

RS-2021
-IP82104
6

보안 과제(), 일반 과제(O) / 공개(O), 비공개()발간등록번호(O)
기술사업화지원(R&D)사업 2023년도 최종보고서

발간등록번호

11-1543000-004700-01

발농업의
물 및
비용
관리를
위한
클라우드
기반
원격통합
관리 및
데이터
축적
시스템
구축

발농업의 물 및 비용 관리를 위한 클라우드 기반 원격통합관리 및 데이터 축적시스템 구축

2024

2024.07.09.

주관연구기관 / (주)다운알에스

농림식품기술기획평가원
농림축산식품부

농림축산식품부
(전문기관)농림식품기술기획평가원

제출문

제 출 문

농림축산식품부 장관 귀하

본 보고서를 “밭농업의 물 및 비료 관리를 위한 클라우드 기반 원격통합관리 및 데이터 축적 시스템 구축”(개발기간 : 2021. 04. ~ 2023. 12.)과제의 최종보고서로 제출합니다.

2024. 07. 09.

주관연구기관명 : (주)다운알에스 (대표자) 정필수
공동연구기관명 : (대표자) (인)
참여기관명 : (대표자) (인)



주관연구책임자 : 정필수
공동연구책임자 :
참여기관책임자 :



(인)

국가연구개발사업의 관리 등에 관한 규정 제18조에 따라 보고서 열람에 동의합니다.

< 요약 문 >

※ 요약문은 5쪽 이내로 작성합니다.

사업명		총괄연구개발 식별번호 (해당 시 작성)					
내역사업명 (해당 시 작성)		연구개발과제번호					
기술 분 류	국가과학기술 표준분류	농업생산 시설/환경	50%	농업수자원/수문학	30%	농촌 환경 공학	20%
	농림식품 과학기술분류	농업 시설/환경기계 시스템	40%	원예작물 시설	30%	기타 농화학	30%
총괄연구개발명 (해당 시 작성)							
연구개발과제명		발농업 물 및 비료 관리를 위한 클라우드 기반 원격통합관리 및 데이터 축적 시스템 구축					
전체 연구개발기간		2021. 04. 01 - 2023. 12. 31(2년 9개월)					
총 연구개발비		총 1,047,000천원 (정부지원연구개발비: 803,000천원, 기관부담연구개발비 : 244,000천원, 지방자치단체: 천원, 그 외 지원금: 천원)					
연구개발단계		기초[] 응용[<input checked="" type="checkbox"/>] 개발[] 기타(위 3가지에 해당되지 않는 경우)[]		기술성숙도 (해당 시 기재)		착수시점 기준(7) 종료시점 목표(9)	
연구개발과제 유형 (해당 시 작성)							
연구개발과제 특성 (해당 시 작성)							
연구개발 목표 및 내용	최종 목표	<p>저전력 장거리 양방향 통신으로 발농사의 수분(관수)과 양분(관비)의 관리를 자동 및 원격으로 제어 한다. 특히, 재배동안 취득된 기상 및 생육데이터를 체계적으로 데이터 베이스화 하고, 발농사의 관수관비를 위한 제어가 지역과 작물에 따라 재배자의 지능과 경험적인 행동을 모방하여 학습 데이터로 활용될 수 있도록 하는 것을 목표로 한다.</p> <p>작물생육 및 생산성에 영향을 주고 있으나, 직접적으로 제어가 곤란한 광량, 강우, 풍향·풍속, 공중습도(RH) 등의 기상데이터와 상대적으로 제어가 가능한 토양 온도, 함수율, EC, pH 등의 근권부 환경 데이터를 체계적으로 수집한다. 이때, 데이터는 클라우드 기반의 데이터 베이스에 자동으로 저장되도록 한다. 지역별·작물별·작형별 발농업은 재배자의 경험과 지식을 기반으로 생산성이 달라진다. 이때, 수행된 재배자의 행위 또한 데이터베이스화 하여 최적 발농업의 관수관비제어를 위한 학습 데이터로 활용한다.</p> <p>발농업은 도시농업, 식물공장, 시설원에 스마트팜과 비교하여 기상변화의 영향을 크게 받아 상대적으로 4차산업화 시대 특징인 인공지능과 로봇, 사물인터넷, 빅데이터 등을 통한 새로운 융합과 혁신이 느리게 진행되고 있다. 이는 제어를 위한 경계가 모호하거나 방대하여 제어기 개발의 어려움에 그 원인이 있는 것으로 판단된다. 이에 고령화부녀화 되고 있는 농촌 인력구조 개편에 맞서 노동력이 부족한 현상을 극복할 수 있는 방안으로 기대된다.</p>					

	전체 내용		발농업 관수관비 자동화 및 제어기 개발 및 보급을 위한 기상 및 생육데이터의 데이터 베이스화.
	1단계 (해당 시 작성)	목표	기상 및 작물생육 데이터 취득을 위한 에너지 독립형 무선 센서모듈 개발 관수관비 시스템을 원격으로 자동 혹은 수동으로 제어할 수 있도록 한다.
		내용	기상청의 API를 통해 해당지역의 거시적 기상 정보와 에너지 독립형 무선 기상데이터 취득 센서와 생육에 필요한 함수용 센서 등을 무선으로 모듈화하여 웹서버에 데이터를 전송할 수 있도록 데이터망을 구축한다. 대상지역의 거시적, 미시적 기상정보 그리고 작물생육에 필요한 데이터를 기반으로 관수관비 시스템을 자동제어 또는 원격제어할 수 있는 제어시스템과 장거리 저전력 무선통신망을 구축한다.
	2단계 (해당 시 작성)	목표	2년간의 데이터를 이용하여 자동제어와 알림기능으로 재배자에 의한 원격제어가 가능한 발농업의 관수관비 통합관리 시스템을 구축한다.
		내용	2년간의 기상 및 생육데이터를 기반으로 자동으로 관수관비가 가능하며, 현재 상태와 거시적 기상정보를 통해 해당지역의 미시적 기상을 예측하여 관수관비할 수 있고, PC와 모바일에 알림기능 등을 통해 상태이상 등을 알릴 수 있는 발농업 관수관비 통합 관리 시스템을 구축한다.

연구개발성과	<ul style="list-style-type: none"> 환경데이터 측정 모듈의 에너지 독립을 위한 고도화 에너지 독립형 시제품 제작은 충전부와 데이터 송/수신부로 제작되었다. 개발 시제품이 설치되는 장소를 고려하여 태양광 패널(Solar pannel)을 사용하여 전원공급하고 기상상태에 따라 전원 공급이 원활하지 못한 단점을 보완하기 위해 축전지(battery)와 함께 충전부를 구성하였다. 충전부 제어기(Controller)를 통해 시제품에 공급하는 전원을 관리하도록 구성하였다.
	<ul style="list-style-type: none"> 저전력 장거리 무선통신 프로토콜 개발 저전력 장거리 무선통신 시제품은 모니터링 장치, 게이트웨이, 무선센서박스로 구성된다. 모니터링장치는 기존의 제품을 개발기술의 개발 방향에 맞도록 개선하여 무선통신 할 수 있도록 프로토콜을 개발하고 있다. 게이트웨이는 무선센서박스에서 측정하여 전송한 데이터를 수집하여 모니터링 장치에 전달해 주는 역할을 한다. 게이트웨이에서 랜덤으로 송신한 무선센서박스의 데이터를 정리할 수 있는 프로토콜을 개발 예정이다. 무선센서박스는 사용하고자 하는 센서를 연결하고 측정된 데이터를 게이트웨이에서 받아 들일 수 있도록 프로토콜을 설계하였다.

연구개발성과

◦ 취득데이터의 클라우드 기반 데이터베이스 설계 및 구축

서버의 운영체제는 Ubuntu 18.04 LTS로 구성하였다. 데이터베이스(DB)는 mariadb 10.5.5를 사용하였으며 AWS lightsail을 통해 제작하였다. 저전력 장거리 무선통신을 통해 측정된 데이터는 SK ThingPlug 서버에 이틀간 저장 후 삭제된다. 그래서 과제를 통해 구축한 자체 서버에서 SK ThingPlug 서버에 저장된 데이터를 구독하여 측정데이터를 저장 할 수 있도록 구성하였다. 자체 서버에 저장된 데이터는 사용자에게 최대 6개월분의 데이터를 제공하고, 백업하여 영구보관 되도록 구성하였다.

◦ 웹기반 모니터링 시스템 개발

웹기반 모니터링 시스템은 클라우드 기반 데이터베이스를 바탕으로 웹을 구성하였다. 장비정보는 재배하는 작물, 주소 등을 사용자가 직접 입력할 수 있도록 제작하였다. 측정된 기상부와 근권부 데이터는 차트화면에서 전체센서를 표시 할 수 있도록 개발하였다.

◦ 통합제어시스템 개발 및 선택적 관수관비 시스템 구축

기상 데이터(온도, 습도, 일사, 풍향/풍속)와 토양 데이터 (EC, pH, 토양수분)를 기반으로 자동으로 관수관비 제어가 가능하도록 하였다. 통합제어시스템은 센서 노드부에서 송신한 데이터를 수신하고 서버에 접속이 가능한 게이트웨이, 수집된 데이터를 서버로 송/수신할 수 있는 장치, 그리고 제어기로 구성하였다. 수집된 데이터를 게이트웨이로 송/수신 하기 위해 RS485 통신과 LoRa 통신을 사용하였고, 게이트웨이에서 서버로 송/수신하기 위해 LoRa 통신이 가능하도록 설계하였다. 사용자는 웹과 앱을 통해서 원격제어를 수행하면 서버에서 통합제어시스템으로 명령을 전달하여 원격으로 제어를 수행하는데 LoRa 통신을 사용하여 구역별 관수관비량을 제어할 수 있는 선택적 관수관비 시스템을 구축 하였다.

연구개발성과 활용계획 및 기대 효과

고령화·부녀화 되고 있는 농촌 인력구조 개편에 맞서 관리인력 부족현상을 해소할 수 있다. 또한 도시농업, 식물공장, 시설원에 스마트팜에 비해 상대적으로 기상변화(이상기후)의 영향을 크게 받아 새로운 융합과 혁신이 부족한 발농업에 영농인의 경험과 지식을 데이터베이스화 하여 지역별·작물별·작형별 생육환경을 발농업 관수관비 통합 관리 시스템에 의해 능동적으로 대응하여 효율적인 관리 인력으로 높은 생산성을 거둘 것으로 기대된다.

연구개발성과의 비공개여부 및 사유

연구개발성과의 등록·기탁 건수	논문	특허	보고서 원문	연구 시설·장비	기술 요약 정보	소프트웨어	표준	생명자원		화합물	신품종	
								생명 정보	생물 자원		정보	실물
연구시설·장비 종합정보시스템 등록 현황	구입 기관	연구시설·장비명	규격 (모델명)	수량	구입 연월일	구입가격 (천원)	구입처 (전화)	비고 (설치장소)	ZEUS 등록번호			
국문핵심어 (5개 이내)	관수관비		자동제어(AI)		원격제어		클라우드		빅데이터			
영문핵심어 (5개 이내)	Water and Fertilizer Management		Automatic Control(AI)		Remote Control		Cloud		Big Data			

< 목 차 >

1. 연구개발과제의 개요	1
2. 연구개발과제의 수행 과정 및 수행내용	8
3. 연구개발과제의 수행 결과 및 목표 달성 정도	25
4. 목표 미달 시 원인분석(해당 시 작성)	45
5. 연구개발성과 및 관련 분야에 대한 기여 정도	47
6. 연구개발성과의 관리 및 활용 계획	48
별첨 자료 (참고 문헌 등)	50

최종보고서

보안등급

일반[], 보안[]

중앙행정기관명				사업명							
전문기관명 (해당 시 작성)				사업명		내역사업명 (해당 시 작성)					
공고번호				총괄연구개발 식별번호 (해당 시 작성)							
				연구개발과제번호							
기술분류	국가과학기술 표준분류	농업생산 시설/환경	50%	농업수자원/수문학	30%	농촌 환경 공학	20%				
	농림식품과학기술분류	농업 시설/환경기계 시스템	40%	원예작물 시설	30%	기타 농화학	30%				
총괄연구개발명 (해당 시 작성)		국문									
		영문									
연구개발과제명		국문		발농업의 물 및 비료 관리를 위한 클라우드 기반 원격통합관리 및 데이터 축적 시스템 구축							
		영문		Establishment of integrated Remote Control and Data Accumulation System with Cloud for Water and Fertilizer Management in the field farming							
주관연구개발기관		기관명		(주)다운알에스		사업자등록번호		561-81-00047			
		주소		(61186) 광주광역시 북구 용봉 로 77, 전남대 정비센터		법인등록번호		200111 -0423510			
연구책임자		성명		정필수		직위					
		연락처		직장전화 전자우편		휴대전화		국가연구자번호			
연구개발기간		전체		2021. 04. 01 - 2023. 12. 31(2년 9개월)							
		단계 (해당 시 작성)		1단계		2021. 04. 01 - 2022. 12. 31(1년 9개월)					
				2단계		2023. 01. 01 - 2023. 12. 31(1년 개월)					
연구개발비 (단위: 천원)		정부지원 연구개발비		기관부담 연구개발비		그 외 기관 등의 지원금		합계		연구개발비 외 지원금	
		현금		현금		지방자치단체 기타()		현금		현금	
총계		803,000		17,100 226,900				820,100 226,900		1,047,000	
1단계		1년차		219,000 7,300 65,700				226,300 65,700		292,000	
		2년차		292,000 0 73,000				292,000 73,000		365,000	
2단계		1년차		292,000 9,800 88,200				301,800 88,200		390,000	
		n년차									
공동연구개발기관 등 (해당 시 작성)		기관명		책임자		직위		휴대전화		전자우편	
										비고	
										역할	
										기관유형	
연구개발담당자 실무담당자		성명		박동욱		직위		차장			
		연락처		직장전화 전자우편		휴대전화		국가연구자번호			

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

2024년 6월 28일

연구책임자: 정필수 (인)

주관연구개발기관의 장: (주)다운알에스 정필수

공동연구개발기관의 장:

위탁연구개발기관의 장:



1. 연구개발과제의 개요

1) 연구개발과제의 필요성

인력에 의존하는 발농업의 현실을 감안할 때, 고령화·부녀화 되고 있는 농촌 인력구조(국내 228개 기초단체 중 84곳이 30년 안에 사라질 것으로 예측 - 농경영, 2018)는 치명적이다.



그림 1-1 65세 이상 농가인구 비율. ©농민신문

이는 단기적으로 작물의 생산성과 품질에 직접적인 영향을 주게 되며, 장기적인 관점에서 경작면적의 축소로 이어질 것이다.



그림 1-2 통계청이 발표한 2021년 농림어업조사 결과. 그래프=뉴시스제공. ©이모작뉴스

또한, 발농업에 있어 트랙터, 다목적 관리기, 작조기 등의 보급으로 경작지 정리의 기계화가 가능하나, 생육관리의 핵심인 관수관비에 대한 자동화는 미흡하다. 이는 4차 산업으로 가속되고 있는 도시농업, 식물공장, 시설원에 스마트팜과 비교하여 도로망, 전력망, 통신망 등의 인프라가 상대적으로 빈약한 점과 제어 대상의 크기 및 경계 그리고 제어가 곤란한 광량, 강우, 풍향·풍속, 공중습도(RH) 등의 기상현역별·작물별·작형별 생육환경이상, 지 달라 기술의 실증단계에 머물러 있다. 따라서, 경제성과 현실성을 가지려면 충분한 작업 규모를 확보하여 단위 면적당 비용을 최소화(제어비용)할 필요가 있다.

농촌 인력구조의 변화에 따라 밭농업의 작황을 결정짓는 관수관비에 대한 자동화가 절실히 요구되고 있는 현실에 반해, 전술한 많은 어려움으로 제어기 및 관리시스템의 개발이 곤란하였다. 최근 통신기술과 태양광을 이용한 에너지 자립형 모듈의 발전 그리고 기상청 등의 공공정보기관의 API를 통한 정보공개로 적은 제어비용으로 능동적인 관수관비가 가능할 것으로 판단된다.



그림 1-3 2022년 이상기후 보고서 주요 내용. ©연합뉴스

도시 중심의 스마트 시티 개발이 확산되고 있는 가운데 도농 격차를 줄이고 국가 균형 발전의 도모와 개별농가의 생산기술 최적화와 경쟁력 확보를 위해 농어촌 마을 단위에 밭농업 관수관비 통합 관리 시스템을 적극 보급할 필요가 있다. 또한, 고령화·부녀화 되고 있는 농촌 인력구조를 개선하기 위해 젊은 세대의 유입이 절실히 요구되고 있다. 농촌생활이 편리하고 살고 싶은 공간으로 다가가기 위해서는 4차 산업혁명 기술을 접목한 생활터전의 조성이 중요하다.

기존 인력구조와 젊은 영농인의 유입과 양성을 위해 시설원에 스마트팜 뿐만 아니라 밭농업에도 기계화 및 지능화는 절실하다. 적은 인력과 노동으로 지역별·작물별·작형별 생육환경, 특히 이상기후로 인한 농작물 피해를 최소화하기 위해 능동적으로 대응할 수 있는 효율적인 밭농업 통합관리 시스템이 필요하다. 또한, 경험이 적은 젊은 영농인에게 어려운 관수관비에 대한 접근성을 용이하게 하여 경쟁력을 향상시킬 필요가 있다.

정부에서도 원예 스마트팜을 정의하고 농림수산물교육문화정보원에서 운영중인 스마트팜코리아에서는 노지 스마트팜을 PC 또는 모바일을 통해 온.습도, 기상상황 등을 모니터링 하고 원격으로 관수, 병해충 관리 등이 가능한 스마트 채소밭으로 정의하고 아래와 같이 구성도를 정의하고 있다.

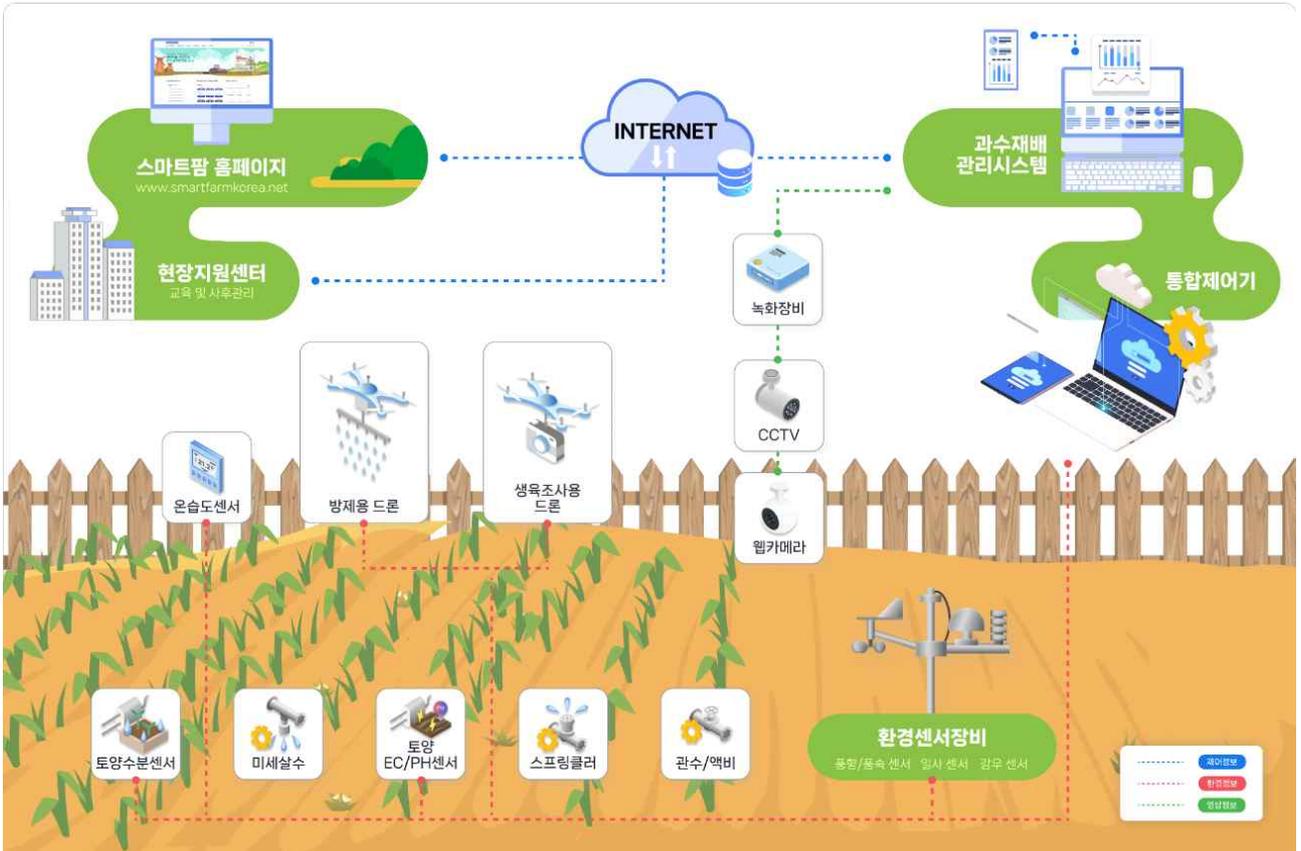


그림 1-4 스마트 채소밭 구성도. ©스마트팜코리아

2) 연구개발고제의 내용

발농업의 작황을 결정짓는 관수관비를 기상과 근권부 환경 데이터, 그리고 이에 대응하는 경험과 지식에 기반한 정보로부터 학습한 제어기를 통해 자동제어와 원격제어가 가능하도록 하고 지속적인 기상과 근권부 환경 데이터, 그리고 이에 경작 행위를 취득하여 데이터베이스화 한다.

○ 최종목표

토양 온도, 함수율, EC, pH등의 근권부 환경 데이터를 에너지 독립형 측정 모듈을 통해 체계적으로 수집하고, 데이터는 그림 1과 같이 클라우드 기반의 데이터 베이스에 자동으로 저장되도록 한다. 지역별·작물별·작형별 발농업은 재배자의 경험과 지식을 기반으로 생산성이 달라진다. 이때, 수행된 재배자의 행위(관수관비) 또한 데이터베이스화 하여 최적 발농업의 관수관비제어를 위한 학습 데이터로 활용한다.

○ 단계별 목표

- 1차년도 : 12개월
 - 환경데이터 측정 모듈의 에너지 독립을 위한 고도화
 - 저전력 장거리 무선통신 프로토콜 개발
 - 취득데이터의 클라우드 기반 데이터베이스 설계 및 구축
 - 웹기반 모니터링 시스템 개발
- 2차년도 : 12개월
 - 관수관비 시스템의 자동화 및 부대장비의 고도화
 - 지형정보를 이용한 적정관수관비 시스템의 설치법의 체계화
 - 웹기반 모니터링 시스템 고도화
- 3차년도: 12개월
 - 기상, 근권부 데이터와 경작인의 조치를 이용한 지능형 제어기 구축
 - 쌍방 통신이 가능한 원격제어 시스템 구축
 - 발농업의 관수관비 통합관리 시스템 완성

○ 연차별 과제 내용

- 1차년도 : 9개월
 - 환경데이터 측정 모듈의 에너지 독립을 위한 고도화

환경데이터는 생육환경과 기상데이터로 구분되며, 발농업의 특성상 유선으로 동력을 전달하는 것은 비효율적이며 많은 위험요소를 내포하게 된다. 최근 2차전지의 발전과 태양광충전시스템의 발전으로 센서모듈에 추가하여 상업용 에너지 독립형 모듈의 개발이 가능하게 되었다. 또한, 에너지 절감을 위한 슬립기능 등을 모듈의 펌웨어에 추가하여 태양광 충전만으로 작기동안의 센싱이 가능하도록 한다.

측정은 단위시간(1시간, 하루 24회) 간격으로 측정하여 그림 2에서 측정된 근권부의 대기온도 습도, 강우, 풍량, 풍속, 그리고 자외선 파장 범위 VIS-NIR, UVA, UVB, UVC 영역안에 있는 조도(lux), 복사 조도(W/m²)과 같은 광량 및 복사량 특히, 400~700nm파장 범위의 광합성 활성 복사량(PAR)을 측정한 데이터를 프로토콜에 따라 허브에 송신하도록 하며, 송신 완료 후 타이머를 제외한 모든 기능은 정지한 상태인 슬립상태로 대기하도록 한다. 또한 허브로부터 측정 요청이 있을 때, 즉각적으로 현재 시점의 환경을 측정하여 송신할 수 있도록 웨이크업 기능을 포함하도록 한다.

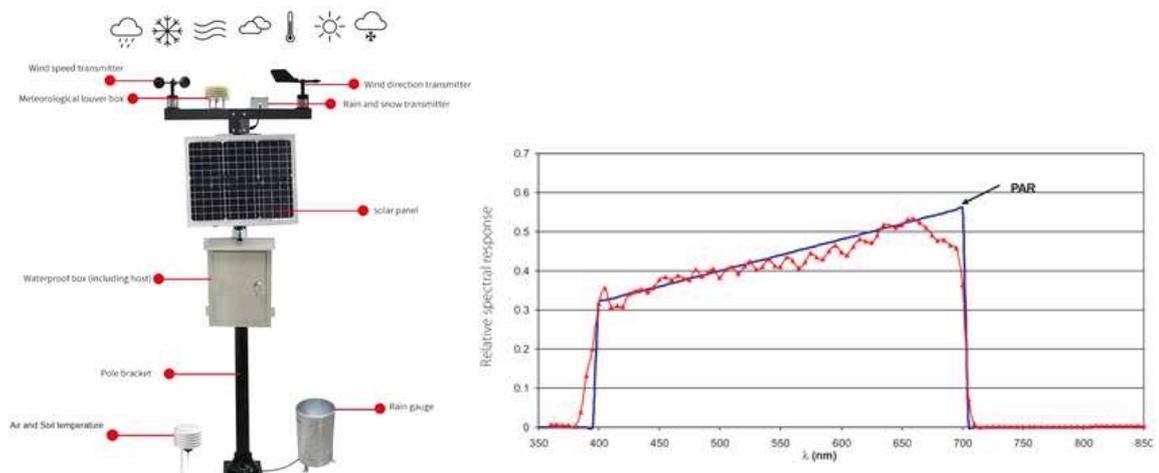


그림 1-5 에너지 독립형 포장 기상 관측 시스템

- **저전력 장거리 무선통신 프로토콜 개발**

발농업은 시설원예나 스마트팜과 달리 개활지와 자연환경속에서 상당한 거리를 두고 송수신을 수행하여야 하는 관계로 WiFi, Bluetooth를 이용한 데이터 통신은 비합리적이다. 또한, 저전력 장거리 통신으로 알려진 ZigBee의 경우 장거리 통신을 위해서는 중계기가 필요 하며, 펌웨어 구성과 네트워크 구성이 복잡하다.

최근 900MHz대 주파수를 사용하여 저전력 원거리 통신을 지향하는 사물 인터넷 망으로 각광받고 있는 LoRaWAN의 경우 국내에 'LoRa'로 상용화되어 있으며, 과제를 제안하는 다운알에스의 경우 LoRa통신이 가능한 통신모듈을 개발하여 그림 1과 같이 양방향 통신이 가능한 모듈을 개발하고 인증(C-Class)받은 상태이다. 생육환경과 기상데이터는 숫자로 구성되어 1Kb미만의 적은 데이터이다. 따라서 저전력 장거리 통신이 특징인 LoRa통신이 가장 적합한 통신 방식이다.

- **취득데이터의 클라우드 기반 데이터베이스 설계 및 구축**

환경데이터는 기상청에서 API를 통해 제공하는 거시적 기상데이터와 경작지의 광량, 강우, 풍향·풍속, 공중습도(RH)등의 미시적 기상데이터로 구성되고 근권부의 토양 온도, 함수율, EC, pH등의 데이터로 구성된다. 또한, 영농인의 작기중의 관수관비를 위한 조치사항 등의 행동데이터가 있다. 데이터 베이스의 구성은 기상부, 근권부, 관수관비의 3개로 구성한다. 누적된 데이터는 분석을 통하여 작기중 또는 다음 작기에 최적의 생육조건을 제공할 수 있도록 한다. 또한, 상호간의 데이터 공유 및 농업의 공유를 유도할 수 있는 사용자 모임등이 활성화될 수 있도록 SNS등이 활성화 될 수 있는 정보 교류의 장을 구축한다.

측정되는 기상과 생육, 근권부 데이터와 함께 포장에서 발생하는 병해충에 대하여도 데이터화 하여 저장하여 기상 및 작물 생육단계에 따라 발생하는 병해충에 대해 분석할 수 있도록 하며, 더불어 구제하였을 때의 경험과 약재, 농법등도 데이터화할 수 있도록 자연어 입력과 처리할 수 있도록 한다.

- **웹기반 모니터링 시스템 개발**

측정되는 기상과 근권부 데이터는 정량적이며, 경작인의 경험과 지식에서 도출된 정성적(검지법, 작물의 활력 등) 판단에 의한 관수를 행하게 되고 이를 PC나 모바일로 접속하여 모니터링할 수 있도록 한다. 이는 경작인의 관수관비를 위한 경작행위를 위한 의사결정에 많은 도움을 줄 것으로 판단된다.

- 2차년도 : 12개월

- **관수관비 시스템의 자동화 및 부대장비의 고도화**

발농사의 관수는 그림 2와 같이 스프링클러, 점적방식 혹은 고랑에 물을 흘려보내는 방식으로 이뤄지고 있다. 합리적이고 경제적인 관수를 하려면 토양수분을 측정하여 적정시기에 관수하는 것이 필요하다. 발농사의 경우 pF3.0정도에서 관수를 시작하는 것이 바람직한 것으로 알려져 있다. 현재 자동화 되어 있는 관수관비 시스템의 경우 단순한 타이머에 의한 작동시기와 작동시간을 제어하는 수준에 있다. 제어 신호에 의해 작동되며, 구역별 관수량을 제어할 수 있도록 관로 개폐기를 설치하여 선택적으로 관수관비가 가능하도록 한다.



a) 점적호스 b) 미니스프링클러 c) 중형스프링클러 d) 고랑관수

그림 1-6 관수의 형태

◦ 지형정보를 이용한 적정관수관비 시스템의 설치법의 체계화

수두차를 이용한 관수관비에 있어서 지형은 수두에 직접적인 영향을 주게 된다. 이에 합리적으로 대응하기 위해서 펌프의 적용에 차별화가 필요하다. 현재 대부분 관수를 위해 적용하고 있는 베인타입의 펌프를 상대적으로 관수량제어가 용이하며 고압을 발생시킬 수 있는 피스톤방식으로 적용하여 제어할 수 있도록 한다.

관수장비는 파이프라인의 동파를 예방하는 것을 기초로 설계된다. 작기중 항상 열림 상태로 PVC 볼밸브를 부분적으로 적용하여 겨울철 배수작업을 용이하게 한다. 또한, 자동 밸브는 원격에서 24V로 제어가 가능한 솔레노이드 밸브를 적용하록 한다.



그림 1-7 관수를 위한 솔레노이드 원격제어밸브

◦ 웹기반 모니터링 시스템 고도화

측정되는 기상과 근권부 데이터를 상시로 모니터링할 수 있도록 웹기반 모니터링 시스템을 구축한다. 작기중의 데이터를 그림 3에 나타낸 다운알에스에서 개발한 클라우드 기반 웹모니터링 시스템으로 정량적으로 관찰할 수 있으며, 작물과 기상상태등에 따라 적절한 관수관비에 대한 정량적 값을 제시할 수 있도록 한다.

- 3차년도 : 12개월

◦ 기상, 근권부 데이터와 경작인의 조치를 이용한 지능형 제어기 구축

연구 시작후 2년간은 경작인의 경험적 관수방식을 학습할 수 있도록 한다. 작물 관수 시기 및 필요수량을 판단하는 기준으로 대부분의 경작인은(96%-밭작물 재배를 위한 소규모 관개시스템 설계 기술 연구, 2016.12)가 눈으로 작물의 시뭇을 확인한다던지, 토양을 손으로 움켜쥐어서 판단하는 검지법 등 대부분 경험과 직관에 의존하는 것으로 설문조사 결과 확인되었다.

- **쌍방 통신이 가능한 원격제어 시스템 구축**

측정되는 기상과 근권부데이터를 참조하여 경험적으로 관수하던 경작인에게 적절한 관수시기와 양을 제시함으로써 원거리에서 관수 시스템을 제어하여 관수할 수 있도록 쌍방통신에 의한 원격 제어 시스템을 구축한다. 이는 긴급상황등에 경작인이 제어기를 조작할 수 있는 모드의 구축과도 일맥상통한다.

- **발농업의 관수관비 통합관리 시스템 완성**

측정되는 기상과 근권부데이터와 경작인의 관수 형식에 따라 학습된 제어기를 기반으로 관수관비를 경작인과 유사한 관수관비를 행하게 되며, 클라우드 기반의 데이터베이스로부터 학습 데이터를 이용하여 다른지역 동일 작물에 대한 학습데이터를 이용하여 적절한 제어방식을 도출할 수 있는 학습능력을 갖춘 발농업의 관수관비 통합관리 시스템을 구축하고 실증한다.

2. 연구개발과제의 수행 과정 및 수행 내용

발농업의 작황을 결정짓는 관수관비를 기상과 근권부 환경 데이터, 그리고 이에 대응하는 경험과 지식에 기반한 정보로부터 학습한 제어기를 통해 자동제어와 원격제어가 가능하도록 하고 지속적인 기상과 근권부 환경 데이터, 그리고 이에 경작 행위를 취득하여 데이터베이스화 한다.

1) 연구개발과제의 최종 목표

토양 온도, 함수율, EC, pH등의 근권부 환경 데이터를 에너지 독립형 측정 모듈을 통해 체계적으로 수집하고, 데이터는 그림 1과 같이 클라우드 기반의 데이터 베이스에 자동으로 저장되도록 한다. 지역별·작물별·작형별 발농업은 재배자의 경험과 지식을 기반으로 생산성이 달라진다. 이때, 수행된 재배자의 행위(관수관비) 또한 데이터베이스화 하여 최적 발농업의 관수관비제어를 위한 학습 데이터로 활용한다.



그림 2-1 클라우드 기반 원격통합관리 및 데이터 추적 시스템 구축

2) 연구개발과제의 단계별 목표

1차년도 : 12개월

- 환경데이터 측정 모듈의 에너지 독립을 위한 고도화
- 저전력 장거리 무선통신 프로토콜 개발
- 취득데이터의 클라우드 기반 데이터베이스 설계 및 구축
- 웹기반 모니터링 시스템 개발

2차년도 : 12개월

- 관수관비 시스템의 자동화 및 부대장비의 고도화
- 지형정보를 이용한 적정관수관비 시스템의 설치법의 체계화
- 웹기반 모니터링 시스템 고도화

3차년도: 12개월

- 기상, 근권부 데이터와 경작인의 조치를 이용한 지능형 제어기 구축
- 쌍방 통신이 가능한 원격제어 시스템 구축
- 발농업의 관수관비 통합관리 시스템 완성

3) 수행내용

○ 환경데이터 측정 모듈의 에너지 독립을 위한 고도화

환경데이터는 생육환경과 기상데이터로 구분되며, 발농업의 특성상 유선으로 동력을 전달하는 것은 비효율적이며 많은 위험요소를 내포하게 된다. 최근 2차전지의 발전과 태양광충전시스템의 발전으로 센서 모듈에 추가하여 상업용 에너지 독립형 모듈의 개발이 가능하게 되었다. 또한, 에너지 절감을 위한 슬립기능 등을 모듈의 펌웨어에 추가하여 태양광 충전만으로 작기 동안의 센싱이 가능하도록 하였다.

측정은 단위시간(1시간, 하루 24회) 간격으로 측정하여 그림 2에서 측정된 근권부의 대기온도 습도, 강우, 풍량, 풍속, 그리고 자외선 파장 범위 VIS-NIR, UVA, UVB, UVC 영역안에 있는 조도(lux), 복사 조도(W/m²)과 같은 광량 및 복사량 특히, 400~700nm 파장 범위의 광합성 활성 복사량(PAR)을 측정한 데이터를 프로토콜에 따라 허브에 송신하도록 하며, 송신 완료 후 타이머를 제외한 모든 기능은 정지한 상태인 슬립상태로 대기 가능하다. 또한 허브로부터 측정 요청이 있을 때, 즉각적으로 현재 시점의 환경을 측정하여 송신할 수 있도록 웨이크업 기능을 포함 하였다.

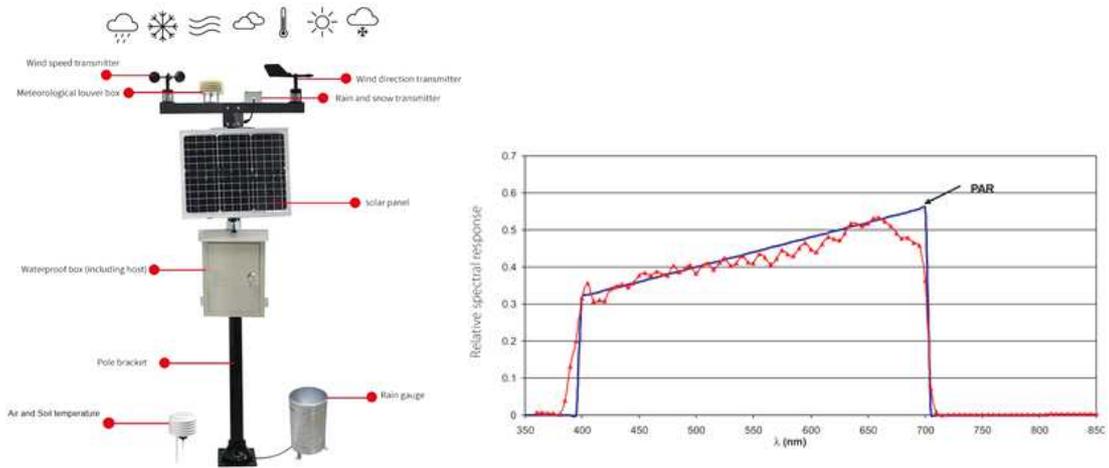


그림 2-2 에너지 독립형 포장 기상 관측 시스템

에너지 독립형 시제품 제작은 충전부와 데이터 송/수신부로 제작되었다. 개발 시제품이 설치되는 장소를 고려하여 태양광 패널(Solar pannel)을 사용하여 전원공급하고 기상상태에 따라 전원 공급이 원활하지 못한 단점을 보완하기 위해 축전지(battery)와 함께 충전부를 구성하였다.

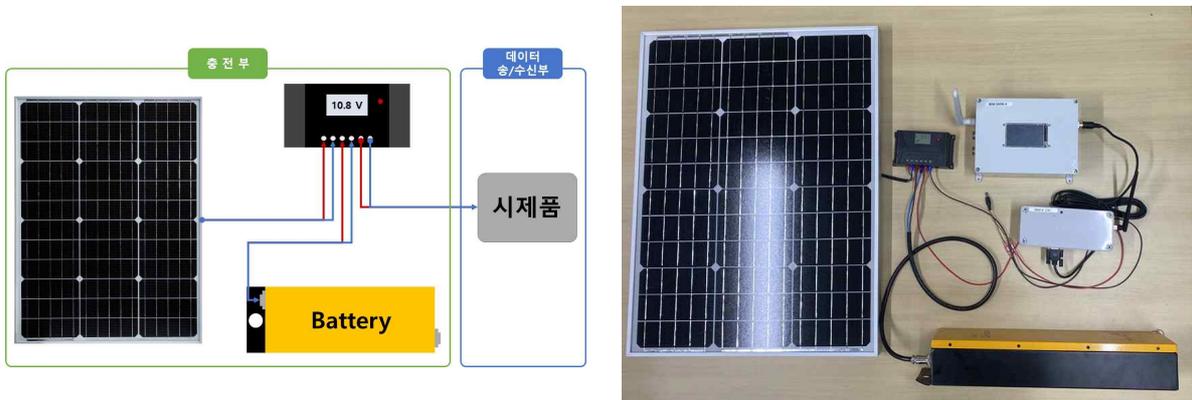


그림 2-3 에너지 독립형 시제품

충전부 제어기(Controller)를 통해 시제품에 공급하는 전원을 관리하도록 구성하였다. 충전부는 태양광 패널, 축전지, 제어기로 구성하였다. 태양광 패널은 사용되는 센서의 소비 전력을 고려하여 50W 제품, 축전지는 충전용량(최대)이 104Ah인 제품을 사용하였으며 전용 제어기로 제어하도록 구성하였다.



그림 2-4 태양광패널(좌), 제어기(중간), 축전지(우)

데이터 송/수신부는 저전력 장거리 무선통신(LoRa)을 사용하여 환경데이터를 측정할 수 있도록 설계하였다. 기존에 유선으로 환경데이터를 측정할 수 있도록 개발된 제품을 개선하여 측정된 환경데이터를 무선으로 송/수신 할 수 있도록 개발하였다. 개선된 데이터 송/수신부는 무선데이터를 수집하기 위해 게이트웨이를 추가로 설계하였으며 저전력 장거리 통신을 사용하도록 설계하여 측정 거리의 단점을 개선하였다.



그림 2-5 모니터링 장치(좌), 게이트웨이(중간), 무선센서박스(우)

○ 저전력 장거리 무선통신 프로토콜 개발

발농업은 시설원예나 스마트팜과 달리 개활지와 자연환경속에서 상당한 거리를 두고 송수신을 수행하여야 하는 관계로 WiFi, Bluetooth를 이용한 데이터 통신은 비합리적이다. 또한, 저전력 장거리 통신으로 알려진 ZigBee의 경우 장거리 통신을 위해서는 중계기가 필요 하며, 펌웨어 구성과 네트워크 구성이 복잡하다.

최근 900MHz대 주파수를 사용하여 저전력 원거리 통신을 지향하는 사물 인터넷 망으로 각광받고 있는 LoRaWAN의 경우 국내에 'LoRa'로 상용화되어 있으며, 과제를 제안하는 다운알에스의 경우 LoRa통신이 가능한 통신모듈을 개발하여 양방향 통신이 가능한 모듈을 개발하고 인증(C-Class)받은 상태이다. 생육환경과 기상데이터는 숫자로 구성되어 1Kb미만의 적은 데이터이다. 따라서 저전력 장거리 통신이 특징인 LoRa통신이 가장 적합한 통신 방식이다.

표 2-1 사물인터넷 센서네트워크 통신기술의 비교

	Wi-Fi	Zigbee	Bluetooth	LoRa WAN
통신범위	20~100m	10~100m	10m	11km
사용주파수	2.4GHz, 5GHz	868, 900~928MHz, 2.4GHz	2.4GHz	867~928MHz (비면허대역)
전력소비/ 배터리수명	50~200mW	평균 15mW 이하	1~30mW	약 10~20년 10mW이하
표준화	IEEE 802.11b,g	IEEE 802.15.4 포함	IEEE 802.15.1	비표준
노드확장성	20	65,535	7	16채널 /1,000노드
네트워크	Infra(AP), Ad-hoc	Ad-hoc, P2P, mesh	AD-hoc, small network	WAN, M2M, mesh
통신연결시간	10s 이하	30ms 이하	100ms 이하	400ms 이하

※ 출처 : IEEE802.11,802.15.1,802.15.4표준,LoRa Alliance-LoRa WAN



그림 2-6 저전력 장거리 무선통신 제품 개념도

무선센서박스의 통신방식은 브로드캐스트 방식을 적용하였으며 동일 지역에서 구역별 연결되는 센서를 구별하고 송신되는 데이터를 구별하기 위한 프로토콜을 구성하여 적용하였다. 무선센서 정보를 포함하고 있는 프로토콜은 게이트웨이에서 등록되어있는 센서를 구별할 수 있도록 구성되어 한 농가에서 다수의 제품을 소유하더라도 구별될 수 있도록 하였다.

무선센서박스는 에너지독립형을 추구하고 있는 관계로 실장된 2차전지의 사용기간을 고려한 슬립/웨이크업 기능에 따라 센서간의 데이터 송신의 서열화가 곤란하여 게이트웨이에 취합되는 데이터의 센서데이터 셋간의 서열이 항상 다르다. 모니터링 시스템단에서 이를 정리하기에는 게이트웨이와 센서의 조합에 따라 현지화가 상이한 관계로 게이트웨이 단에서 송신한 무선 센서박스의 데이터를 정리하는 전처리 기능을 강화하였다.



그림 2-7 모니터링 장치 시제품(좌), 게이트웨이 시제품(우)



그림 2-8 무선센서박스 시제품(좌), 탄산가스 센서(우)

○ 취득데이터의 클라우드 기반 데이터베이스 설계 및 구축

환경데이터는 기상청에서 API를 통해 제공하는 거시적 기상데이터와 경작지의 광량, 강우, 풍향·풍속, 공중습도(RH)등의 미시적 기상데이터로 구성되고 근권부의 토양 온도, 함수율, EC, pH등의 데이터로 구성된다. 또한, 영농인의 작기중의 관수관비를 위한 조치사항 등의 행동데이터가 있다. 데이터 베이스의 구성은 기상부, 근권부, 관수관비의 3개로 구성하였다.

측정되는 기상과 생육, 근권부 데이터와 함께 포장에서 발생하는 병해충에 대하여도 데이터화 하여 저장하여 기상 및 작물 생육단계에 따라 발생하는 병해충에 대해 분석할 수 있도록 하며, 더불어 구재하였을 때의 경험과 약재, 농법등도 데이터화할 수 있도록 자연어 입력과 처리할 수 있도록 구축하였다.

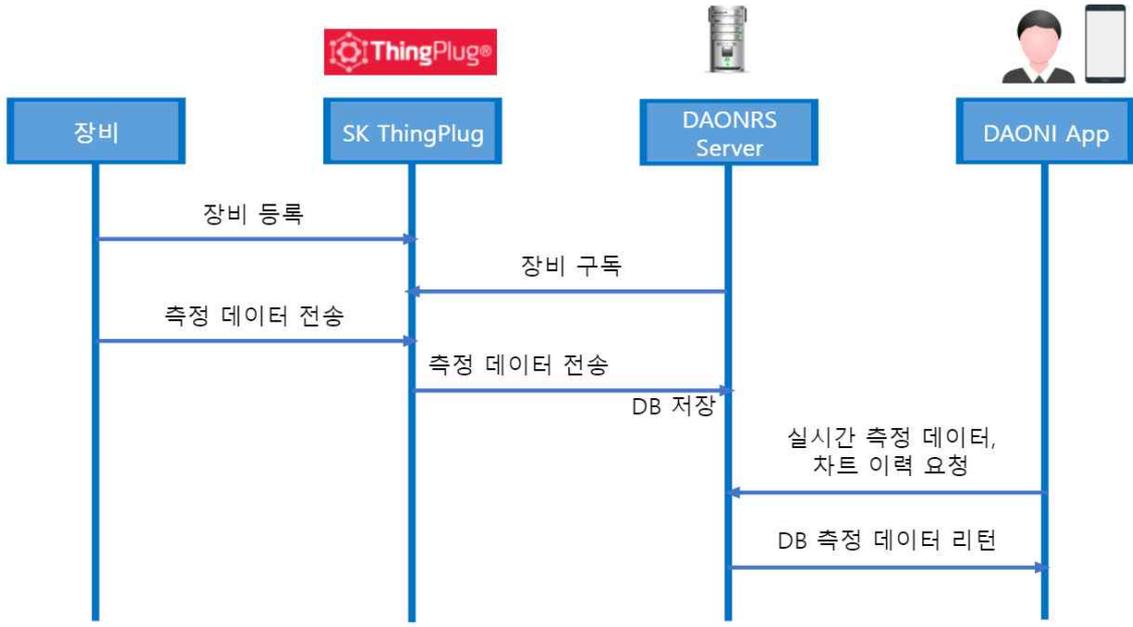


그림 2-9 데이터 흐름도(서버별)

서버의 운영체제는 Ubuntu 18.04 LTS로 구성하였다. 데이터베이스(DB)는 mariadb 10.5.5를 사용하였으며 AWS lightsail을 통해 제작하였다.

저전력 장거리 무선통신을 통해 측정된 데이터는 SK ThingPlug 서버에 이틀간 저장 후 삭제된다. 그래서 과제를 통해 구축한 자체 서버에서 SK ThingPlug 서버에 저장된 데이터를 구독하여 측정데이터를 저장 할 수 있도록 구성하였다. 자체 서버에 저장된 데이터는 사용자에게 최대 6개월간 제공되며, 백업하여 별도 보관 후 학습자료로 활용하도록 하였다.

데이터베이스에 관리자가 접속하여 저장된 데이터를 다운로드할 수 있도록 구성하였다. 별도의 프로그램을 사용하여 데이터베이스에 접속할 수 있으며 데이터는 한 달 간격으로 개별 장비 파일을 생성하여 관리할 수 있도록 제작하였다.

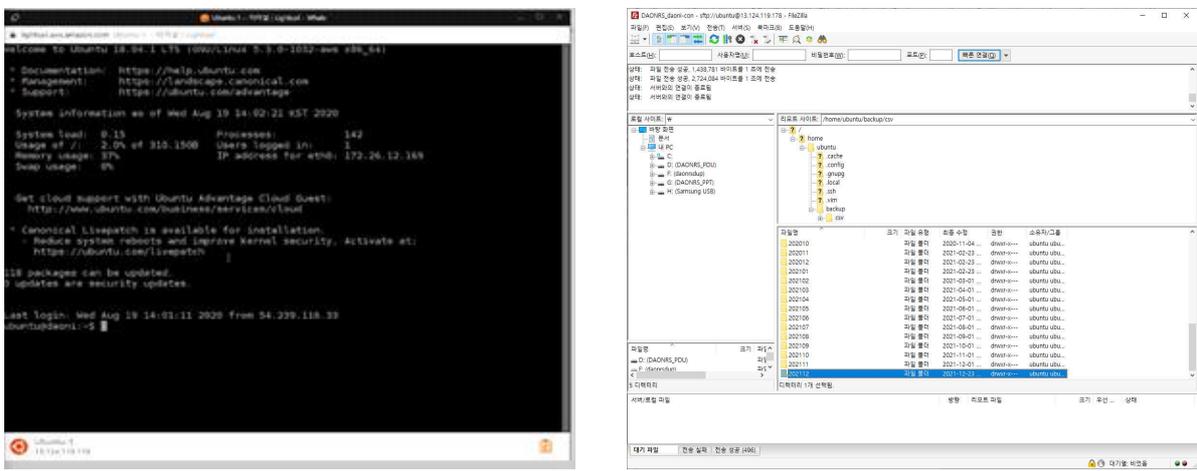


그림 2-10 클라우드 서버 데이터베이스 접속 화면(좌), 데이터베이스(우)

○ 웹기반 모니터링 시스템 개발 및 고도화

측정되는 기상과 근권부 데이터는 정량적이며, 경작인의 경험과 지식에서 도출된 정성적(검지법, 작물의 활력 등) 판단에 의한 관수를 행하게 되고 이를 PC나 모바일로 접속하여 모니터링할 수 있도록 한다. 이는 경작인의 관수관비를 위한 경작행위를 위한 의사결정에 많은 도움을 줄 것으로 판단된다.

웹기반 모니터링 시스템은 클라우드 기반 데이터베이스를 바탕으로 웹을 구성하였다. 장비정보는 재배하는 작물, 주소 등을 사용자가 직접 입력할 수 있도록 제작하였다. 측정된 기상부와 근권부 데이터는 차트화면에서 전체센서를 표시 할 수 있도록 개발하였다.



그림 2-11 웹기반 모니터링 시스템 구성

또한 측정된 데이터를 농정원과 연계하여 사용할 수 있도록 하기위해서 시설ID, 품목 등의 정보를 전송할 수 있는 기능을 개발하였다.

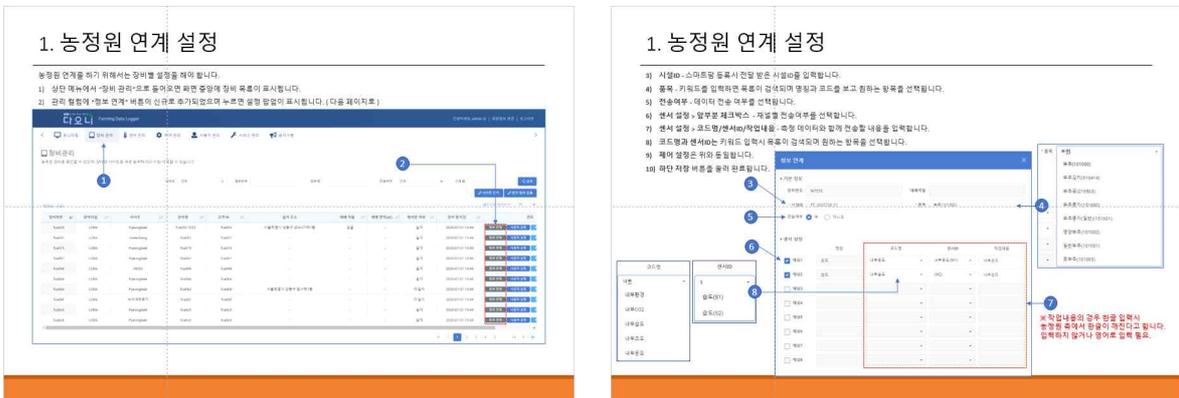


그림 2-12 농정원 연계 개발화면

○ 적정 관수관비를 위한 환경계측 시스템 구축

- 기상 데이터 계측 시스템

식물의 생육에 영향을 미치는 요인은 온도, 습도, 이산화탄소 농도, 강수량 등이 있다. 지역별 사계절의 변화 시기가 다를 것을 고려할 필요가 있으므로 국지적 기상을 관측하여 Local 단위의 측정 능력을 강화하기 위해 Weather Station을 구축하여 온도, 습도, 이산화탄소, 강수량, 풍향, 풍속, 일사, 광합성 활성 복사량(PAL)에 관한 데이터들을 취득하였다. 낙뢰 보호 장치를 포함시키고 방수 하우징을 적용하여 야외의 가혹한 환경에서도 구동이 원활히 되도록 하였다.

- 토양 환경 계측 시스템

합리적이고 경제적인 관수를 하려면 토양의 수분(WC)을 측정하여 적정기에 관수 하는 것이 필수적이다. 토양 수분은 절대적인 값이 아닌 토질에 따라 다르고 관수량 역시 토질과 작물에 따라 상대적이다. Field capacity(토양이 중력을 거스르고 머무를 수 있는 물의 최대량)과 Wilting point(삼투압 현상에 의해 식물이 물을 빨아들일 수 있는 최저 수준의 함수율) 사이를 Available water라 하는데, 일반적으로 Available water (함수율 구간)의 50% 이상 수준으로 유지해 주는 것이 적절하다. Field capacity, Wilting point, Available water 등의 각 함수율 수준은 토질에 따라 다르다. 예를 들어 황토와 같이 촘촘한 다공을 가지는 토양의 경우 많은 양의 물을 저장할 수 있다. 토질 및 작물의 생육단계에 따라 데이터화 하고 이를 누적하여 분석하는 것이 중요하다.

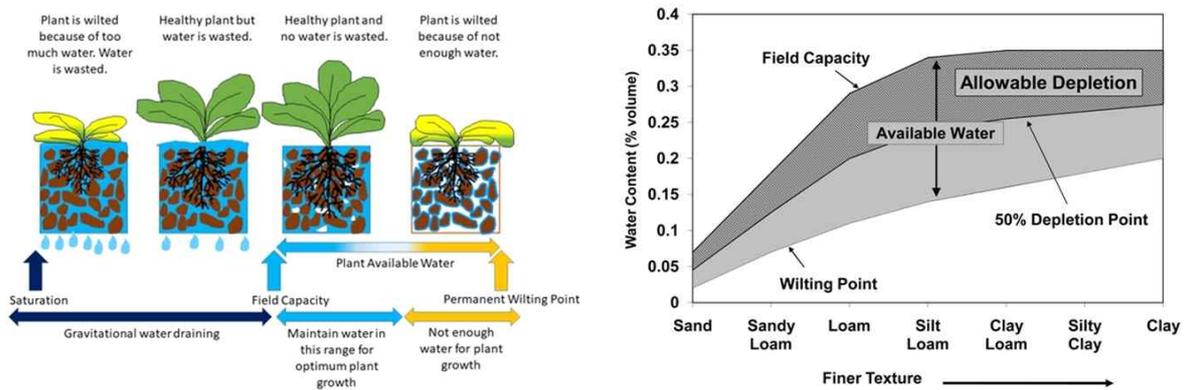


그림 2-13 토양 함수율에 관한 개념

토양의 상태를 정량적으로 알아내기 위하여 무선 토양센서를 이용하여 토양EC, 토양 pH 데이터와 토양 함수율 데이터를 취득하였다. 텐시오미터를 이용하여 깊이(30 cm, 60 cm, 90 cm)에 따라 토양 수분 데이터를 취득하여 레퍼런스로 이용하여 데이터의 신뢰성을 확보하였다.



그림 2-14 무선 토양 센서(좌), 레퍼런스 센서-토양 수분센서 및 텐시오미터(우)

표 2-2 Sensor Reading Value at 50% depletion of soil water by soil type

Soil Type	Sensor Reading at 50% depletion of soil water (cb)
Loamy sand	40-50
Sandy loam	50-70
Loam	60-70
Silt loam, silt	70-90
Clay loam or clay	90-120

- 기상 환경 및 토양 환경 센서 구성 확립

초음파 풍향풍속계의 도입으로 보다 정확한 대기 환경 데이터를 취득 가능하다. 또한 400~700nm파장 범위의 광합성 활성 복사량(PAL)을 측정 한 데이터를 이용하여 보다 정밀한 관수시기를 결정 가능하게 하였다.

표 2-3 기상 환경 센서 및 토양 환경 센서

분류	항목	범위	분해능	정확도
기상	온도	-40.000~80.000°C	0.001°C	± 0,2 °C ± 0,15 % of the mesure
	습도	0.00~100.00%RH	0.01%RH	±1,5% (0~90 %RH) ±2 % (90~100 %RH) @ T=15~35°C ± (1,5 + 1,5% of the measure)% @ T= remaining range
	CO ₂	0~5000ppm	0.1ppm	±(50ppm+3% of reading) @ 0°C~50°C, 0~ 5%RH
	풍향 (초음파)	0.0~360.0°	0.1°	±1°
	풍속 (초음파)	0.00~60.00 m/s	0.01 m/s	±2°RMSE from 1.0 m/s
	일사	0~3000 W/m ²	1 W/m ²	±5%
	PAL	0.00~150.00 μV/(μmol m ⁻² s ⁻¹)	0.01 μV/(μmol m ⁻² s ⁻¹)	Calibration uncertainty:<5% Cosine response: < 3% Linearity: <1%
토양	토양 pH	0.00~14.00pH	0.01pH	±0.05pH
	토양 EC	0.0~10.0 dS/m	0.1dS/m	±1%
	토양 함수율	0.0~100.0%	0.1%	±2%
	텐시오미터	0~94 kPa	0.3 kPa	±2% of full scale

○ 통합제어시스템 개발

기상 환경 데이터와 토양 환경 데이터 기반에 최적의 생장 환경을 유지할 수 있도록 자동화 된 관수관비 시스템과 연계하고 환경 데이터 분석 및 관수관비 시스템의 작동 결과를 사용자에게 실시간으로 제공 할 수 있는 통합제어시스템을 개발하였다.

통합제어시스템은 데이터를 취득하는 센서 노드부, 취득한 데이터를 통합 제어 보드에 송신하는 장치, 수집된 데이터를 서버로 송신하고 명령을 수신하는 통합제어부로 구성된다. 기상 환경 데이터 및 토양 환경 데이터를 통합 제어부로 송/수신 및 통합제어부에서 서버로 송/수신하기 위해 LoRa 통신이 가능하도록 수행하였다. 사용자는 웹과 앱을 통해서 원격제어를 수행하면 서버에서 통합제어시스템으로 명령을 전달하여 원격으로 제어를 수행하는데 LoRa 통신을 사용하여 구역별 관수/관비량을 제어할 수 있도록 하였다.

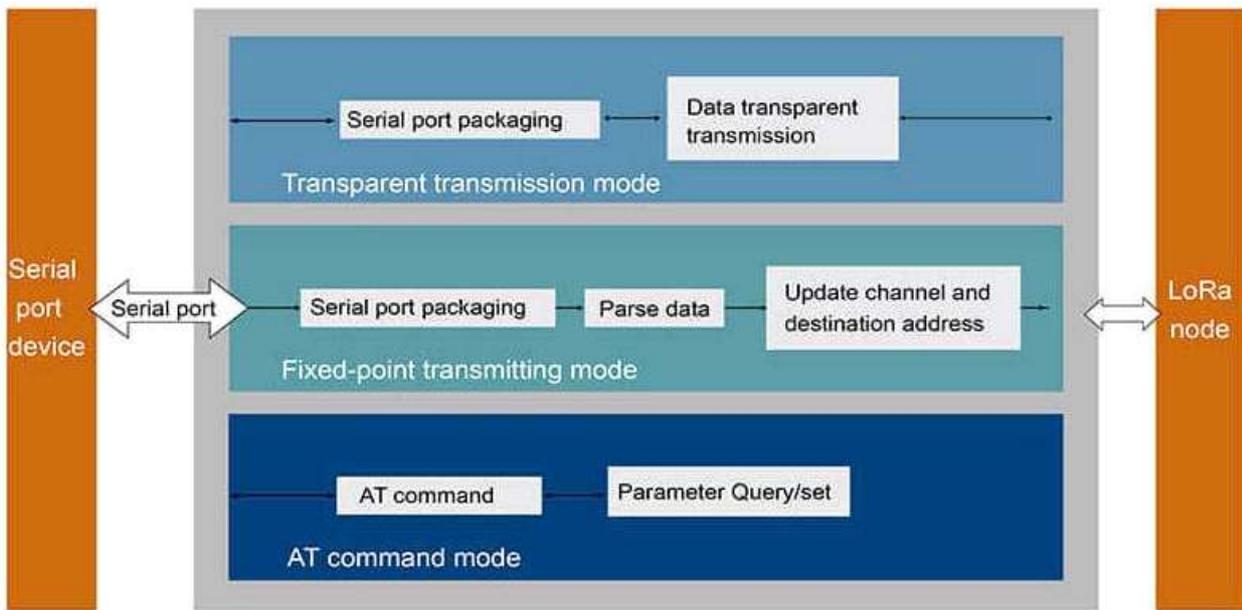


그림 2-15 Functional diagram of LoRa Modem



그림 2-16 LoRa 모뎀 (좌), LoRa 통신 보드 (우)



그림 2-17 LoRa 모뎀 부품 레이아웃



그림 2-18 LoRa 모뎀 회로도

통합제어부의 통합제어보드는 그림 17과 같다. 해당 보드는 라인 서지 혹은 접지 루프에 의해 발생된 고전압, 고전류로부터 데이터를 보호하기 위해 아이솔레이션(Isolation) 하였다. CPU로 Corex-M3 32-bit 기반의 ABOV 사 제작 A33G526MMN을 적용하였다. Code flash memory는 256 KB이고 Data flash memory는 32 KB, Clock Speed 는 Max 75 MHz 로 빠르게 데이터 처리가 가능 하며, 다양한 주변기능(UART, I2C, SPI) 와 다수의 I/O 포트를 갖추고 있어 통합 제어 시스템에 적합한 것으로 판단된다.

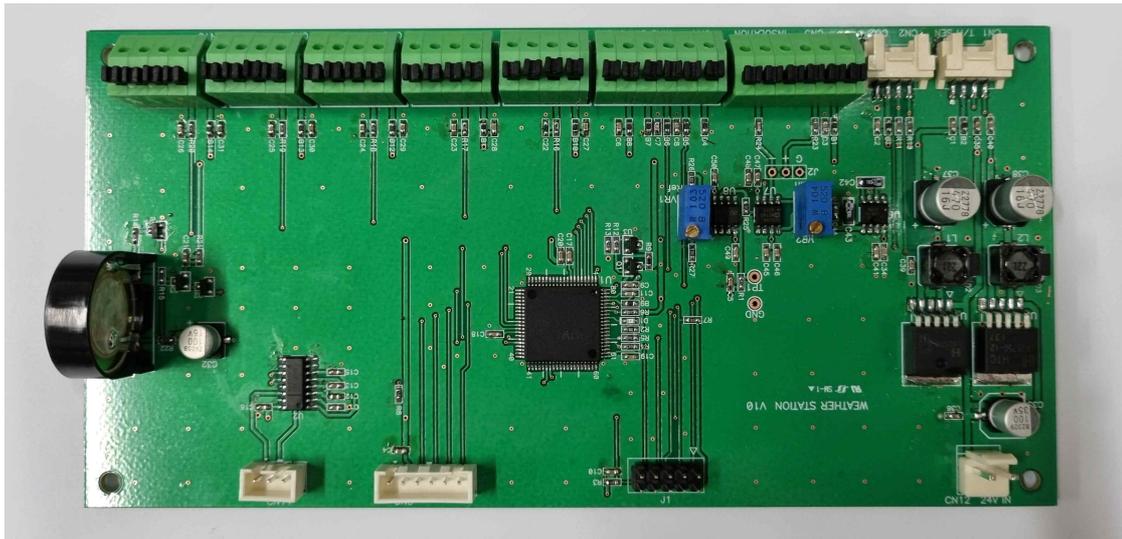


그림 2-19 통합제어보드



그림 2-20 통합제어보드 회로도

표 2-4 CPU Specification

Device	Code	Data	SRAM	UART	SPI	I2C	PWM	ADC	I/O Ports
A33G526MMN	256KB	32KB	24KB	4	2	2	8	10	71

관수관비 시스템을 제어하기 위한 릴레이 보드는 그림 19과 같다. 릴레이 보드에는 전류센서가 포함 되어 있어 밸브와 펌프가 정상적으로 작동 하는지 정확하게 확인할 수 있다. 또한 Pump 운전 상태 이상 즉, 과열을 확인하기 위하여 Thermocouple로 Motor의 온도를 측정 할 수 있도록 하였다. 릴레이 동작 시 발생하는 스파크의 외란을 최소화할 수 있도록 구성하였다.

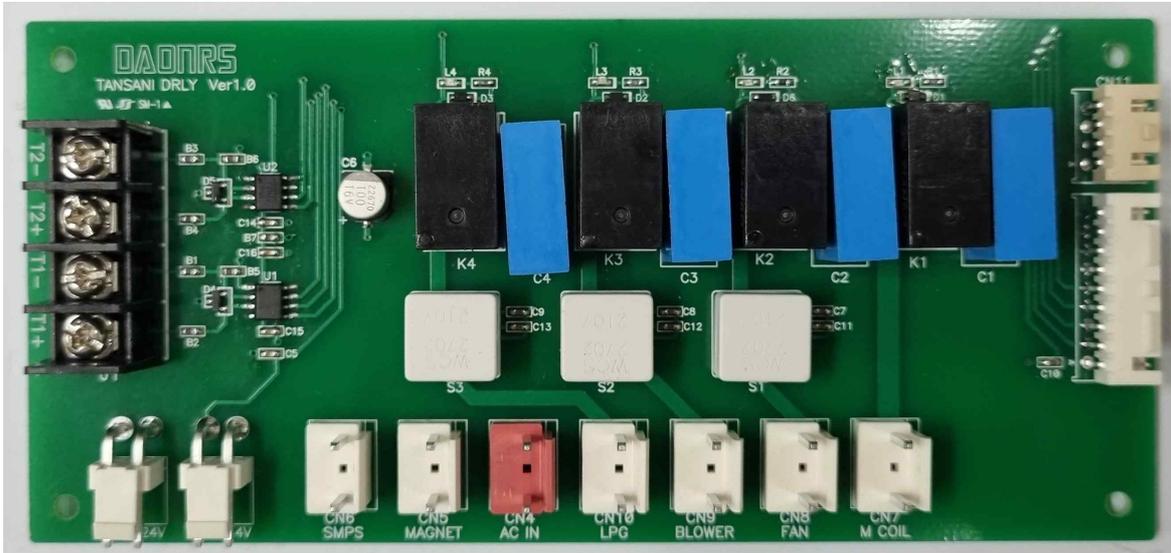


그림 2-21 관수관비 제어를 위한 릴레이보드



그림 2-22 관수관비 제어를 위한 릴레이보드 회로도

관수관비 시스템을 제어하기 위해 전원관리를 이중으로 구성하여 불의의 사고 시 동력을 잃지 않고 제어를 수행할 수 있도록 동력선을 이중화 하였다. 또한 토양에 점적관수관비 뿐만 아닌 옆면 시비 위하여 안개 분무 시스템을 추가하였다. 안개 분무 시스템의 경우 옆면 시비뿐만 아니라 습도 데이터를 기반으로 구동 하여 경작지 내 습도 조절 및 흑서기 냉각효과를 기대할 수 있도록 구현하였다.

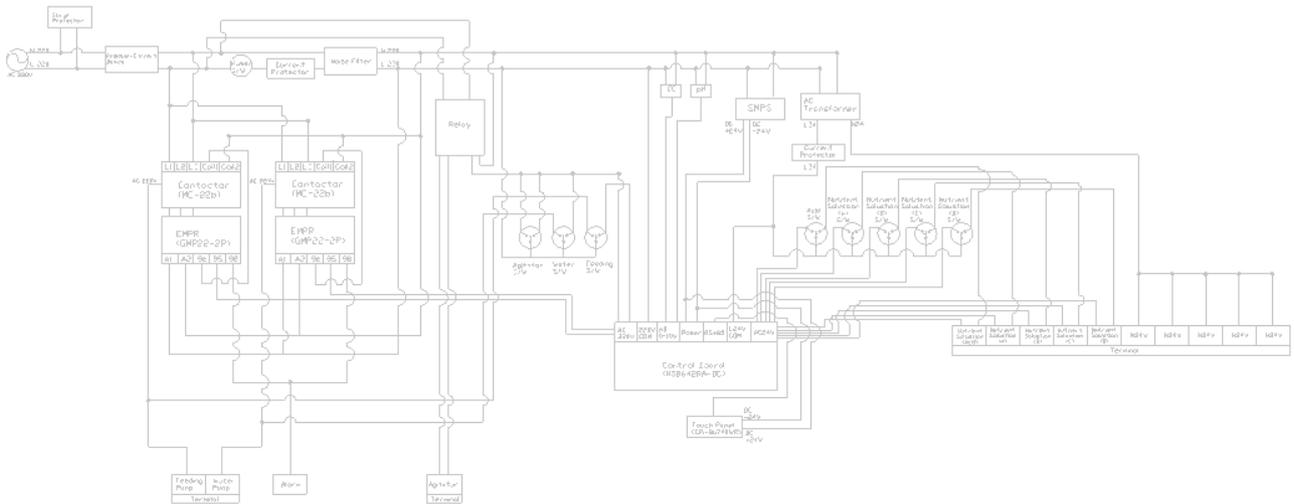


그림 2-23 관수관비 시스템 배선도

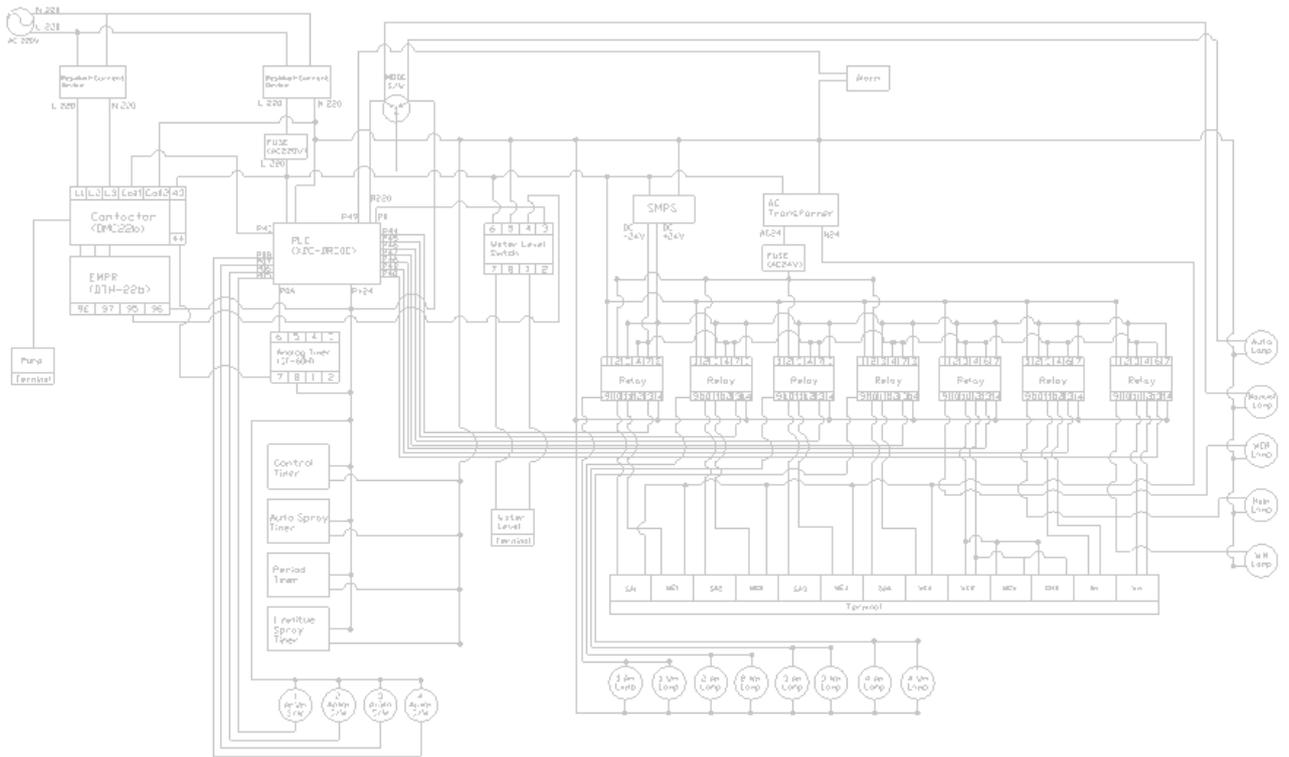


그림 2-24 안개 분무 시스템 배선도

○ 관수관비 시스템 구축 및 고도화

관수관비 시스템에 각 관로에 솔레노이드 밸브를 설치하여 선택적 관수관비가 가능하도록 하였고 자동 밸브는 원격에서 24V로 제어가 가능한 솔레노이드 밸브를 적용하였다. 체크밸브를 이용하여 양액의 역류를 방지 하였다. 양액의 농도를 조절하기 위하여 각 포트에 24 V 솔레노이드 밸브를 연속적으로 작동하여 빠르고 정확한 목표치에 도달하도록 하였다. 이 때 기준 온도는 20℃ 를 고려하였다.



그림 2-25 24 V 솔레노이드 밸브 (좌), 체크 밸브 (우)



그림 2-26 양액 농도 조절하기 위한 솔레노이드 밸브 (24 V)

또한 원수 탱크와 공급 탱크 사이에 여과기를 설치하여 관수관비 시스템 및 안개 분무 시스템에 사용되는 수자원의 모래 및 이물질을 걸러 양질의 물을 공급할 수 있도록 하였다. 양액 제조에 있어 정량의 물을 공급 할 수 있도록 컨트롤 밸브가 포함 되어있는 유량계 (Hydrometer)를 공급탱크에 적용하였다.



그림 2-27 원수 탱크와 공급 탱크 (좌), 여과기(우)



그림 2-28 Hydrometer

안개 분무시스템은 압축 공기를 통해 액체를 에어로졸 형태로 분사하는 이류(2류)방식으로 물방울 맺힘 없이 옆면 시비와 경작지의 습도 관리를 가능하게 하여 보다 정밀한 경작지 환경을 조성 할 수 있다. 스크류 컴프레셔(10마력, 7.5 kW)를 적용하여 일정한 압력으로 대용량 공기를 생성하여 안개 분무에 이용하였다.



그림 2-29 안개분무용 노즐 (좌), 분무 예시 (우)



그림 2-30 스크류 컴프레셔 (10마력, 7.5 kW)

3. 연구개발과제의 수행 결과 및 목표 달성 정도

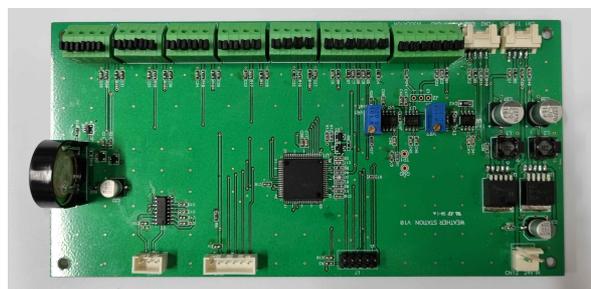
1) 연구수행 결과

(1) 정성적 연구개발성과

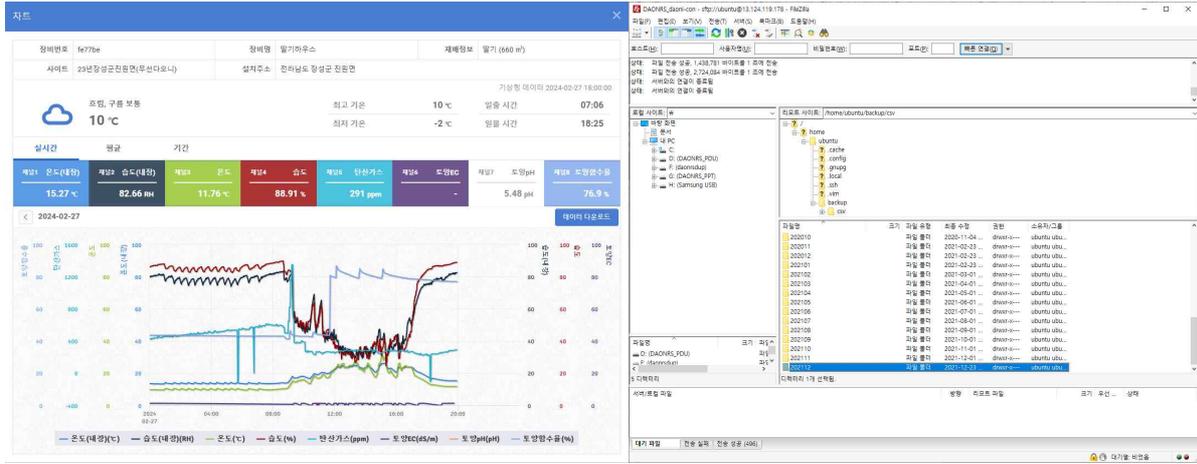
- 2차전지와 태양광 충전 시스템을 이용하여 기상 및 토양 데이터 취득이 가능한 에너지 독립형 센서 모듈을 개발하였다.



- 기상 환경 데이터와 토양 환경 데이터 기반에 최적의 생장 환경을 유지할 수 있도록 자동화 된 관수관비 시스템과 연계하고 환경 데이터 분석 및 관수관비 시스템의 작동 결과를 사용자에게 실시간으로 제공 할 수 있는 LoRa 통신기반 통합제어시스템을 개발하였다.

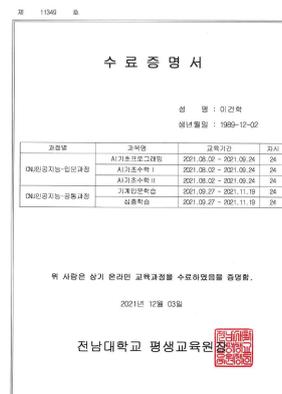
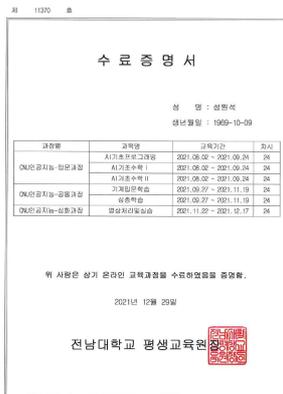


- 클라우드 기반 데이터베이스를 바탕으로 웹기반 모니터링 시스템을 개발하였다. 또한 모바일 어플리케이션을 개발하였다. 측정된 기상부와 근권부 데이터를 차트화면에서 확인가능하다.



- AI 프로그래밍 교육이수

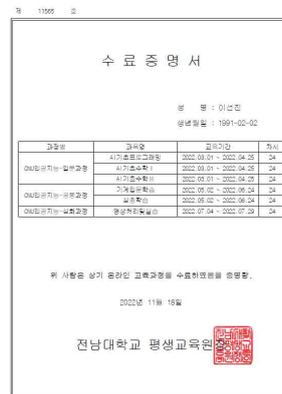
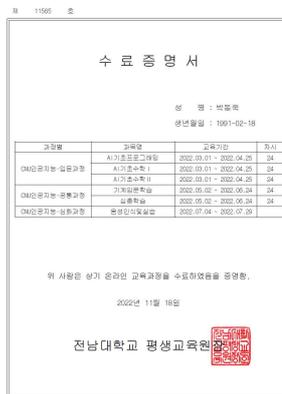
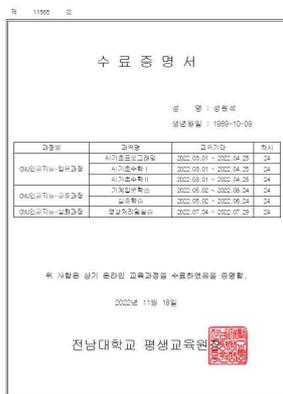
개발 과제를 진행하기 위한 기초 AI 교육을 수료하였다. 수료 과목은 AI기초프로그래밍, AI기초수학, AI기초수학II, 기계입문학습, 심층학습, 영상처리및실습과정을 학습하여 AI프로그래밍 인력을 양성하였다.



CNU인공지능 수료증명서1

CNU인공지능 수료증명서2

CNU인공지능 수료증명서3



CNU인공지능 수료증명서4

CNU인공지능 수료증명서5

CNU인공지능 수료증명서6

○ 논문

▶ SCI 1건, 비SCI 1 건

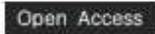
논문 게재 정보			
구분	순번	논문명	학술지 출판일
SCI	1	Variation of CO ₂ Concentration in Greenhouses and Effects on Growth and Yield in <i>Alstroemeria</i> with CO ₂ Supplementation	- Published online 2023. 09. 14 - Printed 2023. 09. 30

Korean Journal of Environmental Agriculture

Korean J Environ Agric. 2023;42(3):231-238, <https://doi.org/10.5338/KJEA.2023.42.3.27> Online ISSN: 2233-4173
Published online 14 September 2023, Printed 30 September 2023 Print ISSN: 1225-3537

Research Article

 CrossMark

 Open Access

Variation of CO₂ Concentration in Greenhouses and Effects on Growth and Yield in *Alstroemeria* with CO₂ Supplementation

Seonjin Lee, WonSuk Sung*, Donguk Park and Pilsoo Jeong
DAONRS Inc., Chonnam National University, Gwangju 61186, Korea

Received: 3 August 2023/ Revised: 28 August 2023/ Accepted: 7 September 2023
Copyright © 2023 The Korean Society of Environmental Agriculture
This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

ORCID
Seonjin Lee
<https://orcid.org/0009-0008-6718-6424>
Won Suk Sung
<https://orcid.org/0009-0008-1158-9937>

Donguk Park
<https://orcid.org/0009-0000-7859-9330>
Pilsoo Jeong
<https://orcid.org/0000-0002-9112-9461>

Abstract

We analyzed the variations in the CO₂ concentration and temperature between a CO₂-enriched and control greenhouse. We cultivated *Alstroemeria* 'Hanhera' in the two greenhouses and assessed the growth parameters (stem length, stem thickness, and the number of flowers) and yield. The CO₂-enriched greenhouse had a CO₂ generator that produced CO₂ at rate of 0.36 kg/h and its windows were programmed to open when the temperature exceeded 20°C and close when it dropped below 15°C. The control greenhouse had no additional CO₂ supplementation, and its windows were programmed to open when the temperature exceeded 20°C and close at approximately 17:00. In the morning, CO₂ concentration remained above 500 ppm in the CO₂-enriched greenhouse, which was higher than that in the control greenhouse (approximately 370 ppm). The ventilation effect only through the side windows to reduce the temperature in both greenhouses did not appear dynamically. CO₂ supplementation promoted plant growth, resulting in a significant increase in plant yield of over 60%

compared to that of the control greenhouse. Our findings suggest that elevated CO₂ concentration in the morning can significantly promote the growth and development of *Alstroemeria* during the winter.

Key words: Controlled environment agriculture, Elevated CO₂, Growth

Introduction

Protected horticulture has gained significant interest due to ongoing climate changes. Greenhouses, because of their enclosed environment, face difficult atmospheric conditions and nutritional factors. Therefore, creating an appropriate greenhouse environment is crucial for improving crop productivity. Carbon dioxide (CO₂) is essential for the growth and development of plants. In a greenhouse, limiting the concentration of CO₂ has negative impacts on crops. To overcome this problem, by supplying additional CO₂ artificially, which is called 'CO₂ enrichment', cultivator can create environment in which the photosynthetic activity of crops can flourish. Numerous studies have examined

* Corresponding author: WonSuk Sung
Phone: +82-62-525-0345; Fax: +82-62-525-0347;
E-mail: wssung@daonrs.kr

231

논문 게재 정보

구분	순번	논문명	학술지 출판일
비SCI	1	시설 내 탄산가스 시비 시 시설 대기환경의 변화가 알스트로메리아(<i>Alstroemeria</i>) 생육에 미치는 영향에 대한 고찰	2022.12



ISSN : 2799-8673
eISSN : 2799-8619

RESEARCH ARTICLE

시설 내 탄산가스 시비 시 시설 대기환경의 변화가 알스트로메리아(*Alstroemeria*) 생육에 미치는 영향에 대한 고찰

이선진, 상원석*, 박동욱, 정필수
주다운알에스

A Study on the Variation of Atmosphere in Greenhouse during CO₂ Fertilization and the Effect of CO₂ Fertilization on *Alstroemeria* Growth

Seonjin Lee, Wonsuk Sung*, Donguk Park, Pilsoo Jeong

DAONRS Inc., Chonnam National University, Gwangju 61186, Republic of Korea

*Corresponding Author: wssung@daonrs.kr

Abstract

CO₂ fertilization is very critical for plants in a greenhouse because CO₂ is insufficient after sunrise due to the photosynthesis. This study reported the variation of CO₂ concentration in greenhouse and the effect of greenhouse plants on CO₂ fertilization. *Alstroemeria* were cultivated in CO₂ fertilization greenhouse and non-CO₂ fertilization greenhouse (Control house). To supply CO₂, we set a catalyst-type CO₂ generator at fertilization greenhouse and it generated 0.36kg/h CO₂. The CO₂ concentration at CO₂ fertilization greenhouse was maintained about 640 ppm from 6:00 to 10:00. The result reported that CO₂ fertilization significantly increased the weekly yield and shoot length. There was slightly increase at total number of flowers and stem thickness despite of no statistical significance. According to these positive results, we considered that future studies would be aimed at experiments with bigger scale and more details.

Keywords: *Alstroemeria*, CO₂ fertilization, Horticulture, Photosynthesis, Data acquisition

Introduction

시설 재배에 있어 CO₂를 공급해주는 것을 '탄산가스 시비'라 하며 이는 식물 생장에 긍정적 효과가 있다(Mintensen, 2012). 식물의 생리학적 물질 대사에 중요한 효소인 Rubisco의 탄소고정반응은 식물 내부와 주변 CO₂ 농도 차에 직접적인 영향을 받는다. 시설 작물의 경우 광합성이 시작되면 시설(Greenhouse) 내의 CO₂ 농도는 약 150-200 ppm까지 감소하여 충분한 광합성이 이루어지지 않는



OPEN ACCESS

DOI: <https://doi.org/10.12972/jame.20220007>

Received: November 15, 2022

Revised: December 09, 2022

Accepted: December 12, 2022

Copyright: © 2022 Journal of Agricultural Machinery Engineering

This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

○ 학술대회

▶ 2건

학술대회 발표 정보				
구분	순번	발표자	발표제목	학술대회 발표일
학술 발표	1	이선진	The Effect of CO ₂ Fertilization on the Growth of Cut Flower	2023. 04. 21.

2023년 (사)한국생물환경조절학회 정기총회 및 춘계학술발표회 발표논문집

P-4

The Effect of CO₂ Fertilization on the Growth of Cut Flower

Seonjin Lee, Wonsuk Sung*, Donguk Park, Pilsoo Jeong
DAONRS Inc., Chonnam National University, Gwangju 61186, Korea

In this study, we investigated the effect of CO₂ fertilization on the growth and production of cut flowers in a greenhouse. We grew Alstroemeria 'Hanhera' in two greenhouses. A CO₂ generator was installed at one greenhouse (CO₂-treated greenhouse) and the other greenhouse (non-treated greenhouse) maintained environment without additional supply of CO₂. The CO₂ generator generated 0.36 kg/h CO₂. We had the CO₂ concentration managed approximately 644 ppm from 6:00 to 10:00 in CO₂-treated greenhouse. We found that the application of CO₂ fertilizer increased marketable crop yields by approximately 62% at the CO₂-treated greenhouse compared to the non-treated greenhouse. Also, the number of flowers per flowering shoot at the CO₂-treated greenhouse was 1.3 times higher than at the non-treated greenhouse. Moreover, shoot length of cut flowers was also increased by 82% at the CO₂-treated greenhouse compared to the non-treated greenhouse. Consequently, these results suggest that the application of CO₂ fertilization can be an effective method to increase cut flower production and it helps farmer get high profit.

This work was supported by the Korea Institute of Planning and Evaluation for Technology in Food, Agriculture and Forestry(IPET) through Technology Commercialization Support Program, funded by Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs(MAFRA)(821046033SB010).

*Corresponding author, E-mail: wssung@daonrs.kr

○ 학술대회

▶ 2건

학술대회 발표 정보				
구분	순번	발표자	발표제목	학술대회 발표일
학술 발표	2	박동욱	자연풍에 의한 단동비닐하우스 내부의 유동장 및 환기 특성의 해석적 고찰	2023. 09. 22.

모스터발표

P-31

자연풍에 의한 단동비닐하우스 내부의 유동장 및 환기 특성의 해석적 고찰

Computational Analysis of Flow Field and Ventilation Characteristic by Natural Wind in Single Span Greenhouse

박동욱, 이선진, 성원석*
(주)다온인애스

Donguk Park, Seonjin Lee, WonSuk Sung*
DAONRS Inc., Chonnam National University, Gwangju 61186, Korea

비닐하우스(비닐 온실) 내부에서 공기는 에너지 및 수분 그리고 이산화탄소등의 운반체로 작물의 적절한 생육 환경 조성을 위한 주요제어대상이다. 시설내의 공기는 풍력 및 중력 환기에 의해 적절한 온도와 습도 그리고 이산화탄소 농도로 치환되어진다. 풍력환기 시 시설내부로 유입되는 외기의 흐름을 전산유체역학(CFD)해석을 통해 고찰하였다. 또한, 공기의 흐름을 유도하기 위한 배플(Baffle)의 유효성을 검증하였다. 대상모델은 농림축산식품부 고시에 따른 내재해형 비닐하우스 35종(연동 5, 단동 19, 광폭 8, 과수 3)에서 수박 참외 등과 같이 트경을 하는 중소농가에서 선호하는 단동형으로 하였다. 해석을 위한 풍속은 보퍼트 2-4단계(2%~10%), 풍향은 해석 대상의 대칭성을 고려하여 시설투영면적의 도심을 원점으로 길이방향을 X축으로 하는 우수직교좌표계에서 2사분면 X축 기준 시계방향 0°, 15°, 30°, 45°, 90°로 설정하였다. 유입되는 외기의 속도를 고려하여, 시설내부 대류에 의한 유동은 없는 것으로 가정하여 ANSYS CFX로 수행하였다. 풍속 5%, 풍향 90°에서 해석 결과를 고찰 하였을 때, 측창 개방에 따른 시설내부의 유동은 풍속이 강할수록 유입측창에서 대면측창으로의 유동이 강하게 나타났으며, 측창 개방 높이는 유입되는 기류에 하강하려는 힘은 측벽을 타고 흐르는 하강기류가 원인으로 판단된다. 저온기 또는 후서기에는 측창개방 높이가 낮아 이러한 현상이 빈번하게 발생하고 작물에 열충격에 의한 직접적인 스트레스의 원인이 될 것으로 판단된다. 측창에 인접하여 배플을 설치하고 해석을 수행하였다. 배플은 저온기 및 후서기의 낮 동안 시설 측창개방 시 발생하는 하강기류를 상부로 유도하여 작물과 외기의 직접접촉을 막고 상부에 존재하는 고온다습한 공기층으로 유도하였으며, 측창에 근접하여 설치하는 것이 효과적임을 확인하였다. 단동의 경우 외부환경에 영향을 받는 관계로 합리적인 생육환경조성을 위해 시설단지에 기상대를 구축하고 해당 국지기상정보(온도 및 풍향풍속)를 고려한 시설관리 제어기설계에 반영하는 것을 고려할 필요가 있다.

본 결과물은 농림축산식품부의 재원으로 농림식품기술기획평가원의 기술사업화지원사업의 지원을 받아 연구되었음(821046033SB010).

*Corresponding author, E-mail: wssung@daonrs.kr

• 149 •

○ ISO 인증

개발 시제품의 사업화를 위해 ISO 품질경영시스템 인증을 신청하여 획득하였다.

International Certification Registrar



Certificate of Registration

품질경영시스템 인증서

(주)다운알에스

광주광역시 북구 용봉로 77, 전남대 정비센터(용봉동)

ICR 은 상기업체의 품질경영시스템이
아래의 인증규격에 적합함을 인증합니다.

KS Q ISO 9001:2015 / ISO 9001:2015

인증관련 규정을 항상 준수한다는 조건으로 등록승인을 부여합니다.

인증범위
농축산 및 산업기기의 개발 및 생산

인증일자 : 2024년 01월 19일

인증서 발행일 : 2024년 01월 19일

인증서 번호 : QK000422

최초 인증일 : 2021년 02월 03일

유효기간 : 2027년 02월 02일

※ 본 인증서는 이전 심사일로부터 12개월 이내에 사후 심사를 완료하여야만 인증이 유지됩니다.
※ 사업장별 활동은 부속서 참조.

The Seal of ICR Limited was here to affixed
in the presence of :



President





ICR 은 한국인증지원센터로부터
품질경영시스템 인증기관으로 인정
(인정번호:KAB-QC-49) 받았습니다.



본 인증서는 ICR의 규정 하에 유지됩니다.
본 인증서의 유효 유지는 매년 1회 이상 진행되는 사후심사를 통해 90%이상 인증이 유지 됩니다.
본 인증서의 잔여 여부는 www.icrqa.com의 '인증확인'을 통해 확인 가능합니다.
인증고대만 유효를 유지 하지 못할 경우 본 인증서 유효를 ICR로 반드시 반납하여야 합니다.

※ICR 서울 금천구 가신동 50-3, 대동포스트타워8차 1501호 <http://www.icrqa.com>

○ 공장등록

- 연구개발기술을 제품화하는 과정에서 연구개발용지에 공장을 설립하였다.



문서확인번호: 1697-5100-1090-3274



공장등록증명(신청서)

접수번호 2023101731911780001		접수일 2023.10.17	처리기관	즉시
신청인	회사명 (주)다운알에스	전화번호 062-525-0345		
	대표자 성명 정필수	생년월일(법인등록번호) 200111-0423510		
	대표자 주소(법인 소재지) 광주광역시 북구 용봉로 77, 광비센터(용봉동, 전남대학교)			
등록 내용	공장 소재지 전라남도 장성군 남면 나노산단로 139, (주)다운알에스	지목 공장용지	보유구분 자가 [], 임대 [O]	
	공장 등록일 2023년 10월 16일	사업 시작일	종업원 수 남 :3 여 :2	
	공장의 업종(분류번호) 농업 및 임업용 기계 제조업 외 6종(29210, 27219, 28123, 27213, 29174, 29176, 28909)			
	공장 부지 면적(㎡) 1350.000	제조시설 면적(㎡) 330.000	부대시설 면적(㎡) 0.000	
등록 조건				
등록변경·증설등 기재사항 변경내용(변경 날짜 및 내용)			공장관리번호 469802023071941	

「산업집적활성화 및 공장설립에 관한 법률」 제16조제1항·제2항·제3항에 따라 위와 같이 등록된 공장임을 증명합니다.

2023년 10월 17일

한국산업단지공단이사



◆본 증명서는 인터넷으로 발급되었으며, 정부24(gov.kr)의 인터넷발급문서진위확인 메뉴를 통해 위·변조 여부를 확인할 수 있습니다. (발급일로부터 90일까지) 또한 문서해란의 바코드로도 진위확인(정부24 앱 또는 스캐너용 문서확인프로그램)을 하실 수 있습니다.

○ 기술인증(KC)

- 무선 송수신을 위한 시제품의 제품화를 위해 KC인증을 취득하였다.
- USN용 무선기기(917MHz ~ 923.5MHz 주파수 대역)
 - > 모델명 : DAONi-con
 - > 등록번호 : R-R-Ag1-DAONi-con
- LORA Modem
 - > 모델명 : DA10
 - > 등록번호 : R-R-Ag1-DA10

<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p style="font-size: 8px; margin: 0;">C010-E164-0B33-0CE37</p> <p style="text-align: center;">방송통신기자재등의 적합등록 필증 Registration of Broadcasting and Communication Equipments</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; font-size: 10px;"> <tr> <td style="width: 20%;">상호 또는 성명 <small>Trade Name or Registrant</small></td> <td>주식회사다온알엑스</td> </tr> <tr> <td>기자재명칭(제품명칭) <small>Equipment Name</small></td> <td>USN용 무선기기(917MHz ~ 923.5MHz 주파수 대역)</td> </tr> <tr> <td>기기부호/추가 기기부호 <small>Equipment code /Additional Equipment code</small></td> <td>USN1</td> </tr> <tr> <td>기본모델명 <small>Basic Model Number</small></td> <td>DAONi-con</td> </tr> <tr> <td>파생모델명 <small>Series Model Number</small></td> <td></td> </tr> <tr> <td>등록번호 <small>Registration No.</small></td> <td>R-R-Ag1-DAONi-con</td> </tr> <tr> <td>제조자/제조국가 <small>Manufacturer/Country of Origin</small></td> <td>주식회사다온알엑스 / 한국</td> </tr> <tr> <td>등록연월일 <small>Date of Registration</small></td> <td>2019-07-31</td> </tr> <tr> <td>기타 <small>Others</small></td> <td></td> </tr> </table> <p style="font-size: 8px; margin-top: 5px;">위 기자재는 「전파법」 제58조의2 제3항에 따라 등록되었음을 증명합니다. It is verified that foregoing equipment has been registered under the Clause 3, Article 58-2 of Radio Waves Act.</p> <p style="text-align: right; font-size: 8px;">2022년(Year) 04월(Month) 20일(Day)</p> <p style="text-align: center; font-weight: bold; font-size: 12px;">국립전파연구원장</p> <p style="text-align: center; font-size: 10px;">Director General of National Radio Research Agency</p> <p style="font-size: 8px; margin-top: 5px;">※ 적합등록 방송통신기자재는 반드시 "적합성평가표시"를 부착하여 유통하여야 합니다. 위반시 과태료 처분 및 등록이 취소될 수 있습니다.</p> </div>	상호 또는 성명 <small>Trade Name or Registrant</small>	주식회사다온알엑스	기자재명칭(제품명칭) <small>Equipment Name</small>	USN용 무선기기(917MHz ~ 923.5MHz 주파수 대역)	기기부호/추가 기기부호 <small>Equipment code /Additional Equipment code</small>	USN1	기본모델명 <small>Basic Model Number</small>	DAONi-con	파생모델명 <small>Series Model Number</small>		등록번호 <small>Registration No.</small>	R-R-Ag1-DAONi-con	제조자/제조국가 <small>Manufacturer/Country of Origin</small>	주식회사다온알엑스 / 한국	등록연월일 <small>Date of Registration</small>	2019-07-31	기타 <small>Others</small>		<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p style="font-size: 8px; margin: 0;">SA04-D047-B00B-D00D</p> <p style="text-align: center;">방송통신기자재등의 적합등록 필증 Registration of Broadcasting and Communication Equipments</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; font-size: 10px;"> <tr> <td style="width: 20%;">상호 또는 성명 <small>Trade Name or Registrant</small></td> <td>주식회사다온알엑스</td> </tr> <tr> <td>기자재명칭(제품명칭) <small>Equipment Name</small></td> <td>LORA Modem</td> </tr> <tr> <td>기기부호/추가 기기부호 <small>Equipment code /Additional Equipment code</small></td> <td>IM161 / R/FID1</td> </tr> <tr> <td>기본모델명 <small>Basic Model Number</small></td> <td>DA10</td> </tr> <tr> <td>파생모델명 <small>Series Model Number</small></td> <td></td> </tr> <tr> <td>등록번호 <small>Registration No.</small></td> <td>R-R-Ag1-DA10</td> </tr> <tr> <td>제조자/제조국가 <small>Manufacturer/Country of Origin</small></td> <td>신화시스템/한국</td> </tr> <tr> <td>등록연월일 <small>Date of Registration</small></td> <td>2024-04-05</td> </tr> <tr> <td>기타 <small>Others</small></td> <td></td> </tr> </table> <p style="font-size: 8px; margin-top: 5px;">위 기자재는 「전파법」 제58조의2 제3항에 따라 등록되었음을 증명합니다. It is verified that foregoing equipment has been registered under the Clause 3, Article 58-2 of Radio Waves Act.</p> <p style="text-align: right; font-size: 8px;">2024년(Year) 04월(Month) 05일(Day)</p> <p style="text-align: center; font-weight: bold; font-size: 12px;">국립전파연구원장</p> <p style="text-align: center; font-size: 10px;">Director General of National Radio Research Agency</p> <p style="font-size: 8px; margin-top: 5px;">※ 적합등록 방송통신기자재는 반드시 "적합성평가표시"를 부착하여 유통하여야 합니다. 위반시 과태료 처분 및 등록이 취소될 수 있습니다.</p> </div>	상호 또는 성명 <small>Trade Name or Registrant</small>	주식회사다온알엑스	기자재명칭(제품명칭) <small>Equipment Name</small>	LORA Modem	기기부호/추가 기기부호 <small>Equipment code /Additional Equipment code</small>	IM161 / R/FID1	기본모델명 <small>Basic Model Number</small>	DA10	파생모델명 <small>Series Model Number</small>		등록번호 <small>Registration No.</small>	R-R-Ag1-DA10	제조자/제조국가 <small>Manufacturer/Country of Origin</small>	신화시스템/한국	등록연월일 <small>Date of Registration</small>	2024-04-05	기타 <small>Others</small>	
상호 또는 성명 <small>Trade Name or Registrant</small>	주식회사다온알엑스																																				
기자재명칭(제품명칭) <small>Equipment Name</small>	USN용 무선기기(917MHz ~ 923.5MHz 주파수 대역)																																				
기기부호/추가 기기부호 <small>Equipment code /Additional Equipment code</small>	USN1																																				
기본모델명 <small>Basic Model Number</small>	DAONi-con																																				
파생모델명 <small>Series Model Number</small>																																					
등록번호 <small>Registration No.</small>	R-R-Ag1-DAONi-con																																				
제조자/제조국가 <small>Manufacturer/Country of Origin</small>	주식회사다온알엑스 / 한국																																				
등록연월일 <small>Date of Registration</small>	2019-07-31																																				
기타 <small>Others</small>																																					
상호 또는 성명 <small>Trade Name or Registrant</small>	주식회사다온알엑스																																				
기자재명칭(제품명칭) <small>Equipment Name</small>	LORA Modem																																				
기기부호/추가 기기부호 <small>Equipment code /Additional Equipment code</small>	IM161 / R/FID1																																				
기본모델명 <small>Basic Model Number</small>	DA10																																				
파생모델명 <small>Series Model Number</small>																																					
등록번호 <small>Registration No.</small>	R-R-Ag1-DA10																																				
제조자/제조국가 <small>Manufacturer/Country of Origin</small>	신화시스템/한국																																				
등록연월일 <small>Date of Registration</small>	2024-04-05																																				
기타 <small>Others</small>																																					

- 농림식품기술기획평가원에서 2022년 농식품R&D 기술상용화 「농식품 수출」 부문 우수성과로 상장을 수상하였다.

농림식품기술기획평가원 제2022-35호

상 장

(주)다온알에스
정 필 수

귀하는 2022년 농식품 연구개발을 통한 기술상용화성과 조사의 「농식품 수출」 부문에서 우수한 성과를 거두었으므로 이에 상장을 수여합니다.

2022년 12월 31일



농림식품기술기획평가원
원장 노 수 현



○ 교육지도

전남대학교 농업생명과학대학 학생들에게 개발 시제품 관련 교육을 진행하였다.

번호	교육명	참석대상	인원수	교육기간
1	전기/제어 기초 이론 및 실습	전남대학교 영농창업기초 이론 및 실습 1 학생	23	2021.03.27.
2	Arduino 기초이론 및 마이크로프로세서 동작실습	전남대학교 영농창업기초 이론 및 실습 1 학생	23	2021.04.03.
3	Arduino 기초 및 측량모터 제어실습	전남대학교 영농창업기초 이론 및 실습 2 학생	21	2021.12.04.

○ 지식재산권

- ☑ 목표치 : 출원 3건, 등록 3건
- ☑ 현 황 : 출원 3건, 등록 3건

출원		등록	
<p>국내</p> <p>40-2021-0260303</p>	<p>국내</p> <p>10-2298548</p>		
<p>국내</p> <p>40-2021-0260304</p>	<p>국내</p> <p>40-2114991</p>		
<p>국내</p> <p>40-2023-0207862</p>	<p>국내</p> <p>40-2114992</p>		

(2) 정량적 연구개발성과(해당 시 작성하며, 연구개발과제의 특성에 따라 수정이 가능합니다)

< 정량적 연구개발성과표 >

(단위 : 건, 천원)

성과지표명		연도	1단계 (2021~2022)	2단계 (2023~2023)	계	가중치 (%)
전담기관 등록· 기탁 지표 ¹⁾	SCI	목표(단계별)		1	1	
		실적(누적)		1	1	
	비SCI	목표(단계별)	1	1	2	
		실적(누적)	1		1	
	학술발표	목표(단계별)	1	1	2	5
		실적(누적)		2	2	
연구개발과제 특성 반영 지표 ²⁾	특허출원	목표(단계별)	2	1	3	5
		실적(누적)	2	1	3	
	특허등록	목표(단계별)	2	1	3	15
		실적(누적)	1	2	3	
	SMART	목표(단계별)	B	A	0	5
		실적(누적)	CC		0	
	제품화	목표(단계별)	1	1	2	10
		실적(누적)	3		3	
	매출액	목표(단계별)		2,000,000	2,000,000	15
		실적(누적)		422,902	422,902	
	수출액	목표(단계별)		500,000	500,000	5
		실적(누적)		37,534	37,534	
	고용창출	목표(단계별)	2	1	3	5
		실적(누적)	5	1	6	
	투자유치	목표(단계별)		100,000	100,000	5
		실적(누적)			0	
	기술인증	목표(단계별)	1	1	2	10
		실적(누적)	1		1	
	인력양성	목표(단계별)	3		3	10
		실적(누적)	2		2	
홍보전시	목표(단계별)		2	2	5	
	실적(누적)	7	4	11		
교육지도	목표(단계별)	2	1	3	5	
	실적(누적)	3		3		
계						100

* 1) 전담기관 등록·기탁 지표: 논문[SCI Expanded(SCIE), 비SCIE, 평균Impact Factor(IF)], 특허, 보고서원문, 연구시설·장비, 기술요약정보, 저작권(소프트웨어, 서적 등), 생명자원(생명정보, 생물자원), 표준화(국내, 국제), 화합물, 신제품 등을 말하며, 논문, 학술발표, 특허의 경우 목표 대비 실적은 기재하지 않아도 됩니다.

* 2) 연구개발과제 특성 반영 지표: 기술실시(이전), 기술료, 사업화(투자실적, 제품화, 매출액, 수출액, 고용창출, 고용효과, 투자유치), 비용 절감, 기술(제품)인증, 시제품 제작 및 인증, 신기술지정, 무역수지개선, 경제적 파급효과, 산업지원(기술지도), 교육지도, 인력양성(전문 연구인력, 산업연구인력, 졸업자수, 취업, 연수프로그램 등), 법령 반영, 정책활용, 설계 기준 반영, 타 연구개발사업에의 활용, 기술무역, 홍보(전시), 국제화 협력, 포상 및 수상, 기타 연구개발 활용 중 선택하여 기재합니다.
(연구개발과제 특성별로 고유한 성과지표를 추가할 수 있습니다.)

< 연구개발성과 성능지표 >

(단위 : 건, 천원)

평가항목 (주요성능 ¹⁾)	단위	전체 항목에서 차지하는 비중 ²⁾ (%)	연구개발목표치		목표 설정 근거
			최종목표	결과	
1 온도	℃	15	-25 ~ 85	-25 ~ 85	KS X 3269:2018
2 습도/오차	%	15	0 ~ 100/4%	0 ~ 100/5.3%	KS X 3269:2018
3 CO ₂	μmol/mol(PPM)	2	0 ~ 4,000	0 ~ 1,500	KS X 3269:2018
4 일사	W/m ²	10	0 ~ 2,200	0 ~ 2,000	KS X 3269:2018
5 풍향/오차	°(방향각)	5	0 ~ 360/4%	0 ~ 359/3.5%	KS X 3269:2018
6 풍속	m/s	10	0 ~ 45	0 ~ 40	KS X 3269:2018
7 토양함수율	% vol.	11	0 ~ 55	-	KS X 3269:2018
8 토양수분장력	kPa	11	0 ~ 150	-	KS X 3269:2018
9 EC	dS/m	11	0 ~ 10/4%	0 ~ 10	KS X 3269:2018
10 pH	pH	10	2 ~ 12/4%	2 ~ 12	KS X 3269:2018

* 1) 정밀도, 인장강도, 내충격성, 작동전압, 응답시간 등 기술적 성능판단기준이 되는 것을 의미합니다.

* 2) 비중은 각 구성성능 사양의 최종목표에 대한 상대적 중요도를 말하며 합계는 100%이어야 합니다

(3) 세부 정량적 연구개발성과(해당되는 항목만 선택하여 작성하되, 증빙자료를 별도 첨부해야 합니다)

[과학적 성과]

논문(국내외 전문 학술지) 게재

번호	논문명	학술지명	주저자명	호	국명	발행기관	SCIE 여부 (SCIE/비SCIE)	게재일	등록번호 (ISSN)	기여율
1	Variation of CO2 Concentration in Greenhouses and Korean Effects on Growth and Yield in Alstroemeria with CO2 Supplementation	Journal of Environmental Agriculture	이선진	42			SCI	2023.09.30.	1225-3537	100
2	시설 내 탄산가스 시비 시설 대기 환경의 변화가 알스타로메리아 (Alstroemeria) 생육에 미치는 영향에 대한 고찰	Journal of Agricultural Machinery Engineering	이선진	2			비SCI	2022.12.12.	2799-8673	100

국내 및 국제 학술회의 발표

번호	회의 명칭	발표자	발표 일시	장소	국명
1	사)한국생물환경조절학회 2023년 임시총회 및 추계학술발표회	박동욱	2023.09.22.	서울대학교 시흥캠퍼스 연구동&컨벤션센터	자연풍에 의한 단동비닐하우스 내부의 유동장 및 환기 특성의 해석적 고찰
2	(사)한국생물환경조절학회 2023년 정기총회 및 춘계학술발표회	이선진	2023.04.21.	롯데리조트 부여	The Effect of CO2 Fertilization on the Growth of Cut Flower

기술 요약 정보

연도	기술명	요약 내용	기술 완성도	등록 번호	활용 여부	미활용사유	연구개발기관 외 활용여부	허용방식

보고서 원문

연도	보고서 구분	발간일	등록 번호

생명자원(생물자원, 생명정보)/화합물

번호	생명자원(생물자원, 생명정보)/화합물 명	등록/기탁 번호	등록/기탁 기관	발생 연도

[기술적 성과]

지식재산권(특허, 실용신안, 의장, 디자인, 상표, 규격, 신제품, 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	센서들의 정보를 취득할 수 있는 다기능 제어장치	한국	주식회사 다운알에스	2019.08.01.	10-2019-0094070		주식회사 다운알에스	2021.08.31.	10-2298548	100	활용
2	관수니	한국	주식회사 다운알에스	2021.12.22.	40-2021-0260303		주식회사 다운알에스	2023.11.20.	40-2114991	100	
3	관수니	한국	주식회사 다운알에스	2021.12.22.	40-2021-0260304		주식회사 다운알에스	2023.11.20.	40-2114992	100	
4	고르니	한국	주식회사 다운알에스	2023.11.16.	40-2023-0207862						

○ 지식재산권 활용 유형

※ 활용의 경우 현재 활용 유형에 √ 표시, 미활용의 경우 향후 활용 예정 유형에 √ 표시합니다(최대 3개 중복선택 가능).

번호	제품화	방어	전용실시	통상실시	무상실시	매매/양도	상호실시	담보대출	투자	기타
1	√		√							

저작권(소프트웨어, 서적 등)

번호	저작권명	창작일	저작자명	등록일	등록 번호	저작권자명	기여율

신기술 지정

번호	명칭	출원일	고시일	보호 기간	지정 번호

기술 및 제품 인증

번호	인증 분야	인증 기관	인증 내용		인증 획득일	국가명
			인증명	인증 번호		
1	KC인증	국립전파연구원	방송통신기자재 등의 적합등록 필증	R-R-Ag1-DAONi-con	2022.04.20.	대한민국

표준화

○ 국내표준

번호	인증구분 ¹⁾	인증어부 ²⁾	표준명	표준인증기구명	제안주체	표준종류 ³⁾	제안/인증일자

* 1) 한국산업규격(KS) 표준, 단체규격 등에서 해당하는 사항을 기재합니다.

* 2) 제안 또는 인증 중 해당하는 사항을 기재합니다.

* 3) 신규 또는 개정 중 해당하는 사항을 기재합니다.

○ 국제 표준

번호	표준화단계구분 ¹⁾	표준명	표준기구명 ²⁾	표준분과명	의장단 활동여부	표준특허 추진여부	표준개발 방식 ³⁾	제안자	표준화 번호	제안일자
1	국제표준(IS)		국제표준화기구(ISO)				국제표준(IS)		KS Q ISO9001:2015	

- * 1) 국제표준 단계 중 신규 작업항목 제안(NP), 국제표준초안(WD), 위원회안(CD), 국제표준안(DIS), 최종국제표준안(FDIS), 국제표준(IS) 중 해당하는 사항을 기재합니다.
- * 2) 국제표준화기구(ISO), 국제전기기술위원회(IEC), 공동기술위원회1(JTC1) 중 해당하는 사항을 기재합니다.
- * 3) 국제표준(IS), 기술시방서(TS), 기술보고서(TR), 공개활용규격(PAS), 기타 중 해당하는 사항을 기재합니다.

[경제적 성과]

□ 시제품 제작

번호	시제품명	출시/제작일	제작 업체명	설치 장소	이용 분야	사업화 소요 기간	인증기관 (해당 시)	인증일 (해당 시)
1	에너지 독립형 모니터링 장치	2021.09.29	주식회사 다운알에스	-	환경데이터 측정	-	-	-
2	게이트웨이	2021.09.29	주식회사 다운알에스	-	환경데이터 측정	-	-	-
3	무선센서박스	2021.09.29	주식회사 다운알에스	-	환경데이터 측정	-	-	-

□ 기술 실시(이전)

번호	기술 이전 유형	기술 실시 계약명	기술 실시 대상 기관	기술 실시 발생일	기술료 (해당 연도 발생액)	누적 징수 현황

- * 내부 자금, 신용 대출, 담보 대출, 투자 유치, 기타 등

□ 사업화 투자실적

번호	추가 연구개발 투자	설비 투자	기타 투자	합계	투자 자금 성격*

□ 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	자기실시	기존 제품 개선	국내	무선모니터링장치	개발기술 사업화 실시 및 매출액 발생	(주)다운알에스	422,902	28,400	2022~2024	

- * 1) 기술이전 또는 자기실시
- * 2) 신제품 개발, 기존 제품 개선, 신공정 개발, 기존 공정 개선 등
- * 3) 국내 또는 국외

□ 매출 실적(누적)

사업화명	발생 연도	매출액		합계	산정 방법
		국내(천원)	국외(달러)		
무선모니터링장치	2022	110,138		110,138	전자세금계산서
	2023	312,764		312,764	전자세금계산서
	2023		8,400	8,400	수출신고필증
	2024		20,000	20,000	수출신고필증
합계		422,902	28,400		

□ 사업화 계획 및 무역 수지 개선 효과

성과				
사업화 계획	사업화 소요기간(년)			
	소요예산(천원)			
	예상 매출규모(천원)	현재까지	3년 후	5년 후
	시장 점유율	단위(%)	현재까지	3년 후
국내				
국외				
	향후 관련기술, 제품을 응용한 타 모델, 제품 개발계획			
무역 수지 개선 효과(천원)	수입대체(내수)	현재	3년 후	5년 후
	수출			

□ 고용 창출

순번	사업화명	사업화 업체	고용창출 인원(명)		합계
			2021년	2023년	
1	무선모니터링장치	(주)다운알에스	5	1	6
합계			5	1	6

□ 고용 효과

고용 효과	구분	고용 효과(명)	
		개발 전	개발 후
	연구인력		2
		생산인력	1
	개발 후	연구인력	4
		생산인력	1

□ 비용 절감(누적)

순번	사업화명	발생연도	산정 방법	비용 절감액(천원)
합계				

□ 경제적 파급 효과

(단위: 천원/년)

구분	사업화명	수입 대체	수출 증대	매출 증대	생산성 향상	고용 창출 (인력 양성 수)	기타
해당 연도							
기대 목표							

□ 산업 지원(기술지도)

순번	내용	기간	참석 대상	장소	인원

□ 기술 무역

(단위: 천원)

번호	계약 연월	계약 기술명	계약 업체명	계약업체 국가	기 징수액	총 계약액	해당 연도 징수액	향후 예정액	수출/수입

[사회적 성과]

□ 법령 반영

번호	구분 (법률/시행령)	활용 구분 (제정/개정)	명 칭	해당 조항	시행일	관리 부처	제정/개정 내용

□ 정책활용 내용

번호	구분 (제안/채택)	정책명	관련 기관 (담당 부서)	활용 연도	채택 내용

□ 설계 기준/설명서(시방서)/지침/안내서에 반영

번호	구분 (설계 기준/설명서/지침/안내서)	활용 구분 (신규/개선)	설계 기준/설명서/지침/안내서 명칭	반영일	반영 내용

□ 전문 연구 인력 양성

번호	분류	기준 연도	현황															
			학위별				성별		지역별									
			박사	석사	학사	기타	남	여	수도권	충청권	영남권	호남권	기타					

□ 산업 기술 인력 양성

번호	프로그램명	프로그램 내용	교육 기관	교육 개최 횟수	총 교육 시간	총 교육 인원
1	전남대학교영농창업기초이론및실습 1	전기/제어 기초 이론 및 실습	주식회사다운알에스	1	4	23
2	전남대학교영농창업기초이론및실습 1	Arduino 기초이론 및 마이크로프로세서 동작실습	주식회사다운알에스	1	4	23
3	전남대학교영농창업기초이론및실습 2	Arduino 기초 및 측량모터 제어실습	주식회사다운알에스	1	5	21

□ 다른 국가연구개발사업에의 활용

번호	중앙행정기관명	사업명	연구개발과제명	연구책임자	연구개발비

□ 국제화 협력성과

번호	구분 (유치/파견)	기간	국가	학위	전공	내용

□ 홍보 실적

번호	홍보 유형	매체명	제목	홍보일
1	박람회		2021국제농업박람회	2021.10.21.~2021.10.31.(11일간)
2	SNS	Youtube	화분에서 홍망고 키워 2년만에 출하!	2021.09.03
3	SNS	Youtube	애플망고농사요? 돈은되는데 참 어려워요.	2021.09.11
4	SNS	Youtube	애플망고 키우는 법	2021.09.15
5	SNS	Youtube	보온커텐도 없이 열대작물 키우려던 과거도 공개	2021.10.12
6	전시회		Green&Agritech Asia 2022	2022.08.25.~2022.08.27
7	기타		2022년 스마트팜농기자재 온라인 수출상담회	2022.09.01.~2022.11.30
8	전시회		스마트팜 코리아(SFKOREA 2023)	2023.06.15.~2023.06.17
9	전시회		Green&Agritech Asia 2023	2023.08.30.~2023.09.01
10	박람회		2023 국제농업박람회	2023.10.12.~2023.10.22
11	전시회		AFTER 2023! 농림축산식품 과학기술대전	2023.11.27.~2023.11.29

□ 포상 및 수상 실적

번호	종류	포상명	포상 내용	포상 대상	포상일	포상 기관
1	우수성과	농식품R&D 기술상용화 우수성과	농식품 수출	(주)다온알에스	2022.12.31.	농식품기술기획평가원

[인프라 성과]

□ 연구시설·장비

구축기관	연구시설/연구장비명	규격(모델명)	개발여부(○/×)	연구시설·장비 종합정보시스템* 등록여부	연구시설·장비 종합정보시스템* 등록번호	구축일자(YY.MM.DD)	구축비용(천원)	비고(설치 장소)

* 「과학기술기초법 시행령」 제42조제4항제2호에 따른 연구시설·장비 종합정보시스템을 의미합니다.

[그 밖의 성과](해당 시 작성합니다)

(4) 계획하지 않은 성과 및 관련 분야 기여사항(해당 시 작성합니다)

<참고 1> 연구성과 실적 증빙자료 예시

성과유형	첨부자료 예시
연구논문	논문 사본(저자, 초록, 사사표기)을 확인할 수 있는 부분 포함, 연구개발과제별 중복 첨부 불가
지식재산권	산업재산권 등록증(또는 출원서) 사본(발명인, 발명의 명칭, 연구개발과제 출처 포함), <u>품종인 경우 품종보호권 등록증 또는 생산·판매 신고증명서</u>
제품개발(시제품)	제품개발사진 등 시제품 개발 관련 증빙자료
기술이전	기술이전 계약서, 기술실시 계약서, 기술료 입금 내역서 등
사업화 (상품출시, 공정개발)	사업화된 제품사진, 매출액 증빙서류(세금계산서, 납품계약서 등 매출 확인가능 내부 회계자료) 등
품목허가	미국 식품의약국(FDA) / 식품의약품안전처(MFDS) 허가서
임상시험실시	임상시험계획(IND) 승인서

<참고 2> 국가연구개발혁신법 시행령 제33조제4항 및 별표 4에 따른 연구개발성과의 등록·기탁 대상과 범위

구분	대상	등록 및 기탁 범위
등록	논문	국내외 학술단체에서 발간하는 학술(대회)지에 수록된 학술 논문(전자원문 포함)
	특허	국내외에 출원 또는 등록된 특허정보
	보고서원문	연구개발 연차보고서, 단계보고서 및 최종보고서의 원문
	연구시설·장비	국가연구개발사업을 통하여 취득한 3천만 원 이상 (부가가치세, 부대비용 포함) 연구시설·장비 또는 공동활용이 가능한 모든 연구시설·장비
	기술요약정보	연차보고, 단계보고 및 최종보고가 완료된 연구개발성과의 기술을 요약한 정보
	생명자원 중 생명정보	서열·발현정보 등 유전체정보, 서열·구조·상호작용 등 단백질체정보, 유전자(DNA)칩·단백질칩 등 발현체 정보 및 그 밖의 생명정보
	소프트웨어	창작된 소프트웨어 및 등록에 필요한 관련 정보
기탁	표준	「국가표준기본법」 제3조에 따른 국가표준, 국제표준으로 채택된 공식 표준정보[소관 기술위원회를 포함한 공식 국제표준화기구(ISO, IEC, ITU)가 공인한 단체 또는 사실표준화기구에서 채택한 표준정보를 포함한다]
	생명자원 중 생물자원	세균, 곰팡이, 바이러스 등 미생물자원, 인간 또는 동물의 세포·수정란 등 동물자원, 식물세포·종자 등 식물자원, DNA, RNA, 플라스미드 등 유전체자원 및 그 밖의 생물자원
	화합물	합성 또는 천연물에서 추출한 유기화합물 및 관련 정보
	신품종	생물자원 중 국내외에 출원 또는 등록된 농업용 신품종 및 관련 정보

2) 목표 달성 수준

추진 목표	달성 내용	달성도(%)
○ 특허출원 : 3건	○ 특허출원 : 3건	○ 100
○ 특허등록 : 3건	○ 특허등록 : 3건	○ 100
○ 제품화 : 2건	○ 제품화 : 3건	○ 150
○ 매출액 : 2,000백만원	○ 매출액 : 423백만원	○ 21.2
○ 수출액 : 500백만원	○ 수출액 : 84백만원	○ 16.8
○ 고용창출 : 3명	○ 고용창출 : 6명	○ 200
○ 투자유치 : 100백만원	○ 투자유치 : 0백만원	○ 0
○ 기술인증 : 2건	○ 기술인증 : 2건	○ 100
○ 논문 SCI : 1건	○ 논문 SCI : 1건	○ 100
○ 논문 비SCI : 2건	○ 논문 비SCI : 1건	○ 50
○ 학술발표 : 2건	○ 학술발표 : 2건	○ 100
○ 교육지도 : 3건	○ 교육지도 : 3건	○ 100
○ 인력양성 : 3명	○ 인력양성 : 2명	○ 67
○ 홍보전시 : 2건	○ 홍보전시 : 11건	○ 550
○ SMART : A등급	○ SMART : CC등급	○ 29

4. 목표 미달 시 원인분석(해당 시 작성합니다)

1) 목표 미달 원인(사유) 자체분석 내용

○ 정량적 연구개발성과

- 코로나19 등의 상황으로 개발에 어려움이 있어 개발 일정이 연기되면서 매출 및 수출처 확보가 어려워지면서 매출, 수출 등의 목표를 달성하지 못하였다.
- 개발 기술과 기업의 역량을 바탕으로 투자유치 활동을 열심히 수행하였으나 투자자 매칭에 어려움이 있지만 지속적으로 노력하고 있다.
- 또한, 학회개최가 연기되고 연구인력 교체로 논문 작성에 대한 준비가 늦어지면서 비 SCI 논문 1편을 게재하지 못했다.
- 연구개발과제 수행 기간 중 석사, 학사 총 2명을 양성하였으며 석사 1명은 수료하여 최종논문을 준비 중에 있다.
- 연구개발과제 관련 특허에 대한 SMART 등급을 평가 받았으나 등급이 목표에 미치지 못하였다.

○ 연구개발성과 성능지표

- 연구개발 시제품제작을 통해 공인시험기관에서 시험을 진행하였으나 토양함수율, 토양 수분장력은 토양의 종류가 다양하여 분석하지 못하였습니다.
-

2) 자체 보완활동

○ 정량적 연구개발성과

- 2024년 본격적인 사업화를 시작하여 매출 및 수출처를 확보하는데 노력을 기울이도록 한다.
- 2024년 대사기술에 대한 BM보고서 사업을 수행하여 기업과 기술에 대한 분석 및 경쟁기술 및 시장분석을 진행했고 IR제작사업을 통해 제작된 IR자료를 바탕으로 투자유치 활동을 적극적으로 진행 할 계획이다.
- 당사 서버에 저장된 데이터를 바탕으로 관련 학회지에 논문 게재를 계획 중이다.
- 최종 학위를 받지 못하고 수료한 석사 인력의 최종 논문을 작성하여 인력양성 계획 중이다.
- 사업화 추진과 함께 지속적인 연구를 통해 관련 특허를 출원하고 그에 대한 SMART5 등급을 향상시켜 특허의 우수성을 확보할 계획이다.

○ 연구개발성과 성능지표

- 연구개발 시제품제작을 통해 공인시험기관에서 시험을 진행하였으나 토양함수율, 토양 수분장력은 토양의 종류가 다양하여 분석이 어려웠으나 추후 대표적인 토양을 대상으로 시험을 진행하여 데이터를 확보할 계획이다.
-

3) 연구개발 과정의 성실성

- 이번 연구개발은 저전력 장거리 양방향 통신으로 발농사의 수분(관수)과 양분(관비)의 관리를 자동 및 원격으로 제어 한다. 특히, 재배동안 취득된 기상 및 생육데이터를 체계적으로 데이터 베이스화 하고, 발농사의 관수관비를 위한 제어가 지역과 작물에 따라 재배자의 지능과 경험적인 행동을 모방하여 학습 데이터로 활용될 수 있도록 하는 것을 목표로 하였다.
- 다양한 기상측정을 위한 센서의 특성을 고려한 최적의 조합을 얻기 위한 Data 변환 및 건전성 확보를 위한 실험 및 고찰 하였다.
- Data Server의 안전성 확보를 위한 이중화 정책을 하였다.
- 통신선 포설 및 제거의 어려움 해소를 위한 장거리 저전력 통신의 적용 하였다.
- 전력선 포설의 및 제거의 어려움 해소를 위한 태양광 자체전력의 적용을 위한 최적 방안 도출 하였다.
- 실외의 환경에서 장시간 정상 작동을 위한 방습, 방진을 위한 다양한 실험으로 최적의 설치방안 도출 하였다. 특히 충전기와 같이 비작기동안의 장비의 안정성 확보에 많은 노력을 하였다.
- 과제 목표를 달성하기 위하여 전남대학교 평생교육원에서 AI 프로그래밍 교육을 받았다.
- 저전력 장거리 양방향 통신을 활용한 데이터 송수신 장비 및 관련장비들을 개발하고 통신 프로토콜을 정의하여 펌웨어를 구성하였다. 측정된 데이터는 클라우드 서버에 제작된 데이터베이스에 저장하고 저장된 데이터를 활용하여 논문, 학술발표자료 작성 등의 연구개발 성과를 달성하였다.

5. 연구개발성과의 관련 분야에 대한 기여 정도

- 에너지 독립형 센서 모듈은 2차전지의 발전과 보급으로 가능해진 기술로서 태양광 발전으로 2차전지를 충전하여 1작기 동안 충분한 전력을 확보할 수 있다. 또한 센싱할 수 있는 범위와 장소의 선택에 대한 자유도가 높아 제어 하고자 하는 환경의 정밀한 데이터를 확보할 수 있다.
- 작물이 필요로 하는 시기 적절한 양의 물과 양분을 적기에 지속적으로 공급할 수 있는 자동화된 시스템의 개발을 통해 노동력 등 원가(물, 양액, 전력)를 절감하고 합리적인 급수를 통해 비효율적인 과잉 급수로 인한 손실을 줄여 생산원가를 낮게 하여 수익 증대에 기여하였다.
- 과제를 통하여 누적된 데이터와 인접지역의 데이터, 그리고 글로벌 데이터를 활용하여 국부적 기상을 예측 가능 하고 지역별 특화된 기상 정보에 적극 활용할 수 있다.
- 작기 중 인접 지역의 기상은 중요한 데이터이다. 과제를 통하여 누적된 데이터와 인접지역의 데이터, 그리고 글로벌 데이터를 활용하여 국부적 기상을 예측 가능 하고 지역별 특화된 기상 정보에 적극 활용 할 수 있다.
- 작물이 필요로 하는 시기 적절한 양의 물과 양분을 적기에 지속적으로 공급할 수 있는 자동화된 시스템의 개발을 통해 노동력 등 원가를 절감하고 합리적인 급수를 통해 비효율적인 과잉 급수로 인한 손실을 줄여 농업의 부가가치를 높일 수 있다.
- 발농업은 도시농업, 식물공장, 시설원에 스마트팜과 비교하여 기상변화의 영향을 크게 받아 상대적으로 4차산업화 시대 특징인 인공지능과 로봇, 사물인터넷, 빅데이터 등을 통한 새로운 융합과 혁신이 느리게 진행되고 있다. 이는 제어를 위한 경계가 모호하거나 방대하여 제어기 개발의 어려움에 그 원인이 있는 것으로 판단된다. 이에 고령화부녀화 되고 있는 농촌 인력구조 개편에 맞서 노동력이 부족한 현상을 극복할 수 있는 방안으로 기대된다.
- 고령화부녀화 되고 있는 농촌 인력구조 개편에 맞서 관리인력 부족현상을 해소할 수 있다. 또한 도시농업, 식물공장, 시설원에 스마트팜에 비해 상대적으로 기상변화(이상기후)의 영향을 크게 받아 새로운 융합과 혁신이 부족한 발농업에 영농인의 경험과 지식을 데이터베이스화 하여 지역별·작물별·작형별 생육환경을 발농업 관수관비 통합 관리 시스템에 의해 능동적으로 대응하여 효율적인 관리 인력으로 높은 생산성을 거둘 것으로 기대된다.

6. 연구개발성과의 관리 및 활용 계획

(1) 연구개발성과 관리

○ 지식재산권 관리

- 개발 기술은 특허, 실용신안 등을 활용하여 보호할 수 있는 전략을 마련하고, 새로운 기술개발이 이루어질 경우 추가적 기술보호를 추진한다.
- 핵심기술 및 관련 기술에 대한 동향을 분석하고, 미래 기술적 가치, 기술 및 한국 표준 활동성, 시장성 등 지식재산권 전문가의 분석을 통한 전략을 마련한다.

○ 연구성과 관리시스템 도입

- 연구개발 과정에서 발생된 내용들을 정리 및 관리할 수 있는 시스템을 구축한다. 이전에 발생된 연구개발 성과는 개별 또는 하드본으로 관리되어 회사 내부적으로 공유가 어렵다는 점을 보완하여 관리 시스템 도입한다.

○ 기술도입(이전)

- 연구개발 완료 기술에 있어 추가적인 기술도입이 필요하다고 판단될 시 외부 기술을 도입할 수 있다.
- 정부에서 추진하고 있는 기술이전·사업화 지원사업을 활용하여 연구개발기술과 관련있는 기술을 도입하여 경쟁력을 강화한다.

○ 주변 기관과의 협력

- 빠른 기술 및 시장의 변화에 대처하기 위해 대학, 연구소 등의 자원을 활용하여 기술적 지식을 구체화하고 결과물을 창출하여 기술을 사업화할 수 있는 산학연 연계협력을 진행한다.
- 각 시,도,군의 농업기술원 또는 농업기술센터와 협력하여 개발된 시제품을 적용할 수 있도록 농가를 선발하고 시범사업을 수행한다.

(2) 연구개발성과 활용계획

○ 고령화, 부녀화 및 노동인력 감소가 심각한 농촌의 영농을 위한 디지털 영농의 기초인 Data의 누적과 안전한 Data를 확보할 수 있다.

○ 확보 된 Data는 향후 노지 스마트팜을 위한 인공지능의 학습자료로 활용 가능하다.

○ 스마트 팜을 위한 각종 센서의 인터페이스 및 관리, 설치에 대한 이해의 폭을 넓혔다.

○ 전력 및 농업용수 조작성이 곤란하거나 부족한 농지를 황무지화 되지 않고 지속할 수 있도록 하여 영농면적 감소를 방지 할 수 있다.

○ 연구개발과제를 통해 개발된 제품을 국내 농가에 판매하여 농업 성장의 발판으로 삼는다.

- 스마트 팜 관련 기관에 B2G 전략을 활용하여 시범지역에 제품 판매한다.
- B2C 전략을 활용하기 위해 저가형 제품 개발을 통해 농업종사자에게 큰 비용 부담 없이 장비를 구매하여 설치 할 수 있도록 한다.

○ 특히 무선통신 기반 에너지 독립형 모듈센서 및 모니터링 장치스와 모듈화된 부품은 인력고갈 및 노령 노동에도 영농을 지속할 수 있어 자체 식재료 조절이 가능하여 농촌 소멸을 방지할 수 있을 것으로 기대된다. 또한 농업 분야 뿐만 아니라 스마트 공장 등 타 산업에도 활용 가능하다.

- 과제를 통하여 누적된 지역별 데이터들을 기상청에서 추진하는 ‘우리 동네 스마트 파트너 알파워드’(지역별 다양하고 특화된 기상예보 프로그램)에 적극 활용 하여 국부적 기상을 정확하게 예측 가능하게 한다.
- 개발 시제품을 각 시,도,군에 여러 농가를 선정하여 설치하고 데이터를 수집한다.
- 개발 기술이 농가에 응용 가능하도록 시범 설치 후 지속적인 피드백으로 기술 및 시제품을 업데이트하고 사업화시 경제성, 효율성 측면을 고려하여 농가에서 구입 가능한 비용을 선정한다.

< 연구개발성과 활용계획표 >

구분(정량 및 정성적 성과 항목)		연구개발 종료 후 5년 이내				
		2024	2025	2026	2027	2028
국외논문	SCIE					
	비SCIE					
	계					
국내논문	SCIE					1
	비SCIE		1		1	
	계		1		1	1
특허출원	국내	1	1	1	1	2
	국외					
	계	1	1	1	1	2
특허등록	국내		1		1	1
	국외					
	계		1		1	1
인력양성	학사					
	석사		1		1	
	박사					
	계		1		1	
사업화	상품출시					
	기술이전					
	공정개발					
제품개발	시제품개발		1		1	2
비임상시험 실시						
임상시험 실시 (IND 승인)	의약품	1상				
		2상				
		3상				
	의료기기					
진료지침개발						
신의료기술개발						
성과홍보		1	1	1	1	1
포상 및 수상실적						
정성적 성과 주요 내용						

< 별첨 자료 >

중앙행정기관 요구사항	별첨 자료
1. 공통 요구자료	1) 자체평가의견서 2) 연구성과 활용계획서 3) 연구부정행위 예방 확인서
2.	1) 2)

[별첨] 연구성과 실적증빙

특허 출원 3건

관인생략

출원번호통지서

출원일자 2021.12.22
 특기사항 참조번호(01)
 출원번호 40-2021-0260303 (접수번호 1-1-2021-1486407-85)
 출원인명칭 주식회사더온알에스(1-2015-079679-4)
 대리인성명 특허법인(유한) 대마9-2009-100101-8

특 허 청 장

<< 안내 >>

1. 귀하의 출원은 위와 같이 정상적으로 접수되었으며, 이후의 심사 진행상황은 출원번호를 이용하여 특허로 홈페이지(www.patent.go.kr)에서 확인하실 수 있습니다.
 2. 출원에 따른 수수료는 접수일로부터 다음날까지 통보된 납입명수증에 성명, 납부자번호 등을 기재하여 가까운 은행 또는 우체국에 납부하여야 합니다.
 ※ 납부자번호 (0131(가관코드) + 접수번호)
 3. 귀하의 주소, 연락처 등의 변경사항이 있을 경우, 즉시 [특허고객번호 정보변경(경정), 정정신고서]를 제출하여야 출원 이후의 각종 통지서를 정상적으로 받을 수 있습니다.
 4. 기타 심사 절차(제도)에 관한 사항은 특허청 홈페이지를 참고하시거나 특허고객상담센터(☎ 1544-8080)에 문의하여 주시기 바랍니다.
 ※ 심사제도 안내 : <http://www.kipo.go.kr> 지식재산제도

관인생략

출원번호통지서

출원일자 2021.12.22
 특기사항 참조번호(02)
 출원번호 40-2021-0260304 (접수번호 1-1-2021-1486408-20)
 출원인명칭 주식회사더온알에스(1-2015-079679-4)
 대리인성명 특허법인(유한) 대마9-2009-100101-8

특 허 청 장

<< 안내 >>

1. 귀하의 출원은 위와 같이 정상적으로 접수되었으며, 이후의 심사 진행상황은 출원번호를 이용하여 특허로 홈페이지(www.patent.go.kr)에서 확인하실 수 있습니다.
 2. 출원에 따른 수수료는 접수일로부터 다음날까지 통보된 납입명수증에 성명, 납부자번호 등을 기재하여 가까운 은행 또는 우체국에 납부하여야 합니다.
 ※ 납부자번호 (0131(가관코드) + 접수번호)
 3. 귀하의 주소, 연락처 등의 변경사항이 있을 경우, 즉시 [특허고객번호 정보변경(경정), 정정신고서]를 제출하여야 출원 이후의 각종 통지서를 정상적으로 받을 수 있습니다.
 4. 기타 심사 절차(제도)에 관한 사항은 특허청 홈페이지를 참고하시거나 특허고객상담센터(☎ 1544-8080)에 문의하여 주시기 바랍니다.
 ※ 심사제도 안내 : <http://www.kipo.go.kr> 지식재산제도

제출 일자 : 2023-12-07 40-2023-0207862

【서지사항】

【서류명】 정보제출서
【제출구분】 참고자료
【제출인】
【명칭】 주식회사더온알에스
【특허고객번호】 1-2015-079679-4
【사건과의 관계】 출원인
【대리인】
【명칭】 특허법인(유한) 대마
【대리인번호】 9-2009-100101-8
【지정된변리사】 최성훈, 김유현
【포괄위임등록번호】 2016-058759-5
【사건의 표시】
【출원번호】 40-2023-0207862
【상표류】 제7류
【제출할 자료명】 국가연구개발사업 참고자료
【제출이유】 별지와 같음
【취지】 위와 같이 특허청장(특허심판원장, 심판장)에게 제출합니다.
 대리인 특허법인(유한) 대마 (서명 또는 인)

특허 등록 3건

특허증

CERTIFICATE OF PATENT



특허 Patent Number	제 10-2298548 호
출원번호 Application Number	제 10-2019-0094070 호
출원일 Filing Date	2019년 08월 01일
등록일 Registration Date	2021년 08월 31일

발명의 명칭 Title of the Invention
센서들의 정보를 취득할 수 있는 다기능 제어장치

특허권자 Patentee
주식회사 다온알에스(200111-*****)
광주광역시 북구 용봉로 77, 전남대정보센터(용봉동)

발명자 Inventor
등록사항란에 기재

위의 발명은 「특허법」에 따라 특허원부에 등록되었음을 증명합니다.
This is to certify that, in accordance with the Patent Act, a patent for the invention has been registered at the Korean Intellectual Property Office.



2021년 08월 31일

특허청장
COMMISSIONER,
KOREAN INTELLECTUAL PROPERTY OFFICE

김 응 래





QR코드로 현재기준
등록사항을 확인하세요

상표등록증

CERTIFICATE OF TRADEMARK REGISTRATION



등록 Registration Number	제 40-2114991 호
출원번호 Application Number	제 40-2021-0260303 호
출원일 Filing Date	2021년 12월 22일
등록일 Registration Date	2023년 11월 20일

상표권자 Owner of the Trademark Right
주식회사다온알에스(200111-*****)
광주광역시 북구 용봉로 77, 전남대정보센터(용봉동)

상표를 사용할 상품 및 구분
List Of Goods
제 07 류
물분리기등 18건

관수니

위의 표장은 「상표법」에 따라 상표등록원부에 등록되었음을 증명합니다.
This is to certify that, in accordance with the Trademark Act, the trademark has been registered at the Korean Intellectual Property Office.



2023년 11월 20일

특허청장
COMMISSIONER,
KOREAN INTELLECTUAL PROPERTY OFFICE

이 인 실





QR코드로 현재기준
등록사항을 확인하세요

상표등록증

CERTIFICATE OF TRADEMARK REGISTRATION



등록 Registration Number	제 40-2114992 호
출원번호 Application Number	제 40-2021-0260304 호
출원일 Filing Date	2021년 12월 22일
등록일 Registration Date	2023년 11월 20일

상표권자 Owner of the Trademark Right
주식회사다온알에스(200111-*****)
광주광역시 북구 용봉로 77, 전남대정보센터(용봉동)

상표를 사용할 상품 및 구분
List Of Goods
제 09 류
농업용 스마트 관수 전자제어시스템등 19건

관수니

위의 표장은 「상표법」에 따라 상표등록원부에 등록되었음을 증명합니다.
This is to certify that, in accordance with the Trademark Act, the trademark has been registered at the Korean Intellectual Property Office.



2023년 11월 20일

특허청장
COMMISSIONER,
KOREAN INTELLECTUAL PROPERTY OFFICE

이 인 실





QR코드로 현재기준
등록사항을 확인하세요

상표등록증

CERTIFICATE OF TRADEMARK REGISTRATION



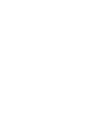
등록 Registration Number	제 40-2114992 호
출원번호 Application Number	제 40-2021-0260304 호
출원일 Filing Date	2021년 12월 22일
등록일 Registration Date	2023년 11월 20일

상표권자 Owner of the Trademark Right
주식회사다온알에스(200111-*****)
광주광역시 북구 용봉로 77, 전남대정보센터(용봉동)

상표를 사용할 상품 및 구분
List Of Goods
제 09 류
농업용 스마트 관수 전자제어시스템등 19건

관수니

위의 표장은 「상표법」에 따라 상표등록원부에 등록되었음을 증명합니다.
This is to certify that, in accordance with the Trademark Act, the trademark has been registered at the Korean Intellectual Property Office.



2023년 11월 20일

특허청장
COMMISSIONER,
KOREAN INTELLECTUAL PROPERTY OFFICE

이 인 실





QR코드로 현재기준
등록사항을 확인하세요

Variation of CO₂ Concentration in Greenhouses and Effects on Growth and Yield in *Alstroemeria* with CO₂ Supplementation

Seorjin Lee, WonSuk Sung*, Donguk Park and Pilsoo Jeong
DAONIS Inc., Chonnam National University, Gwangju 61186, Korea

Received: 3 August 2023/ Revised: 28 August 2023/ Accepted: 7 September 2023
Copyright © 2023 The Korean Society of Environmental Agriculture
This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

ORCID
Seorjin Lee
<https://orcid.org/0009-0008-6719-6468>
Won Suk Sung
<https://orcid.org/0009-0008-1159-9697>

Donguk Park
<https://orcid.org/0000-0000-7859-9200>
Pilsoo Jeong
<https://orcid.org/0000-0002-9102-9491>

Abstract

We analyzed the variations in the CO₂ concentration and temperature between a CO₂-enriched and control greenhouse. We cultivated *Alstroemeria* ‘Hanbura’ in the two greenhouses and assessed the growth parameters (stem length, stem thickness, and the number of flowers) and yield. The CO₂-enriched greenhouse had a CO₂ generator that produced CO₂ at rate of 0.36 kg/h and its windows were programmed to open when the temperature exceeded 20°C and close when it dropped below 15°C. The control greenhouse had no additional CO₂ supplementation, and its windows were programmed to open when the temperature exceeded 20°C and close at approximately 17:00. In the morning, CO₂ concentration remained above 500 ppm in the CO₂-enriched greenhouse, which was higher than that in the control greenhouse (approximately 370 ppm). The ventilation effect only through the side windows to reduce the temperature in both greenhouses did not appear dynamically. CO₂ supplementation promoted plant growth, resulting in a significant increase in plant yield of over 60%.

* Corresponding author: WonSuk Sung
Phone: +82-62-525-0345; Fax: +82-62-525-0347;
E-mail: wssung@daonis.kr

compared to that of the control greenhouse. Our findings suggest that elevated CO₂ concentration in the morning can significantly promote the growth and development of *Alstroemeria* during the winter.

Key words: Controlled environment agriculture, Elevated CO₂, Growth

Introduction

Protected horticulture has gained significant interest due to ongoing climate changes. Greenhouses, because of their enclosed environment, face difficult atmospheric conditions and nutritional factors. Therefore, creating an appropriate greenhouse environment is crucial for improving crop productivity. Carbon dioxide (CO₂) is essential for the growth and development of plants. In a greenhouse, limiting the concentration of CO₂ has negative impacts on crops. To overcome this problem, by supplying additional CO₂ artificially, which is called ‘CO₂ enrichment’, cultivator can create environment in which the photosynthetic activity of crops can flourish. Numerous studies have examined

the relationship between plant growth and CO₂ concentration [1,2]. Fan et al. have demonstrated that elevated CO₂ concentration enhances plant growth under water stress by increasing leaf photosynthesis in bell pepper [3]. Zheng et al. found that leaf biochemical and photochemical processes are crucial in determining the positive effect of CO₂ enrichment. These processes directly increase carboxylation rates and electron transport rates in perennial grasses [4]. It was found that CO₂ enrichment in greenhouses significantly improved the quality and increased the yield of cherry tomatoes (*Lycopersicon esculentum* L.) [5]. However, Cullis and Hughes found that elevated CO₂ had few significant effects on tomatoes (*Lycopersicon lycopersicum*) [6]. Additionally, the impact of CO₂ enrichment on plant growth, yield, and flower stem quality is greatly influenced by temperature and supplementary light [7-9]. Pereyda-Gonzalez et al. found that elevated CO₂ counteracted the detrimental effects of high temperatures on growth parameters and flower number in peppers. However, this was not enough to prevent flower abortion and the detrimental morphological characteristics of fruit caused by a temperature of 40°C [10]. In addition, photosynthesis is enhanced by CO₂ enrichment, and lateral branch and floral bud production are maximized at the high light level (260 ± 40 μmol m⁻² s⁻¹) used here in *Phalaenopsis* Queen Bee ‘Martinea’ [11]. In order to obtain the positive CO₂ enrichment, several factors such as temperature, light, and species must be taken into account.

Alstroemeria is a type of cut flowers that can be grown in South Korea. *Alstroemeria* is found in countries with cool climates, as it requires low temperature for optimal growth and production [12,13]. In South Korea, farmers can economically benefit from this

characteristic by using protected cultivation techniques during the winter months (December to February) in South Korea). In the systematized Korean floriculture industry, there is ongoing adoption of CO₂ enrichment. However, there has been insufficient research on the effects of CO₂ enrichment on plants, particularly *Alstroemeria* Korean cultivar.

In this study, we examined the difference in CO₂ concentration between greenhouses with and without additional CO₂ supplementation on a field scale, not lap scale. The temperature changes within the greenhouses due to ventilation were verified. We examined the impact of supplementary CO₂ on the growth condition and productivity of *Alstroemeria* ‘Hanbura’.

Materials and Methods

Plant materials and experimental design

The experiment took place at Chonnam University in Gwangju, South Korea, using two greenhouses: a control greenhouse and a CO₂-enriched (35°09′35″ N, 126°53′11″ E). Each greenhouse (5 m × 15 m × 3 m) was equipped with an Inner-Greenhouse (IG) (0.8 m × 10 m × 2 m) inside to protect plants from freezing (Fig. 1).

We used *Alstroemeria* ‘Hanbura’, which were cultivated on a plastic box (0.52 m × 0.37 m × 0.32 m). Twenty-one *Alstroemeria* ‘Hanbura’ with 4-5 shoot were pruned leaving 10 cm shoot part and transplanted with 20 cm gap apart (Row 3, Column 7) (Fig. 1) on soil on 08.25.2021. A first cut net (1.2m × 10 m × 0.30 m) and a second cut net (1.2m × 10 m × 0.80 m) was installed (Fig. 1). The drip-irrigation system ran for 5-7 minutes twice weekly. The electric heater (Changsung boiler, South Korea) was used from 1800 to 0500, but

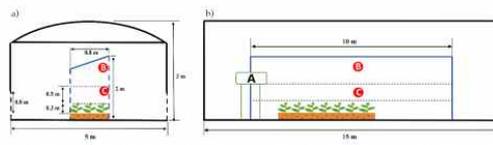


Fig. 1. Schematic of the greenhouse. The side windows are indicated by black dash lines (---) and the blue dash lines (---) represent the windows of IG. The gray dot lines (·) represent cut nets. The red circle ‘B’ represents temperature sensors and the red circle ‘C’ represents CO₂ sensor. ‘A’ represents the CO₂ generator.

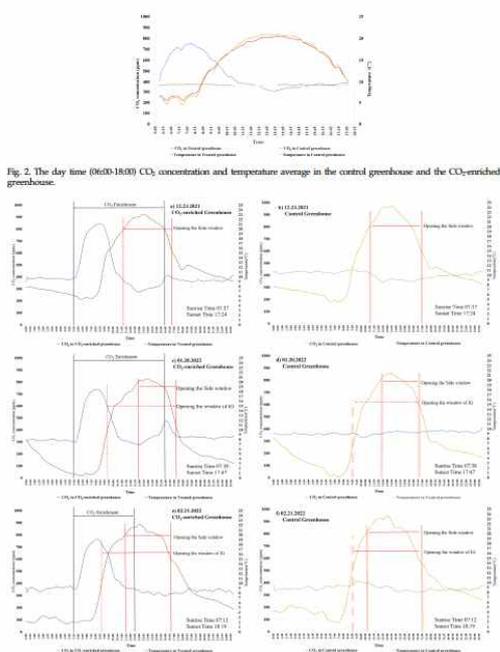


Fig. 2. The CO₂ concentration and temperature change in greenhouses (CO₂-enriched greenhouse and control greenhouse) under typical weather. a) 12.23.2021 in the CO₂-enriched greenhouse; b) 12.23.2021 in the control greenhouse; c) 01.20.2022 in the CO₂-enriched greenhouse; d) 01.20.2022 in the control greenhouse; e) 02.21.2022 in the CO₂-enriched greenhouse; f) 02.21.2022 in the control greenhouse.

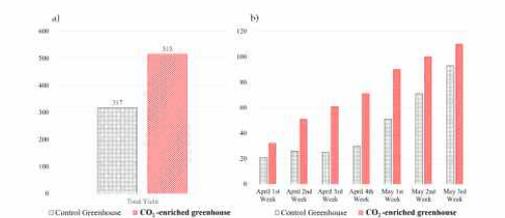


Fig. 5. The Plant yield. a) Total yield; b) Weekly yield.

profit from crops since the longer the plant length is, the higher the product value is. The stem thickness increased by 10.63% (Table 2, $p=0.005$). Similar findings were observed in other species such as roses, *Gerbera jamesonii*, and *Phalaenopsis* [18-21]. In addition, the average of number of flowers per flowering shoot in the CO₂-enriched greenhouse was approximately 15, which was increased by 24.37% (Table 2, $p=0.001$). The most significant outcome was the marketable yield, as shown in Fig. 5. Fig. 5a illustrates the disparity of total marketable yield between two greenhouses. The marketable yield in the CO₂-enriched greenhouse was 62.46% higher than in the control greenhouse. Additionally, weekly plant yields were consistently higher in the CO₂-enriched greenhouse (Fig. 5b). The difference was especially noticeable in the early stages of harvesting (Fig. 5b). The results suggest that harvesting high-quality crops early in CO₂-enriched greenhouse can result in economic advantages. Xu et al. found that the flower production of *G. jamesonii* were barely promoted about 1 flower per plant under CO₂ enrichment in, the flower yield of each plant was averagely increased [20]. On the other hand, in case of *Phalaenopsis* ‘Fuller’s Pink Swallow’, CO₂ enrichment had no effect on the number of flowers [21].

The effects of elevated CO₂ on flowering time are not as well understood and vary widely among species [2]. In the present study, elevated CO₂ concentration environment did not have a significant impact on the flowering time of *Alstroemeria*. It was found that high CO₂ concentration could accelerate flowering

time in long-day species and delay flowering in short-day species [22]. Additionally, Song et al. found that flower induction may either speed up or delay flowering, depending on the photoperiod [23]. *Alstroemeria* is a long day plant, but its flowering time may be influenced by temperature [12].

In fact, it is not cost-efficient to use supplementary CO₂ for *Alstroemeria* due to high ventilation rate required by its temperature requirements. However, in winter, low temperature areas such as South Korea may benefit from shorter ventilation times for efficient management. Particularly, it is anticipated that economic management can be achieved by installing an additional greenhouse on a bank like IG and supplying CO₂ based on temperature and time dependencies to maintain high CO₂ concentration before activating the ventilation system (likely in the morning during winter) in a real field.

Conclusion

In practical settings, it is challenging to maintain a consistently high CO₂ concentration during the morning on clear days because of photosynthetic activity of the plants. However, it is clear that maintaining a CO₂ concentration of 500 ppm or higher during the morning alone can greatly enhance plant growth and productivity. The ventilation through the side windows did not effectively reduce the temperature.

In the next study, an actual profit analysis will be conducted, and economically viable supplementary CO₂ methods will be proposed based on the results.

RESEARCH ARTICLE

시설 내 탄산가스 시비 시 시설 대기환경의 변화가 알스트로메리아(Alstroemeria) 생육에 미치는 영향에 대한 고찰

이선진, 장원석, 박동욱, 장승우
부산대학교

A Study on the Variation of Atmosphere in Greenhouse during CO₂ Fertilization and the Effect of CO₂ Fertilization on Alstroemeria Growth

Seogjin Lee, Wonsuk Sung, Donguk Park, Pilsoo Jeong

DAONRS Inc., Chonnam National University, Gwangju 61185, Republic of Korea

*Corresponding Author: wesung@daonrs.kr

Abstract

CO₂ fertilization is very critical for plants in a greenhouse because CO₂ is insufficient after sunrise due to the photosynthesis. This study reported the variation of CO₂ concentration in greenhouse and the effect of greenhouse plants on CO₂ fertilization. Alstroemeria were cultivated in CO₂ fertilization greenhouse and non-CO₂ fertilization greenhouse (Control house). To supply CO₂, we set a catalyst-type CO₂ generator at fertilization greenhouse and it generated 0.96kg/h CO₂. The CO₂ concentration at CO₂ fertilization greenhouse was maintained about 640 ppm from 6:00 to 10:00. The result reported that CO₂ fertilization significantly increased the weekly yield and shoot length. There was slightly increase at total number of flowers and stem thickness despite of no statistical significance. According to these positive results, we considered that future studies would be aimed at experiments with bigger scale and more details.

Keywords: Alstroemeria, CO₂ fertilization, Horticulture, Photosynthesis, Data acquisition

Introduction

시설 재배에 있어 CO₂를 공급해주는 것을 '탄산가스 시비'라 하여 이는 식물 생장에 긍정적인 효과가 있다(Mattson, 2012). 시설의 생리학적 물질 대사에 중요한 요소인 Rubisco의 탄소고정효율은 식물 내부와 주변 CO₂ 농도 차에 직접적인 영향을 받는다. 시설 재배의 경우 광합성이 시작되면 시설(Greenhouse) 내의 CO₂ 농도는 약 150-200 ppm까지 감소하여 충분한 광합성이 이루어지지 않는

다(Chen et al., 2019). 따라서 시설의 특성인 밀폐와 밀시제배를 위한 탄산가스시비 농법이 보급되고 있으며, 이에 따른 시설 내의 CO₂ 관리 및 공급에 대한 연구가 이루어지고 있다.

일반적으로 알려져 있는 탄산가스 시비의 이점은 탄산가스 시비 시 광합성이 촉진되어 잎 뿐만 아니라 뿌리, 줄기, 과일의 생장 속도가 빨라지기 때문에 개화 시기와 과실 수확 기간 단축되고 줄기의 길이, 잎의 면적, 과실의 중량 등이 증가한다는 것이다. 예를 들어 딸기의 경우 탄산가스 시비 시 꽃 수가 증가하며 과실의 크기와 중량이 증가한다고 보고되었다(Ryu, 2018; Tagawa et al., 2022). 비슷하게, 토마토 재배 시 탄산가스 시비 처리를 할 경우 과실 수량과 중량이 증가하였다(Lee et al., 2008; Pan et al., 2019). 최혜림의 경우 탄산가스 시비 시 광합성을, 꽃의 개수와 잎의 면적이 증가하고 절화 수명도 등의 효과를 볼 수 있었다(Pan et al., 2008; Xu et al., 2014; Zhang et al., 2012). 또한 종에 따라 개화시기를 앞당기는 효과도 증명되었다(Springer and Wast, 2007). 따라서 적절한 탄산가스 시비는 작물 생산성을 높여주며 결국 농가에 경제적 도움을 줄 수 있기 때문에 지속적인 연구가 필요하다.

시설 내에 CO₂ 공급 방법은 고체 이산화탄소나 액화 탄산가스를 이용하는 방법과 탄화수소계열 연료를 연소시켜 CO₂를 공급하는 연소식 탄산가스발생기를 이용하는 방법이 있다(Table 1). 실제 농가에서 많이 찾고 있는 연소식 탄산가스발생기는 백두유, 액화석유가스(LPG) 등 탄화수소 계열 연료를 태워 CO₂를 얻는다. Lee et al. (2019)은 LPG 연소식 탄산가스발생기를 이용하여 시설에서 딸기를 재배하여 탄산가스 시비의 효과를 보여주었다. 하지만 국내의 LPG 사용 연소식 탄산가스발생기 운전 시 유해배출가스가 농작물(CO, NOx, SOx)을 100 ppm 이상, NOx는 100 ppm 이상 되었고(Park et al., 2010) 여러 유해가스(CO, NOx, SOx)는 사용자의 건강에도 문제가 될 뿐만 아니라 기동 세로가 달고 잎 내의 두피세포 활성도의 감소 등 식물의 생리학적 물질 대사에 영향을 미친다 (Munoz and Lee, 2018). 또한 밀폐된 공간은 온실효과로 배출가스의 온도가 높아 열폭으로 인해 작물이 말라버리는 현상도 일어난다(Fig. 1). 이러한 문제점을 해결하기 위하여 촉매를 이용하여 LPG를 이산화탄소로 전환시키는 탄산가스발생기(촉매형 탄산가스발생기)가 개발되었다(Fig. 2).

알스트로메리아(Alstroemeria)는 알스트로메리아과(Alstroemeriaceae)에 속하는 구근종 꽃이 화려하고 다양하다. 일반적으로 저온의 토양환경에서 자랄 수 있는 식물로 꽃은 노란색, 흰색, 분홍색 등 다양하다. 꽃은 보통의 경우 20°C 이상일 때 개화하지 못하여 생산성이 감소한다(Hajj, 2002; Van Labbeke and Durbeek (1998)은 5가지 종류의 알스트로메리아 (‘Bathurst’, ‘Fiona’, ‘Halo’, ‘Mona Lisa’ and ‘Tiana’)에 탄산가스 시비 시 작물 생산량이 증가하며 줄기의 두께가 증가한다는 것을 보였다. 그러나 국내 알스트로메리아 품종과 국내 생육환경을 고려한 탄산가스 시비 효과에 대한 연구는 부족하다.

이 논문은 촉매형 탄산가스발생기를 이용하여 알스트로메리아 국내 품종 ‘한바나’에 탄산가스 시비 처리를 하고 수확량 및 생육 상태, 절화 길이, 줄기 두께를 확인하여 탄산가스 시비의 효과를 분석하였다. 또한 시비별 촉매형 탄산가스발생기의 작동 시간을 달리하여 시비한 후 시설 내의 CO₂ 농도를 확인하고 겨울철 시설에 효율적인 탄산가스 시비 방법을 제안하였다.

Table 1. The method of CO₂ supplement

Type	Characteristic
Solid CO ₂	- Pure CO ₂ supplement
	- Annoying installation and maintenance
Liquid CO ₂	- Pure CO ₂ supplement
	- Expensive installation and maintenance fee
Fuel-burn type CO ₂ generator	- Unstable supplement
	- Expensive installation and maintenance fee - Concern about damage from harmful emission gas



OPEN ACCESS

DOI: <https://doi.org/10.2927/jame.20220807>

Received: November 15, 2022

Revised: December 09, 2022

Accepted: December 12, 2022

Copyright: © 2022, Journal of Agricultural Machinery Engineering.

This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>) which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

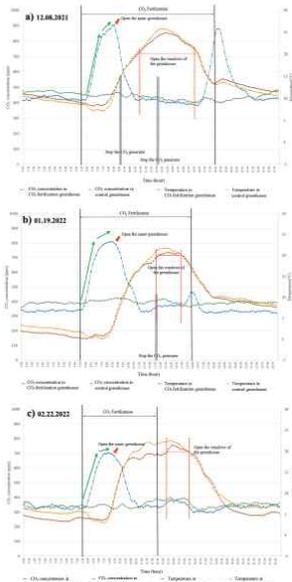


Fig. 5. The graphs of the CO₂ concentration and temperature in the CO₂ fertilization greenhouse and the control greenhouse. The data is marked every 10 min. The green arrow means the mark line of slope on the increase time from 5:30 to 9:00. a) Data on Dec. 08, 2021. This data represents '1 session' data. b) Data on Jan. 19, 2022. This data represents '2 session' data. c) Data on Feb. 22, 2022. This data represents '3 session' data.

Table 4. The comparison of plant growth in Alstroemeria 'Hanbana' under different treatment: Control and CO₂ fertilization.

CO ₂	Total number of marketable plant	Shoot length of cut flower (cm)	Shoot thickness of cut flower (mm)	The number of flowers per flowering shoot
Control	317	65.05	6.00	11.92
Fertilization	515	111.62	6.74	16.03

Conclusion

본 연구는 시설 내 탄산가스발생기를 이용하여 탄산가스 시비 시 시설 내 CO₂ 농도 변화와 알스트로메리아의 절화량 및 생육에 미치는 영향을 조사하였다. 처리구 시설 내 CO₂는 6시~10시 사이에 640 ppm 이상의 농도로 유지 되었으며, 식물의 광합성 활동량, 생장상태 등에 따라 농도의 변화를 분석하였다. 탄산가스 시비로 절화 생산량과 절화 길이는 대조구 보다 유의하게 증가(절화 생산량 약 62% 증가, 절화 길이 약 82% 증가)하여 효과가 유효하다는 것을 검증하였다.

시설 내 CO₂ 농도는 시설운영철, 식물의 생장, 기상 상태에 따라 탄력적으로 변한다. 따라서 겨울철 경제적인 탄산가스 시비를 위해서는 시설 내 온도에 따른 개화에 맞춰 탄산가스 시비를 해야한다. 각 시비별 밀폐와 밀물 시간에 맞춰 탄산가스 시비 시간을 조절하여 효율적인 시설 운영을 할 필요가 있다. 특히 일출 전 충분한 탄산가스 시비를 통해 농후한 광합성량이 적절하므로 판단된다.

차후 연구에서는 탄산가스 시비 시 시설 내 CO₂ 농도를 일정하게 유지시키고 처리 시간을 오전 처리(8시30-12시), 오후 처리(12시 30분-17시), 종일 처리(8시30분-17시)로 구분하여 작물의 생육 상태와 광합성량 등을 조사할 필요가 있다. 또한 작물의 광합성량과 생육에 영향을 미치는 요소는 CO₂ 농도 뿐만 아니라 온도, 조도, 수분 등 여러 환경 요인의 영향을 받기 때문에 교호작용을 고려한 연구가 필요하다.

Acknowledgement

본 결과물은 농림축산식품부의 재원으로 농림과학기술개발지원사업의 기술사업화지원사업의 지원을 받아 연구되었음 (82104603288010).

Reference

Chen Z, Kang X, Nie H, Zheng S, Zhang T, Zhou D, Xing G, Sun S, 2019. Introduction of Exogenous Glycolate Catabolic Pathway Can Strongly Enhance Photosynthesis and Biomass Yield of Cucumber Growth in a Low-CO₂ Environment. *Frontiers in Plant Science* 10:702.
Heij G. 2002. *Alstroemeria literature survey, A review of 10 years of Dutch applied research*. Applied plant research. The Netherlands
Lee IB, Kang SB, Park JM. 2008. Effect of Elevated Carbon Dioxide Concentration and Temperature on Yield and Fruit Characteristics of Tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.). *Korean Journal of Environmental Agriculture*. 27(4):428-434.
Lee JH, Lee JS, Park KS, Kwon JK, Kim JH, Lee DS, Yoo KH. 2018. Effect of Using Burn-type CO₂ Generators When Cultivating Strawberry in a Greenhouse. *Protected Horticulture and Plant Factory* 27(2):111-116.

제품개발(시제품) 3건

<첨부3> 농림축산식품 연구개발과제 제품출시 확인서

과 제 명	발농업의 물 및 비료 관리를 위한 클라우드 기반 원격통합관리 및 데이터 축적 시스템 구축			
주관연구기관	주식회사다온알에스	참여기관		
연구책임자	정 필 수	연구기간	21년 04월 ~ 23년 12월(총 2.75년)	
총 정부출연금	219,000,000원			
해당 기술의 제품출시 유형				
시제품(제품출시 예정)	()	기존 제품 공정개선	(O)	
신제품(제품출시 완료)	()	기 타	()	
제품 출시 실적				
제품명	제품사진	제품용도	제품 출시일	해당 기술의 제품출시 기여율(%)
해너지 독립형 모니터링 장치		데이터 모니터링	2022. 03	50
* 첨부 : 당해연도 제품출시 여부를 확인할 수 있는 자료(제조년월일 표기사진, 제품등록번호 등) **식품R&D는 품목제조보고서 제출 필수				
상기와 같이 R&D 기술을 제품화한 실적을 보고합니다.				

2021년 12월 31일
연구책임자 : 정 필 수 (차명/인)

<첨부3> 농림축산식품 연구개발과제 제품출시 확인서

과 제 명	발농업의 물 및 비료 관리를 위한 클라우드 기반 원격통합관리 및 데이터 축적 시스템 구축			
주관연구기관	주식회사다온알에스	참여기관		
연구책임자	정 필 수	연구기간	21년 04월 ~ 23년 12월(총 2.75년)	
총 정부출연금	219,000,000원			
해당 기술의 제품출시 유형				
시제품(제품출시 예정)	(O)	기존 제품 공정개선	()	
신제품(제품출시 완료)	()	기 타	()	
제품 출시 실적				
제품명	제품사진	제품용도	제품 출시일	해당 기술의 제품출시 기여율(%)
게이트웨이		무선 데이터 수집	2022. 03	100
* 첨부 : 당해연도 제품출시 여부를 확인할 수 있는 자료(제조년월일 표기사진, 제품등록번호 등) **식품R&D는 품목제조보고서 제출 필수				
상기와 같이 R&D 기술을 제품화한 실적을 보고합니다.				

2021년 12월 31일
연구책임자 : 정 필 수 (차명/인)

<첨부3> 농림축산식품 연구개발과제 제품출시 확인서

과 제 명	발농업의 물 및 비료 관리를 위한 클라우드 기반 원격통합관리 및 데이터 축적 시스템 구축			
주관연구기관	주식회사다온알에스	참여기관		
연구책임자	정 필 수	연구기간	21년 04월 ~ 23년 12월(총 2.75년)	
총 정부출연금	219,000,000원			
해당 기술의 제품출시 유형				
시제품(제품출시 예정)	(O)	기존 제품 공정개선	()	
신제품(제품출시 완료)	()	기 타	()	
제품 출시 실적				
제품명	제품사진	제품용도	제품 출시일	해당 기술의 제품출시 기여율(%)
무선센서박스		무선 데이터 측정	2022. 03	100
* 첨부 : 당해연도 제품출시 여부를 확인할 수 있는 자료(제조년월일 표기사진, 제품등록번호 등) **식품R&D는 품목제조보고서 제출 필수				
상기와 같이 R&D 기술을 제품화한 실적을 보고합니다.				

2021년 12월 31일
연구책임자 : 정 필 수 (차명/인)

사업화(상품출시)

<첨부4>

농림축산식품 연구개발과제 매출 확인서

과제명	바타농업의 물 및 비료 관리를 위한 클라우드 기반 원격통합관리 및 데이터 축적 시스템 구축			
주관연구기관	(주)다온알에스	참여기관		
연구책임자	정필수	연구기간	21년 04월 ~ 23년 12월(총 2.75년)	
기업 정보	기업 매출 총액 : 원			
관련 실적	특허(✓), 품종(), 소프트웨어(), 디자인(), 상표(), 기타(상생)			
	명칭(번호) : 센서들의 정보를 취득할 수 있는 다기능 제어장치(특허등록 10-2298548)			
	기술실시 명칭 :			
해당제품의 매출 실적				
제품명	제품사진	매출액(원)	해당 과제의 매출액 기여율(%)	
모니터링장치		국내	110,138,980	100
		국외		
<p>* 첨부 : 당해연도 매출액을 확인할 수 있는 자료(매출진표, 세금계산서, 매출원장, 수출계약 등) 상기와 같이 R&D 기술을 사업화하여 발생한 매출액을 보고합니다.</p>				

2022년 11월 15일

연구책임자 : 정 필 수 (정필수)

<첨부4>

농림축산식품 연구개발과제 매출 확인서

과제명	바타농업의 물 및 비료 관리를 위한 클라우드 기반 원격통합관리 및 데이터 축적 시스템 구축			
주관연구기관	(주)다온알에스	참여기관		
연구책임자	정필수	연구기간	21년 04월 ~ 23년 12월(총 2.75년)	
기업 정보	기업 매출 총액 : 원			
관련 실적	특허(✓), 품종(), 소프트웨어(), 디자인(), 상표(), 기타(상생)			
	명칭(번호) : 센서들의 정보를 취득할 수 있는 다기능 제어장치(특허등록 10-2298548)			
	기술실시 명칭 :			
해당제품의 매출 실적				
제품명	제품사진	매출액(원)	해당 과제의 매출액 기여율(%)	
모니터링장치		국내	204,936,362	100
		국외		
<p>* 첨부 : 당해연도 매출액을 확인할 수 있는 자료(매출진표, 세금계산서, 매출원장, 수출계약 등) 상기와 같이 R&D 기술을 사업화하여 발생한 매출액을 보고합니다.</p>				

2023년 11월 28일

연구책임자 : 정 필 수 (정필수)

<첨부4>

농림축산식품 연구개발과제 매출 확인서

과제명	밭농업의 물 및 비료 관리를 위한 클라우드 기반 원격통합관리 및 데이터 축적 시스템 구축			
주관연구기관	(주)다온알에스	참여기관		
연구책임자	정필수	연구기간	21년 04월 ~ 23년 12월(총 2.75년)	
기업 정보	기업 매출 총액 : 원			
관련 실적	특허(✓), 품종(), 소프트웨어(), 디자인(), 상표(), 기타(상생)			
	명칭(번호) : 센서들의 정보를 취득할 수 있는 다기능 제어장치(특허등록 10-2298548)			
	기술실시 명칭 :			
해당제품의 매출 실적				
제품명	제품사진	매출액(원)	해당 과제의 매출액 기여율(%)	
모니터링장치		국내	107,827,272	100
		국외		
<p>* 첨부 : 당해연도 매출액을 확인할 수 있는 자료(매출진표, 세금계산서, 매출원장, 수출계약 등) 상기와 같이 R&D 기술을 사업화하여 발생한 매출액을 보고합니다.</p>				

2023년 12월 29일

연구책임자 : 정 필 수 (정필수)



총 16 페이지 중 1 페이지

시험성적서

62465 광주광역시 광안구 진곡신민중앙로 55
Tel 062-960-9291 Fax 062-960-9229
http://www.katech.co.kr

성적서번호 : KTS240870-1

의뢰자

기관명 : 주식회사다온알에스
주소 : 광주광역시 북구 용봉로 77, 권남대 캠퍼센터(용봉동)
시료명 : 원격통합관리 및 데이터 축적시스템 시제품
시험방법 : 의뢰자제공시험방법
시험실환경 : 온도 (20 ± 15) °C, 습도 (65 ± 20) % RH,
시험장소 : 고정시험실 (광주광역시 광안구 진곡신민중앙로 55)

접수일 : 2024년 04월 08일
시험시작일 : 2024년 04월 15일
시험종료일 : 2024년 04월 26일
성적서발행일 : 2024년 04월 26일
성적서용도 : 제출용

시험결과

시험항목	시험결과	비고
온도 측정 시험	10 page 참조	2 ~ 9 page 참조
습도 측정 시험	11 page 참조	2 ~ 9 page 참조
풍향 측정 시험	12 page 참조	2 ~ 9 page 참조
풍속 측정 시험	13 page 참조	2 ~ 9 page 참조
일사량 측정 시험	14 page 참조	2 ~ 9 page 참조
전기전도도 측정 시험	15 page 참조	2 ~ 9 page 참조
pH 측정 시험	16 page 참조	2 ~ 9 page 참조

비고: 1. 이 성적서는 의뢰자가 제시한 시료 및 시료정보로 시험항목에 대해서만 측정하여 대한 증명서를 발급하는 것입니다.
2. 이 성적서는 우리 연구원의 시험 장비(최소 3년)의 성능 및 우수성으로 시험할 수 있으며, 온도 차이에 영향을 줄 수 없습니다.
3. 이 성적서는 연구원의 승인없이 전부를 재발행하는 행위(복사, 무단 배포)는 법적책임을 지실 수 있습니다.
4. 성적서의 권위확인용 홀로그램(http://kts.katech.co.kr) 또는 아래 QR코드로 확인 가능합니다.
5. 이 성적서는 KS Q ISO/IEC 17025 및 KOLAS 인증과 관련된 효력을 갖습니다.

확인	실무자 성명 : 이현빈	이현빈	기술책임자 성명 : 이승엽	이승엽
----	-----------------	-----	-------------------	-----

한국자동차연구원



KA-TP-14-06(Rev. 03)

성적서 번호 :KTS240870-1

총 16 페이지 중 2 페이지

시험 방법 1

【 시험종류 】 : 성능시험

【 시료명 】 : 원격통합관리 및 데이터 축적시스템 시제품 【 시료 수 】 : 1 set

【 시험조건 】 : 의뢰자제공시험방법

- 원격통합관리 및 데이터 축적시스템 시제품을 대상으로 성능평가를 수행한다.
- 성능시험 항목 및 요구조건은 [표 1]에 명시되어 있으며 각각의 항목에 대한 평가방법은 아래에 서술하며 각 항목에 대해 평가를 수행한다.
- 참고사항
- 기상측기 형식승인 기준·방법 및 신청 절차 등에 관한 고시 (기상청고시 제2023-6호)

【 요구조건 】:

구분	내용			
	No.	평가 항목	단위	요구 조건
원격 통합관리 및 데이터 축적 시스템 시제품	1	온도	°C	-25 ~ 85
	2	습도	%	0 ~ 100
	3	풍향	° (방향각)	0 ~ 359
	4	풍속	m/s	0 ~ 40
	5	일사량	W/m ²	0 ~ 2,000
	6	전기전도도	dS/m	0 ~ 10
	7	pH	pH	2 ~ 12



【사진 1】 원격통합관리 및 데이터 축적시스템 시제품

KA-TP-14-03(Rev. 02)

성적서 번호 :KTS240870-1

총 16 페이지 중 3 페이지

시험 방법 2

【 시료명 】 : 원격통합관리 및 데이터 축적시스템 시제품 【 시료 수 】 : 1 set

【 시험조건 】 : 의뢰자제공시험방법

【표 1】 시험 평가항목 및 내용

평가항목	내용	프로파일
온도	1) 시험온도는 - 25 °C → 0 °C → + 30 °C → + 60 °C → + 85 °C로 높아가면서 측정한다. 2) 온도계의 구조상 액체 항온조에서 실현이 불가능한 경우, 챔버에서 시험할 수 있다.	
습도	1) 시험챔버의 온도는 20 °C로 설정하고, 시험습도는 20 %RH → 40 %RH → 60 %RH → 80 %RH → 100 %RH로 높아가면서 측정한다.	
풍향	1) 시험풍속은 5 m/s로 한다. 2) 시험풍속 저질에서 풍향각을 0 °에서 359 °범위를 30 °씩 회전시켜 풍향을 측정한다.	
풍속	1) 시험풍속은 5 m/s → 40 m/s 범위를 5 m/s씩 상승하며 측정한다.	
일사량	1) 0 W/m ² ~ 2,000 W/m ² 범위를 100 W/m ² 씩 상승하며 측정한다.	
전기 전도도	1) 전기전도도는 1 dS/m → 10 dS/m 범위 내 1 dS/m씩 상승하며 각 5회 측정한다. - 양액 : 대유물푸레2호 A액, 대유물푸레2호 B액	
pH	1) 시험 pH는 2 → 4 → 7 → 10 → 12 순서로 각 5회씩 측정한다.	

KA-TP-14-03(Rev. 02)

성적서 번호 :KTS240870-1

총 16 페이지 중 4 페이지

시험 방법 3

【 시료명 】 : 원격통합관리 및 데이터 축적시스템 시제품 【 시료 수 】 : 1 set

【 시험장비 】 : Constant Temperature And Humidity Chamber

【표 2】 시험장비 사양

항목	사양
Temperature Range [°C]	-70 ~ +180
Humidity Range [%RH]	10 ~ 98
Size [mm]	800(W)×650(D)×850(H)



【사진 2】 Constant Temperature And Humidity Chamber

KA-TP-14-03(Rev. 02)

연구개발성과 성능지표

연구 번호: KTD000079-1 | 품목 번호: 05-00010

시험 방법 4

【시료 명】: 원재료합원리 및 케미리 속제시스템 시제품 【시료 수】: 1set
 【시험 장비】: Protractor

【표 3】 시험 장비 사양

항목	사양
Measure Range [°]	0 ~ 220



【사진 3】 Protractor

KA-TP-14-02904-02

연구 번호: KTD000079-1 | 품목 번호: 05-00010

시험 방법 5

【시료 명】: 원재료합원리 및 케미리 속제시스템 시제품 【시료 수】: 1set
 【시험 장비】: Anemometer

【표 4】 시험 장비 사양

항목	사양
Measure Range [°C]	0 ~ 45
Measure Range [m/s]	0.3 ~ 45
Operating Voltage [V]	DC 9



【사진 4】 Anemometer

KA-TP-14-02904-02

연구 번호: KTD000079-1 | 품목 번호: 05-00010

시험 방법 6

【시료 명】: 원재료합원리 및 케미리 속제시스템 시제품 【시료 수】: 1set
 【시험 장비】: EC200 Gsmeter

【표 5】 시험 장비 사양

항목	사양
Measure Range [dBm]	0 ~ 10
Measure Range [dBi]	0 ~ 14
Operating Voltage [V]	DC 24
Power Consumption [W]	< 1.5



【사진 5】 EC200 Gsmeter

KA-TP-14-02904-02

연구 번호: KTD000079-1 | 품목 번호: 05-00010

시험 방법 7

【시료 명】: 원재료합원리 및 케미리 속제시스템 시제품 【시료 수】: 1set
 【시험 장비】:



【사진 6】 시험 장비 셋업

KA-TP-14-02904-02

연구 번호: KTD000079-1 | 품목 번호: 05-00010

시험 방법 8

【시료 명】: 원재료합원리 및 케미리 속제시스템 시제품 【시료 수】: 1set
 【시험 장비】:



【사진 7】 시험 장비 셋업

KA-TP-14-02904-02

연구 번호: KTD000079-1 | 품목 번호: 05-00010

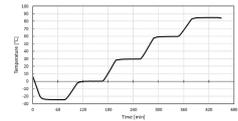
시험 결과 1

【시료 명】: 원재료합원리 및 케미리 속제시스템 시제품 【시료 수】: 1set
 【시험 결과】:

항목	요구조건	시험·분석 결과	비고
온도	- 온도 측정 : -25℃ ~ 50℃ / ±0.2℃ - 시험 결과 판단 기준: ±0.2℃	- 측정 범위: 25 ~ 85℃ 확인 - 시험 결과 판단 기준: ±0.2℃	

【표 6】 온도 시험 결과

구분	온도 [°C]	
	측정 결과	측정 범위
-25℃	-25.02	0.02
0℃	0.09	0.41
20℃	20.71	0.43
40℃	39.82	0.69
60℃	60.37	0.56



【그림 1】 온도 측정 측정 데이터

KA-TP-14-02904-02

연구 번호: KTD000079-1 | 품목 번호: 05-00010

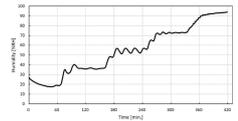
시험 결과 2

【시료 명】: 원재료합원리 및 케미리 속제시스템 시제품 【시료 수】: 1set
 【시험 결과】:

항목	요구조건	시험·분석 결과	비고
습도	- 습도 측정 : 시험 범위: 20 ~ 100 %RH 20 %RH ~ 100 %RH - 시험 결과 판단 기준: ±2.0% 20 %RH에 상응, 30s 이상	- 측정 범위: 20 ~ 100 %RH 확인 - 시험 결과 판단 기준: ±2.0% 20 %RH에 상응, 30s 이상	

【표 7】 습도 시험 결과

구분	습도 [%RH]	
	측정 결과	측정 범위
20 %RH	18.33	0.77
40 %RH	35.39	0.39
60 %RH	54.41	1.75
80 %RH	72.86	0.58
100 %RH	92.09	0.53



【그림 2】 습도 측정 측정 데이터

KA-TP-14-02904-02

연구 번호: KTD000079-1 | 품목 번호: 05-00010

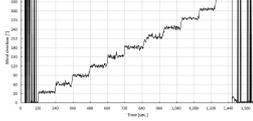
시험 결과 3

【시료 명】: 원재료합원리 및 케미리 속제시스템 시제품 【시료 수】: 1set
 【시험 결과】:

항목	요구조건	시험·분석 결과	비고
방사능	- 방사능 측정 : 0.1 ~ 200 μSv/h 200 μSv/h 이상, 30s 이상	- 측정 범위: 0 ~ 200 μSv/h 확인 - 시험 결과 판단 기준: ±2.0% 200 μSv/h에 상응, 30s 이상	

【표 8】 방사능 시험 결과

구분	방사능 [μSv/h]											
	0	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330
측정 결과	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
측정 범위	4.9	2.3	4.1	3.0	3.4	4.3	3.6	4.9	3.3	2.5	2.3	2.7



【그림 3】 방사능 측정 측정 데이터

KA-TP-14-02904-02

연구 번호: KTD000079-1 | 품목 번호: 05-00010

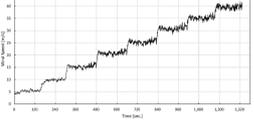
시험 결과 4

【시료 명】: 원재료합원리 및 케미리 속제시스템 시제품 【시료 수】: 1set
 【시험 결과】:

항목	요구조건	시험·분석 결과	비고
충격	- 충격 측정 : 5 m/s ~ 40 m/s 25 m/s에 상응, 30s 이상	- 측정 범위: 5 ~ 40 m/s 확인 - 시험 결과 판단 기준: ±2.0% 25 m/s에 상응, 30s 이상	

【표 9】 충격 시험 결과

구분	충격 [m/s]				
	5	10	15	20	25
측정 결과	4.96	9.92	13.37	20.86	25.41
측정 범위	0.55	0.93	0.66	0.79	0.80



【그림 4】 충격 측정 측정 데이터

KA-TP-14-02904-02

연구 번호: KTD000079-1 | 품목 번호: 05-00010

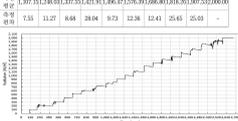
시험 결과 5

【시료 명】: 원재료합원리 및 케미리 속제시스템 시제품 【시료 수】: 1set
 【시험 결과】:

항목	요구조건	시험·분석 결과	비고
일사량	- 일사량 측정 : 100 W/m² ~ 2,000 W/m² (200 W/m²에 상응, 30s 이상)	- 측정 범위: 0 ~ 2,000 W/m² 확인 - 시험 결과 판단 기준: ±2.0% 200 W/m²에 상응, 30s 이상	

【표 10】 일사량 시험 결과

구분	일사량 [W/m²]									
	0	100	200	300	400	500	600	700	800	900
측정 결과	0.05	100.79	196.66	296.72	416.88	537.07	657.15	776.15	894.17	1,012.15
측정 범위	0.00	0.17	2.83	2.89	3.35	3.23	4.40	7.22	6.07	5.16



【그림 5】 일사량 측정 측정 데이터

KA-TP-14-02904-02

연구 번호: KTD000079-1 | 품목 번호: 05-00010

시험 결과 6

【시료 명】: 원재료합원리 및 케미리 속제시스템 시제품 【시료 수】: 1set
 【시험 결과】:

항목	요구조건	시험·분석 결과	비고
방사능	- 방사능 측정 : 1 μSv/h ~ 10 μSv/h (1 μSv/h에 상응)	- 측정 범위: 1 μSv/h ~ 10 μSv/h 확인 - 시험 결과 판단 기준: ±2.0% 1 μSv/h에 상응	

【표 11】 방사능 시험 결과

구분	방사능 [μSv/h]				
	#1	#2	#3	#4	#5
측정 결과	1.02	1.1	1.1	1.1	1.05
측정 범위	2	2	2	1.7	2
측정 결과	2.7	2.9	3	3	2.67
측정 범위	3.7	4	3.7	3.7	4
측정 결과	4.7	5	4.7	4.7	4.76
측정 범위	6	6	5.7	6	5.64
측정 결과	6.7	7	6.7	7	6.62
측정 범위	7.7	8	7.7	8	7.68
측정 결과	8.7	8.7	9	9	8.88
측정 범위	9.7	9.7	9.7	9.7	9.76



【그림 6】 방사능 측정 측정 데이터

KA-TP-14-02904-02

연구 번호: KTD000079-1 | 품목 번호: 05-00010

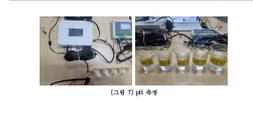
시험 결과 7

【시료 명】: 원재료합원리 및 케미리 속제시스템 시제품 【시료 수】: 1set
 【시험 결과】:

항목	요구조건	시험·분석 결과	비고
pH	- pH 측정 : pH 2.4, 7, 10, 12 측정	- 측정 범위: pH 2 ~ 12 pH 확인 - 시험 결과 판단 기준: ±0.02 ±0.02에 상응	

【표 12】 pH 시험 결과

구분	pH				
	#1	#2	#3	#4	#5
측정 결과	2	2	2	2	2
측정 범위	4	4	4	4	4
측정 결과	7	7	6.7	7	7
측정 범위	10	10.3	10	9.7	10
측정 결과	12	12	11.7	11.7	12



【그림 7】 pH 측정

KA-TP-14-02904-02

연구개발성과 성능지표

제 W-23-01037호

농업기계 성능시험 성적서

• 시험번호 : 23-KOATMP-462

• 신청자

상호	(주)다온알에스	대표자	정필수
사업자등록번호	561-81-00047		
주소	광주광역시 북구 송암로 77 (송암동) 온남대 경비센터		

• 시험일자

시험일자	2023.11.11.
------	-------------

• 시험방법 : 성능 시험방법(운전)

• 시험대상

형식명	TANSARI-200C(TMP)
형식	디지털식
측정항목	속도
측정범위	0 ~ 60km/h

• 시험결과

- 구조 : 성능시험 결과 참조
- 성능

측정오차	측정불확도
2.0 %	0.2 %

* 측정기준 : 측정표준 K WEI 111기법
본 시험은 「한국농업기술진흥원 분식시험 의뢰 및 처리 규칙」 제5조에 따라 실시한 성능시험 성적입니다.

2023년 11월 22일

한국농업기술진흥원장

이 성적서는 「한국농업기술진흥원 분식시험 의뢰 및 처리 규칙」 제5조에 따른 제종의 성능 확인에 한정된 것이며, 그 밖의 다른 법률이 적용되는 제종의 경우 해당 법률에 따라 추가로 인증 허가 등을 받아야 합니다.

성능시험 결과

• 기계적 규격

결과			
분류	2인치	3인치	4인치
해당			○

• 전기적 규격

원형전압				
분류	5	12	24	220
해당	○			

출력신호 형태 및 범위	
분류	직류
해당	전압(1 - 5)VDC

• 측정범위 : 준수

제 W-23-01037호

농업기계 성능시험 성적서

• 시험번호 : 23-KOATMP-463

• 신청자

상호	(주)다온알에스	대표자	정필수
사업자등록번호	561-81-00047		
주소	광주광역시 북구 송암로 77 (송암동) 온남대 경비센터		

• 시험일자

시험일자	2023.11.11.
------	-------------

• 시험방법 : 성능 시험방법(운전)

• 시험대상

형식명	TANSARI-200C(HM1)
형식	디지털식
측정항목	속도
측정범위	0 ~ 100 km/h

• 시험결과

- 구조 : 성능시험 결과 참조
- 성능

측정오차	측정불확도
2.0 %	0.2 %

* 측정기준 : 측정표준 K WEI 111기법
본 시험은 「한국농업기술진흥원 분식시험 의뢰 및 처리 규칙」 제5조에 따라 실시한 성능시험 성적입니다.

2023년 11월 18일

한국농업기술진흥원장

이 성적서는 「한국농업기술진흥원 분식시험 의뢰 및 처리 규칙」 제5조에 따른 제종의 성능 확인에 한정된 것이며, 그 밖의 다른 법률이 적용되는 제종의 경우 해당 법률에 따라 추가로 인증 허가 등을 받아야 합니다.

성능시험 결과

• 기계적 규격

결과			
분류	2인치	3인치	4인치
해당			○

• 전기적 규격

원형전압				
분류	5	12	24	220
해당	○			

출력신호 형태 및 범위	
분류	직류
해당	전압(1 - 5)VDC

• 측정범위 : 준수

제 W-23-01037호

농업기계 성능시험 성적서

• 시험번호 : 23-KOATMP-464

• 신청자

상호	(주)다온알에스	대표자	정필수
사업자등록번호	561-81-00047		
주소	광주광역시 북구 송암로 77 (송암동) 온남대 경비센터		

• 시험일자

시험일자	2023.11.14.
------	-------------

• 시험방법 : 성능 시험방법(운전)

• 시험대상

형식명	TANSARI-200C(C02)
형식	디지털식
측정항목	이진화분소
측정범위	0 ~ 1,500 ppm

• 시험결과

- 구조 : 성능시험 결과 참조
- 성능

측정오차	측정불확도
3.14, 7 ppm	3.6 ppm

* 측정기준 : 측정표준 K WEI 111기법
본 시험은 「한국농업기술진흥원 분식시험 의뢰 및 처리 규칙」 제5조에 따라 실시한 성능시험 성적입니다.

2023년 11월 16일

한국농업기술진흥원장

이 성적서는 「한국농업기술진흥원 분식시험 의뢰 및 처리 규칙」 제5조에 따른 제종의 성능 확인에 한정된 것이며, 그 밖의 다른 법률이 적용되는 제종의 경우 해당 법률에 따라 추가로 인증 허가 등을 받아야 합니다.

성능시험 결과

• 기계적 규격

결과			
분류	2인치	3인치	4인치
해당			○

• 전기적 규격

원형전압				
분류	5	12	24	220
해당	○			

출력신호 형태 및 범위	
분류	직류
해당	전압(1 - 5)VDC

• 측정범위 : 준수

주 의

1. 이 보고서는 농림축산식품부에서 시행한 기술사업화지원(R&D)사업 발농업의 물 및 비료 관리를 위한 클라우드 기반 원격통합관리 및 데이터 축적 시스템 구축의 연구보고서입니다.
2. 이 보고서 내용을 발표하는 때에는 반드시 농림축산식품부에서 시행한 기술사업화지원(R&D)사업 발농업의 물 및 비료 관리를 위한 클라우드 기반 원격통합관리 및 데이터 축적 시스템 구축의 연구결과임을 밝혀야 합니다.
3. 국가과학기술 기밀 유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 안 됩니다.