전시회	(주)신안그린테크 연구개발 기자재 및 시제품 전시활동	2021.06.19
2	전시회	나주 국제 농업 박람회	(주)신안그린테크 연구개발 기자재 및 시제품 전시활동	2021.10.31
3	전시회	2022 창원 스마트팜 코리아 전시회	(주)신안그린테크 연구개발 기자재 및 시제품 전시활동	2022.06.18
4	전시회	2022 일본 도쿄 시설원에 및 식물공장전(GPEC) 전시회	(주)신안그린테크 연구개발 기자재 및 시제품 전시활동	2022.07.22
5	전시회	2022 스페인 국제 농산품과일(FRUIT ATTRACTION) 박람회	(주)신안그린테크 연구개발 기자재 및 시제품 전시활동	2022.10.06
6	전시회	2022 일본 도쿄 농업주간(AGRIWEEK TOYKO) 전시회	(주)신안그린테크 연구개발 기자재 및 시제품 전시활동	2022.10.14
7	박람회	2022 대구 국제 농기계.자재(KIEMSTA) 박람회	(주)신안그린테크 연구개발 기자재 및 시제품 전시활동	2022.11.05
8	박람회	2023 상주 농업기계 박람회	(주)신안그린테크 연구개발 기자재 및 시제품 전시활동	2023.04.07
9	박람회	2023 국제농업박람회	(주)신안그린테크 연구개발 기자재 및 시제품 전시활동	2023.10.22

2) 목표 달성 수준

추진 목표	달성 내용	달성도(%)
<ul style="list-style-type: none"> ○ 제습기 성능개선 및 사업화 ○ 히팅팬 성능개선 및 사업화 ○ 유동팬 성능개선 및 사업화 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 방수 모터 및 하우징 제작 ○ 부품 재배치를 통한 제습 성능 개선 ○ 발열성능을 개선한 히팅팬 개발 ○ 내구성 향상을 위한 SUS 케이싱적용 ○ 카본히팅램프 사용을 통한 안정성 확보 ○ 다기능 멀티팬 개발 ○ 수입산을 대체할 수 있는 성능 확보 ○ 기존 국내사양에 없는 280W 모터 개발 ○ IP55등급 개선을 통한 온실 환경 최적화 ○ 450파이 이상급 블레이드 설계 및 제작 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 100%
<ul style="list-style-type: none"> ○ 온실 환경 자동제어 시스템 개발 ○ 제습기,히팅팬,유동팬 통합 설치 방안 연구 및 제품용 비즈니스 모델 개발 ○ 개발 제품에 대한 ICT 기술을 활용한 고장 인지 및 알람 서비스 개발 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 제습난방 성능평가를 위한 센서 및 제어노드 제작 ○ 제습난방 통합 시스템 현장 성능평가 및 개선점 도출 ○ 최적의 환기 및 온·습도 제어를 위한 시간대별 제어 알고리즘 개발 ○ 온·습도 환경 및 제품의 고장 상황을 고려한 연계제어 개발 ○ 습도 산출 알고리즘을 통해 계산된 최적의 습도 제어 모듈 개발 ○ ICT 기술을 이용한 제습기 고장 인지 기술 개발 ○ 개선된 시작품 성능평가 ○ 통합 제어반 원격 제어 및 고장 알람 서비스 개발 ○ 스마트팜 ICT 기기 표준화 제시 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 100%

4. 연구개발성과 및 관련 분야에 대한 기여 정도

1) 연구개발성과의 활용방안

□ 제품의 사업화

- 개발 제품 3건에 대한 제품 KC 인증 및 상품화
- 기존 제품 대비 개선된 성능과 고장 인식 기능으로 보다 안정화된 운용을 특징점으로 제품 홍보 및 사업화 진행
- 고효율 하이브리드형 제습기, 난방기, 공기순환시스템 및 ICT스마트제어 상용화로 과제 종료 후 5년까지 매출액 96억원(국내판매: 67억원, 수출: 29억원) 창출 기대
- (주)동우, (주)창신농공, 신안에이텍(주), 독일 Intermundien-lemon 등 국내외 27곳의 대리점 및 농기자재 취급 대리점 및 농가에 우선적으로 판매 진행
- 지속적인 언론 홍보 및 전시회 참가로 제품 홍보 수행
- 제품의 원예 온실 농가에 적용 및 국외전시회 적극 참여를 통한 수출판로 개척

□ 지식재산권 및 논문

- 특허출원 및 등록 : 고효율 하이브리드형 제습기, 난방기, 공기순환시스템 및 ICT 스마트 제어 등 총 6건
- 관련 논문 총 2건 논문지 게재 및 5건 학술대회 발표

□ 제품 고도화

- 지속적인 제품의 문제점에 대한 기능 개선 및 고도화 진행
- 추후 다양한 용량의 제품군으로 확대
- 원예온실의 규모에 따른 제품 최적화 및 비즈니스 모델 구축

2) 연구개발성과의 기대효과

□ 기술적 측면

- 기존 개발된 제품의 성능 개선과 고장 인식 및 자동 대처에 대한 기능을 추가함으로써 타사의 제품들에 비해 높은 제품의 안정성, 신뢰성을 갖음
- 국내외 원예 온실 내에서는 온도나 습도 관리 시설기기는 온실 입구 쪽에 위치를 두고 송풍해주는 방식이지만, 개발 제품은 50평마다 1대씩 공중에 매달아 설치하는 방식으로 국내외 어디에도 볼 수 없는 독창적인 제품임
- 고효율의 제습기, 난방기, 공기 순환시스템의 고장 유무를 실시간으로 인지하고 알림으로써 고장으로 인한 피해 발생을 최소화함. 특히 냉해, 고습의 문제 발생 시 즉각적인 대처가 가능함
- 한글 메뉴 등 국내 농가가 사용하기 쉬우며, 맞춤형 모듈화 제작으로 호환성과 확장성을 확보하였음. 특히 추가 설치로 원
- 작물별, 생장주기별, 시간대별 최적의 온습도 자동제어를 지원함으로써 작물의 품질 및 생산량 향상에 기여

□ 경제적·산업적 측면

- 기존 판매되는 제품들과의 차별화된 개선된 성능과 신뢰성을 바탕으로 적극적인 마케팅 및 홍보를 통해 과제 진행 중 국내 매출 7억원, 과제 종료 후 5년간 60억원으로 총 67억원의 매출 발생 기대
- 또한 수출을 통해 과제 진행 중 1억원 매출을 시작으로 과제 종료 후 5년간 총 28억원으로 총 29억원의 수출 매출 발생 기대
- 과제 기간 중 신규 인력 채용 5명과 과제 종료 후 5년간 10명의 인력 채용으로 기업 규모 확대
- 대학과의 연계 개발 과정에서 습득되는 제어 관련 ICT기술과 인력 수급 효과 기대됨
- 시설원에 농어민의 고질적인 걱정인 운영 난방비 기존 등유, 전기 온풍기 대비 30~50% 감소될 것으로 기대
- 공기 순환시스템의 경우 최고 기술력을 갖는 네덜란드 제품과 동급의 성능을 발휘함으로써 수출 대체 가능
- 국산 제품 사용으로 인한 A/S 비용 감소 및 편의성 증대
- 개발될 기술 및 제품에 대해 초기 전남의 농가 및 관련 대리점들과 연계하여 지속적인 판매 매출 신장

5. 연구개발성과의 관리 및 활용 계획

1) 국내외 시장 동향

- 미국, 네덜란드, 일본 등 선진 국가들이 시장을 주도하고 있으며 대한민국, 중국 등 후진국 진입 국가들이 추격하는 구조로 각 국가마다 세계 인구 증가에 따른 식량 수요 증가를 대비하기 위해 미래 농업 기술 발전을 노력하고 있음
- (세계시장) 세계 스마트팜 시장 전망 결과, 2022년 시장규모는 약 4,080억 달러로 2016년부터 2022년까지 연평균 약 16.4%정도 성장률로 지속적인 증가되어 왔음

<세계 원예 온실 시장규모 및 전망>

(단위: 십억달러, %)

연도	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	CAGR
세계시장	196	221	250	283	320	362	408	16.4

출처: 중소기업전략로드맵

- (국내시장) 국내 스마트팜 시장은 2017년 4조 4,493억원에서 연평균 5%로 성장하여 2022년에는 5조 9,588 억원 규모에 다다랐음

<국내 원예 온실 시장규모 및 전망>

(단위: 억원, %)

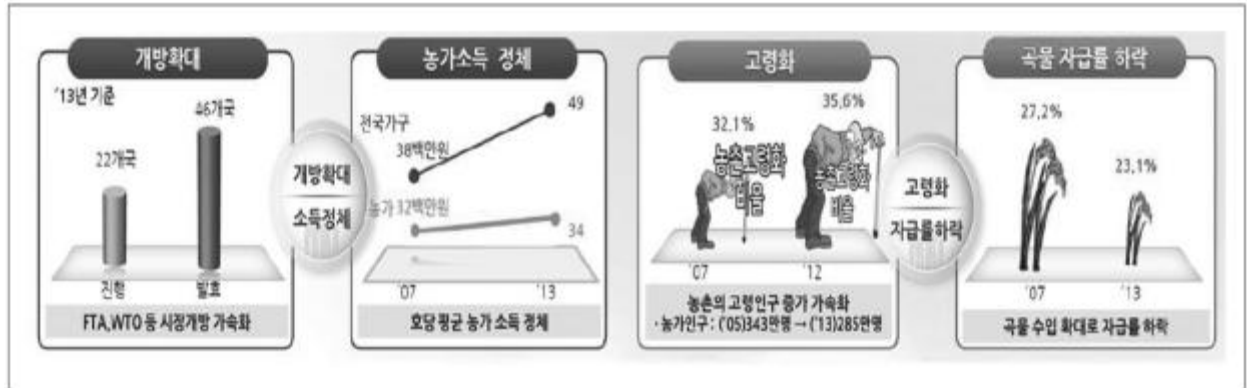
연도	2017	2018	2019	2020	2021	2022	CAGR
국내시장	44,493	47,474	50,655	54,048	56,750	59,588	5.0

출처: 중소기업전략로드맵

- 원예 온실 제어 시스템의 기술수준은 미국을 100% 수준이라 할 때, 네덜란드(99.1%), 일본(97.5%), 독일(93.3%), 영국 (89.5%), 호주(83.4%) 등의 순임.
- 미국, 네덜란드, 일본의 기술 수준은 0.5년 이내로 이 외 국가들에 비해 격차가 작음
- 현재, 한국의 원예 온실 제어 기술 수준은 각국의 최고기술 보유국 대비 약 70%의 수준으로 기간을 설정하면 약 5년 정도의 격차가 있는 것으로 분석 제시되고 있음
- 스마트농업 시장은 연평균 9.8%성장하여 '20년 14억달러에서 '25년 21억달러규모로 증가할 것으로 전망됨
- 농업은 최근 100여 년간 농지 확대와 품종, 농약, 비료 등 생물·화학적 과학기술의 발달로 이룬 제2의 녹색혁명(The Second Green Revolution)으로 생산성 증대를 이루었고, 21세기에는 농업에 필요한 기술과 노동력을 정보통신기술(Information Communication Technology, 이하 ICT), 로봇 기술로 대체하거나 지능화하는 스마트농업(smart farming)으로 변화하고 있음

구 분	현재의 시장규모(2022년)	예상 시장규모(2025년)
세계 시장규모	139,569 억원	226,651 억원
국내 시장규모	22,475 억원	31,083 억원
산출 근거	2022~2024 중소기업 기술로드맵	

- 제4차산업혁명을 주도하는 빅데이터, 인공지능, 사물인터넷 등 ICT와 로봇과학기술을 농업분야에 융복합한 스마트팜은 기후변화로 인한 농업 환경 변화에 대응하고, 농촌·농업 문제를 해결하기 위한 방안 중 하나로 확산·보급되고 있음



<농업분야의 현안문제>

(수준(%), 격차(년))

구분	한국	미국	일본	영국	네덜란드	독일	호주	중국
기술수준	75.0	100	97.5	89.5	99.1	93.3	83.4	61.0
기술격차	5.2	0	0.5	2.3	0	1.2	3.6	7.2

- 원예 온실 제어 시스템의 기술수준은 미국을 100% 수준이라 할 때, 네덜란드(99.1%), 일본(97.5%), 독일(93.3%), 영국 (89.5%), 호주(83.4%) 등의 순임.
- 미국, 네덜란드, 일본의 기술 수준은 0.5년 이내로 이외 국가들에 비해 격차가 작음
- 현재, 한국의 원예 온실 제어 기술 수준은 각국의 최고기술 보유국 대비 약 70%의 수준으로 기간을 설정하면 약 5년 정도의 격차가 있는 것으로 분석 제시되고 있음
- 농림축산식품부는 2022년까지의 농업분야별 스마트팜 보급목표를 첨단수출형, 연동복합형, 단동간편형으로 구분하여 2017년 4,000 ha에서 2022년 약 7,000 ha보급을 목표 수립하여 추진 중임

<전국 4대 스마트팜 단지 조성사업>

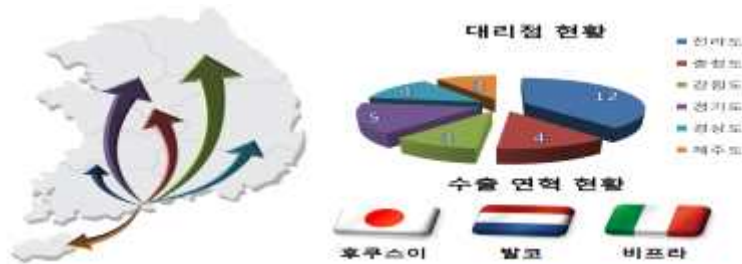
구분	경북 상주	경남 밀양
조감도		
주요특징	<ul style="list-style-type: none"> · 스마트팜 주력품목과 플랜트 수출 거점화 · 청년 유입-성장-정착의 원스톱 지원 모델 구축 · 청년 임대주택 조성('20~) 	<ul style="list-style-type: none"> ·주력품목의 품종 다변화(미니 파프리카, 딸기(금실)실증·수출 확대 ·경남 ATEC 활용 및 해외 농업기술교육 운영
주요 참여기관	·경북대학교, 경북농업기술원, ETRI, KT, 로봇융합연구소, 구미산단 IoT 특화협동조합 등	·농업기술원, 경남무역, 부산대 산학협력단, 경상대학교(ARC) 등
구분	전남 고흥	전북 김제
조감도		
주요특징	<ul style="list-style-type: none"> ·기후변화(온난화) 대비 아열대 작물 육성 및 양액 등 수입대체화 ·지역주민 참여 생산·육묘 단지조성 및 선도농가 APC활용 유통/확장성 넓은 예비 창농단지(30 ha) 조성 	<ul style="list-style-type: none"> ·농생명연구개발(농진청-종자센터-식품클러스터) 밸리 ·품목(종) 다변화·기능성 식품 개발 <ul style="list-style-type: none"> * 아스파라거스, 결구상추, 오이 등 ·인근 기존 농가 시설의 개보수 추진(~'22, 128개 온실)
주요 참여기관	·순천대, 전남대, 목포대 ·한국생산기술연구원, 전남테크노파크, 전남농업기술원 등	·전자부품연구원, 종자산업진흥센터 ·한국프라임제약, 아이큐어, 하나로팜, 콜마 파마 등

□ 국내 주요 수요처 현황

- (국내) 국내 온에 원실 제어 시스템은 유통, 소비 등의 분야로 확산되고 있지만, 현재까지는 농업생산을 핵심으로하여 전개되고 있음. 생산 중에서도 모니터링 및 제어단계에 집중되어 있는 것으로 판단되며, 빅데이터 등을 활용한 최적화 알고리즘 개발, 로봇 등과 연계된 자동화 기술 등은 현재 연구개발 단계에 머물러 있는 것으로 파악됨
 - 현재 우리 농가에 적용되고 있는 원에 온실 제어 시스템은 주로 환경정보(온·습도, CO2, 조도 등) 기반으로 스마트 미디어를 통해 재배시설의 개폐 및 제어(보온덮개, 천창, 커튼, 환풍기, 스프링클러, 양액, 열풍기 등)하는 수준에 머물러 있음
 - 향후, 재배 생육정보 기반의 생육단계별 정밀한 작물관리를 위한 생육 최적 환경설정 모델 개발 및 작물생리 장애 병충해 진단 전문 모델 개발이 요구됨

<(주)신안그린테크 국내 주요 수요처 현황>

수요처	국명	관련제품
베스트원	대한민국	천정형 유동팬 / 제습기 / 냉난방 모듈 / 스마트팜 제어시스템
동방ENG	대한민국	천정형 유동팬 / 제습기 / 냉난방 모듈 / 스마트팜 제어시스템
현진테크	대한민국	천정형 유동팬 / 제습기 / 냉난방 모듈 / 스마트팜 제어시스템
팜스코	대한민국	천정형 유동팬 / 제습기 / 냉난방 모듈 / 스마트팜 제어시스템
선진환경산업	대한민국	천정형 유동팬 / 제습기 / 냉난방 모듈 / 스마트팜 제어시스템
부경건설	대한민국	천정형 유동팬 / 제습기 / 냉난방 모듈 / 스마트팜 제어시스템
청오엔지니어링	대한민국	천정형 유동팬 / 제습기 / 냉난방 모듈 / 스마트팜 제어시스템
기타 국내 대리점	대한민국	천정형 유동팬 / 제습기 / 냉난방 모듈 / 스마트팜 제어시스템



<국내외 주요 대리점 현황>

□ 국외 경쟁기관 및 수요처

- (네덜란드) 대표적인 스마트팜 국가로서, 국토면적은 우리나라의 1/2에 불과하지만, ICT 활용 도입을 통해 세계 2위의 농산물 수출국이 되었음
 - 네덜란드는 대표적인 원예국가로 전체 온실의 99%가 유리온실이며, 수십년간 누적된 데이터와 재배환경 최적화 노하우를 바탕으로 각종 센서와 제어 솔루션을 개발하였음.
 - 이러한 농업 ICT기술을 통해 생산량 및 품질 최적화를 도모하고 있으며, 또한 네덜란드 대표 기업인 프리바 (Priva)사는 세계 최고 수준의 온실 환경 제어 시스템을 생산하여 세계 각국에 수출하고 있음
- (미국) 미국은 농업에 IoT는 물론 나노기술, 로봇 기술 등을 본격적으로 접목하려는 시도를 하고 있음
 - IoT는 물론 나노기술, 로봇기술 등을 융합하여 농업에 활용하려고 하고 있으며, 구글의 경우 토양, 수분, 작물 건강에 대한 빅데이터를 수집해 종자, 비료, 농약 살포에 도움을 주는 인공지능 의사결정 지원 시스템 기술 개발에 나선 실정임
- (일본) 일본에서는 IBM, NEC, 후지쯔, NTT 등 기업들이 농업분야에 ICT기술을 접목하여 다양한 서비스를 제공하고 있음.
 - 일본 IBM의 농산물 이력 추적 서비스, NEC의 M2M 기반 생육 환경 감시 및 물류서비스, 후지쯔의 농업 관리 클라우드 서비스시스템 등이 대표적인 사례임
- (이스라엘) 스마트팜의 여러 분야 중 이스라엘은 재배환경 모니터링 분야의 선두주자로 농작물의 크기, 줄기의 변화, 잎의 온도 등 농작물 생장 정보를 자동 측정, 급수 주기와 급수량 자동조절 등으로 정확한 수확량을 예측하도록 하며, 특히 농작물 스트레스 감지 센서개발로 생산량을 40% 이상 증대함

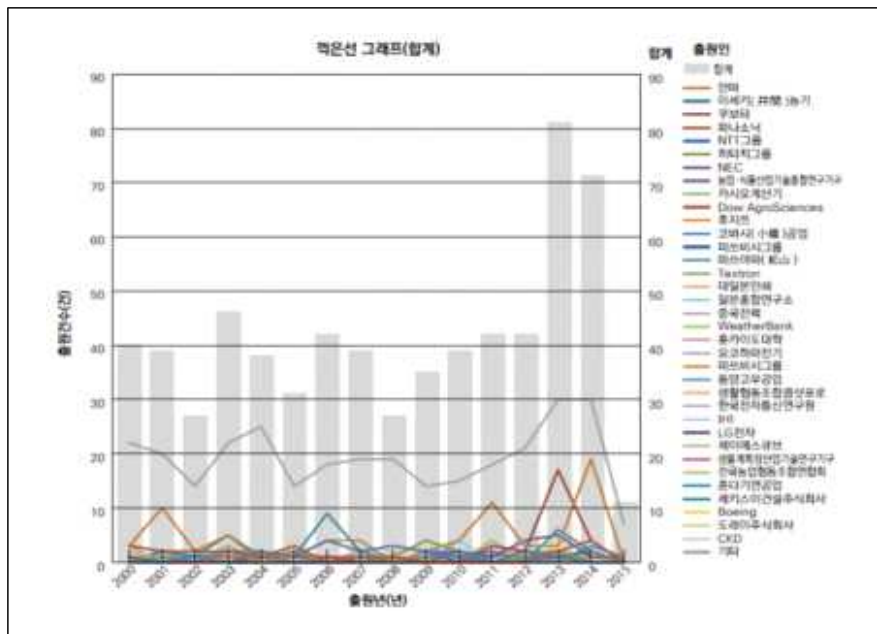
<(주)신안그린테크 국외 주요 수요처 현황>

수요처	국명	관련제품
인터문디엔	독일	천정형 유동팬 / 제습기 / 냉난방 모듈 / 스마트팜 제어시스템
Fukusui	일본	천정형 유동팬 / 제습기 / 냉난방 모듈 / 스마트팜 제어시스템
Pharos	미국	천정형 유동팬 / 제습기 / 냉난방 모듈 / 스마트팜 제어시스템
발트코리아	네덜란드	천정형 유동팬 / 제습기 / 냉난방 모듈 / 스마트팜 제어시스템

2) 지식재산권, 표준화 및 인증기준 현황

□ 국외 현황

- 글로벌 스마트 농업의 기술개발과 구현은 네덜란드가 리드해 나가고 있음.
- 특허출원 건수는 미세한 증감을 반복하고, 2013년 피크 이후, 2014년도 가장 많은 출원이 되고 있으며, 향후 농업 현장에의 IoT 활용 촉진으로 출원이 급증할 전망이다



<원에 온실 분야 특허 출원 연도별 동향, 출처: 특허뉴스>

- 현재는 안마, 이세키농기, 구보타 등 농기계 업체들의 특허출원이 많으며, 2014~2015년 특허출원 미공개분을 고려하면, 출원인, 발명자 모두 증가 추세에 있음
- 수경 및 수위 수질분야에서 특허출원이 많고 스마트팜이 지속적인 IoT화를 진행하고 있음
- 요소 기술별 특허출원 건수는 센서 중에서도 환경 센서 관련 특허출원이 많고, 전체적으로 데이터 송수신에 비중을 둔 출원이 많아지고 있음

□ 국내 현황

- 국내 특허 출원 현황으로는 2008년 1건이던 온실 제어 관련 특허출원 건수가 2010년 30건으로 급증했으며, 이후, 2012년 43건, 2014년 60건, 2016년 85건으로 점점 증가하여 2017년에는 61건이 출원돼 2010년 이후 연평균 약 11%의 출원 증가율을 보이고 있음
- 기술별 분류로는 2013년 이후 통합제어 기술 113건이 가장 많으며, 그 다음이 재배시설 기술 78건, 광원 관련 기술 55건, 관수 및 양액 공급 기술 35건, 작물 생장 모니터링 기술 40건, 기타 기술 20건 임

<국내 특허 현황에 대한 항목별 분석 리스트>

	2013	2014	2015	2016	2017	합계
통합제어기술	16	12	20	32	33	113
재배시설기술	15	19	14	17	13	78
광원관련기술	15	11	15	13	1	55
관수 및 양액 기술	13	5	4	8	5	35
생장모니터링 기술	6	7	7	14	6	40
기타	4	6	6	1	3	20
합계	69	60	66	85	61	341

□ 표준화 전략

- 스마트팜 보급 활성화와 전후방 산업의 동반성장을 위해 스마트 농업 관련 단체·국가국제 표준제정지원으로 단체표준 제정기관 등록을 통해 지속 가능한 활동을 지향하고 4차 산업혁명을 위한 스마트팜 기술의 선도도모가 필요함
- 농업·ICT분야의 국내 표준은 2010년 당시 ETRI, 순천대, 농촌진흥청 등을 중심으로 하여 RFID/USN 포럼내에 농업·ICT 워킹 그룹을 통해 이뤄졌으면 포럼에서 작성된 표준들이 TTA를 통해 표준화
- TTA 단체 표준으로는 온실 관제 시스템에 관한 것으로 센서 노드와 온실 제어기 간 인터페이스, 제어 노드와 온실 통합제어기 간 인터페이스, 온실통합 제어기와 온실 운영 시스템 간 인터페이스, 온실운영시스템과 온실통합관리 시스템 간 인터페이스를 2012년, 2013년에 각각 제정함
- 식물공장과 관련한 표준은 국내의 RFID/USN융합협회에서 식물공장 내부를 구성하는 에너지 관련 장치, 재배장치, 광원, 환경제어, 양액, 자동화 로봇 등의 제어 정보, 환경정보, 생육정보, 에너지 정보 수집절차 및 장치 간 통신 인터페이스, 생육 및 제어정보를 위한 데이터베이스 및 식물공장 간 광역 인터페이스 등의 표준화를 진행함

순번	번호	명칭	제정일
1	TTAK.KO-10.0934	스마트온실 기능요소 간 인터페이스	2016-12-17
2	TTAK.KO-10.0937	클라우드 기반 스마트팜 서비스 요구사항	2016-12-27
3	TTAK.KO-10.0943	스마트팜 온실통합제어기와 센서 구동기통합 노드 간 통신 프로토콜	2016-12-27
4	TTAK.KO-10.0943	스마트온실을 위한 양액기 및 이산화탄소 발생기의 운용 요구사항	2016-12-27
5	TTAK.KO-10.1008	스마트온실용 온실운영시스템과 비순환식 양액시스템 간 통신	2017-12-13
6	TTAK.KO-10.1086	스마트온실용 센서 구동기 I/O인터페이스 추상화 모듈	2018-12-19

7	TTAK.KO-10.1090	클라우드기반 스마트팜 온실의 장비 오작동 대응 서비스 인터페이스	2018-12-19
8	TTAK.KO-10.1165	스마트온실 서비스 제어 프로토콜-기본서비스절차	2019-12-11
9	TTAK.KO-10.1172	모드버스-RS485기반 스마트온실 노드-디바이스 등록절차 및 기술규격	2019-12-11
10	TTAK.KO-10.1173	스마트 온실 ICT 융복합 장비규격 및 서비스 요구사항	2019-12-11
11	TTAK.KO-10.1178-part1	스마트온실 설치 지침서 - 제1부 통신기술	2019-12-11
12	TTAK.KO-10.1166	스마트 온실 제어 스크립트 언어 정의	2019-12-11
13	TTAK.KO-10.1171	스마트온실에서 온실 통합 제어기와 양액기 노드 간 RS485 기반 모드버스 인터페이스	2019-12-11
14	KS X_3265	스마트 온실을 위한 구동기 인터페이스	2018-12-14
15	KS X_3266	스마트 온실을 위한 센서 인터페이스	2018-12-14
16	KS X 3267	스마트 온실 센서/구동기 노드 및 온실 통합 제어기 간 RS485기반 모드버스 인터페이스	2018-12-26
17	KS X 3268	스마트 온실 구동기 메타데이터	2018-12-26
18	KS X 3269	스마트 온실 센서 메타데이터	2018-12-26
19	KS X 3288	스마트 온실의 온실 통합 제어기와 양액기 노드 간 RS485 기반 모드버스 인터페이스	2022-01-11
20	KS B 7952	농업용 관수장비 — 양액공급기 — 일반 요구사항	2022-11-21
21	KS B 7955	스마트온실 - 양액공급기 - 제어 정보와 데이터 수집 요구사항	2022-12-27

- 스마트팜 시스템에 대한 국내에는 규격화된 인증이 존재하지 않으며, 측정 및 검증, 통신, 보안 등에 대한 표준화 및 인증 등은 정부차원에서 다루어지고 결정되어야 하는 부분으로서 동 사업이 그러한 기능을 수행할 수 있는 체계의 구축이 필요한 상황임
- ICT융합품질제품인증(한국정보통신기술협회) : 정보통신융합 기술·서비스 등의 신뢰성 확보를 위해 편의성·안정성·신뢰성·확장성 등에 관한 품질인증기준에 충족되는지 시험평가와 현장평가 등 인증심사를 통해 확인하고 적합한 경우 인증하는 제도
- KC 방송통신기자재 적합등록(국립전파연구원) : 통신기자재 등을 제조 또는 판매하거나 수입하려는 경우 적합성평가기준에 관한 시험을 거쳐 등록
- 농기계/ICT기자재 검정 : 농업기계의 개발, 보급 및 수출을 촉진하고 효율적인 이용에 필요한 정보를 제공하기 위하여 농업기계화 촉진법 제 9조 및 농업기계화 촉진법 시행규칙 제 4조의 규정에 근거하여 농업기계에 대한 검정



<ICT융합품질제품인증 인증 절차>



<KC 방송통신기자재 적합등록 절차>

3) 사업화 계획

□ 사업화 전략

- 베스트원 동방ENG, 독일 Intermundien-lemon 등 국내외 70곳의 이상의 대리점 및 농기자재 취급 대리점 및 농가에 우선적으로 판매 진행
- 사업화 전략으로는 국내·외 특허, 인증 획득, 논문 게재, 신문·TV광고·잡지광고, 국가 정책 사업 국내전시회 및 해외전시회에 출품 등 마케팅 전략 수립
- 시장·수요를 분석을 통해 판매 초기에는 원예 시설로부터 시작하여 점차 적용 범위를 공업용, 식품 가공 보조용 등으로 확장
- 관련 기술의 기술력을 국내·외로 인정받아 내수 및 수출을 활성화하는 등 국내·외 진출의 교두보를 확보
- 기술개발 완성 제품은 주문 생산 방식이 아닌 계획 생산 방식으로 제품을 생산하며 사전에 시장에 대한 사전조사를 통하여 적정한 제품의 수량을 결정함
 - 정확한 수요 예측으로 덤핑물량 없이 정량 생산
 - 거래처 및 국내·외 수요 및 시장규모를 근거로 생산
 - 각종 제품 인증시험을 획득하여 정부 보조사업(시범사업 및 품질개선사업 등)을 활용하여 매출 확보
- 초기 투자비용이 많이 들어서 보급이 어려운 상황이나 정부 및 지자체의 주선 및 자금지원을 최대한 활용하고 민관의 협력 네트워크 구축을 통하여 수출 및 내수시장을 확대할 계획임
 - 농가 현장조사를 통한 수요 조사 및 수량 판단
 - 지자체를 통한 시범사업 및 보조 사업에 참여
 - 각 원예 및 농기계 관련 신문, 잡지로 광고 게재, 방송 매체 홍보
 - 제품 홍보 광고, 마케팅 시장성 분석
 - 시설하우스 농가 직접 판매 및 신규 대리점 모집과 양산증산 및 출시

<국내외 주요 농기계전시회>

전시회명	주최	전시품목
상주농업기계박람회	한국농기계공업협동조합	스마트팜 및 농용로봇
대한민국 국제농기계자재박람회	한국농기계공업협동조합	스마트팜 및 농기자재
김제농업기계박람회	한국농기계공업협동조합	스마트팜 및 농기자재
에센 국제 원예 산업 박람회 (IPM ESSEN)	독일	식물, 스마트 농기자재, 식품
영국 프리미어 원예 박람회 (FOUR OAKS TRADE SHOW)	영국	식물, 스마트 농기자재, 식품
파리 농업,농기계 박람회 (SIMA)	프랑스	식물, 스마트 농기자재, 식품

○ 개발 핵심기자재질 비즈니스 모델 구축 및 제서를 통합 사업화 판매 전략

The image displays three business model diagrams for agricultural machinery components. Each diagram features a schematic of the component (Main MCU Board, 구동기, 온도센서) and a table of specifications.

1. 유동엔 & 환경제어 컨트롤 허브

구분	구분명	구분명	구분명
제어방식	유동	환경	제어
구동방식	유동	온도 센서, 온도센서	제어
구조	고온 저압	상압	
제어	제어	저압	상압
제어	고온 저압에서 작동한다		
제어	고온 저압에서 작동한다		
제어	제어(가속도) 센서	상압	
구동	제어	제어	
제어	제어	제어	

2. 회전형 & 환경제어 컨트롤 허브

구분	구분명	구분명	구분명
제어방식	회전	환경	제어
구동방식	회전	온도 센서, 온도센서	제어
구조	고온 저압	상압	
제어	회전	저압	상압
제어	고온 저압에서 작동한다		
제어	고온 저압에서 작동한다		
제어	회전(가속도) 센서	상압	
구동	제어	제어	
제어	제어	제어	

3. 계측기 & 환경제어 컨트롤 허브

구분	구분명	구분명	구분명
제어방식	계측	환경	제어
구동방식	계측	온도 센서, 온도센서	제어
구조	고온 저압	상압	
제어	계측	저압	상압
제어	고온 저압에서 작동한다		
제어	고온 저압에서 작동한다		
제어	회전(가속도) 센서	상압	
구동	제어	제어	
제어	제어	제어	

<핵심기자재별 비즈니스 판매모델 시제시(안)>

□ 투자 계획

- 현재 보유하고 있는 공장 부지 면적은 2,116m²으로 제품의 생산을 위해 향후 3,000 m²으로 증설할 계획임
- 공장 및 부대시설의 규모를 현재 487 m²에서 800 m² 정도로 증설할 계획임
- 또한 생산 기계 장비를 확충하여 국내 대리점 판매 및 해외 수출 물량에도 대응할 계획

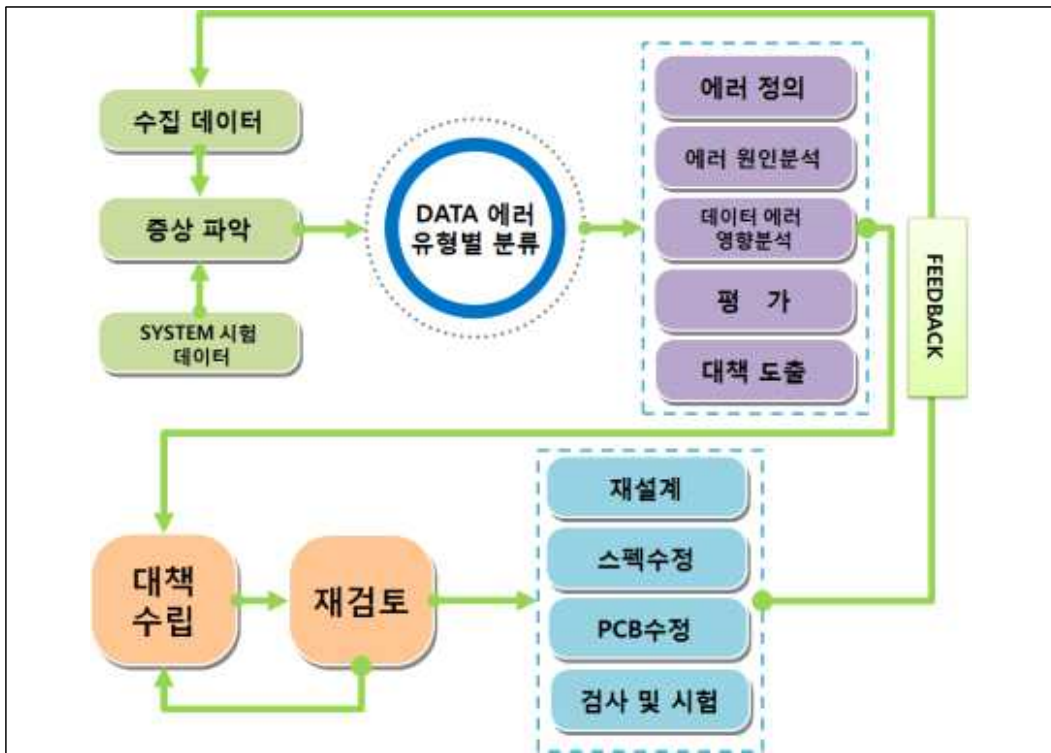
<과제종료 후 공장부지에 대한 투자 계획안>

(단위 : 천원)

항목		(2024년) 개발 종료 후 1년	(2025년) 개발 종료 후 2년	(2026년) 개발 종료 후 3년
자본적 지출	토지	3,000 m ²	3,000 m ²	3,000 m ²
	건물/건축물	487.7 m ²	800 m ²	800 m ²
	기계장치등	150,000	150,000	200,000

□ 생산 계획

- 원예 온실의 환경 제어를 위해 개발한 핵심기자재들의 연계 자동제어 시스템의 생산은 먼저 아래 그림과 같은 프로세스와 신뢰성 확보 체계를 구축하고 생산을 진행할 계획임



<신뢰성 향상 프로세스 및 신뢰성 확보 체계 구축 계획>

- 제품 개발 중에도 지속적인 홍보와 마케팅, 시범 운영을 통해 제품의 부분 사업화를 진행 하며 인력채용 및 공장확보를 통해 양산 체제로 돌입
- 제품에 사용되는 부품 종류, 수량, 가격을 파악한 뒤 생산 공정 이른바 가공, 조립, 운반, 검사, 저장 등의 일련의 과정을 완성하여 생산 공정 계획과 공정도를 작성하고 이를 바탕으로 생산라인을 구축함
- 제품 판매량에 자체 생산시설을 확보 또는 아웃소싱을 통해 생산단가를 낮추며, 정확한 판매량 예측 및 재고량을 유지함으로써 재고에 대한 리스크를 줄이고 고객의 발주가 있을 때 자재를 구매하고, 제품을 제작하여 고객에게 납품 및 설치를 시행

□ 해외 시장 진출 계획

- 공동기관인 (주)신안그린테크는 이미 일본 Fukusui, 미국 Pharos, 네덜란드 발트코리아, 독일 Intermundien-lemon 사를 통해 원예온실용 핵심기자재를 판매하고 있으며, 본 과제를 통해 개선된 성능의 제품들을 지속적으로 수출을 늘려나갈 계획임
- 기존 해외 대리점들과의 연계를 통해 수출 100만달러 달성을 조기에 이루도록 제품을 홍보하고 국제 전시회 참가, 마케팅을 진행할 계획임
- 새롭게 개선된 제습기, 천정형 유동팬 및 냉난방모듈을 통해 세계시장에서의 기술력을 인정받아 인지도를 상승시킴
- 기존의 해외 대리점과 협력관계를 높이고 동남아 시장으로 대리점 확대

- 단기적 해외진출 계획
 - 현재 기존 컨택되었던 동남아시아 우즈베키스탄, UAE 등의 국가에 고도화된 프로그램 및 홍보자료 보급, 교육을 진행하여 해당국가에 추가진행이 가능하도록 진행할 예정
 - 타국가에 비해 상대적으로 온실관리기 기술이 낙후된 동남아시아 지역을 중심으로 바이어 매칭 및 오프라인 홍보활용을 통하여 수행



<해외박람회 참가 사진>

- 장기적 해외진출 계획
 - 국가별 큰 규모에 비해 온실기술이 많이 발전되지 않은 동남아지역을 기준으로 러시아, 일본, 남미지역까지로 영역을 확대할 예정
 - 현재 시설 선진사로서, 국내 첨단온실에 설치되는 네덜란드 PRIVA사, 독일 BOSTERMAN 기술을 대체할수 있는 제품으로 각국 수출을 진행하는 것이 최종목표임

□ 사업화에 따른 기대효과

○ 기술적인 측면

- 제안하는 제품은 제습기, 천정형 유동팬 및 냉난방모듈로 기존 개발된 제품들보다 성능을 개선하였으며 다른 제조사의 제품들과 차별화된 원예 온실의 온도/습도 제어를 제공
- 제습기, 천정형 유동팬 및 냉난방모듈 각각의 독립 운영과 상황에 따른 연계 제어를 통해 저비용 고효율의 원예 온실 환경 제어가 가능
- 작물의 종류, 성장 단계, 계절, 시간대를 고려한 최적화된 환경 제어를 자동으로 제공함으로써 고부가가치 작물 생산 기술 확립
- 고장 인식 및 알람 서비스를 통해 작물의 습기 및 한파로 인한 피해 방지

○ 경제/산업적 측면

- 제습기, 천정형 유동팬 및 냉난방모듈의 제품판매로 과제 종료 후 5년까지 총 국내 매출 685백만원 기대
- 제품 생산, 판매, A/S 관련하여 과제 종료 후 5년까지 총 8명의 고용창출 기대
- 차별화된 제품의 성능으로 이미 공동기관인 (주)신안그린테크의 주요 수출 대리점인 일본 Fukusui, 미국 Pharos, 네덜란드 발트코리아, 독일 인터문디엔 사를 통해 과제 종료 후 5년까지 45백만원의 수출 기대
- 외국산 대비 성능이 개선된 핵심기자재의 경우, 기존의 외국산 제품을 대체할 수 있어 수입대체 효과를 기대
- 참여기업들의 협력적 네트워크를 통한 디지털 재배관리 시장의 개척
- 플랫폼, 스마트팜 장비, 컨설팅시스템, 개발 제품과 서비스를 활용하여 데이터 작물분석/컨설팅 시장 개척
- 인공지능 기반의 복합환경제어시스템 서비스 제공
- 김제, 상주, 고흥, 밀양 스마트팜혁신밸리의 입점 브랜드의 이미지를 부각하여 청년창업 농들에게 복합환경제어기 지원 및 컨설팅을 위한 서비스를 개발하여 상용화 추진
- 지자체, 농협의 농기자재 보급사업과 결합하여 새로운 시장 개척 시장 개척
- 전국 9개 도농업기술원의 농기자재 보급사업 지원 및 복합환경제어시스템 지원을 통한 신규 판로개척
- 전국 1200여 농협들의 영농지도사(품질관리사)들이 농업인 컨설팅 시 활용

○ 연구개발 종료 후 정량적 계획수립(안)

성과목표	사업화지표										연구기반지표										
	지식 재산권				기술 실시 (이전)		사업화				기술인 증	학술성과			교육지도	인력양성	정책 활용·홍보		기타 (타 연구 활용 등)		
	특허출원	특허등록	품종등록	SMART	건수	기술료	제품화	매출액	수출액	고용창출		투자유치	논문				논문평균 IF	학술발표		정책활용	홍보전시
													SCI	비SCI							
단위	건	건	건	평균등급	건	백만원	건	백만원	백만원	명	백만원	건	건	건	명	건	건				
가중치	10	10					20	20	5	5		10				5		5	5		
종료 1차년도		1						500	50	1									2		
종료 2차년도		1						500	50										2		
종료 3차년도								500	100	1									1		
합계		2						1,500	200	2									5		

자체평가의견서

1. 과제현황

		과제번호	821051-03-1-CG000		
사업구분	기술사업화지원사업				
연구분야				과제구분	단위
사업명	기술사업화지원사업				주관
총괄과제				총괄책임자	
과제명	원에 온실용 고효율 하이브리드 제습 난방기 성능개선 및 사업화			과제유형	개발
연구개발기관	(주)신안그린테크			연구책임자	장 승 호
연구기간 연구개발비 (천원)	연차	기간	정부	민간	계
	1차년도	21.04.01-2021.12.31	219,000	73,000	292,000
	2차년도	22.01.01-2022.12.31	292,000	88,200	380,200
	3차년도	23.01.01-2022.12.31	292,000	88,200	380,200
	4차년도				
	5차년도				
	계				1,052,400
참여기업					
상대국	상대국연구개발기관				

※ 총 연구기간이 5차년도 이상인 경우 셀을 추가하여 작성 요망

2. 평가일 : 2024.02.05

3. 평가자(연구책임자) :

소속	직위	성명
(주)신안그린테크	대표이사	장 승 호

4. 평가자(연구책임자) 확인 : 장 승 호

본인은 평가대상 과제에 대한 연구결과에 대하여 객관적으로 기술하였으며, 공정하게 평가하였음을 확인하며, 본 자료가 전문가 및 전문기관 평가 시에 기초자료로 활용되기를 바랍니다.

확 약 

1. 연구개발실적

1. 연구개발결과의 우수성/창의성

■ 등급 : 우수

- 정밀 농업에 적합한 제습기, 히팅팬 및 유동팬의 고도화 개발이 완료되었으며 기존 기자재와의 성능적인 면에서 사용자 편의성과 기술 고도화에 그 우수성을 가지고 있음
- 본 결과물인 온실 복합환경 제어 시스템은 기존의 단순 온도 기반의 환경제어와 달리 연구 개발 제품을 기반한 최적의 생육 환경을 제공하는 시스템으로 그 우수성은 인정받고 있음

2. 연구개발결과의 파급효과

■ 등급 : 우수

- 본 결과물인 개발 기자재 및 복합환경 제어 시스템은 정밀 농업이 필요한 농축산 분야 이외에도 살아있는 작물이나 가축 분야에 적용 가능함은 광범위한 파급효과를 기대할 수 있음
- 또한, 추후 복합환경 제어시스템의 국내외 표준화 진행을 통하여 범용성 확보는 추후 타 기업과 연계를 할 수 있으며 새로운 홍보활동을 통해 수출을 지향하고 있음

3. 연구개발결과에 대한 활용가능성

■ 등급 : 우수

- 본 연구 결과물은 농축산 전반에 걸쳐 적용이 가능하며 특히, 정밀농업을 필요로 하는 온실에 최적화 되어 있음
- 개발 기자재는 온/오프라인을 통한 판매 형태를 가능하게 할 수 있으며, 이는 사용자가 직접 설치할 수 있어 도시농업, 주말농장 등 사용자 친화적인 시스템으로도 다양한 활용 가능함

4. 연구개발 수행노력의 성실도

■ 등급 : 우수

- 본 연구를 수행하면서 연구책임자를 비롯한 다수의 참여연구원은 연구자 준법정신을 바탕으로 기술의 완성도 및 제품화 부분에 다양한 공인된 기관의 성적서나 특허 부분에서 확인할 수 있으며, 기술이전, 제품화에서도 뛰어난 성과를 냄

5. 공개발표된 연구개발성과(논문, 지적소유권, 발표회 개최 등)

■ 등급 : 우수, 보통, 미흡, 극히 불량)

- 본 연구는 신규 제품개발, 기존 제품 고도화, 연구성과에 큰 노력을 기울여 특허 성과를 우수하게 달성함

II. 연구목표 달성도

세부연구목표 (연구계획서상의 목표)	비중 (%)	달성도 (%)	자체 평가
<p><1단계 : 제습기, 히팅팬, 유동팬 성능개선 및 제품화></p> <ul style="list-style-type: none"> - 부품 재배치를 통한 제습 성능 개선 - ICT 기술을 이용한 제습기 고장 인지 기술 개발 - 자동 제어 접속반 및 원격 모니터링 시스템 개발 - 제습난방 성능평가를 위한 센서 및 제어노드 제작 - 제습난방 통합시스템 현장성능평가 및 개선점 도출 - 최적의 습도를 자동으로 조절하는 임베디드 시스템을 개발 - 하루 시간대의 최적 습도 값 산출 알고리즘 개발 - 히팅팬 및 유동팬 성능 개선 및 제품화 - 발열 성능을 개선한 히팅팬 제품 개발 - 원에 온실 공기 환경 제어를 위한 제습기, 히팅팬, 유동팬 통합 제어 접속반 개발 - 통합 제어반 원격 제어 및 고장 알람 서비스 개발 - 발열 성능을 개선한 히팅팬 제품 개발 - 풍량을 향상시킨 유동팬 제품 개발 	50	100	<p>국내외로 시설원에 정밀 제어 시스템은 단순 온도 기반이나 제습기, 히팅팬, 유동팬 등을 단일 제어하는 등 기초 단계로 파악됨. 특히, 생산성을 높이고 유지비를 줄이기 위해서는 온실 전용 정밀 제어 시스템이 필요함. 본 연구를 통해 개발된 복합환경 제어시스템, 정밀 기자재는 현재 온실 단순 제어에서 오는 문제를 동시에 해결함. 따라서 해당 개발기술은 국내외적으로 파급력이 높을 것으로 판단</p>
<p><2단계 : 제습기, 히팅팬, 유동팬의 통합 설치 방안 연구></p> <ul style="list-style-type: none"> - 제습기, 히팅팬, 유동팬의 통합 설치 방안 연구 - 최적의 공기 환경 제어를 위해 제습기, 히팅팬, 유동팬의 설치 순서, 간격에 대한 현장 실증 - 원에 온실 규모에 따른 제품용 비즈니스 모델 개발 - 최적의 원에 온실 환경을 구성하기 위해 제습기, 히팅팬, 유동팬으로 자동 제어 접속반 개발 - 최적의 습도를 자동으로 유지하도록 제습기, 히팅팬, 유동팬의 자동 연계 제어 시스템 개발 - 최소한의 소비전력으로 최적의 습도를 유지할 수 있는 제어 시나리오 개발 - 최적의 온실 환경을 유지하기 위한 제품들의 연계 동작 실증 및 사업화 - 현장 실증 및 제품 인증을 통한 사업화 - 개발제품에 대한 사업화 진행 	50	100	
합계	100	점	

III. 종합의견

1. 연구개발결과에 대한 종합의견

- 본 결과물의 원예온실용 개발기자재 및 복합환경 제어 시스템은 작물의 최적의 생육 환경을 만들어 주는 시스템으로 사용자의 노동력을 감소시키며, 그로 인하여 농가의 소득 향상과 소비자의 안전한 먹거리를 기대할 수 있는 시스템임
- 더 나아가 스마트팜을 통한 다양한 온실 환경에 최적으로 적용 가능한 시스템으로 국내외 표준화에 등록 중에 있으며, 이는 범용성과 확장성에 우수한 시스템임을 나타냄
- 사용자 친화적인 시스템으로 사용자 맞춤형 서비스를 제공하며, 복합 환경 자동제어 프로그램은 기자재별 또는 온실별 사용자에게 최적화가 적용될 수 있는 우수한 기능을 가지고 있음
- 종합적으로, 기존의 시설원에 복합 환경 제어시스템의 레벨을 한 단계 높은 시스템으로, 국내 뿐만 아니라 수출이 가능한 스마트팜으로 기대할 수 있다고 판단됨

2. 평가시 고려할 사항 또는 요구사항

- 총 2단계의 연구 하는 동안 신제품 개발, 기존 제품 고도화, 현장 실증, 연구 분석 등 뛰어난 연구성과를 내기 위해 큰 노력을 기울였음.
- 연구과제 종료 이후에도 대리점 및 관계 농장과의 지속적인 교류를 통해 효율적인 실증 방안에 대해 체계를 성립해야 하며, 농업 현장의 의견을 적극적으로 반영하여 제품 고도화에 끊임없는 노력을 기울여야 함.

3. 연구결과의 활용방안 및 향후조치에 대한 의견

- 본 과제의 결과물은 가축이나 작물 등 생물을 다루는 어떤 분야에도 적용하면 최적의 생육 환경을 만들어 준다는 장점이 있기에 이를 적극적으로 활용하여 다양한 분야에서도 연구개발이 진행되어야 한다고 판단됨.
- 농업 현장에 필요로 하는 혁신적인 기술에 대해 마케팅 홍보를 통해 보급 속도를 가속 시켜야 하며, 사용자의 도입 비용을 낮추기 위한 정부 지자체의 정책적인 지원이 필요함.

IV. 보안성 검토

- 해당사항 없음

※ 보안성이 필요하다고 판단되는 경우 작성함.

1. 연구책임자의 의견

- 해당사항 없음

2. 연구개발기관 자체의 검토결과

- 해당사항 없음

3. 연구목표 대비 성과

(단위 : 건수, 백만원, 명)

성과목표	사업화지표											연구기반지표									
	지식 재산권				기술 실시 (이전)		사업화					기술인	학술성과				교육지도	인력양성	정책 활용·홍보		기타 (타 연구 활용 등)
	특허출원	특허등록	품종등록	S M A R T	건수	기술료	제품화	매출액	수출액	고용창출	투자유치		논문		논문평균 IF	학술발표			정책활용	홍보전시	
													SCI	비 SCI							
단위	건	건	건	평건100건	건	백만원	건	백만원	백만원	명	백만원	건	건	건	명	건	건				
가중치	10	10					20	20	5	5		10			5		5	5			
최종목표	4	4					3	6,700	2,900	15		4		2	5		3	13	38		
1년차 2021	목표	1	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	1	-	1	-	3	-	
	실적	1	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	1	-	0	-	3	-	
2년차 2022	목표	2	1	-	-	-	1	200	-	2	-	1	-	-	2	-	1	1	5	-	
	실적	3	1	-	-	2	2	275	-	1	-	1	-	-	2	-	2	-	10	-	
3년차 2023	목표	1	1	-	-	-	2	500	100	2	-	3	-	1	2	-	1	2	5	-	
	실적	0	2	-	-	-	1	443	0	2	-	3	2	1	2	-	1	-	2	-	
소 계	목표	4	2	-	-	-	3	700	100	5	-	4	-	2	5	-	3	3	13	-	
	실적	4	3	-	-	2	3	718	0	5	-	4	2	1	5	-	3	-	15	-	
달성률(%)	100	100	-	-	100	-	100	100	0	100	-	100	-	50	-	100	-	100	0	100	-

4. 핵심기술

구분	핵심기술명
①	원예온실용 정밀제어가 가능한 제습기, 히팅팬 및 유동팬
②	온실 내 최적의 온습도 자동 정밀 제어 시스템
③	핵심기자재 고장 인지 및 원격 알림 시스템
④	핵심기자재 설치위치에 관한 배치 시스템

5. 연구결과별 기술적 수준

구분	핵심기술 수준					기술의 활용유형(복수표기 가능)				
	세계 최초	국내 최초	외국기술 복 제	외국기술 소화·흡수	외국기술 개선·개량	특허 출원	산업체이전 (상품화)	현장애로 결 해	정책 자료	기타
①의 기술		√				√				
②의 기술		√								
③의 기술		√								
④의 기술		√								

6. 각 연구결과별 구체적 활용계획

핵심기술명	핵심기술별 연구결과활용계획 및 기대효과
①의 기술	개선된 핵심기자재를 통한 온실내 정밀제어 제공 및 작물로 인한 소득증대 효과
②의 기술	온실 및 환경별 자동 제어시스템을 활용한 다양한 농업 분야에 활용 및 접목 가능
③의 기술	핵심기자재에 대한 고장 인지 모니터링을 통한 불필요한 에너지 낭비 방지 및 경 제성 높은 온실 운영 효과
④의 기술	기자재별 온실에 맞는 설치 위치 제안을 통해 효율적인 온실환경 관리 효과

7. 연구종료 후 성과창출 계획

(단위 : 건수, 백만원, 명)

성과 목표	사업화지표										연구기반지표									
	지식 재산권				기술 실시 (이전)		사업화				기술 인증	학술성과			교육 지도	인력 양성	정책 활용·홍보		기타 (타연구활용액) (이전연구활용액)	
	특허 출원	특허 등록	품종 등록	S M A R T	건 수	기술료	제 품 화	매 출 액	수 출 액	고 용 창 출		투 자 유 치	논문				학 술 발 표	정 책 활 용		홍 보 전 시
													S C I	비 S C I						
단위	건	건	건	평 균 건 수	백 만 원	건	백 만 원	백 만 원	명	백 만 원	건	건	건	건	명	건	건			
가중치	10	10				20	20	5	5	10			5	5	5	5				
최종목표	4	4				3	6700	2,900	15	4		2	5	3	13	38				
연구기간내 달성실적	4	3			2	3	718	0	5	4	2	1	5	3	0	15				
연구종료후 성과창출 계획		1				2	5,000	2,900	2	2					10	30				

210mm×297mm[(백상지(80g/m²) 또는 중질지(80g/m²)]

주 의

1. 이 보고서는 농림축산식품부에서 시행한 기술사업화지원 사업의 연구보고서입니다.
2. 이 보고서 내용을 발표하는 때에는 반드시 농림축산식품부에서 시행한 기술사업화지원 사업의 연구결과임을 밝혀야 합니다.
3. 국가과학기술 기밀 유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 안 됩니다.

210mm×297mm[백상지(80g/㎡) 또는 중질지(80g/㎡)]