

발간등록번호

11-1543000-003221-01

스마트온실 국산 기기의 외국산 대비 특성 · 성능 비교를 통한 기술고도화 최종보고서

2020. 7. 23.

주관연구기관 / (주)컬티랩스

협동연구기관 / 한국시설원에ICT협동조합

협동연구기관 / 신한에이텍(주)

협동연구기관 / 그린씨에스(주)

농림축산식품부

(전문기관) 농림식품기술기획평가원

스마트온실 국산 기기의 외국산 대비 특성·성능 비교를 통한 기술고도화

(Demands for advanced technology and standardization
by comparing the performance of domestic smart
greenhouse systems compared to foreign system)

(주)컬티랩스

농림축산식품부

제 출 문

농림축산식품부 장관 귀하

‘스마트온실 국산 기기의 외국산 대비 특성·성능 비교를 통한 기술고도화’
(연구개발 기간 : 2019. 1. 22. ~ 2020. 1. 21.) 과제의 최종보고서 1부를 제출합니다.

2020. 7. 23.

주관연구기관명 : (주)컬티랩스	(대표자) 김 창 근 (인)
협동연구기관명 : 한국시설원예ICT협동조합	(대표자) 배 임 성 (인)
협동연구기관명 : 신한에이텍(주)	(대표자) 김 형 규 (인)
협동연구기관명 : 그린씨에스(주)	(대표자) 배 임 성 (인)



주관연구기관책임자: 곽 철 순
협동연구기관책임자: 안 장 덕
협동연구기관책임자: 장 재 욱
협동연구기관책임자: 서 해 근

국가연구개발사업의 관리 등에 관한 규정 제18조에 따라 보고서 열람에 동의 합니다.

보고서 요약서

과제고유번호	319027	해 당 단 계 연 구 기 간	2019.1.22. ~ 2020.1.21.	단 계 구 분	(1차년도)/ (1차년도)
연구사업명	단 위 사 업	농 립 축 산 식 품 연 구 개 발 사 업			
	사 업 명	1세대 스마트 플랜트팜 산업화사업			
연구과제명	대 과 제 명	스마트온실 국산 기기의 외국산 대비 특성·성능 비교를 통한 기술고도화			
	세 부 과 제 명	스마트온실 국산 기기의 외국산 대비 특성·성능 비교를 통한 기술고도화			
연구책임자	과 격 철 순	해당단계 참여연구원 수	총: 19명 내부: 19명 외부: 0명	해당단계 연구개발비	정부:400,000천원 민간:135,000천원 계:535,000천원
		총 연구기간 참여연구원 수	총: 19명 내부: 19명 외부: 0명	총 연구개발비	정부:400,000천원 민간:135,000천원 계:535,000천원
연구기관명 및 소속부서명	(주)컬티랩스 스마트팜시스템사업부			참여기업명 (주)컬티랩스 한국시설원예ICT협동조합 신한에이텍(주) 그린씨에스(주)	
국제공동연구	상대국명:			상대국 연구기관명:	
위탁연구	연구기관명:			연구책임자:	
연구개발성과의 보안등급 및	해당사항없음				

※ 국내외의 기술개발 현황은 연구개발계획서에 기재한 내용으로 같음

사유	
----	--

9대 성과 등록·기탁번호

구분	논문	특허	보고서 원문	연구시설 ·장비	기술요약 정보	소프트 웨어	화합물	생명자원		신품종	
								생명 정보	생물 자원	정보	실물
등록·기탁 번호	-	-	11-1543 000-003 221-01	-	-	-	-	-	-	-	-

국가과학기술종합정보시스템에 등록된 연구시설·장비 현황

구입기관	연구시설· 장비명	규격 (모델명)	수량	구입연월일	구입가격 (천원)	구입처 (전화)	비고 (설치장소)	NTIS 등록번호

요약	보고서 면수
○ 각 주요 실증사이트의 장비설치현황 및 각 제품별 기능/성능을 비교함	○ 52~95
○ 환기 제어 관련하여 온실 내부온도변화에 따른 환기를 위한 천창개폐의 정확도 및 설정온도와 내부온도의 근접제어 여부를 분석함	○ 96~108
○ 온실의 내부온도와 냉난방 설정온도와의 차를 절대오차적분값으로 분석하고, 또한 조조가온에 영향을 주는 일출시간대의 온도변화율을 분석함	○ 109~113
○ CO2시비가 설정한 농도에 맞게 공급되는지를 확인하기 위해 내부 CO2값과 설정 CO2값의 차에 대한 절대오차적분 값과, 그때의 유동팬 작동비율을 분석함	○ 113~116
○ 작물생장에 직접적인 영향을 주는 양액 EC, pH 및 공급량을 설정한 대로 정확하게 공급되었는지를 확인하기 위해 설정값과 공급값의 절대오차적분 값을 분석함	○ 117~122
○ 급변환경인 30분에 3℃ 이상, 60분에 5℃ 이상 의 환경변화들의 빈도와 온실의 좌우(동,서)의 온도차(절대오차적분 값)를 분석함	○ 122~130
○ 본 연구결과에서 활용한 각 분석지표별 절대오차적분 값을 통해 환경제어기, 양액제어기 등의 환기제어, 냉난방제어, 광량제어, 양액제어, CO ₂ 제어관련 제품들에 대한 기준치 설정의 기초자료로 활용할 수 있을 것으로 기대하며, 이에 대한 지속적인 연구를 통해 적정한 기준값과 표준화가 필요함	○ 130~132

<요약문>

연구의 목적 및 내용	<ul style="list-style-type: none"> ○ (배경) 국산 스마트 온실 사용 ICT기기의 외산 제품 대비 성능 평가 연구 미흡 ○ (목적) 스마트 온실에 필요한 ICT 기기(센서 제외)의 현장검증을 통해 국산과 외산 제품간 특성과 성능을 비교 분석하고 표준화 및 성능 개선 				
연구개발성과	<ul style="list-style-type: none"> ○ 환기 제어 관련하여 온실 내부온도변화에 따른 환기를 위한 천창개폐의 정확도 및 설정온도와 내부온도의 근접제어 여부를 분석함 ○ 온실의 내부온도와 냉난방 설정온도와의 차를 절대오차적분값으로 분석하고, 또한 조조가운데 영향을 주는 일출시간대의 온도변화율을 분석함 ○ CO2시비가 설정한 농도에 맞게 공급되는지를 확인하기 위해 내부 CO2값과 설정 CO2값의 차에 대한 절대오차적분 값과, 그때의 유동팬 작동비율을 분석함 ○ 작물생장에 직접적인 영향을 주는 양액 EC, pH 및 공급량을 설정한 대로 정확하게 공급되었는지를 확인하기 위해 설정값과 공급값의 절대오차적분 값을 분석함 ○ 급변환경인 30분에 3℃이상, 60분에 5℃이상 의 환경변화들의 빈도와 온실의 좌우(동,서)의 온도차(절대오차적분 값)를 분석함 ○ 본 연구결과에서 활용한 각 분석지표별 절대오차적분 값을 통해 환경제어기, 양액제어기 등의 환기제어, 냉난방제어, 광량제어, 양액제어, CO₂ 제어관련 제품들에 대한 기준치 설정의 기초자료로 활용할 수 있을 것으로 기대하며, 이에 대한 지속적인 연구를 통해 적정한 기준값과 표준화가 필요함 				
연구개발성과의 활용계획 (기대효과)	<ul style="list-style-type: none"> ○ 스마트팜 실증연구와 제품(서비스) 고도화를 위해 실증팜(컬티팜)의 안정적 운영을 통한 실용화 및 산업화 계획 수립함 ○ 오픈하드웨어와 소프트웨어를 이용한 환경제어관리시스템 등을 해외 스마트팜 구축사업에 활용함 ○ 스마트팜 환경관리 모니터링용 제품 판매 및 원격재배컨설팅 서비스 사업화에 활용함 ○ 커뮤니티에서 제공되는 농업용 어플리케이션 및 기술을 응용한 제품 등의 개발 및 판매를 추진함 				
국문핵심어 (5개 이내)	스마트팜	ICT	온실	성능	검증
영문핵심어 (5개 이내)					

※ 국문으로 작성(영문 핵심어 제외)

내 용 요약

제 1 장 연구개발과제의 개요

- 4차산업혁명을 주도하는 빅데이터, 인공지능, 사물인터넷 등 ICT와 로봇과학기술을 농업 분야에 융복합한 스마트팜은 기후변화로 인한 농업환경변화에 대응하고 농촌문제를 해결하기 위한 방안 중 하나로 확산·보급되고 있으며, 국내외 스마트팜 관련 시장규모도 지속적으로 확대되는 추세에 있음
- 농림식품기술기획평가원의 ‘농림식품 기술수준 평가(2018.12)’에 따르면, 우리나라는 최고기술 보유국(미국) 대비 농업기계·시스템 76.6%, 융복합기술 분야 농생명 정보·전자부분은 71.5%로 후발주자에 속하며, 특히 지속가능성을 담보할 수 있는 기술인 농생명 에너지 자원부분은 68.2%로 다른 분야보다 낮은 수준을 보이고 있음
- 스마트팜 산업의 한 단계 진전과 확산을 위해 한국형 스마트팜 기술개발이 시급할 것으로 판단되며, 이에 따라 본 연구에서는 스마트온실에 필요한 주요 ICT 기기(환기제어, 냉난방제어, 광량제어, 양액제어, CO₂ 제어)의 현장검증 및 실증을 통해 국산과 외국산제품 간의 특성과 성능을 비교분석하고 이를 바탕으로 주요 기기의 표준화 및 핵심 성능 개선방안을 마련하고자 함

제 2 장 국내외 시장현황 및 기술현황

- 스마트팜 관련 시장은 빠른 속도의 성장세를 지속해왔으며, 향후에도 시장규모 확대가 지속될 것으로 전망됨
 - 국내 스마트팜 관련 시장은 2015년 3조 6,051억 원 규모 대비 49.9% 성장한 5조 4,048억 원에 이를 것으로 예상됨. 국외 스마트팜 관련 시장은 2012년 1,198억 달러, 2016년 1,960억 달러, 2017년 2,210억 달러로 지속적으로 증가하였으며, 2022년에는 약 4,080억 달러에 이를 것으로 예상되는 가운데, 2012년부터 2022년까지 연평균 약 13% 수준의 높은 성장세를 보이며 지속적으로 확대될 것으로 전망됨
- 국내 스마트팜 기술수준은 선진국에 비해 낮게 평가되고 있는데, 농림식품 기계·시스템분야의 기술수준은 최고 기술보유국인 미국을 100.0으로 보았을 때 75.0으로 주요국 9개 국가 중 8위로 추격그룹에 속하나 분야별로 기술부분 간 격차를 보이고 있음
- 세계 각국에서도 ICT를 활용하여 산업 경쟁력을 높이고 부가가치를 창출하기 위해 다양한 노력을 하고 있으며, 사물인터넷 등 타 부분과의 융합이 가속화되는 추세로 농업 분야에서도 시설농업, 축산, 과수 등 다양한 분야에 ICT를 활용하여 경쟁력을 높이고 새로운 부가가치를 창출 중에 있음
 - 네덜란드는 대표적인 원예국가로 전체 온실의 99%가 유리온실이며, 수십 년 간 누적된 데이터와 재배환경 최적화 노하우를 바탕으로 각종 센서와 제어솔루션을 개발함
 - 미국은 IoT는 물론 나노기술, 로봇기술 등을 융합하여 농업에 활용하려고 하고 있으며, 구글의 경우, 토양, 수분, 작물건강에 대한 빅데이터를 수집해 종자, 비료, 농약살포에 도움을 주는 인공지능 의사결정지원시스템 기술개발에 나선 실정임
 - 일본은 IBM, NEC, 후지쯔, NTT 등 기업들이 농업분야에 ICT기술을 접목하여 다양한 서비스를 제공하고 있음

제 3 장 연구개발수행내용 및 결과

- 환기 제어 관련하여 온실 내부온도변화에 따른 환기를 위한 천창개폐의 정확도 및 설정온도와 내부온도의 근접제어 여부를 분석함
 - 분석결과 천창개폐 정확도 부분에서는 비정상개폐(내부온도와 설정온도의 차에 대한 천창의 개폐여부를 표현)비율이 외산제품 대비 국산제품이 적게 나타났으며, 특이사항으로 온도차가 $\pm 1^{\circ}\text{C}$ 이내일 때, 천창의 개폐가 빈번하게 일어남. 이는 내부 온실환경을 미세하게 조절하기 위한 개폐조건의 유무에 기인한 것이라고 판단됨
 - 내부온도와 설정온도의 근접도 부분에서는 국내외 제품에서 큰 차이를 보이지 않았음. 그러나 가을에서 겨울로 계절변화에 따라 외부환경보다는 난방 등을 통한 내부환경으로 온도를 정확하게 제어함으로써 편차가 줄어드는 경향을 나타내고 있음
- 냉난방 제어에 관한 정확도(근접도)를 판단하고자 온실의 내부온도와 냉난방 설정온도와의 차를 절대오차적분값으로 분석하고, 또한 조조가온에 영향을 주는 일출시간대의 온도변화율을 분석함
 - 분석결과 내부온도와 설정온도간의 절대오차적분값은 국산제품에서는 비슷하나, 국외제품의 경우 설정온도와 차이가 크게 나타남. 이는 온실타입과 난방방식에 기인한 것으로 판단되며, 결국 제품자체의 정확도보다는 냉난방의 효율을 높일 수 있는 보일러, 난방방식(온풍, 온수 등)과 보온스크린과 같은 하드웨어 제품과의 호환성에 따라서 달라질 수 있을 것임
 - 또한, 일출시간대 1°C 상승 평균시간은 통상적으로 60분 이상(재배전문가 의견) 필요한데, 각사가 이 조건을 상회하는 소요시간을 가지고 있음
- CO₂ 제어 관련하여 재배작물의 안정적 관리를 위해 CO₂ 시비가 설정한 농도에 맞게 공급되는지를 확인하기 위해 내부 CO₂값과 설정 CO₂값의 차에 대한 절대오차적분값과, 그때의 유동팬 작동비율을 분석함
 - 분석결과 계절별 영향으로 인해 겨울로 갈수록 제어값의 편차가 커지는 경향이 있으나, 이는 재배방식(CO₂ 시비횟수 및 공급농도 설정)에 의한 것일 수도 있음. 또한 분석데이터가 국내 1개사 밖에 없어(설정 CO₂값을 저장하는 제품이 국내 1개사 밖에 없음) 관련사항을 비교하는데 한계가 있음
- 양액공급 제어 관련하여, 작물생장에 직접적인 영향을 주는 양액의 EC, pH 및 공급량을 설정한 대로 정확하게 공급되었는지를 확인하기 위해 설정값과 공급값의 절대오차적분 값을 분석함
 - 분석결과, EC와 pH의 경우 제품별로, 월별로 큰 편차가 발생되었으며, 특히 EC의 경우 각 제품별로 월초나 월말에 편차가 크게 나타났음. 이는 그 당시 제품의 안정성이나 재배작물의 양액조성비의 변화에 기인한 것으로 판단됨. 이러한 경향을 이용하여, 양액제어기의 성능지표로 활용하기 위해서는 일정기간동안 공급EC와 설정EC의 편차를 계측하고 기준값(예, 1주일, 10회/일 이상 운영 시 절대오차적분 값이 1.0 이하) 이하를 제시하는 방식이 좋을 것으로 판단됨
- 온실내부 환경변화 관련하여 일반적으로 나타날 수 있는 급변환경인 30분에 3°C 이상, 60분에 5°C 이상 의 환경변화들의 빈도와 온실의 좌우(동, 서)의 온도차(절대오차적분 값)를 분석함

- 분석결과, 9월 1일부터 12월 15일까지의 분석기간동안 각각의 급변환경은 10시에서 13시 사이 주로 나타났으며, 특히 국외제품의 경우 30분에 3℃이상의 급변빈도는 국내제품에 비해 국외제품이 적게 나타남. 내부온도 좌우편차는 비교적 균일한 편이었으나, 일별로 변화되는 양상이 업체별로 차이가 있었음
- 본 연구결과에서 활용한 각 분석지표별 절대오차적분 값을 통해 환경제어기, 양액제어기 등의 환기제어, 냉난방제어, 광량제어, 양액제어, CO₂ 제어관련 제품들에 대한 기준치 설정의 기초자료로 활용할 수 있을 것으로 기대하며, 이에 대한 지속적인 연구를 통해 적정한 기준값과 표준화가 필요함

제 4 장 목표달성도 및 관련분야에의 기여도

- 제품화 5건, 고용창출 7명, 정책활용 13건 등 주요 연구 성과목표 초과 달성
- 주요 ICT 기기 표준화 기반 마련으로 향후 제품 간 호환성이 확보되는 등 스마트팜 산업화 기반을 더욱 공고히 하고 국내외 주요 스마트팜 ICT 핵심기기 비교분석자료를 활용해 향후 한국형 스마트팜에 적합한 기기구성을 제시하는데 하나의 기준이 될 수 있을 것으로 기대되며, 스마트팜 ICT 기기 관련 국내기업 육성을 통해 스마트팜 핵심 구성기기 인증제도 확립 기반을 마련할 수 있을 것으로 사료됨
- 국내 스마트팜 ICT 기기의 경쟁력 강화를 통해 한국형 스마트팜 수출 활로를 개척하고 스마트팜과 과학영농을 연계하여 해당 농가들의 소득안정성 확보가 용이하도록 함

제 5 장 연구개발성과 및 성과활용계획

- 스마트팜 실증연구와 제품(서비스) 고도화를 위해 실증팜(퀵티팜)의 안정적 운영을 통한 실용화 및 산업화 계획 수립함
- 스마트팜 주요 장비(복합환경제어기, 양액제어기)의 Data와 생육측정 Data를 연계하여, 2021년 상반기까지 토마토, 파프리카 작물에 대한 각각의 표준 생육지표에 대해 'AI 기반 생육측정 모바일 웹 v1.0'을 출시함
- 오픈하드웨어와 소프트웨어를 이용한 환경제어관리시스템 등을 해외 스마트팜 구축사업에 활용함
- 스마트팜 환경관리 모니터링용 제품 판매 및 원격재배컨설팅 서비스 사업화에 활용함
- 커뮤니티에서 제공되는 농업용 어플리케이션 및 기술을 응용한 제품등의 개발 및 판매를 추진함
- 스마트팜 ICT 핵심기기의 성능개선 및 표준화 수요결과를 바탕으로 향후 국내 스마트팜 산업의 국제경쟁력 강화 및 확산에 기여

SUMMARY

Chapter 1 Outline of R&D

- ICT (Big Data, Artificial Intelligence, Internet of Things, etc.) and Robot Science are leading the Fourth Industrial Revolution. Smart farms using this system are spreading to cope with agricultural changes caused by climate change and to solve rural problems. Therefore, the market size of smart farms at home and abroad is continuously expanding.
- According to IPET's 'Agricultural Food Technology Assessment (December 2018)', Korea is a latecomer compared to the country with the highest technology (US) (Agricultural Machinery and Systems 76.6%, Convergence Technology and Agricultural Life Information and Electronics 71.5%). In particular, the agricultural life energy resource sector is 68.2%, which is lower than other sectors.
- Korean smart farm technology development is urgently needed to advance and spread the smart farm industry. Accordingly, this study performs on-site verification and demonstration of major ICT devices (ventilation control, heating and cooling control, light control, fertilizer control, CO₂ control) required for smart greenhouse. It also compares the characteristics and performance of domestic and foreign products. In addition, standardization of key devices and key performance improvement measures are suggested.

Chapter 2 Korea and Overseas Market and Technology Status

- The market related to smart farms has been growing at a rapid pace, and market size is expected to continue to grow in the future.
 - Domestic smart farm-related market is expected to reach 4,448 billion won, up 49.9% from 3,60.1 billion won in 2015.
 - Overseas smart farm-related markets continued to increase to \$ 119.8 billion in 2012, \$ 196 billion in 2016, and \$ 212 billion in 2017, and are expected to reach about \$ 488 billion in 2022, from 2012 to 2022. It is expected to grow continuously with high growth rate of about 13% per year.
- Korea's smart farm technology level is underestimated compared to developed countries. The technology level of agricultural, forestry, food, machinery and system fields is 75.0, when the United States, the highest technology holding country, is 105.0. There are gaps in technology
- Many countries around the world are making various efforts to increase industrial competitiveness and create added value using ICT. Convergence with other parts, such as the Internet of Things, is growing faster. In the field of agriculture, ICT is being used in various fields such as facility agriculture, livestock raising, and

- fruit trees to increase competitiveness and create new added value.
- The Netherlands is a representative horticultural country. 99% of greenhouses are glass greenhouses, and various sensors and control solutions are developed based on decades of accumulated data and know-how to optimize the cultivation environment.
 - The United States is trying to use it for agriculture by fusion of IoT, nanotechnology, and robot technology. In the case of Google, it is developing a technology for artificial intelligence decision support system that collects big data about soil, moisture and crop health to help disseminate seeds, fertilizers and pesticides.
 - In Japan, companies such as IBM, NEC, Fujitsu and NTT provide various services by incorporating ICT technology in agriculture.

Chapter 3 Performance and Results of R&D

- We analyzed the accuracy of the window opening and closing and the proximity of the set temperature to the inside temperature for ventilation according to the greenhouse temperature change.
 - As a result of the analysis, the accuracy of window opening and closing (This indicates whether the skylight is opened or closed for the difference between the internal temperature and the set temperature.) showed less domestic products than foreign products. Especially, when the temperature difference is within ± 1 °C, opening and closing of window occurs frequently. This may be due to the presence or absence of opening and closing conditions to finely control the internal environment of the greenhouse.
 - The proximity between the internal temperature and the set temperature did not show a big difference in both domestic and foreign products. However, according to the change of season, the deviation is reduced by controlling temperature precisely with internal factors rather than external environment(Heating, etc.).
- In order to measure the accuracy of air conditioning control, IAE(Integral Absolute Error) was used to analyze the difference between the greenhouse internal temperature and the heating set temperature. In addition, we analyzed the rate of temperature change during sunrise, which affects the morning warming.
 - As a result of analysis, IAE value between internal temperature and set temperature was similar for domestic products. However, there was a big difference in overseas products. This may be due to the type of greenhouse or the heating method. As a result, it may vary depending on the compatibility with hardware products(Boiler, heating method (hot air, hot water, etc.) and thermal screen, etc.) that can improve the efficiency of heating and cooling rather than

the accuracy of the product itself.

- The average time of 1 °C rise in sunrise time is usually 60 minutes or more(Cultivation expert opinion). Each product has exceeded the conditions.
- The results of the difference between the internal value and the set IAE value were compared to confirm that the CO₂ supply was within the set concentration for stable cultivation of crops. We also analyzed the operating ratio of the flowing fan at that time.
- As a result of the analysis, seasonality tends to increase the deviation of the results. This may be due to the cultivation style(Set the frequency of CO₂ supply and supply concentration).
- It was analyzed whether EC, pH and amount of fertilizer solution, which directly affect crop growth, were supplied exactly as set conditions.
- As a result of analysis, EC and pH showed big variation by product and month. In the case of EC, in particular, there was a large variation in the beginning or end of each month for each product. This may be due to changes in product stability or fertilizer composition ratio. Using these results, it is good to measure the deviation of supply value and setting value for a certain period and to present below the reference value in order to use it as a performance indicator of the fertilizer controllers in the future. (E.g., IEA is less than 1.0 when operating more than 10 times / day per week)
- We analyzed the frequency of changes(normally possible sudden changes) of more than 3°C in 30 minutes and more than 5°C in 60 minutes, and the temperature difference between the left and right (east, west) of the greenhouse.
- The change result during the analysis period(September 1 to December 15, 2019) was mainly between 10 and 13 o'clock. In particular, in the case of foreign products, the frequency of sudden change of more than 3°C in 30 minutes was less than that of domestic products. The left and right deviations of the internal temperature were relatively uniform, but there were differences between companies in terms of daily change.
- If we use IAE value of each analysis index from this research result, it can be used to set the standard value for products(ventilation control, air-conditioning control, light quantity control, fertilizer control, CO₂ control related products such as environmental controllers and fertilizer controllers). In addition, ongoing research requires appropriate reference values and standardization.

Chapter 4 Achievement of R&D goals Goals and Contribution to Related Fields

- Major research achievements, including 5 commercialization, 7 job creation and 13 policy utilization, exceeded the target.
- We will secure compatibility between products by laying the foundation for standardization of major ICT devices. By solidifying the foundation of the smart farm industry and using the comparative data of major smart farm ICT devices at home and abroad, we expect that it will be a standard for device configuration suitable for Korean smart farms in the future. We will be able to lay the foundation for establishing a certification system by nurturing domestic companies related to smart farm ICT devices.
- Korea's smart farm export path can be pioneered by strengthening the competitiveness of domestic smart farm ICT devices. It will also be effective in stabilizing farmers' income through smart farms and scientific farming.

Chapter 5 Achievement of R&D and Performance Utilization Plans

- For the purpose of smart farm empirical research and upgrading of products (services), we operate stable empirical-farm(Culti-Farm). This aims to achieve the commercialization and industrialization of our products.
- By linking data of major smart farm equipment(composite environment controllers and fertilizer controllers) with growth measurement data, we will launch standard growth indicator service(AI based growth measurement mobile web v1.0) for tomatoes and paprika by the first half of 2021.
- The environmental control management system using open hardware and software is used for overseas smart farm projects.
- It is used for sales of smart farm environmental management monitoring and commercialization of remote cultivation consulting service.
- We will promote the development and sales of agricultural applications and products using the technology provided by the community.
- We will contribute to strengthening and spreading the international competitiveness of the domestic smart farm industry based on the performance improvement and standardization of smart farm ICT core devices.

CONTENTS

Summary statement	1
Chapter 1 Outline of R&D	1
Section 1 Overview of Smart Farm	1
1. The concept of smart farm	1
2. Scope and Classification of Smart Farm	2
Section 2 Necessity of R&D	5
Section 3 Purpose and Scope of R&D	7
1. Purpose of R&D	7
2. Scope of R&D	7
Chapter 2 Korea and Overseas Market and Technology Status	8
Section 1 Technical Background of Smart Farm	8
Section 2 Smart Farm Market and Technology Status in Korea	11
1. Market Trend of Smart Farms in Korea	11
2. Technology Status of Smart Farms in Korea	13
3. Intellectual Property Rights of Smart Farms in Korea	25
4. Policy Trends of Smart Farms in Korea	26
Section 3 Smart Farm Market and Technology Status in Overseas	31
1. Market Trend of Smart Farms in Overseas	31
2. Technology Status of Smart Farms in Overseas	34
3. Intellectual Property Rights of Smart Farms in Overseas	39
4. Policy Trends of Smart Farms in Overseas	42
Chapter 3 Performance and Results of R&D	46
Section 1 Performance of R&D	46
1. Strategies, Methods and Framework	46
2. Contents of major demonstration sites	52
3. Comparison by major Product	84
Section 2 Result of R&D	96
1. Accuracy analysis on Ventilation control	96
2. Accuracy Analysis of Heating and Cooling control	109

3. Accuracy Analysis for CO2 control	113
4. Accuracy Analysis for Fertilizer control	117
5. Analysis of changes in the Greenhouse environment	122
6. Summary of Analysis results	130
Chapter 4 Achievement of R&D goals Goals and Contribution to Related Fields	133
Section 1 Quantitative Performance	133
Section 2 Qualitative Performance	133
1. Achievement of Commercialization	134
2. Achievement of Research	135
Section 3 Contribution to Related Fields	136
1. Contribution to Technical	136
2. Contributions to Economics and Industry	136
Chapter 5 Achievement of R&D and Performance Utilization Plans	137
1. Advanced Technology for Smart Farm	137
2. Utilization of R&D Achievements and Establishment of Profit Model ..	137
Chapter 6 Collected Overseas Science and Technology Information	139
Chapter 7 Research Facilities and Equipment	142
Chapter 8 References	143

목 차

요 약 문	1
제 1 장 연구개발과제의 개요	1
1절 스마트팜의 개요	1
1. 스마트팜의 개념	1
2. 스마트팜의 범위 및 분류	2
2절 연구개발의 필요성	5
3절 연구개발의 목적과 범위	7
1. 연구개발의 목적	7
2. 연구개발의 범위	7
제 2 장 국내외 기술개발현황	8
1절 스마트팜의 기술적 배경	8
2절 국내 스마트팜 시장 및 기술현황	11
1. 국내 스마트팜 시장동향	11
2. 국내 스마트팜 관련 기술현황	13
3. 국내 스마트팜 관련 지식재산권현황	25
4. 국내 스마트팜 관련 정책동향	26
3절 국외 스마트팜 시장 및 기술현황	31
1. 국외 스마트팜 시장동향	31
2. 국외 스마트팜 관련 기술현황	34
3. 국외 스마트팜 관련 지식재산권현황	39
4. 국외 스마트팜 관련 정책동향	42
제 3 장 연구개발수행내용 및 결과	46
1절 연구개발 수행내용	46
1. 연구개발의 추진전략·방법 및 추진체계	46
2. 주요 실증사이트 내용	52
3. 주요 제품별 비교	84

2절 연구수행 결과	96
1. 환기제어 정확도 분석	96
2. 냉난방제어 정확도 분석	109
3. CO2 제어 정확도 분석	113
4. 양액공급제어 정확도 분석	117
5. 온실내부 환경변화 분석	122
6. 분석결과 요약	130
제 4 장 목표달성도 및 관련분야에의 기여도	133
1절 정성적 성과	133
2절 정량적 성과	133
1. 사업화기반지표 달성	134
2. 연구기반지표 달성	135
3절 관련 분야에의 기여도	136
1. 기술적 측면	136
2. 경제·산업적 측면	136
제 5 장 연구개발성과 및 성과활용계획	137
1. 스마트팜 기술고도화	137
2. 연구개발성과의 활용 및 수익모델 정립	137
제 6 장 연구개발과정에서 수집한 해외과학기술정보	139
제 7 장 연구시설·장비현황	142
제 8 장 참고문헌	143

제 1 장 연구개발과제의 개요

1절 스마트팜의 개요

1. 스마트팜의 개념

- (스마트팜 운영원리) 작물 생육정보와 환경정보 등에 대한 정확한 데이터를 기반으로 언제 어디서나 작물, 가축의 생육환경을 점검하고, 적기 처방을 함으로써 노동력·에너지·양분 등을 종전보다 덜 투입하고도 농산물의 생산성과 품질 제고가 가능한 농업을 의미함
 - 생육 환경 유지·관리SW로 온실·축사의 온도, CO2 수준 등 생육조건을 설정
 - 온습도, 일사량, CO2, 생육환경 등을 자동으로 수집해 환경정보를 모니터링
 - 자동·원격으로 냉·난방기 구동, 창문개폐, CO2, 영양분·사료 공급 등



참고 : 농촌진흥청(2018.06), ‘스마트팜 표준화 심포지엄’, 중소기업기술정보진흥원(2019.04), ‘중소기업전략기술로드맵(2019-2021)’, 언론보도종합, 컬티랩스 재구성

Note: ‘스마트링크’란 외부 인터넷과 연결하는 내부 ICT장비 통합관제장치임

- 광의의 개념으로는 농산물의 생산 및 유통, 소비 등의 전주기적 과정을 노지농업, 시설원예, 축산 등의 농업분야에서 ICT 적용을 통한 농촌 삶의 질 향상을 도모하는 농업형태를 말하며, 협의의 개념으로는 비닐하우스·축사·과수원 등에 접목하여 원격·자동으로 작물과 가축의 생육환경을 적정하게 유지 및 관리할 수 있는 농장을 말함

2. 스마트팜의 범위 및 분류

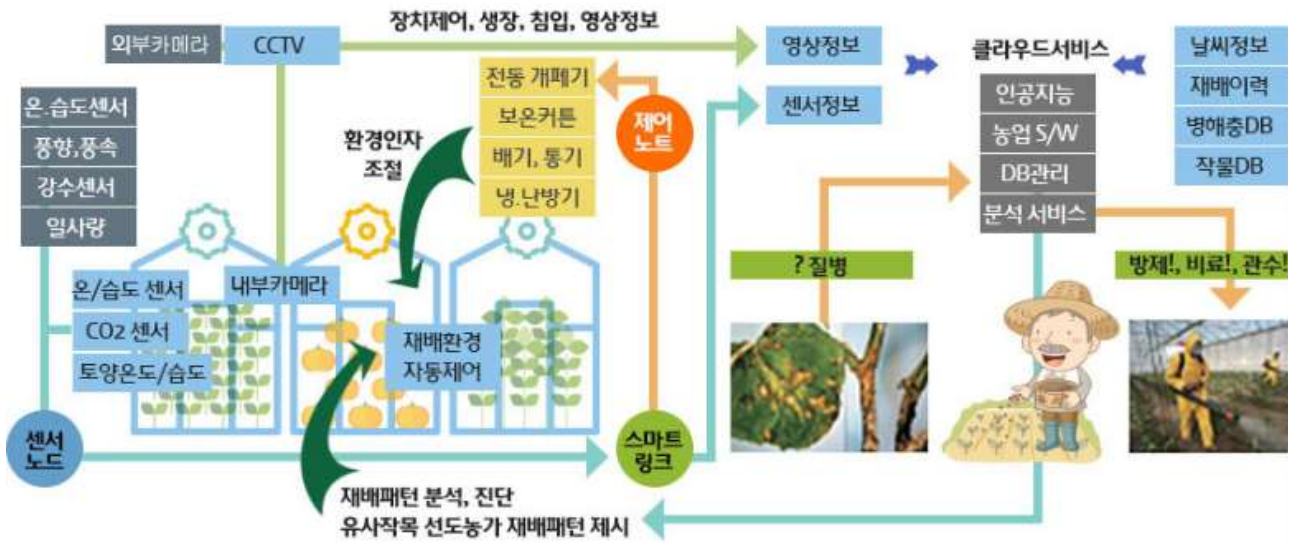
- 1세대 스마트팜 : 농장 디지털화로 인터넷을 통해 원격 모니터링 및 제어기능, 전통농업에 비해 편의성을 크게 향상시켰으나, 고령 농업인의 접근이 어려움



“스마트 기술로 농작업 편리성 향상”
온실 환경관리에 매여 있었던 시간과 장소의 구속에서 해방

[그림 1] 1세대('16) 스마트팜 구성도(원격감시 + 원격제어)

- 2세대 스마트팜 : 인공지능과 동식물의 생체정보 등 빅데이터를 통해 최적생산을 위한 의사결정을 지원함으로써 생산성 향상



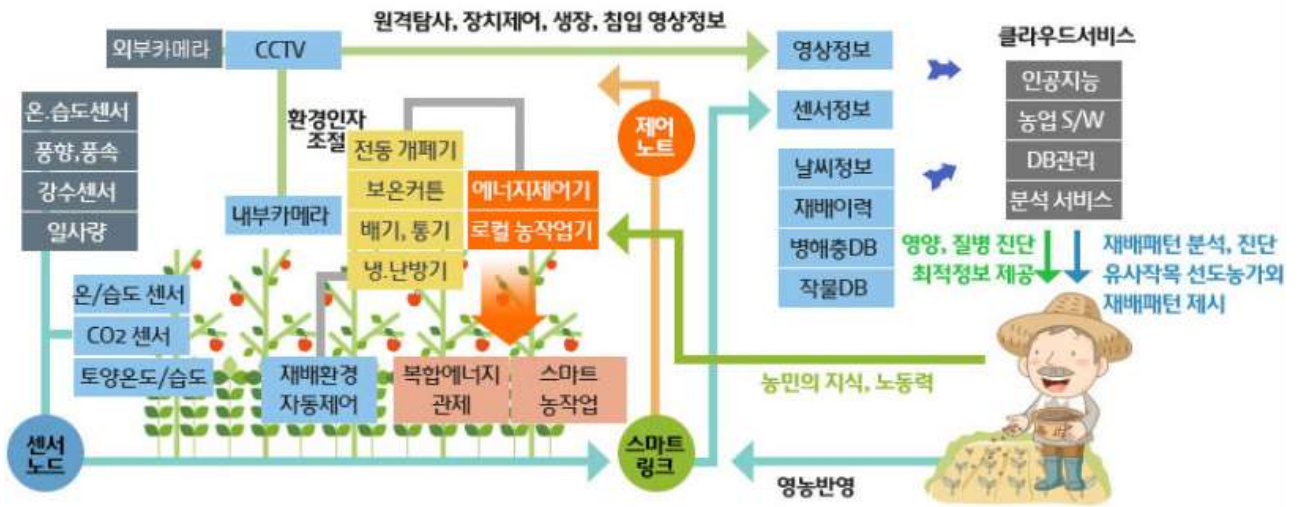
작물의 지상부/지하부 생육환경을
“자동제어”

- 센서정보** : 기상정보: 온도, 습도, 풍향, 풍속, 일사
온실환경: 온도, 습도, CO₂
- 장치제어** : 천창, 측창, 보온재, 유동팬, 환기팬
관수, 양액공급

“스마트 기술로 생산성과 품질향상”
Big-Data 분석과 지능적 처방으로 농사기술의 상위 평준화

[그림 2] 2세대(18) 스마트팜 구성도(지상부 복합환경제어 + 클라우드 서비스)

- 3세대 스마트팜 : 소재기술과 신재생에너지를 활용한 복합에너지 최적관리 및 로봇과 지능형 농기계를 활용한 스마트 농작업 구현을 통해 농산업을 성장동력화 함



스마트 온실 시스템의 “최적 에너지관리와 로봇 농작업”

- 센서정보** 기상정보: 온도, 습도, 풍향, 풍속, 일사
온실환경: 온도, 습도, CO₂, 토양온도, 수분, EC, 작물진단센서, 에너지관제센서, 로봇항법센서
- 장치제어** 천창, 측창, 보온재, 유동팬, 환기팬
관수, 양액공급, 로봇농작업기, 에너지관제시스템

“한국형 스마트 온실로 농산업 성장동력화” 국제 규격 적용과 부품 표준화로 글로벌 시장 진출

[그림 3] 3세대(20) 스마트팜 구성도(복합에너지관리+스마트 농작업)

- 네덜란드, 미국, 일본, 유럽연합 등 스마트농업 선진국들의 경우 국가별 농업특성에 따른 다양한 모델을 개발하여 보급하고, 기업형 영농뿐만 아니라 소규모 농업에서도 스마트팜 및 ICT기술을 도입하고 있으며, 최근에는 스마트팜 모델 및 관련 기술을 수출하는 사례도 증가하고 있음
 - 네덜란드는 유리온실을 중심으로 한 모델, 일본은 대기업이 제공하는 ICT기술을 활용한 모델, 미국은 규모화된 기업농에 로봇활용기술을 이용한 모델, 유럽연합은 정밀·시설농업을 동시에 추진하고 있음
 - 스마트농업을 전개하는 형태는 국가별 농업구조에 따라 다른데 조방농업¹⁾국가는 정밀농업 위주로, 집약농업국가는 시설농업 위주로 접근하고 있음
- 미국, 일본, 네덜란드 등 농업 선진국들의 스마트농업 확산 노력 강화, UN의 기후 관련 기술과 스마트농업을 융합한 ‘Climate-Smart Agriculture Action Plan’ 공개 등 스마트농업에 대한 국제적인 관심이 증대되고 있음
- 농림축산식품부는 2014년부터 농업의 고도화, 농업인의 고령화 대응, 청년농업인 육성 등을 목적으로 농가 단위 스마트팜을 확산·보급하기 시작하여, 2022년까지의 확산목표를 설정하고 농업(시설원예, 과수, 축산)분야 ICT 융복합사업, 한국형 스마트팜 모델 개발 및 R&D 지원사업을 추진하고 있음
 - 2020년에는 스마트팜 사업예산을 2,477억 원으로 확대하여 스마트팜 확산·보급, R&D 활성화로 기술고도화, 스마트온실 및 스마트축산 실증, 사막형 스마트팜 개발 등을 추진하고 있음²⁾
- 농림식품기술기획평가원의 ‘농림식품 기술수준 평가(2018.12)’에 따르면, 우리나라는 최고기술 보유국(미국) 대비 농업기계·시스템 76.6%, 융복합기술 분야 농생명 정보·전자부분은 71.5%로 후발주자에 속하며, 특히 지속가능성을 담보할 수 있는 기술인 농생명 에너지 자원부분은 68.2%로 다른 분야보다 낮은 수준을 보이고 있음
- 따라서, 스마트팜 산업의 한 단계 진전과 확산을 위해 한국형 스마트팜 기술개발이 시급할 것으로 판단되며, 이와 더불어 농업 ICT 기기 표준화 및 핵심기술 국산화가 필요할 것으로 판단되며, 본 연구에서는 주요 스마트팜 ICT 핵심기기의 성능에 대해 현장에서 실증·분석·검증하고 핵심기기 개선 및 표준화 방안을 마련하고자 함

1) 경작면적에 비해 자본과 노동력을 적게 들이면서 자연환경을 주로 이용하는 농업을 말함

2) 농림축산식품부 보도자료, ‘스마트농업 확산을 위한 2020년 예산안 2,477억 원 편성’, 2019.09.04

3절 연구개발의 목적과 범위

1. 연구개발의 목적

- 스마트온실에 필요한 주요 ICT 기기(환기제어, 냉난방제어, 광량제어, 양액제어, CO₂ 제어)의 현장검증 및 실증을 통해 국산과 외국산제품 간의 특성과 성능을 비교분석하고 이를 바탕으로 주요 기기의 표준화 및 핵심 성능 개선방안을 마련함

2. 연구개발의 범위

- 스마트 온실 ICT 기기 관련 기초자료 조사
 - 국내외 스마트 온실 ICT기기 기술동향 및 관련 정책현황 조사
- 현장 성능평가 대상기기 선정 및 평가방법 제시
 - 스마트 온실 ICT 기기 중 국내외에서 많이 사용되고 있고 국산과 외국산 간 성능/가격 차이가 큰 핵심기기(환기제어, 냉난방제어, 광량제어, 양액제어, CO₂ 제어) 5종 선정 → 국내 ICT 기기(㈜컬티랩스, 신한에이텍㈜, 그린씨에스㈜ 보유 시스템)와 국외 ICT 기기(Priva, Hoogendoorn 시스템)
 - 선정된 스마트 온실 ICT 기기의 시험조건, 시험방법, 시험결과분석법 등을 고려하여 현장기반 스마트 온실기기의 적합한 성능평가방법 마련
- 스마트팜 ICT 기기 현장실증/검증 및 표준화 방안 제시
 - 참여기관 실증사이트에 ICT 기기(환기제어, 냉난방제어, 광량제어, 양액제어, CO₂ 제어)를 설치하고 지속적인 모니터링을 통해 국산기기와 외국산기기별 실증데이터 확보
 - 실증데이터의 검증을 위해 결측치와 이상치를 체크하고 데이터 안정성을 검사함으로 해당 국산 ICT 기기의 성능 개선사항 및 표준화 방안 제시

제 2 장 국내외 기술개발현황

1절 스마트팜의 기술적 배경

■ 미국 등 농업선진국들 중심으로 첨단농업분야 벤처투자 확대

- 어그테크³⁾ 스타트업은 지난 5년간 120억 달러 이상 투자를 유치함
 - 투자규모는 2010년 4억 달러에서 2015년 46억 달러로 연평균 40% 이상 증가

■ ICBM(IoT, Cloud, Big Data, Mobile), 인공지능(AI), 드론 등의 급격한 발전으로 정밀농업의 기술적인 한계 극복 가능성 증가

- 정밀농업은 1980년대 중반에 등장한 개념으로 최적지역, 최적시기, 최적처방에 바탕을 둔 농업생산시스템을 연구하면서 시작됨
- 대규모 농경지에 균일한 처리를 하던 기계화 농업에서 벗어나 토양 및 작물의 특성에 따라 비료, 물, 농약 등을 변량 처리할 수 있도록 위치기반 장비, 이와 연동된 농기계를 필요로 함
 - 관찰(조사), 처방(분석), 농작업, 결과분석(피드백) 단계로 시행
 - 센서, GIS, 빅데이터, 클라우드, AI, 로봇, 등의 ICT 기술이 필수적으로 요구됨
- 최근 ICT 기술의 발전으로 IoT 기반 데이터 수집, 클라우드 기반 빅데이터, 구축, 인공지능 기반 최적화 예측과 맞춤형 처방, 지능화된 농기계 및 농업로봇에 의한 최적 작업, 그리고 모든 과정을 시기와 장소에 상관없이 제어할 수 있는 모바일 기술 등이 결합되면서 정밀농업은 연구소를 벗어나 농업현장에서 빠른 속도로 보급되기 시작함
 - 농업분야 AI는 2017년 518백만 달러에서 2025년 2,628백만 달러로 22.5% 성장 전망 (참고 : ReportLinker)
- 농기계에 지리정보취득 장치와 목소리 인식장치들이 장착되고, 농장에서 얻어진 데이터를 실시간 반영하여 처리수준을 조절하는 가변처리기술(VRT)을 채용한 농업용 로봇이 실제 농업에 적용되기 시작함

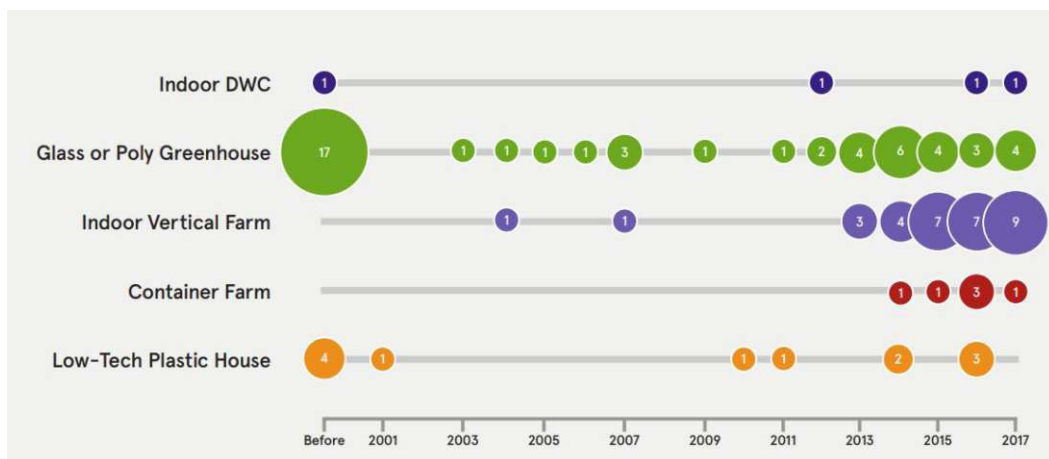
3) 어그테크(AgTech)는 농업과 첨단기술을 결합한 합성어(Agriculture Technology)임. 농업생명공학기술, 정밀농업, 대체식품, 식품 전자상거래 등 농식품·유통 관련 기술을 모두 포함함



[그림 4] NAO 사의 잡초제거 로봇과 다목적 로봇들

■ 온실제어기술의 고도화와 스마트제어기술의 실용화 등과 맞물려 시설 농업의 높은 성장률 기대

- 농경지 감소와 식량 수급에 대한 불안이 커지면서 식량안보에 대한 우려가 급증하고 있으며, 2050년 100억까지 늘어나는 인구를 부양하기 위해 필요한 식량 중 90%는 생산성 향상에 의해서, 10%는 농지 확장으로부터 얻어질 수 있을 것으로 예상됨
 - 2017년 새롭게 개정된 UN 보고서에 따르면, 2017년 76억 명인 인구 수준은 2030년 86억 명, 2050년에는 98억 명, 2100년에는 112억 명에 달할 것으로 추정됨. 낮아지는 출산율을 반영해도 매년 83백만 명이 증가할 것으로 예상됨(UN, 2017)
- 식량안보는 수량, 접근성, 안정성 및 이용성에 의해 결정되는 데 이를 충족시켜 줄 대안으로 수직농장이 주목받기 시작함
 - 수직농장은 운반비와 시간을 절약하고 생산이 실패할 확률을 극적으로 줄이는 게 가능하여 최근 들어 꾸준히 증가하고 있으며, 향후 지속적인 성장세가 예상됨



[그림 5] 연도 및 형태별 시설원예농장 설치현황(미국)

참고 : agrilyst.com

■ 디지털농업의 실용화

- 디지털농업은 어디에서나 접근가능한 높은 수준의 장치 간 상호 커뮤니케이션과 고도의 컴퓨팅기술이 접목된 개념으로 컴퓨팅 파워와 농사정보기술의 결합을 통해 농업생산성을 혁신하는 새로운 농업기술체계로 정밀농업에 대한 새로운 발전방향을 제시
- 디지털농업을 구성하는 기술에는 클라우드, 센서, 로봇 등 정밀농업을 구성하는 대부분이 포함되고 있으며, 이에 더하여 수집된 정보를 바탕으로 농사뿐 아니라 농장경영에 관계된 최적화된 솔루션을 제공하는 의사결정 컴퓨터시스템을 포함하고 있음

[표 1] 디지털농업을 가능하게 하는 기술목록

구분	기술형태	목적과 효과
법분야 기술	의사결정 컴퓨팅 시스템	데이터를 사용하여 농장관리에 필요한 추천사항을 제시하고 다양한 농장작업을 최적화
	클라우드	효과성 향상, 비용절감, 중앙집중화된 데이터 보관과 농장관리에 필요한 정보처리 및 커뮤니케이션 제공
	센서	농장정보의 취득과 자원활용 효율을 높이기 위한 의사결정 지원
	로봇	효율성을 높이고 노동력을 절감할 수 있는 작업의 수행
	디지털 커뮤니케이션 도구	관리를 지원하는 팜 리소스, 작업자, 관리자 및 계산리소스 간의 빈번한 실시간 통신을 허용
농장	Geo-Locationing (GPS, RTK)	장비와 동물 등 농장자원의 정확한 위치기반을 제공하고, 장비의 자율주행과 함께 위치기반 수확량 측정을 가능하게 지원
	지리정보시스템 (GIS)	전자지도와 인벤토리 관리를 가능하게 하고 비료시비 등 정확한 위치기반 처방을 가능하게 함
	생산량 모니터링	컴바인에 GPS와 센서를 부착하여 세부 농지별 수확량 등을 측정하여 맵핑함으로써 위치별 수확량 지도 생성
	정밀 토양샘플링 농업용 드론	고분해능 토양샘플링으로 농장의 비옥도와 시비 관리 드론을 활용하여 농장이미지를 획득하고 자원을 효과적으로 관리
	광학센싱 (근접, 리모트)	드론, 항공기, 인공위성에 부착된 센서를 활용하여 토양 또는 작물의 리플렉턴스를 측정하여 토양, 작물, 동물의 상태를 확인하고 양분, 병해충 등의 문제 파악
	Auto-steering and guidance	농기계 운전에 필요한 노동력 절감과 피로도를 해소하고 정밀하게 농기계를 조종하여 상황에 적합한 처리를 가능하게 함
	가변적용기술 (VRT)	비료, 종자, 농약 등 세부 필지별 작물상태에 따라 가변적으로 처리량 조절
	온보드 컴퓨터	트랙터, 콤팩트 등에 부착된 특수컴퓨터 및 소프트웨어를 사용하여 농장데이터 취득 및 관리
축산	RFID	가축에 부착된 태그로부터 개체식별정보를 발산하는 장치로 개체관리에 필요한 정보 취득
	로봇착유기, 로봇급이기, 자동모니터링시스템	무인착유 또는 급이작업을 수행, 동물에 대한 기본 생체인식 데이터를 수집하는 센서와 결합하여 개별화된 동물관리 촉진 및 노동력 감소

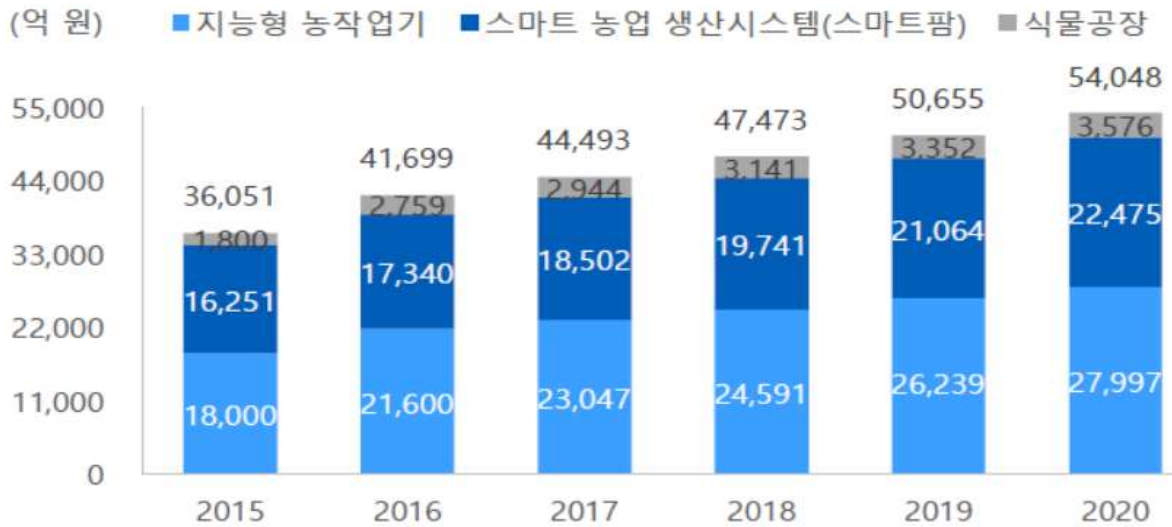
2절 국내 스마트팜 시장 및 기술현황

- 스마트농업 기술은 농업과 정보통신기술의 융합으로 온실환경 및 작물의 생육상태 등에 대한 정보를 실시간으로 수집하고 수집된 정보를 활용하여 최적의 환경조건을 구현하며, 적절한 양액 제어를 통하여 농작물의 생산성과 품질을 향상시켜 고부가가치 창출을 목표로 하는 농업과 ICT의 융합기술임
- 국내 스마트팜에 활용되는 주요 부품은 외산을 구매하여 시스템을 구축하는 것이 일반적인 수준이며, 상당수 농가는 외산 장비를 도입하여 사용하고 있으나 제품가격, 운용 및 유지보수에 대한 부담과 제품간 상호 호환성 결여로 인한 어려움을 겪고 있음
- 농업 ICT 기술과 모델에 대한 표준화, 농업인의 인식부족, 전문 인력 부족 등 인프라가 미흡한 실정이고 민간주도의 농업 ICT와 관련 기술개발에 한계가 있으며 농가 현장의 만족도가 낮음에 따라 개선과 관련한 실증이 필요함
- 농업인은 사용자가 요구하는 장비도입과 비용을 절감하고 데이터 기반의 영농관리로 스마트팜을 실현할 시스템이 필요한 실정이며, 또한 산업체의 시스템과 제품규격 표준화로 산업체간 상생협력 및 수출산업 육성에 대한 경쟁력 확보가 필요한 실정임
- 원예시설에 적용되는 각종 형식과 통신방식 등을 생산 업체 등 당사자들의 의견을 종합적으로 수렴하여 공동규격으로 표준화 작업을 추진하여 단체 표준으로 채택함. 향후에도 지속적으로 표준화 스마트온실과 관련하여 ICT 기기의 신뢰도 향상이 요구됨

1. 국내 스마트팜 시장동향

가. 국내시장현황

- 국내 스마트팜 시장은 빠른 속도의 성장세를 지속해왔으며, 향후에도 시장규모 확대가 지속될 것으로 전망됨
 - 2015년부터 2020년까지 국내 스마트팜 시장은 연평균 8.4%의 성장세가 전망됨
- 2020년 국내 스마트팜 생산부문 관련 시장은 2015년 3조 6,051억 원 규모 대비 49.9% 성장한 5조 4,048억 원에 이를 것으로 예상됨
 - 센서 및 네트워크 기반의 지능형 농작업기, 스마트팜 생산시스템, 식물공장 기술 등이 생산영역에서의 주요 핵심산업기술임
 - 지능형 농작업기 52%, 스마트팜 생산시스템 42%, 이외 식물공장 약 7%의 비중 점유
 - 흔히 스마트팜으로 일컬어지는 스마트팜 생산시스템 시장규모만 보았을 때, 2015년 1조 6,251억 원으로 나타나고 있으며, 2020년에는 38.3% 성장한 2조 2,475억 원에 이를 것으로 추산됨



[그림 6] 국내 스마트팜 관련 시장규모 추이 및 전망

참고 : 중소기업기술정보진흥원(2019.04), '중소기업 전략기술로드맵 2019-2021 스마트팜', 과학기술정보통신부(2018.10) '혁신 성장 선도산업 스마트팜'

- 현재 국내 스마트팜은 유통, 소비 등의 분야로 확산되고 있지만, 아직까지는 농업 생산을 핵심으로 하여 전개되고 있음. 생산 중에서도 모니터링 및 제어단계에 집중되어 있는 것으로 판단되며, 빅데이터 등을 활용한 최적화 알고리즘 개발, 로봇 등과 연계된 자동화 기술 등은 현재 상용화 직전의 연구단계에 머물러 있음
- ICT 융복합의 기반 기술인 센서·계측기 등은 국산 제품이 부족한 실정이고, 최적 생육 알고리즘 등의 핵심기술 개발역량 부족은 수요 저해 요인으로 향후 지속적인 스마트팜 분야 연구개발을 통해 주요 장비 국산화 및 국내 기후·환경에 적합한 한국형 스마트팜 기술 확보가 필요함

나. 국내기업현황

- 카카오는 2015년 11월부터 2016년 1월까지 제주감귤 전용 모바일 유통플랫폼 '카카오 파머 제주'를 3개월간 운영함
 - 제주감귤 농가와 계약 체결 후 감귤을 매입하고 카카오 브랜드와 모바일 플랫폼 등을 통해 판매하는 형태
 - 이는 농산물 O2O 비즈니스의 일환으로 기획되었으며, 하루 평균 1천 박스 가량의 감귤이 판매되며 농가소득 향상에 크게 기여함
 - 2016년 8월 정식사업으로 격상하여 '농업과 ICT를 결합'한 후속 사업을 추진하였으며, 축적된 구매이력, 추천 품목 등 고객 빅데이터를 농가에 제공, 향후 농가에서 소비자 분석의 지표로 활용할 수 있도록 함
- 국내 기업 중 스마트팜 관련 기술개발을 추진 중인 기업은 이동 통신 3사(SK, KT,

- LGU+)이며, 스마트팜 보급·확산사업을 지속적으로 추진하고 있음
 - KT는 ‘GIGA 스마트팜’ 사업을 추진 중에 있으며, 최근 AI 기반 노지채소 스마트팜과 아랍에미리트(UAE) 샤르자 코르파칸에 약 600㎡(180평) 규모의 장애인 맞춤형 ‘스마트팜’을 구축함
 - SKT는 세종시와 협력하여 공동으로 스마트팜을 구축 및 운영, 최근 ‘지능형 관수·관비 솔루션’ 개발
 - LGU+는 강원, 경기, 충청 등 국내 100여 개 농가에 고속 이동통신 LTE망으로 스마트팜 솔루션을 연동하는 서비스 제공
- 우성하이텍은 국내 시슬윈에·작물재배 환경제어 기술 기업으로 기존 온실 조건에 적합한 환경제어 제품을 생산하고 A/S 및 기술자문을 하여 농가에 보급하고 있으며, 생산성 향상을 위한 정밀제어, 스마트 원격제어와 환기창 개폐, 환성설비(커튼, 팬, 펌프, 난방기 등)제어, 경보 발생 시 문자 통보, CCTV 영상 확인 등의 기술을 보유하고 있음
 - 서비스 플랫폼의 서비스 기업들은 비슷한 상황이나 사업표준의 오픈 H/W 제어시스템을 사용할 수 있도록 펌웨어 단위에서 시스템을 제공하며, 플랫폼이 복합환경제어 시스템 보다는 서비스를 위한 플랫폼으로 온오프 컨설팅 서비스를 위한 생육측정 및 재배매뉴얼 등을 제공하고 있음

구분	경쟁 환경	
기술분류	생산시스템	식물공장
주요품목	온실 시설, S/W 시스템	
국내기업	카스트엔지니어링, 와이즈산전, 파루스, 신안, 그린테크, 디에이치엠, 한성티엔아이 등	에그로닉스, 인성테크, 기원전자, 바이오라이트, 소하테크, 신한에이텍 등

2. 국내 스마트팜 관련 기술현황

가. 스마트팜 관련 기술 구분

- 스마트팜 관련 기술은 생산대상에 따라 식물생산시스템과 축산생산시스템으로 구분이 가능함. 식물생산시스템은 일년생 농작물용과 다년생 농작물용으로 구분될 수 있으며, 축산시스템은 생산되는 축산품의 종류에 따라 양계용, 오리용, 양돈, 축우시스템 등을 포함함

[표 2] 스마트팜 분류 관점의 기술기계 범위(대분야 : 스마트농수산물기계)

중분류	세부제품
식물생산시스템	농수산물 건조기, 육묘 파종기, 수조제거기, 시설원래제습기, 비닐하우스 시공, 제조기, 콤팩트 등
축산생산시스템	약취탈취 장치, 파종기, 양계·축우·오리·양돈 시스템 등

참고 : 농림축산식품부

나. 스마트팜을 구성하는 주요 기술

- 농업생산시스템: 농축산, 시설농업, 정밀농업, 스마트농업의 공급망단계로 분류
 - 농축산시스템 : 정보전달체계시스템, 생산관리시스템, 퇴·액비시설과 정화처리시설 통합시스템 등
 - 시설농업시스템 : 내재해 방지를 위한 온실, 유형별 농작업 자동화 시스템 등
 - 정밀농업시스템 : 토양, 양액, 배지 등의 실시간 계측, 식물영양 및 질병의 실시간 진단기술 등
 - 스마트농업시스템 : 모바일 GIS시스템, 디지털맵 기반 가변시비방제시스템 등

[표 3] 공급망단계별 주요 제품 분류표

중분류	세부제품
농축산시스템	<ul style="list-style-type: none"> • 친환경 통합 가축분뇨처리시스템 • 첨단 친환경 동물복지형 축사 • 축산물 품질고급화 시스템 등
시설농업시스템	<ul style="list-style-type: none"> • 농수산물 건조기 • 육묘과종기 • 수주제거기 • 시설원예제습기 • 비닐하우스 시공 • 제조기 • 콤팩트 등
정밀농업시스템	<ul style="list-style-type: none"> • ICT 융합 정밀농업시스템 • U-IT Firm • 식물공장 • 수확자동화 로봇 등
스마트농업시스템	<ul style="list-style-type: none"> • 지능형 센서기반 통합 생산제어 시스템 • 농업용 모바일 GIS(지리정보시스템) 등

참고 : 농림축산식품부

다. 정밀농업시스템 분야

- 정밀농업 : 비료·농약사용량을 최소화 하면서 농업효율을 극대화 시킬 수 있는 농업
 - 작물의 생육상태와 토양조건을 세밀하게 파악해 위치별로 적합한 농자재를 투입하고 철저한 생육관리를 통해 적은 농지에서 수확량을 증가시키는 것이 가능
- 정밀농업을 구현하는 데 있어 ‘컴퓨터비전’과 ‘영상처리’ 기술이 큰 기여를 함
 - 영상처리장치에 스마트폰, 유·무인비행기, 위성 등을 연결할 경우, 지형은 물론 토질, 수분함량, 해충과 전염병, 주변 기후상황에 이르기까지 농업에 필요한 세밀한 정보 획득이 가능함
 - 세계은행 산하 국제농업연구자문그룹(CGIAR)에서는 영상기술을 활용한 정밀농업기술을 사막화 현상이 심한 아프리카지역에 적용

- 정밀농업에 있어 중요한 역할을 하고 있는 또 다른 기술은 로봇공학을 꼽을 수 있음
 - 최근 농업분야에서 로봇공학기술을 활용한 트랙터 개발이 가속화되고 있으며, 해당 트랙터는 카메라영상을 보면서 스스로 움직일 수 있는 능력을 보유
 - 지시를 받으면 스스로 해야 할 일을 하며, 농경지에 피해를 주지 않으면서 자동, 반자동으로 자기가 할 일을 수행해내는 특징을 가짐
 - 땅을 고르면서 비료와 농약을 뿌리기도 하고 추수기에는 작물을 수확하기도 함. 정확도에서 사람의 능력을 훨씬 능가하여 생산성이 뛰어나

라. 스마트농업시스템 분야

- 스마트농업시스템을 구축하기 위해서는 각종 센서류, 제어시스템, 분무장치, 자동화장치, 안전장치, 통합농업정보시스템 등의 구성이 결합되어야 함
 - 스마트농업 생산시스템은 각종 센서로 온도, 태양광, 습도, 공기(이산화탄소 농도), 물, 영양분, 가축의 체온이나 배설물 상태 등의 환경조건을 감지하고 카메라, 무인화 장비를 컴퓨터와 연결하여 언제 어디서나 작물이나 가축의 상태를 확인하고, 작업현황을 파악하여 필요한 작업을 지시하도록 구현됨
 - * 한창 개발이 진행 중인 식물공장이 스마트농업 생산시스템의 대표적인 형태
 - * 식물공장은 완전 인공광원방식과 태양광 겸용방식이 있으며, 완전 인공광원방식은 폐쇄형 제어환경에서의 식물재배방식을 의미
 - * 해충의 침입이 없고 청정하게 보호된 폐쇄공간을 공조 설비에 의해 연중 최적 환경으로 제어하여 인공광으로 재배하는 방식

마. 농업용 드론(무인항공기) 활용현황

- 원격농장관리, 정밀농업 확대, 농가당 영농가능규모 확대 등 농업생산성 향상에 기여
 - 농촌의 고령화에 따른 노동력 부족을 드론으로 대체
 - 농협에서 농약살포, 작물과종, 산림보호 등을 위해 153여대의 무인비행 장치를 보유
 - 드론을 활용하여 농장을 관리하고 문제 발생 시 스마트폰을 통한 신호 발생, 농장주는 상태확인 후 대응이 가능
 - 각 지역의 일조량, 수분, 토양상태, 해충피해정도, 과실성숙도 등을 항공사진으로 정밀 측정하여 생산성 극대화
 - 드론 활용 시 일인당 관리할 수 있는 농장규모가 확대됨에 따라 최소 인력으로 넓은 농장운영이 가능
- 국내에서 농업용 드론은 아직 항공방제보다는 카메라를 장착해 항공사진을 촬영하는 쪽으로 국한되어 있음
 - 방제용 약제무게가 상당하기 때문에 무인헬기에 비해 본체가 휘청거리거나 추락할 위험이 있기 때문, 탑재무게에 따라 비행시간이 급격히 줄어드는 취약점 존재
 - 항공촬영 또한 현재까지는 개별적으로 사용하는 농가는 드물고, 농업 관련 기관에서

실험에 나선 단계임

- 2015년 5월 농촌진흥청 국립식량과학원은 녹비작물 헤어리베치를 국내 최대 규모(946ha)로 재배하고 있는 충남 서천군 <서래야>쌀 재배단지에 국립농업과학원, 서울대학교와 함께 드론으로 재배지 정밀관리에 나서 눈길을 끈 바 있음
- 국립농산물품질관리원도 2015년 7~10월 충북 청주시와 괴산군 일대 직불제 이행점검(농지의 형상, 기능유지, 재배면적 등 이행사항 준수 조사)에 드론을 활용함으로써 조사기간이 실측보다 65% 정도 단축되었고, 면적기준 정확도는 94.9%를 기록하였음
- 각 시·군 농업기술센터는 한국농수산대 등과 협력하여 벼 병해충 방제에 드론을 시범적으로 활용하고 있음

바. 국내 스마트팜 기술수준

- 우리나라는 정부 주도의 TOP-DOWN 방식으로 스마트팜 및 농업분야 ICT 융복합 연구와 확산·보급 사업이 추진되어 민간기업의 정부 예산 의존율이 높으며, 연구개발 역량 및 제품개발수준이 정체되고 있음
 - 대부분의 농업·ICT 융합 기술개발이 단발성 프로젝트로 진행되어 ICT 융합부품(센서, 제어기, 통신장치 등)의 상호 호환성이 미흡한 수준이며, 센서 등 기반 기자재 분야는 해외기업이 국내시장을 장악하여 2세대, 3세대 스마트팜 핵심 분야에서도 외국산의 시장점유율은 점차 증가할 것으로 예측되고 있음
- 국내 스마트팜 기술수준은 선진국에 비해 낮게 평가되고 있는데, 농림식품 기계·시스템분야의 기술수준은 최고 기술보유국인 미국을 100.0으로 보았을 때 75.0으로 주요국 9개 국가 중 8위로 추격그룹에 속하나 분야별로 기술부분 간 격차를 보이고 있음
 - 농업기계·시스템은 미국(100.0) 대비 76.6, 융복합 기술 분야 농생명정보·전자부분은 71.5로 후발주자에 속하며, 특히 지속가능성을 담보할 수 있는 기술인 농생명 에너지 자원부분은 68.2로 다른 분야보다 낮은 수준을 보이고 있음

[표 4] 농림식품기계시스템분야와 융복합 기술수준(기술선진국=100)

분야		한국	미국	일본	영국	프랑스	네덜란드	독일	호주	중국
기계 시스템 분야	농업·기계시스템	76.6	100.0	97.3	86.7	87.0	95.2	94.9	84.3	64.6
	축산업기계·시스템	76.5	99.5	96.6	92.3	92.9	100.0	97.4	85.1	64.8
	전체	75.0	100.0	98.2	86.8	86.4	90.8	96.5	81.4	66.2
융복합 기술 분야	농생명신소재·시스템	74.6	100.0	93.3	85.6	84.3	83.4	89.1	79.1	70.8
	농생명에너지자원	68.2	97.4	92.9	85.4	84.7	94.1	100.0	83.3	66.3
	농생명정보·전자	71.5	100.0	88.3	81.4	81.7	86.9	87.5	77.8	64.5
전체		73.0	100.0	92.5	85.0	84.2	86.7	91.2	80.0	68.8

참고 : 농림식품기술기획평가원, ‘농림식품 기술수준평가’, 2018.12에서 요약·정리함

- 기술선진국과 비교했을 때, 시설원예, 축산 분야의 시설표준화, ICT 기자재 개발수준, 생장(사양)관리 수준이 특히 미흡함

[표 5] 주요 선진국과 우리나라의 표준화·국산화 비교

분야	주요 선진국	한국
스마트팜 시설 표준화	원예 <ul style="list-style-type: none"> 설계기준과 시방서 국가표준 정립 복합 환경제어 재배시스템이 일체형으로 구성된 온실설계서 보급 기본 설계서를 토대로 현장 적합형 설계도면 작성 	<ul style="list-style-type: none"> 설계기준과 시방서가 없어 시공업체 제각기 운영 시공 시 설계에 공사비의 15% 할당
	축산 <ul style="list-style-type: none"> ICT 적용 축산표준설계도 및 농가지도 매뉴얼 정립 추천 환기방식 표준설계도 보급 	<ul style="list-style-type: none"> ICT 적용 축산 표준설계도 개발을 시도 중이나 현장상황이 다양하여 표준화에 애로 환기방식 표준설계도는 있으나, 실증 및 검증을 거치지 않아 현장적용성이 떨어짐
ICT 기자재 표준화·국산화	원예 <ul style="list-style-type: none"> 온·습도, 일사, CO2 센서 등 주요 기자재 생산 및 보급 스마트팜 기자재는 규격화되어 있어, 내구성과 신뢰성이 우수 	<ul style="list-style-type: none"> 센서 소자를 구입하여 조립품 생산수준 온·습도·센서 및 CO2 센서는 업체별로 다양하고 호환성이 부족 스마트팜 기자재 규격화 미흡
	축산 <ul style="list-style-type: none"> ICT 센서(RFID칩)를 개발·보급 네덜란드 기업 중심으로 축산기자재를 생산 및 보급 중임 	<ul style="list-style-type: none"> 축산 센서는 대부분 수입에 의존 양돈분야 RFID칩은 전량 수입 양돈 필수 자재 중 자동급이장치, 사료빈 관리기, 환경제어기 3종이 국산화 진행 중
빅데이터 기반 생산(사양 관리)	원예 <ul style="list-style-type: none"> 국가 표준매뉴얼은 없으나 업체별 최적생육관리를 위한 프로세스 정립 복합 환경제어시스템에 환경제어모델 탑재 파프리카, 토마토, 화훼류 등 재배품목이 단조로워 최적생육관리 기술개발이 용이 	<ul style="list-style-type: none"> 일부 선도농가 중심으로 ICT 기반 최적생육관리 진행 중 재배품목이 다양하고 지역별 환경요소도 상이하여 최적생육관리모델 개발에 애로사항으로 작용
	축산 <ul style="list-style-type: none"> 사양시설 및 환경관리 표준매뉴얼을 작성하여 축산농가에 보급 사양 및 환기관리 방식은 ICT 기반으로 3~5가지 패턴으로 요약 관리 중 	<ul style="list-style-type: none"> 무창축사(양돈, 양계)는 센서에 의한 환경(온도, 환기)관리에만 집중하는 경향 ICT 기반 표준매뉴얼이 없음
스마트팜 확산모델	원예 <ul style="list-style-type: none"> 원예시설 중 99%가 유리온실(벤로형이 87%)로 규격화 보급온실의 대부분이 시설현대화가 되어 있으며, ICT+에너지+내재해형이 결합된 표준모델 보급 중 	<ul style="list-style-type: none"> 시설면적 중 비닐온실이 98.8%(단동 85%, 연동 13.8%)이며, 온실의 형태도 품목별, 지역별로 매우 다양함 유리온실 등 첨단온실은 대부분 자동화 연동온실은 천창과 측창, 보온커튼장치, 양액, 난방기 등 자동화 진입 중 단동온실은 반자동 또는 수동
	축산 <ul style="list-style-type: none"> 현대화된 스마트 축사 구축 축사 사육환경(온·습도, 위해요소 등)관리, 경영프로그램 분석 등 활용 	<ul style="list-style-type: none"> 선도농 중심으로 양돈, 양계 분야는 환경관리 및 경영프로그램 이용 중 일반농가는 스마트팜 기술 적용 시도 중이나 경제성문제 등으로 추진 미흡

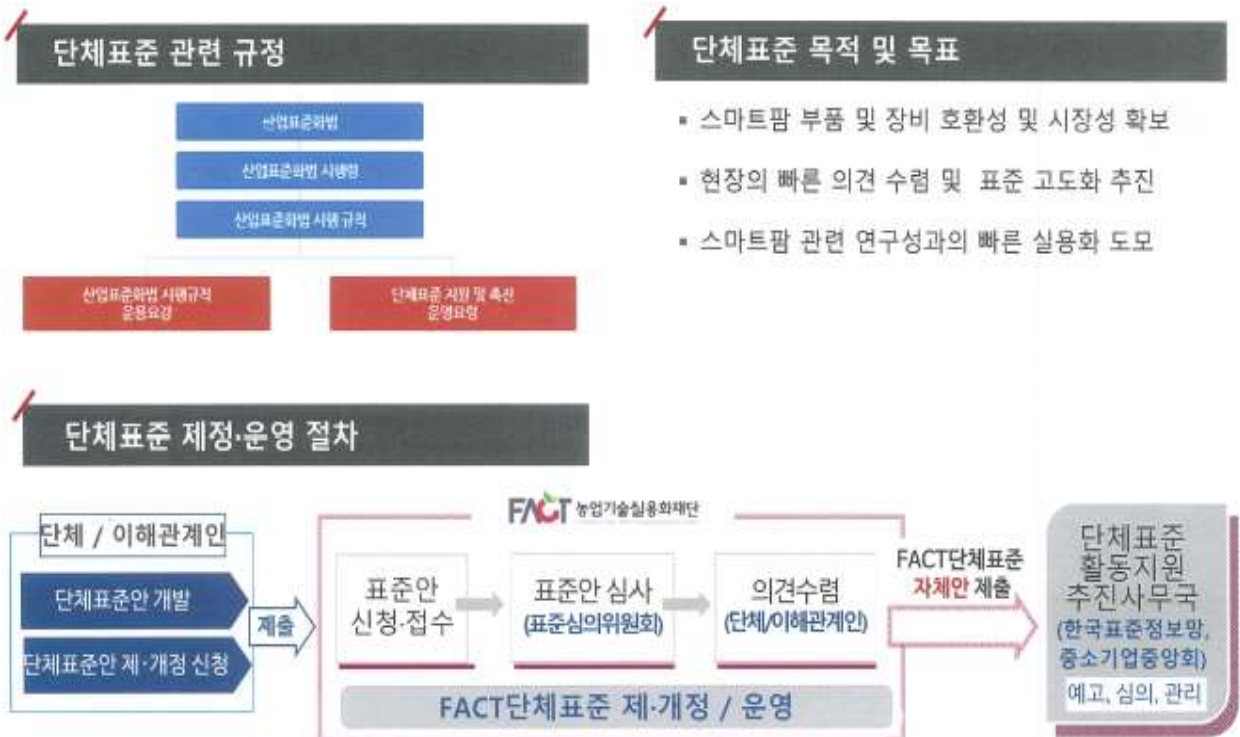
참고 : 농림축산식품부

사. 국내 표준화현황

- 시설농업 분야에서 농수산물식품부의 표준화는 주로 단동형/연동형 비닐하우스, 유리온실 단동형/연동형 및 고품배지/암면배지 양액재배시설 등의 시설 표준에 주안점을 주고 추진되었으나 최근 농촌진흥청(스마트팜산업협회)에서는 한국형 스마트온실의 정착과 실용화를 위한 ‘스마트 온실 정보통신기술(ICT) 기기 및 부품’에 대한 단체표준을 마련하여 2015년 개폐모터 등 구동기 9종, 2016년 센서 13종과 양액기 등 3종에 대한 공동 규격안을 확정하여 단체표준으로 채택함
- 현재까지 국내 농업 ICT 융합 기술과 관련된 표준화는 사물인터넷협회 및 한국정보통신기술협회(TTA; Telecommunication Technology Association)를 통해 2010년부터 시설원예 및 식물공장을 중심으로 표준을 제정하고 있고 시설원예 분야는 농업기술실용화재단을 통하여 온실제어시스템을 구성하는 장치들의 구성, 구성요소 간 유무선 인터페이스, 장치와 운영시스템 간의 인터페이스 등에 관한 표준이 제정됨

(1) 국내 표준제정 절차

- 농업기술실용화재단 단체표준



○ 국가표준(KS)



(2) 스마트팜 국가표준현황

(가) 표준제정완료

○ 시설원예분야

- 스마트온실을 위한 구동기 인터페이스(KS X 3265)

<개폐기>



<관수펌프>



<공기유동팬>



- 스마트온실을 위한 센서 인터페이스(KS X 3266)

<기온센서>



<습도센서>



<CO2 센서>



- 스마트온실 센서/구동기 및 제어기간 RS485 MODBUS 인터페이스(KS X 3267)
- 스마트온실 구동기 메타데이터(KS X 3268)
- 스마트온실 센서 메타데이터(KS X 3269)

(나) 표준제정진행 중

○ 시설원예분야

- 온실용 커튼개폐기 구동축 및 연결소켓의 주요치수

○ 축산분야

- 스마트 축사를 위한 내기 센서 인터페이스
- 스마트 축사를 위한 외기 센서 인터페이스
- 스마트 축사를 위한 안전 센서 인터페이스

(다) 표준문서 리스트(TTA)

○ 2018년

- 네트워크 기반 스마트 파밍의 개요
- 상호운용성 제공을 위한 스마트온실 환경제어 시그널링 요구사항
- 스마트온실 관제를 위한 경량형 제어프로토콜
- 스마트온실 기능요소 간 인터페이스
- 스마트온실 유즈케이스 및 기능요구사항
- 스마트온실용 온실운영시스템과 비순환식 양액시스템 간 통신프로토콜
- 스마트팜 센서 노드와 게이트웨이 간 비 연결형 통신프로토콜
- 스마트팜용 온실통합제어기와 센서-구동기 통합노드 간 통신프로토콜
- 시설원예 생육진단 메타데이터
- 온실관제시스템 - 제1부 센서 노드와 온실통합제어기 간 인터페이스
- 온실관제시스템 - 제2부 제어 노드와 온실통합제어기 간 인터페이스
- 온실관제시스템 - 제3부 온실통합제어기와 온실운영시스템 간 인터페이스
- 온실관제시스템 - 제4부 온실운영시스템과 온실통합관리시스템 간 인터페이스
- 온실관제시스템 요구사항 프로파일
- 클라우드 기반 스마트팜 서비스 요구사항
- 클라우드 기반 스마트팜 영농작업관리 서비스 인터페이스
- 클라우드 기반 스마트팜 온실의 장비 오작동 대응서비스 인터페이스
- 팜 클라우드와 클라우드 장치 간 데이터 전송프로토콜

○ 2019년

- 스마트온실 제어 스크립트언어 정의
- 스마트온실에서 온실통합제어기와 양액기 노드 간 RS485 기반 모드 버스 인터페이스
- 스마트온실서비스 제어프로토콜 : 기본 서비스 절차

- 스마트온실을 위한 원격감시용 스마트영상장치
- 스마트온실 설치지침서 - 제1부 : 통신기술
- UHF 대역 400MHz 무선링크 기반 스마트온실 제어프로토콜
- 스마트온실 ICT 융복합 장비규격 및 서비스요구사항
- 모드버스/RS485 기반 스마트온실 노드/디바이스 등록절차 및 기술규격
- 스마트팜 장비연동을 위한 디바이스 드라이버 어플리케이션 프로그래밍 인터페이스
- 스마트팜 용어정의 - 제1부 : 온실

(3) 스마트팜 표준 확산지원 사업

지원
내용

- 지원대상 : 스마트팜 생산 농산업체
- 스마트팜 제품 분석 컨설팅, 개선 및 검정비용 지원을 통해 스마트팜 국가표준의 현장확산과 농산업 경쟁력 강화를 도모

지원 사업

- 국가표준 적용 설계 및 컨설팅 지원
- 시제품 및 기존 제품 개선 지원
- 스마트팜 ICT 기자재 검정비용 지원



(가) 제품분석 및 표준적용 컨설팅

- 농산업체 기업들의 ICT제품이 표준화되어 현장 확산이 가능하도록 기제품의 분석 및 컨설팅 지원
 - 공고 : 2020년 상반기(국비 100%)
 - 내용 : 50개 업체 대상 표준 및 스마트팜 전문가 컨설팅 지원
 - 절차 : 사전계획 검토 및 승인 ⇒ 제품별 전문 인력 확보 ⇒ 기업모집공고(30일) ⇒ 기제품 및 시장분석(50일) ⇒ 표준적용 컨설팅(50일) ⇒ 제품개선(안) 도출

(나) 시제품 제작 및 제품개선비용 지원

- 분석 및 컨설팅된 ICT제품에 대해 표준기분에 맞도록 개선, 제작비용 지원
 - 공고 : 2020년 상반기(국비 100%)
 - 내용 : 100개 업체 대상 25백만 원 ~ 30백만 원 지원
 - 절차 : 사전계획 검토 및 승인 ⇒ 1차 개선비용 지급 ⇒ 중간점검 ⇒ 2차 개선비용 지급 ⇒ 최종점검 ⇒ 우수업체 선정 및 홍보 지원

(다) 스마트팜 ICT 기자재 검정비용 지원

- 개선, 제작된 ICT제품에 대한 검정비용 지원 및 부적합제품에 대한 기술지도 추진
 - 공고 : 2020년 상반기(국비 100%)
 - 내용 : 100개 업체 대상 4.5백만 원 이내
 - 절차 : 검정비용 지급(바우처) ⇒ 검정 추진(재단 검정팀) ⇒ 검정성적서 발급
(단, 검정 부적합 시 기술 지도를 통한 재검정 지원)

- 검정제도 활성화를 통한 기자재 품질 향상 도모

아. 국내 인증현황

(1) 농기계검정

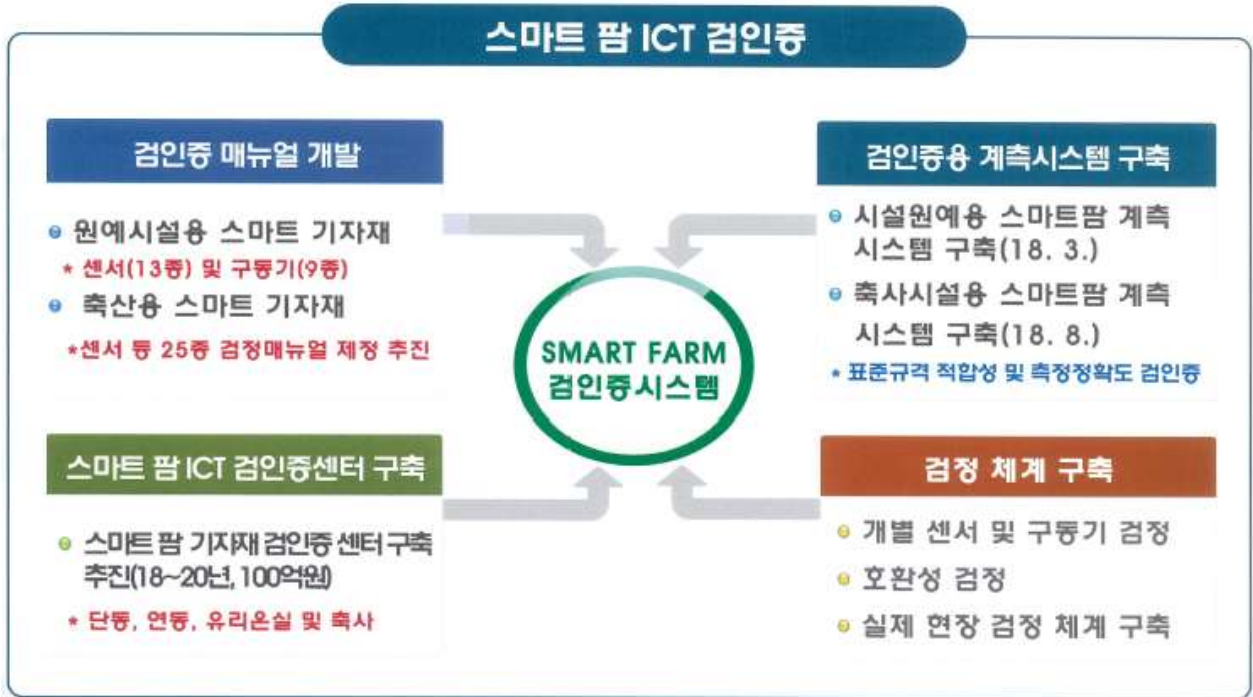
- 농업기계화촉진법 제 9조 및 농업기계화촉진법 시행규칙 제 4조의 규정에 근거하여 농업기계의 개발·보급 및 수출을 촉진하고 효율적 이용에 필요한 정보 제공
- 검정의 종류는 다음과 같음
 - 종합검정 : 구조조사, 성능시험, 조작난이도, 안전성시험
 - 안전검정 : 안전장치, 안전보호 장치, 안전표시
 - 국제규범검정 : 국제기술규정(OECD, ISO 등)
 - 기술지도검정 : 특정시험항목(의뢰자 요청)
 - 변경검정 : 종합검정 및 안전검정 실시 후 변경부분에 대한 적합성 여부 판정

(2) 스마트팜 ICT 기자재 검정

- 개요
 - '새정부 100대 국정과제(83번)'에 스마트팜 보급확산 포함
 - 스마트팜 ICT 기자재의 성능·안전성 및 내구성 검증 요구
 - 농업인 안전사고 위험에 무방비 노출, 제품선택을 위한 정보 부족

- 농업기계화촉진법 농업기계범위에 포함(2019년 6월 25일, 농축산물 생산환경조절장치)
 - 스마트팜 업계 'KC 인증' 너무 힘들다(한국농기계신문, 2019.04.15.)
 - 안전 사각지대 '축사용 환풍기' 농민위협(한국농기계신문, 2019.04.30.)

○ 스마트팜 ICT 기자재 검인증체계 구축



○ 농생명ICT검인증센터

구 성	면적 [㎡]	용 도
단동온실	1,000	
3연동온실	1,600	원예스마트 팜 기자재 호환성 등 검정
유리온실	2,000	
축산기자재검정시설	2,000	스마트축사 센서 및 구동기 성능, 호환성 검정
신뢰성시험동	720	스마트팜 기자재 내환경, 내구성 검정
계	7,320	총 5개 시설, 27종 74점 시험장비 설치 예정



○ 스마트팜 ICT 기자재 검정시스템

- 스마트팜 센서(온도, 습도, 일사, 광양자, CO2) 검정시스템 구축
- 스마트팜 센서(풍향, 풍속 챔버) 검정시스템 구축
- 기준기 센서와 검정대상 센서 데이터 비교

<CO2 챔버>



<광 챔버>



<온도, 센서 챔버>



<통합 DAQ>



<풍향, 풍속 챔버>



- 구동기 정격토크 측정
- 표준온실에 검정대상 구동기 설치 ⇒ 1,000회 구동 시 이상 여부 확인

<구동기 신뢰성 검정장비>



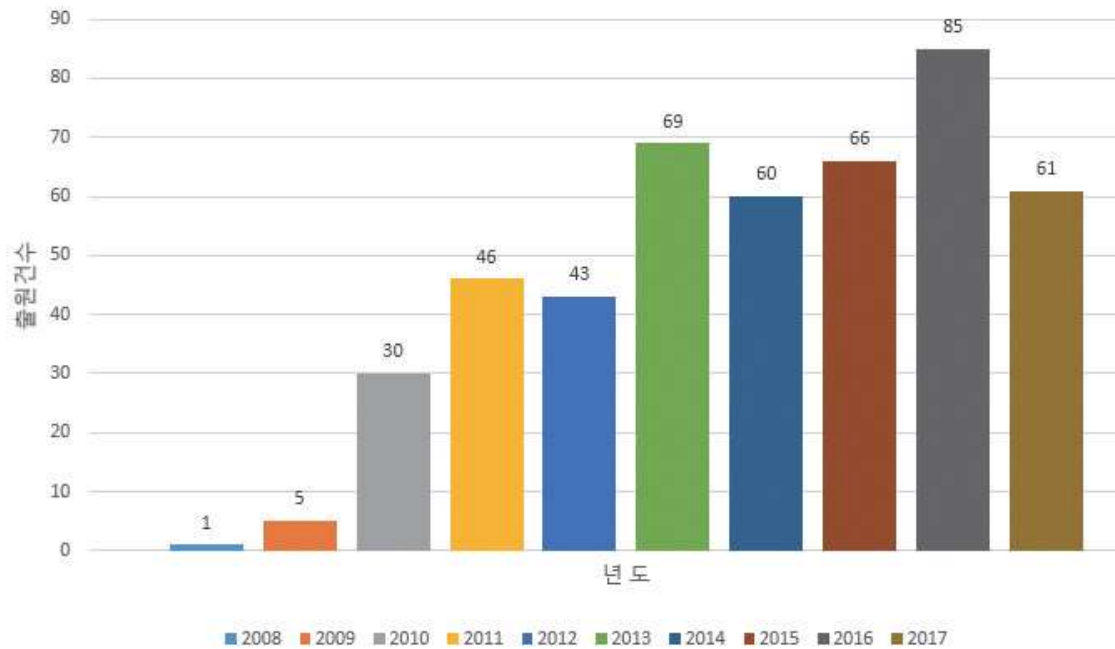
3. 국내 스마트팜 관련 지식재산권현황

- 국내 연도별 특허출원현황을 살펴보면, 2008년 1건이던 스마트팜 관련 특허출원건수가 2010년 30건, 2012년 43건, 2014년 60건, 2016년 85건, 2017년 61건으로 지속적인 증가세를 보이고 있음

[표 6] 스마트팜 기술의 연도별 특허출원현황

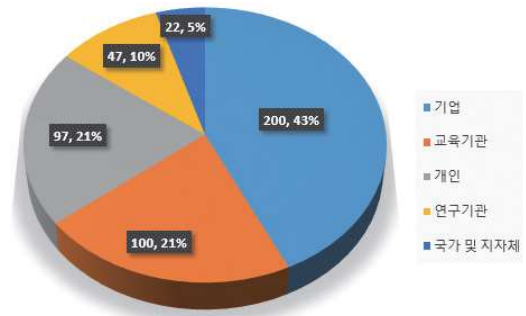
연도	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	합계
특허출원건수	1	5	30	46	43	69	60	66	85	61	466

- 출원인별로 살펴보면, 기업 42.9%, 교육기관 21.5%, 개인 20.8%, 연구기관 10.1%, 국가 및 지자체 4.7% 순으로, 기업출원의 비중이 가장 높은 것으로 나타남



[표 7] 스마트팜 기술의 특허출원인 현황

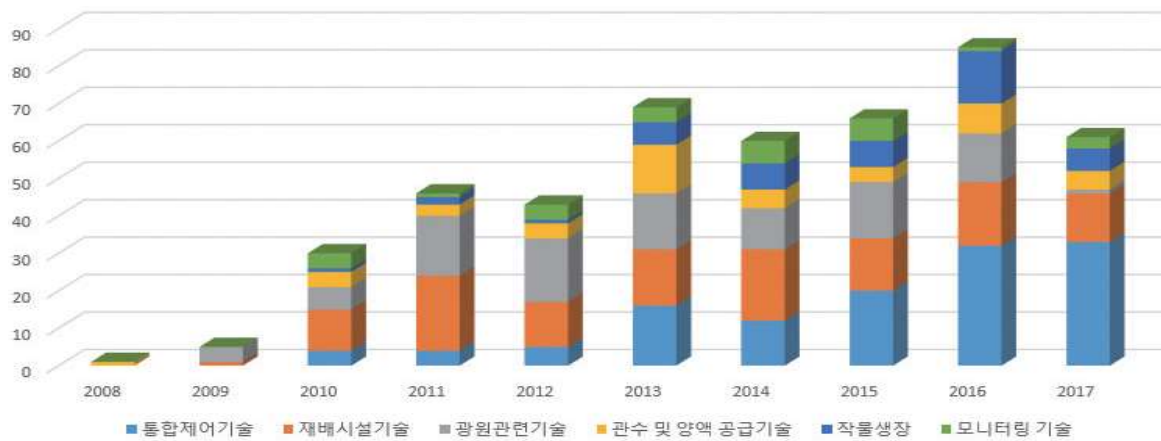
출원인	출원 건수	출원 비중
기업	200	42.9%
교육기관	100	21.5%
개인	97	20.8%
연구기관	47	10.1%
국가 및 지자체	22	4.7%
합계	466	100%



- 기술별 분류 결과, 통합제어기술 126건(27%), 재배시설기술 122건(26%), 광원 관련 기술 98건(21%), 관수 및 양액공급기술 47건(10%), 작물생장 모니터링기술 44건(9%), 기타 기술 29건(6%) 순으로 나타남

[표 8] 스마트팜 기술 분야별·연도별 특허출원현황

구분	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	합계	비중
통합제어기술	0	0	4	4	5	16	12	20	32	33	126	27%
재배시설기술	0	1	11	20	12	15	19	14	17	13	122	26%
광원관련기술	0	4	6	16	17	15	11	15	13	1	98	21%
관수/양액 공급기술	1	0	4	3	4	13	5	4	8	5	47	10%
작물생장 모니터링기술	0	0	1	2	1	6	7	7	14	6	44	9%
기타	0	0	4	1	4	4	6	6	1	3	29	6%
합계	1	5	30	46	43	69	60	66	85	61	466	100%



- 국내 ICT 기반의 스마트팜 기술은 선진국 대비 기술수준이 낮으므로 특허기술 동향 분석을 통하여 핵심기술 분야에 대한 집중이 필요한 상황임

4. 국내 스마트팜 관련 정책동향

- 우리나라 정부는 스마트농업 구현을 위해 크게 두 축으로 구분하여 정책사업 추진 중이며, 스마트팜 보급 및 확산을 위한 사업, 농업 관련 기술개발 사업으로 구분됨

가. 스마트팜 보급 및 확산 정책동향

- 농림축산식품부는 2019년 4월에 개최된 제 5차 경제관계 장관회의를 통해 정부의 혁신성장 핵심선도과제 중 하나로 ‘스마트팜 확산 방안’을 발표하며, 기존 농가 단위로 진행되었던 스마트팜을 청년 농업인 및 전후방산업으로 확대하고 집적화된 확산거점

을 조성하는 등의 기본방향을 제시함

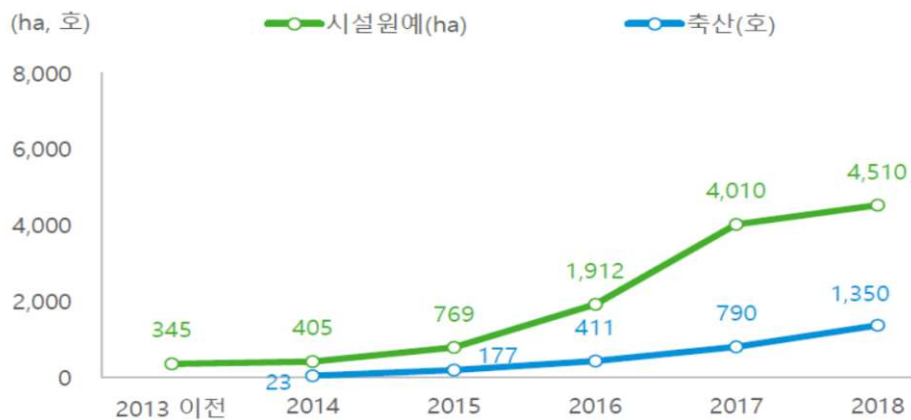
- 스마트팜 확산 관련 정책 중 대표적인 정책사업인 ‘스마트팜 혁신밸리’는 청년창업-기술혁신(R&D)-판로개척기능을 집약시켜 농업인·기업·연구기관 간의 시너지가 창출되는 거점으로서 제시
 - 2018년 4개 지자체를 선정하여 시설원예농업을 위한 스마트팜 혁신밸리를 구축하고 스마트팜을 적극 보급하고 있음
 - 농업인은 생산, 기업은 연구개발을 담당하는 가운데, 특히 중소기업이 참여하여 개발한 기술 및 신제품을 향후 농촌에 널리 보급하는 방식으로 운영할 예정임
 - 2018년 8월과 2019년 3월 1, 2차에 걸쳐 경북 상주시, 전북 김제시, 전남 고흥군, 경남 밀양시 등 총 4개의 혁신밸리가 선정됨

- 스마트팜 혁신밸리에서는 농업분야와 관련한 생산유통·기술혁신기능을 두루 갖출 수 있도록 보육센터와 실습농장, 온실 육묘장을 비롯해 온실 및 농업용 드론 등에 대한 다양한 실증이 가능하도록 실증단지가 구축될 계획임
 - 경북 상주에서는 스타트업 캠퍼스를 통해 취·창업을 지원할 예정이며, 농업인이 참여하는 수출전문단지를 조성하여 농업인-청년 농업인 간의 상생모델을 구축할 예정임
 - 전북 김제에서는 기능성작물에 대한 종자개발부터 기능성식품에 이르는 제품화까지 연계될 수 있는 모델개발을 지원하는 연구개발 인프라가 구축될 예정임
 - 전남 고흥에는 기후변화에 대비하여 아열대 작물을 육성하고 수입농산물을 대체할 수 있는 시설이 구축될 것으로 보임
 - 경남 밀양에는 지역에서 자체 개발한 육종 품목 중심으로 품목 다변화를 위한 다양한 연구에 중점을 둠

- 농림축산식품부는 혁신밸리사업의 일환으로 스마트팜 빅데이터센터 건립(2020년(안) 38억 9,800만 원 예산투입), 스마트농업정보 플랫폼 구축계획(2020년(안) 46억 6,500만 원 예산투입)을 발표하였음
 - 빅데이터센터의 경우, 2020년 발족을 목표로 하고 있으며, 농업에 빅데이터 플랫폼과 솔루션을 도입하여 본격적으로 빅데이터 중심의 스마트팜을 추진해나갈 예정임
 - 타 스마트농업 선진 국가와 비교하면 우리나라는 데이터 농업과 관련하여 다소 미흡한 움직임을 보이고는 있으나, 2018년부터 본격적으로 스마트팜과 농업의 빅데이터 축적 및 활용을 통해 경쟁력을 강화하고 있음

- 정부는 이와 같은 스마트팜 확산 관련 정책을 2008년부터 마련해오며 지속적으로 스마트팜 보급·확산 관련 정책지원에 예산을 투입하고 있음
 - 스마트팜 보급사업 예산은 2014년 220억 원에서 2018년에는 약 3배 이상 증가된 761억 원이 투입됨
 - 스마트팜 관련 R&D 예산은 2014년 54억 원에서 연평균 57.9%씩 증가해 2018년에는 336억 원이 투입됨

- 이와 같은 정책추진의 성과로서 시설채소를 중심으로 한 스마트온실 등 시설원예 관련 스마트팜 보급면적이 증대되었음
 - 2014년 이전까지 시설원예부문에서 스마트팜이 도입된 면적은 405ha였으나 2017년에는 이보다 10배 이상 확대된 4,010ha, 2018년에는 4,510ha까지 면적이 증대되었으며, 향후 2022년까지 7,000ha를 목표로 지속적으로 확대해 나갈 예정임
- 스마트팜 보급 확대와 더불어, 3대 온실작물로 대표되고 있는 파프리카, 토마토, 딸기의 생산성이 향상되어 공급이 증대됨에 따라 육성작물의 다양화가 요구되는 시점임



[그림 7] 국내 연간 스마트팜 보급실적(누계)

참고 : 과학기술정보통신부(2018.10) ‘혁신성장 선도산업 스마트팜’

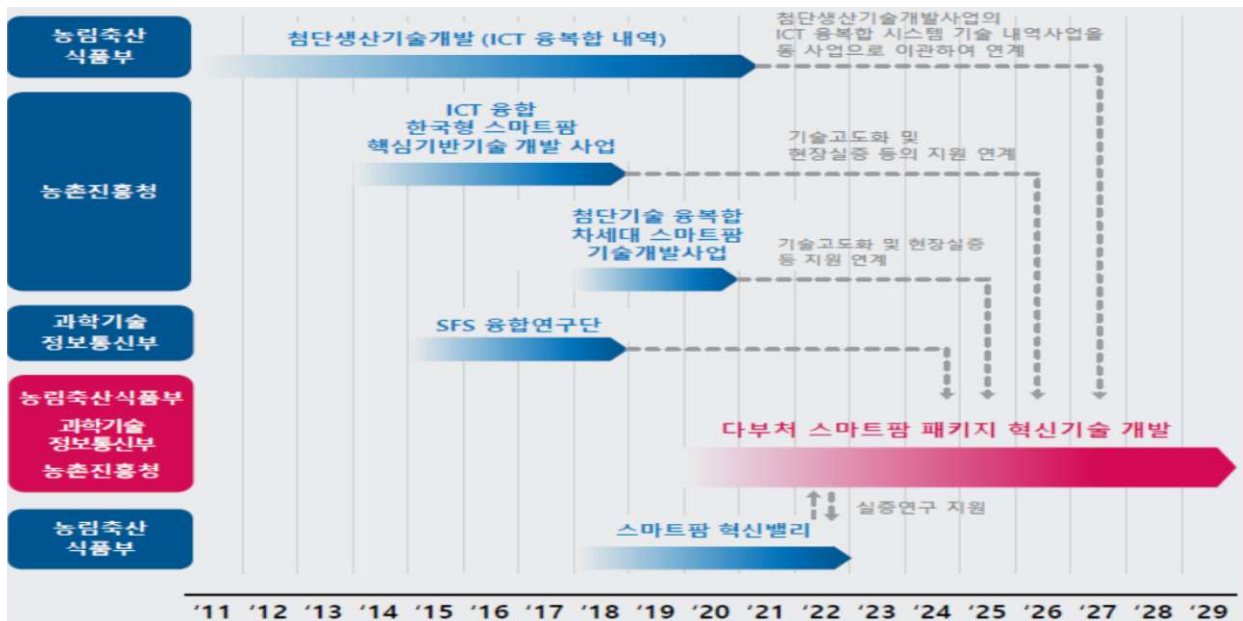
- 축산분야 역시 2015년부터 지난 4년간 스마트팜 관련 홍보 및 정부지원성과에 부응해 대상 축종 및 도입 농가가 급속히 확대됨
 - 대상 축종의 경우, 2014년에는 양돈, 2015년 양계, 2016년 한우 및 낙농, 2017년 오리 및 사슴 등으로 확대해 나가고 있음
 - 스마트팜을 도입한 축산 농가는 2014년 23호에서 2017년 790호, 2018년 1,350호까지 증가하였으며, 향후 2022년까지 5,750호를 목표로 지속적으로 확대해 나갈 예정임

나. 스마트팜 관련 기술개발정책동향

- 스마트팜 보급 및 확산정책이 시설원예 및 축산 등에 집중되어 있는 가운데, 정부는 노지부문의 스마트농업 모델개발을 위한 사업추진에 박차를 가하고 있음. 노지로 점차 정책사업 추진이 확대되면서 데이터 기반 스마트영농 확산을 이룰 것으로 기대됨
- 농림축산식품부는 2019년 10월 지자체 단위로 생산자단체, 농기계 관련 기업, 공공기관 등을 참여자로 한 ‘노지 스마트 농업 시범사업’을 2020년부터 2022년까지 추진해나갈 것이라고 발표함
 - 2018년부터 2019년까지 시·군 단위로 노지 스마트 농업화와 관련한 시범사업을 단년도 사업으로 추진해 왔으나, 지원 장비는 ICT 장비에 그치는 등 사업추진 상 제한적

인 부분이 존재했음

- 2020년부터 추진될 ‘노지 스마트농업 시범사업’은 규모화된 농경지에 IoT, ICT 장비와 더불어 첨단 농작업 기계를 접목해 기상·작황·농작업 정보 등을 수집·활용할 수 있는 데이터영농을 구현하는 것을 목적으로 함
 - 노지에서 발생하는 데이터를 수집·분석·활용할 수 있는 기반을 마련하고 과학적인 생산계획 및 관측·수급관리가 가능하도록 스마트 영농기술 개발
 - 수집된 데이터를 활용한 주요 품목의 작황 파악, 수급예측과도 연계함으로써 스마트 농업의 기술수준을 점진적으로 제고해나갈 것으로 기대됨
- 농림축산식품부는 한국국토정보공사(LX)와 함께 스마트한 농산물관리를 위해 정확한 위치기반 서비스를 토대로 한 빅데이터 플랫폼을 갖추며 지리정보시스템(GIS) 기반의 스마트농업 구현에 적극적인 노력을 기울이고 있음
 - 2019년 5월 LX와 ‘GIS 기반 빅데이터 플랫폼 구축사업을 위한 업무협약’을 체결
 - LX는 제주도 및 강원도 평창 내 농지를 대상으로 드론 및 무인항공기(UAV)를 활용하여 지적 기반의 디지털 팜맵을 구축하며, 농림축산식품부에서 제공하는 다양한 농업데이터를 접목하여 농산물 수급안정을 위한 예측모델개발에 나서고 있음
- 근래 다양한 스마트농업 관련 기술혁신과 관련하여 실용적인 첨단미래형 기술개발을 위해 농축산 및 식품연구 관련 부·처·청 간 협력뿐만 아니라 지역혁신기관과 기업을 연계해나가고 있는 양상을 보이고 있음. 이를 통해 농축산 및 식품부문에 대한 다양한 현안에 관한 기술개발을 주도하고 기반 기술지원을 확대해오고 있음



[그림 8] 스마트농업 관련 부처별 R&D 사업 추진현황

참고 : 농림축산식품부, 과학기술정보통신부, 농촌진흥청(2018) ‘혁신 성장 선도산업 스마트팜’

- 과학기술정보통신부는 농림축산식품부, 농촌진흥청과 함께 국가 신산업 창출을 목적으로 정부출연(연)을 대상으로 융합연구사업을 시행하고 2015년 10월 한국과학기술연구원(KIST) 주관으로 스마트팜솔루션(SFS) 융합연구단을 출범시킴
 - 2015년 10월부터 2018년 10월까지 3년간 미래 스마트팜 기반기술개발에 총 276억 원을 투자함
 - 해당기간동안 연구단은 선진국 성능 대비 저가의 표준기반 국산시스템을 개발하는 것을 목표로 비닐하우스 내 작물의 생육상태와 환경을 모니터링하고 맞춤형 시비를 처방하는 기술개발 등에 중점을 두므로써, 총 16여 개에 이르는 현장에 바로 적용가능한 주요 기술성과를 창출함

- 또한, 과학기술정보통신부는 기술개발경험과 노하우를 바탕으로 농림축산식품부, 농촌진흥청과 함께 ‘스마트팜 다부처 패키지 혁신기술개발사업’을 공동으로 기획하여 즉시 적용 가능한 스마트팜의 표준화·사업화 등을 위한 상용화 기술개발에 나서고 있음
 - 2020년부터 2029년까지 10년간 정부출연금 5,438억 원, 민간부담금 1,722억 원으로 사업규모는 총 7,160억 원에 이르는 대규모 기술개발사업이며, 농촌진흥청에서는 스마트팜의 고도화를 위한 핵심기술을 개발, 과학기술정보통신부는 차세대 미래 스마트팜 기술을 개발할 예정임
 - 농림축산식품부, 농촌진흥청, 과학기술정보통신부는 2021년부터 2027년까지 7년간 약 3,867억 원을 스마트팜 현장 보급 및 확산을 위한 제 2세대 스마트팜의 기술고도화, 인공지능·로봇·에너지 등 제 3세대 스마트팜 원천기술 확보에 집중적으로 투자할 계획을 수립하고 있음
 - 이 사업으로 기존 각 부처에서 추진하고 있는 스마트팜 관련 기술개발사업의 통합과 부처 간 역할을 분담해 연계 및 협력의 효과를 극대화 하고자 함

3절 국외 스마트팜 시장 및 기술현황

1. 국외 스마트팜 시장동향

가. 글로벌 시장현황

(1) 글로벌 시장전망

- 4차 산업혁명시대 도래로 농업의 첨단산업화가 이전보다 빠르게 진전되면서 먹거리를 둘러싼 글로벌 농업혁신 경쟁이 치열해지고 있음에 따라 자국 스마트팜의 경쟁력을 높이고 농업을 통한 부가가치 창출을 위한 국가별 투자가 활성화되고 지원이 강화되고 있음
- 글로벌 스마트팜 시장규모는 2012년 1,198억 달러, 2016년 1,960억 달러, 2017년 2,210억 달러로 지속적으로 증가하였으며, 2022년에는 약 4,080억 달러에 이를 것으로 예상되는 가운데, 2012년부터 2022년까지 연평균 약 13% 수준의 높은 성장세를 보이며 지속적으로 확대될 것으로 전망됨



[그림 9] 세계 스마트팜 관련 시장규모 전망

참고 : 중소기업청(2019), '중소기업 기술로드맵 2019-2021 : 스마트팜', 국내외 스마트농업 산업동향분석 보고서(2018)

- 세계 각국에서도 ICT를 활용하여 산업 경쟁력을 높이고 부가가치를 창출하기 위해 다양한 노력을 하고 있으며, 사물인터넷 등 타 부분과의 융합이 가속화되는 추세로 농업 분야에서도 시설농업, 축산, 과수 등 다양한 분야에 ICT를 활용하여 경쟁력을 높이고 새로운 부가가치를 창출 중에 있음

- 미국의 경우 생육정보 데이터 서비스(Farmers Business Network 등), 스마트 농기계(John Deere 등) 등 데이터 기반의 농업이 빠르게 확산되고 있음






(2) 스마트팜 국가별 산업동향

- (네덜란드) 대표적인 스마트팜 국가로서, 국토면적은 우리나라의 1/2에 불과하지만 ICT 활용 도입을 통해 세계 2위의 농산품 수출국이 되었음
 - 네덜란드는 대표적인 원예국가로 전체 온실의 99%가 유리온실이며, 수십 년 간 누적된 데이터와 재배환경 최적화 노하우를 바탕으로 각종 센서와 제어솔루션을 개발함
 - 이러한 농업 ICT기술을 통해 생산량 및 품질최적화를 도모하고 있으며, 또한 네덜란드 대표기업인 프리바(Priva)사는 세계 최고수준의 온실 환경제어시스템을 생산하여 세계 각국에 수출하고 있음
- (미국) 농업에 IoT는 물론 나노기술, 로봇기술 등을 본격적으로 접목하려는 시도를 하고 있음
 - IoT는 물론 나노기술, 로봇기술 등을 융합하여 농업에 활용하려고 하고 있으며, 구글의 경우, 토양, 수분, 작물건강에 대한 빅데이터를 수집해 종자, 비료, 농약살포에 도움을 주는 인공지능 의사결정지원시스템 기술개발에 나선 실정임
- (일본) IBM, NEC, 후지쯔, NTT 등 기업들이 농업분야에 ICT기술을 접목하여 다양한 서비스를 제공하고 있음
 - 일본 IBM의 농산물 이력추적서비스, NEC의 M2M 기반 생육환경감시 및 물류서비스, 후지쯔의 농업관리 클라우드 서비스시스템 등이 대표적인 사례임
- (이스라엘) 스마트팜의 여러 분야 중 이스라엘은 재배환경 모니터링 분야의 선두주자로 농작물의 크기, 줄기의 변화, 잎의 온도 등 농작물 성장정보를 자동측정, 급수주기와 급수량 자동조절 등으로 정확한 수확량을 예측하도록 하며, 특히 농작물 스트레스 감지센서 개발로 생산량을 약 40% 이상 증대시킴

(3) 농업선진국들의 스마트팜 시장 선점 노력

- 세계 각국은 스마트팜을 미래 성장산업으로서 적극적으로 육성하고 있으며, 스마트팜 관련 기술개발 및 생태계 조성을 위해 정부 차원에서 적극 지원하고 있음
- 농업에 이용할 수 있는 땅이 넓은 국가, 대표적으로 미국과 호주 등은 조방농업국가로서 노지농업이 발달되어 있어 노지농업과 관련한 스마트농업 관련 기술개발에 집중하며 해당기술 분야에 강점을 가지고 있음
 - 넓은 토지에서 농업을 보다 효율적으로 전개해나가는데 도움이 되는 드론, 작황 로봇 등에 전문성을 보유하고 있으며, 조방농업국가는 기업적인 농업경영이 가능하여 경영

규모를 확대해 나가고 있는 추세임

	미국	<ul style="list-style-type: none"> • 미국은 스마트 농업 관련 오랜 연구개발 추진으로 정밀농업, 처방농업 등 전 세계적으로 노지 분야에서의 최첨단 농업 관련 기술을 선도 • 민간을 중심으로 ICT 분야에서의 강점을 다른 산업에 이식하고, 미국 농무부(USDA)에서 제도적으로 지원하며 대응
	EU	<ul style="list-style-type: none"> • 'EIP-AGRI'에서 농민, 전문가, 기업, NGO 간의 스마트 농업 관련 협력 연구를 진행 • EU 내 주요 농업 선진국이 예산 상당 부분을 기술 연구개발(R&D)에 할당하며 이를 통한 산업 발전 지속
	네덜란드	<ul style="list-style-type: none"> • 국토면적은 작지만, 수출 구조의 농업으로 생산성 제고. 기업과 대학이 주도하고 중앙지방정부가 지원하는 산업 클러스터 구축하여 클러스터를 적극 육성하여 산업성장 및 수출 견인 • 첨단 유리온실 및 차세대 식물생산시스템 등에 대한 연구개발에 일찍 나서며 글로벌 온실 솔루션 시장에서 독보적 입지 확보
	일본	<ul style="list-style-type: none"> • 로봇 등 상대적 우위 기술을 이용한 국가 혁신 프로젝트를 전개 - 빅데이터 활용에 중점을 두고 4차 산업혁명 선도 전략을 마련 (2016) - '로봇 新전략'을 통해 2020년까지 무인 농기계 실용화 방침
	중국	<ul style="list-style-type: none"> • 거대 내수시장을 기반으로 한 정부, 민간의 강력한 사업 추진으로 전 세계 스마트 농업 시장을 빠르게 추격 - 2016년 '전국 농업 현대화 계획(2016~2020)' 발표에서 스마트 농업을 강조

[그림 10] 주요 농업선진국의 스마트팜 관련 사업추진현황

참고 : 언론보도 종합, 컬티랩스 재구성

- 미국 외 EU의 대표적인 농업선진국으로는 네덜란드, 덴마크, 독일 등이 꼽히며, 특히 네덜란드와 덴마크는 우리나라보다 영토가 좁거나 지면조건이 열악함에도 불구하고 농업을 발전시켜 온 농업강대국으로 대표됨
 - 네덜란드는 환경적 특성상 시설원예부문 특히, 첨단유리온실을 중심으로 자동화를 통해 최적의 생산재배조건을 유지해오며, 스마트농업을 지속적으로 발전시켜옴
 - 좁은 면적을 효율적으로 활용하면서 생산성을 극대화하기 위해 첨단유리온실 및 차세대 식물생산시스템이라 불리는 식물공장 등에 대한 연구개발에 나서고 있음
 - 오늘날 전 세계적으로 시설원예부문의 스마트농업을 구현함에 있어 필수솔루션으로 꼽히는 프리바(Priva)는 네덜란드를 대표하는 온실 솔루션기업이기도 함
- 우리나라와 인접하고 기후환경이 유사한 일본 역시 국토의 좁은 특성상 효율적으로 토지를 활용하고자 네덜란드를 벤치마킹하여 일본 환경에 적합한 식물공장을 개발해 왔으며, 식물공장을 통해 유기농 채소 및 과수원에 관련 분야에 특화된 기술력을 보유하고 있음
- 덴마크와 독일의 경우, 축산·낙농분야에 강점을 가지고 있으며, 이에 양돈·사료·도축·양계 및 축우 등에서 뛰어난 기술력을 가지고 있는 것은 물론 농장관리 솔루션을 보유하고 있음

나. 국외기업현황

- 세계 각국에서 농업분야에 지능정보 및 ICT기술을 활용하여 산업경쟁력을 높이고 부가가치를 창출하기 위해 다양한 노력을 기울이고 있음
- 농업분야 중에서도 스마트팜을 중심으로 한 글로벌 경쟁이 심화되고 있음

[표 9] 국외 스마트팜 관련 업계 현황

기업명	사업내용
Priva (네덜란드)	<ul style="list-style-type: none"> • 온실에서 작물이 필요로 하는 온도, 습도, 조명, 영양 등의 요소를 자동으로 관리할 수 있는 온실 환경제어시스템 및 양액자동제어시스템을 개발 보급 • 온실 환경제어기술을 기반으로 빌딩의 내부 환경과 에너지 소비량을 관리할 수 있는 시스템을 개발하여 네덜란드 공공건물의 약 30%에 적용하고 있음
(Wageningen UR) (네덜란드)	<ul style="list-style-type: none"> • 네덜란드 농업자연식품부의 연구비를 지원받아 오이를 자동 수확할 수 있는 로봇을 개발 - 온실 환경에서 오이 판별 95% 수준의 정확도
Hortimax (네덜란드)	<ul style="list-style-type: none"> • 복합 환경제어기 생산전문회사로서 브랜드인지도가 우수하고, 우리나라에서는 파프리카 재배에 사용되고 있음
IBM (미국)	<ul style="list-style-type: none"> • 1~2km의 좁은 지역들을 위한 ‘지역밀착형(hyper local)’ 일기예보를 제공하는 IBM의 딥러닝을 기반으로 작물의 재식, 재배, 추수, 운송 등 농업 전반에서 수확량 증가(기상예측모델과 접목을 통해 작물 손실 25% 축소), 품질개선을 지원할 수 있는 시스템을 개발
블루리버 테크놀러지 (미국)	<ul style="list-style-type: none"> • 레터스 봇(Lettuce Bot)은 수백만 장의 식물 이미지가 저장된 데이터베이스에서 식물과 잡초를 즉각적으로 구분하여 잡초를 제거하고, 작물만을 선별하여 비료를 살포
후지쯔 (일본)	<ul style="list-style-type: none"> • IoT 센서를 이용하여 재배환경데이터를 실시간으로 측정, 수집하는 동시에 클라우드 서비스를 이용하여 데이터를 축적/분석함 • 이러한 데이터가 작물재배에 잘 활용할 수 있도록 재배시설에서 기온, 지온, 수분, 일사량, 토양의 비료농도 등을 측정, 수분 간격으로 클라우드 서버에 전송하여 수집/분석/예측 등을 수행한 후 각 농가에 최적의 물, 비료 양 제시

2. 국외 스마트팜 관련 기술현황

가. 국외 스마트팜 기술개발현황

- 세계 농업선진국인 미국, 네덜란드, 일본 등에서는 농산물 품질 및 생산성 향상을 위한 첨단 로봇 기술 개발을 추진 중이며, 특히, 네덜란드와 일본의 경우 하드웨어나 관

제제어 S/W, 재배기술 노하우 등을 종합적으로 공급하여 재배관련 전문가 시스템과 생육 진단·분석 알고리즘 분야에서 우위에 있음

- 미국은 농무부(U.S Department of Agriculture)를 중심으로 농업 IT 융합 R&D 정책을 추진 중이며, 장기적이고 위험도가 높은 고비용의 기반기술 개발에 주력하고 있음
 - 미국은 융복합 병해충 및 질병진단기술, 로봇활용분야, 농산물생산단계 안전성조사 및 품질관리기술 분야를 선도하고 있음

- 미국은 넓은 토지를 활용한 농업이 특징으로, 스마트팜도 대규모 경작지를 효율적으로 관리할 수 있는 농업용 로봇 개발에 집중하고 있음
 - ‘로봇공학 이니셔티브 농업 연구·개발(R&D) 프로그램’을 통해 자율주행이 가능한 로봇형 트랙터와 농작업기, 작물 및 해충 관리를 위해 나뭇잎·토양 샘플 등을 자동 수집하는 로봇, 상이한 지형과 토양조건에서 농업 생산량 증대를 위해 인간과 협업할 수 있는 농업로봇 플랫폼 개발, ‘로봇-인간’ 및 ‘로봇-환경’ 인터페이스 핵심 기술 개발을 추진하고 있음
 - 미국 캘러드 채소의 80%를 생산하는 살리나스(Salinas)밸리에서는 실리콘밸리의 첨단 ICT기술을 접목하여 생육환경이 센서를 통해 자동 모니터링되고, 무인 농업로봇(드론)을 개발하여 농사에 활용함

- 네덜란드는 세계 최고 수준의 온실 환경제어 시스템을 개발하여 세계 각국으로 수출하고 있으며 ICT, 에너지 관리 및 재해방지 기술이 결합된 표준모델에 복합 환경제어가 가능한 시스템을 구비하고 있음
 - 주요 기자재가 규격화되어 있을 뿐만 아니라 내구성과 신뢰성도 우수하며, 누적된 데이터를 기반으로 재배환경에 최적화된 노하우 기반 솔루션을 개발해 왔음
 - 시설원에 ICT 융합기술은 토마토 등 일부 작물의 경우 재배기술을 S/W화하여 최적 환경제어를 통한 품질 고급화를 이미 달성하고 있음

- 또한, 네덜란드의 농업 ICT 융합 R&D의 대표적인 사례로 꼽히는 것이 정밀화 사업(Programma Precisie Lanbouw, 이하 PPL)임
 - 2010년 1월부터 4년에 걸쳐 민·관 공동 출자에 기반 친환경농업기술 개발을 위한 ‘정밀농업(Precision Farming)⁴⁾ 프로젝트’를 추진함
 - PPL은 민관파트너십 사업을 통하여 농업의 정밀화를 추진하는 사업으로 농업의 효율화를 추진하여 에너지 사용량의 억제 및 온실가스 감축을 달성하고 지속가능한 농업의 발전을 목표로 하고 있음

- 일본은 원격탐사, 기상재해 예측, 농업용수 관리, 농기계 자동화 등 스마트팜 구현을 위한 세부 요소기술 개발에 집중하고 있으며, 기상재해 예측경보시스템 분야 스마트팜 기술 시장을 선도하고 있음

4) 공간정보와 ICT에 기반, 각종 농사관련 정보의 수집·전달을 통한 생산성 및 경제성 향상을 목표로 하는 환경 친화적 농업기술임

- 농림수산성 등 국가 기관에서는 저비용 생산기술을 확립하거나 ICT를 활용한 효율적인 생산체계를 구축하는 것을 목적으로 한 실증사업을 지원하고 있으며 농업 클라우드 사업이 채택되어 있음
 - Smartagri 시스템⁵⁾, 영농정보관리시스템(Farm Management System, FARMS)⁶⁾ 등이 대표 사례이며 그 외 영상·센서 기술 기반의 무인감시시스템, 착유 로봇 시스템 등 기술을 개발 중임
 - ‘SIP(전략적 이노베이션참조) 프로그램’에서는 원격탐사를 활용해 대규모 농장관리, 기상재해 방지, 관배수 자동화 기술을, ‘로봇기술 도입 실증사업’에서는 자율주행 농기계, 수확 및 운반 자동화 기계, 스마트 시설원예 시스템 등을 영농 현장에 도입하는 것을 지원하고 있음
- 해외 스마트팜 재배시스템은 자국의 농산업을 바탕으로 제품에 운영기술이 축적되어 있고, 전 세계시장에 공급을 하고 있어 가격적 우위를 가지고 있음

나. 국외 표준화 및 인증현황

(1) 국외 표준화현황

- ICT 기반의 스마트농업에 관한 기술 및 서비스에 대한 국제 표준화는 ITU-T를 중심으로 진행되고 있음
 - ITU-T SG13에서는 2012년 6월부터 ICT 기반 농업 분야의 표준문서개발에 착수하여 스마트농업 서비스 관련 국제표준을 제정하고 있음
 - 농업 ICT 기술 및 서비스 분야 표준화는 ITU-T 및 ISO/IEC JTC1을 중심으로 진행
 - ITU-T SG13/16에서는 스마트농업의 서비스 시나리오 및 모델에 대한 표준 개발
- 미래네트워크와 클라우드 분야의 표준화를 담당하는 ITU-TSG13과 IoT 관련 표준을 개발하는 SG20에서는 스마트농업 관련 표준을 개발하고 있음
- 스마트농업 참조모델 중 생산에 관련 된 표준 모델 개발에 대한 표준(ITU-T Y,PSF)은 생산 단계에서 생산자가 생산 환경을 제어하기 위한 기능들을 정의하는 표준으로 2015년도부터 표준 개발을 계속하고 있음
- 스마트팜 서비스를 제공하기 위하여 필요한 센서, 센서 노드, 구동기, 구동기 노드, 온실통합제어기, 온실운영시스템, 온실통합관리시스템 및 사용자 등 객체 간의 인터페이스에 대한 표준을 제정하는 스마트팜 인터페이스(ITU-T Y,ISG-FR) 표준이 2015년부터 개발 중에 있음

5) 농업과 관련된 여러 가지 정보(환경, 생체 등) 수집, 분석 및 디지털화를 통해 식물생육을 최적으로 제어하는 시스템임

6) 농작업 이력 추적 및 DB화를 통해 GIS의 지도정보와 밀접하게 관련시키는 종합적 관리시스템임

(2) 국외 인증현황

○ Priva : DPA 관련 문항 중 (Data processing agreement)

- AUDIT(심사관련) : Upon first request, the Processor shall make available to the Controller Information which is reasonably necessary to demonstrate compliance with the obligations laid down in this DPA and will - if available - provide the Controller with certificates (such as, for example, ISO certifications) issued by independent third part auditors evidencing this.

○ Hortimax 품질경영인증/HortiQ

- HortiQ Certified Process & Product : 온실건설, 난방시설 및 수처리설비의 설계와 설치에 관한 프로세스와 제품품질 보증

Dit certificaat Process & Product (BRL 8000) waarborgt de kwaliteit van zowel het proces als van het geleverde product. Er zijn drie aparte kwaliteitsrichtlijnen: voor het ontwerp en de bouw van kasconstructies, van kasverwarming en van watertechnische installaties.

Service und Kundendienst



- HortiQ Certified Quality System : 운송, CO2, 제어, 난방, 양액 등의 설치, 시스템 및 서비스 공급업체에 대한 보증

Het certificaat Quality System (BRL 8001) waarborgt het algemene kwaliteitsbeleid van het bedrijf. Het keurmerk is voor bedrijven die installaties, systemen en diensten aan de glastuinbouwsector leveren voor transport, CO2, regel-, warmte- en watertechniek.

○ Hoogendoorn의 주요 인증

(<https://www.hoogendoorn.nl/en/about-us/quality-innovation/>)



○ NOVAGRIC의 주요 인증

(<https://www.novagric.com/en/company-greenhouses-irrigation>)

- The AENOR Certificate conforms to the UNE/EN/ISO 9001:2008 model

guaranteeing: design, assembly, irrigation system maintenance, fertigation installations, reservoirs waterproofins, greenhouses, climate control systems in greenhouses and osmosis desalination equipment, fertigation machinery manufacturing, filter machinery and osmosis desalination plants as well as the sale of irrigation and fertigation material.



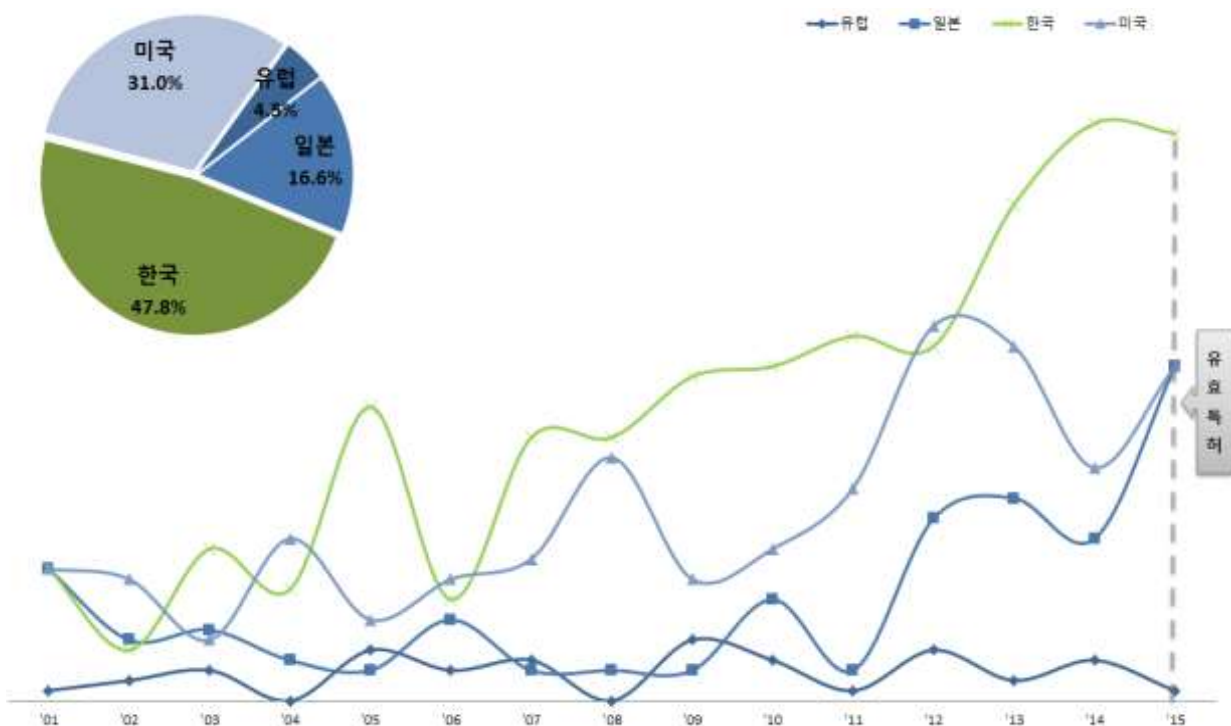
- Obtaining the Certificate AENOR UNE / EN / ISO 14001: 2004 demonstrates our commitment to environmental quality. We work to develop an intelligent agricultural systems whilst respecting the environment.

	<p>ISO 27001 Information Security Management System</p>	<p>ISO 27001 is the internationally recognized standard to show that our management system complies with all standard requirements in the field of information security. The aim is to secure the confidentiality, integrity and availability of information within our organization. With this we show that your personal and business data are well protected by us.</p>
<p>Quality management</p>		<p>Next to sustainability and user-friendliness, quality is an important principle for our innovations. The Hoogendoorn systems have a long lifespan due to the use of highly durable industrial hardware. Moreover, all systems are easy to upgrade with the latest software. As a result, this makes our automation solutions a long-term investment with a high return on investment. To secure constant quality of our products and processes, Hoogendoorn is ISO 9001 and HortiQ certified, and UL Listed.</p>
	<p>ISO 9001 quality management systems certified</p>	<p>ISO 9001 is the Internationally Recognized Standard for Quality Management Systems. With a systematic and process driven approach to managing our business, a consistent level of quality and satisfaction is delivered.</p>
	<p>Hardware quality HortiQ certified BRL 8001</p>	<p>HortiQ is an independent and reliable certificate of quality that gives you the certainty that all products have been produced according to strict technical requirements and that these meet international standards.</p>

3. 국외 스마트팜 관련 지식재산권현황

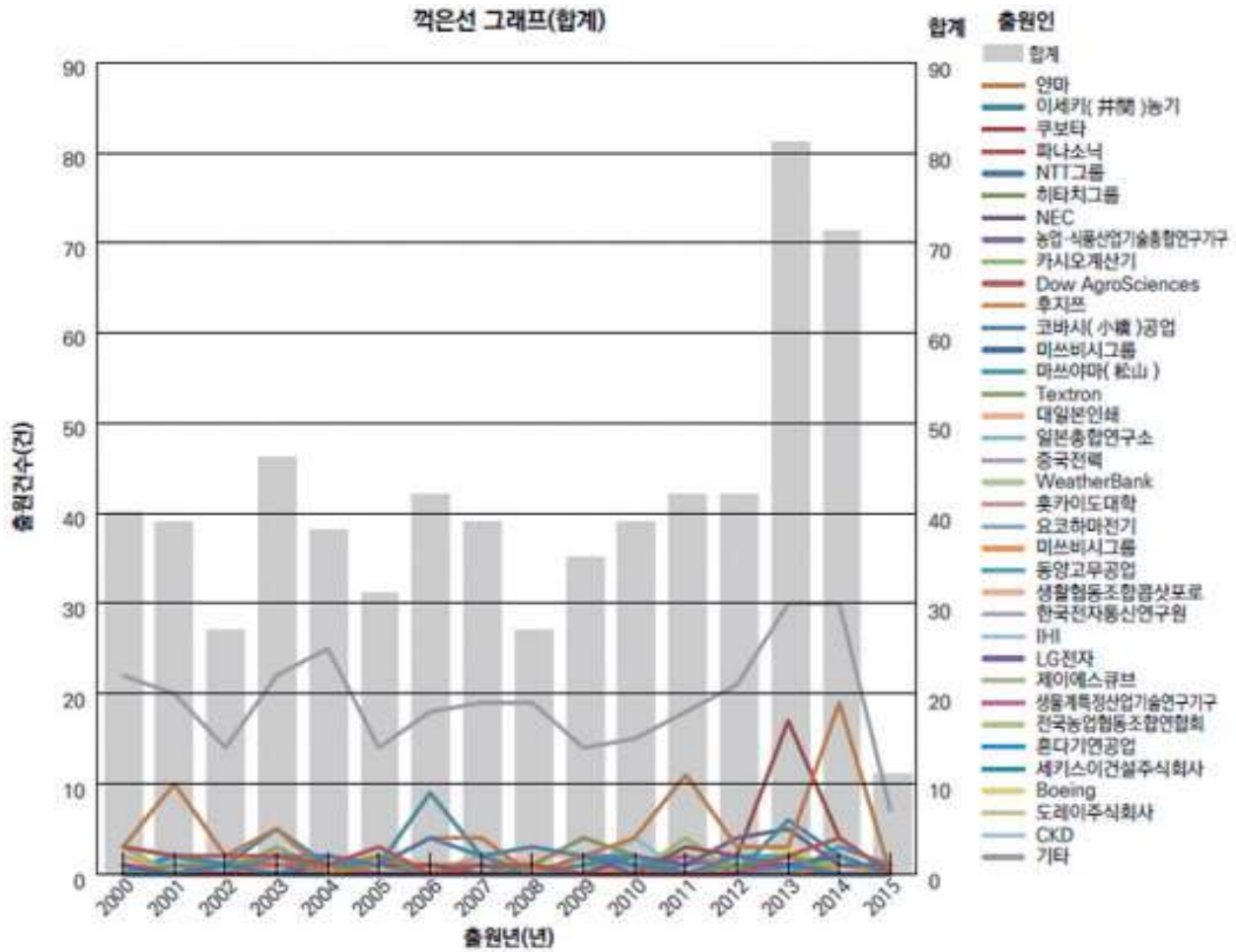
가. 국외 스마트팜 관련 특허출원동향

- ‘스마트 Plant Farm’ 기술 관련 전체 특허 905건에 대한 각 국가의 연도별 특허동향을 살펴본 결과, 한국, 미국 특허가 각각 433건(47.8%), 281건(31.0%)로 해당 분야의 기술개발 및 특허출원 활동이 활발하였으며, 일본과 유럽의 특허는 각각 150건(16.6%), 41건(4.5%)임



[그림 11] ‘스마트 Plant Farm’ 기술 관련 특허출원동향

- 2001년부터 2015년까지의 특허건수를 통하여 연평균성장률을 살펴본 결과, 유럽이 0%로 가장 성장률이 낮으며, 일본과 미국이 7%, 한국이 11%로 연평균 성장률이 가장 높은 것으로 나타남
- 미국은 2008년에 특허건수가 가장 많았으며 이후 증가추세를 보이고 있고, 일본은 2015년에 특허건수가 가장 많았으나 조사기간 동안 증감을 반복하고 2011년 이후로는 증가추세를 보이며 유럽은 특허출원건수가 미미하며 증감을 반복하고 있음
- 특허출원 건수는 미세한 증감을 반복하고, 2013년 피크이후, 2014년도에 가장 많이 출원되고 있으며, 농업 현장에의 IoT 활용 촉진으로 향후 특허출원이 급증할 전망이다



[그림 12] 스마트팜 분야 특허출원 연도별 동향

- 현재는 안마, 이세키농기, 구보타 등 농기계업체들의 특허출원이 많으며, 2014~2015년 특허출원 미공개분을 고려하면, 출원인, 발명자 모두 증가추세에 있음
- 용도별로는 수경 및 수위 수질분야에서 특허출원이 많고 식물공장이 지속적인 IoT 융합화를 진행하고 있으며, 기업별로는 구보타가 앞서가고 안마가 추격하는 구도임
- 요소기술별 특허출원건수는 센서 중에서도 환경센서 관련 특허출원이 많고, 전체적으로 데이터 송수신에 비중을 둔 특허출원이 많아지고 있음

나. 국외 스마트팜 관련 특허출원인 동향

- 국외 ICT 기자재 기술 및 스마트팜 시설 분야에서 원예 분야의 상위출원인의 출원 특허 중 주요 특허는 다음과 같음

[표 10] 국외 스마트팜 ICT 기자재 기술 및 시설 분야 주요 출원인

국가	출원번호	발명의 명칭	출원일	출원인
US	14/321660	EXPANSION STAKED COMPONENT IRRIGATION CONTROLLER	2014-07-01	SKYDROP LLC
US	13/771727	PER PLANT CROP SENSING RESOLUTION	2013-02-20	Deere & Company
JP	2014-153613	재배 모니터링 장치, 재배 모니터링 방법 및 재배 모니터링 프로그램	2014-07-29	CASIO COMPUT CO LTD
US	14/321738	AUTOMATIC DETECTION OF LEAKS WITHIN AN IRRIGATION SYSTEM	2014-07-01	SKYDROP LLC
US	14/321747	Automatic detection of expansion component irrigation controller	2014-07-01	SKYDROP LLC

- 일본 후지쓰는 생산자와 농업 관련 기업들과 공동개발을 진행하면서 독자적으로 스마트팜 실증실험을 실시하고, 이 분야의 정보 분석기술을 축적하고 있음
 - 후지쓰가 출원한 인증방법, 인증시스템 및 그 태그 장치, 정보 참조 클라이언트, 인증 서버, 정보서버 및 태그관리 서버 관련 특허(특허출원번호: 특원 2007-552823)는 트레이서빌리티 시스템에서의 보안 관련 특허로 농작물 생산시의 위장행위 방지방법임
 - 후지쓰는 누마즈 공장부지 내에 설치한 노지재배와 하우스재배로 구성된 ‘Akisai 농장’에서 양배추와 무를 재배하고, 하우스재배로는 토양에서만 재배하던 케일의 연중재배가 가능한 수경재배에 도전하였음
 - 후지쓰 와카마츠 공장의 반도체 생산용 클린룸을 전용한 Akisai 야채공장은 아키타현립대학의 특허와 이즈후지 가공기술을 바탕으로 저칼륨 야채를 생산함
 - 반도체 제조에서 축적된 로트관리, 품질관리, 원가관리방법을 농업에 적용해 고품질, 고수익 생산기술의 확립을 목표로 함

- 베지테리아는 스마트팜에 필수적인 센서와 그곳에서 얻은 데이터분석기술 등을 제공하는 농업정보 분석서비스 사업자로 농작물이 가진 본연의 영양가, 맛, 안전성을 유지하면서 안정적인 생산이 가능한 재배법을 개발함

- 식물생육, 병해충발생의 매커니즘, 식물에 필요한 영양소를 만들어내는 토양미생물의 다양한 균형 등 과학적 연구 성과와 IoT에서 얻은 일사량, 온도, 습도, 토양수분, 양분 등의 환경정보, 수액류 등의 생체정보, 시비관리와 작업기록 등 재배정보를 AI로 분석한 최적의 재배법



- 네덜란드 Lemnis Lighting은 조명에 대한 규제가 심한 네덜란드에서 식물공장의 조명효율성을 높이기 위하여 식물의 성장을 자극하는 조명디바이스 및 조명시스템 특허를 출원하였음

4. 국외 스마트팜 관련 정책동향

가. 미국 : 농업의 미래화를 향해 농업과 ICT 융합 관련 R&D 정책 추진

- 미국의 R&D 관련 정책은 미국 농무부(USDA, U.S Department of Agriculture)에서 총괄하며, 하위기관 중 ARS(농업연구청, Agriculture Research Service), NIFA(국립식품농업연구소, National Institutes of Food and Agriculture) 등의 조직이 R&D 수행의 핵심역할을 담당함
 - NIFA는 농업·자연자원 부문과 식품·지역사회자원 부문별 R&D 프로그램의 기획·총괄, 기술정보 제공 및 연구자금 집행, 관리 등을 수행함
 - ARS는 장기간 소요되는 연구 분야로 국가차원에서 개발해야할 중점분야에 대한 연구에 투자하며, 기관 내 연구결과·성과의 응용과 상업화를 도모하기 위한 기관인 OTT(기술거래소, Office of Technology Transfer)를 두고 있는 것이 특징임
- 2017년 4월, 미국 트럼프대통령은 소니 피셔 농무부장관을 주축으로 ‘농업과 농민번영을 위한 태스크포스(Interagency Task Force on Agriculture and Rural Prosperity)’를 구성하고 운영함
 - 태스크포스팀은 농촌지역의 경제발전, 일자리 확충, 기반시설 개선, 기술혁신, 에너지안보 등을 목표로 관련 법제도와 정책을 고도화하기 위한 과제를 도출함
 - 소니 피셔 농무부장관은 2018년 1월, 미국 농촌지역에 존재하는 기회를 활용해나갈 수 있는 5대 목표 및 31개 권고사항 등의 태스크포스 조사결과를 발표하였으며, 여기에 빅데이터 활용 확산, 자동화 농기구, 위성·항공이미지, 농업생명공학기술 실용화 확대 등 스마트팜 기술혁신을 위한 과제가 포함되어 있음
- 이와 같은 연구개발정책에 힘입어 미국은 스마트팜, 정밀농업, 처방농업 등 최첨단농업 관련 기술을 선도하고 있음
 - 최근 농업용 드론을 활용하여 농작물의 효과적인 생산·유통이 가능할 뿐만 아니라 드론을 통해 토양상태를 측정하여 파종에 적합한 토양을 3D지도로 제작하여 농작물 수급예측을 가능하게 하였음
 - 드론 및 항공위성 등으로 토양에 대한 다년간 축적된 방대한 데이터를 분석하여 신뢰성 있는 예측모델을 구현하고 솔루션을 제시하는데 강점을 지님

나. EU : 지속가능한 농업 위해 국가 간 협력 R&D 프로젝트 전개

- EU는 생산성 중심의 농업성장전략에서 지속가능성 중심을 농업으로의 전환을 강조하

고 있으며, 유럽혁신파트너쉽(EIP, European Innovation Partnership)의 5개 영역 중 'EIP-AGRI(EIP on the Agricultural Sustainability and Productivity)'가 농민·전문가·기업·NGO 등이 모인 농업 관련 조직으로, 스마트농업, 정밀농업에 대한 다양한 협력 연구가 추진되고 있음

[표 11] EU 혁신활동 유형별 EIP-AGRI 주요 프로젝트사례 예시)

유형	프로젝트명	참여국가	추진전략
연구혁신활동 RIA	Flourish	스위스(주관) 외 3개국	• 무인비행체(UAV), 로봇을 연계한 정밀농업솔루션 개발('15~'18년, 478만 유로)
혁신활동 IA	IOF2020	네덜란드(주관) 외 15개국	• 'Internet of Food and Farm'이라는 프로젝트명칭 하에 유럽 농식품산업 밸류체인 전반에 IoT 적용 가속화('17~'20년, 3,471만 유로)
	SWEEPER	네덜란드(주관) 외 3개국	• 파프리카 온실 내 수확로봇 상용화 위한 기능개선('15~'18년, 435만 유로)
중개·지원활동 CSA	ICT-AGRI 2	덴마크(주관) 외 16개국	• ICT, 로봇기술 기반의 정밀농업 상용화 촉진('14~'18년, 237만 유로)
	SMART-AKIS	그리스(주관) 외 7개국	• 유럽 스마트농업기술(SFT) 확산을 위한 연구·네트워킹·현장실증 지원·중개 플랫폼('16~'18년, 200만 유로)
실행그룹 OG	CTF	벨기에	• 4개 중규모 참여농장 대상 CTF(Controlled Traffic Farming)기술의 현장실증을 통한 효과 검증과 현장관심도 제고
	SOCROSense	벨기에	• GPS 기반 토양 및 작물 근접센서기술 활용 선도농가의 경험전파와 상호학습 증진

참고 : 과학기술정책연구원(2018.10) 이가은 외, '스마트농업 현장 착근을 위한 기술정책 제고방안', EU연구개발정보서비스 웹사이트(<https://cordis.europa.eu/>)(2019.12)

- '유럽혁신파트너쉽'은 EU가 보다 스마트하고 지속가능한 성장을 공동의 성장전략으로서 주도해나가기 위해 혁신연합을 구축하고 도입한 국제협력체계임
- 2012년에 발족된 EIP-AGRI에서 추진되는 협력프로젝트의 주요 혁신활동 유형은 연구혁신활동(RIA), 혁신활동(IA), 중개·지원활동(CSA)로 구분됨
- 혁신활동그룹은 융복합 신기술·제품 등에 대한 연구를 기반으로 기술시현과 소규모 시제품 실증 등을 통해 타당성을 검증하는 역할을 함
- 이들 혁신활동에 더해 국가 및 지역차원의 특정문제에 대한 현장주체 중심의 솔루션 탐색·확산을 목표로 하는 실행그룹(OG) 또한 존재함

다. EU-네덜란드 : 수출기반의 작지만 강한 농업부국

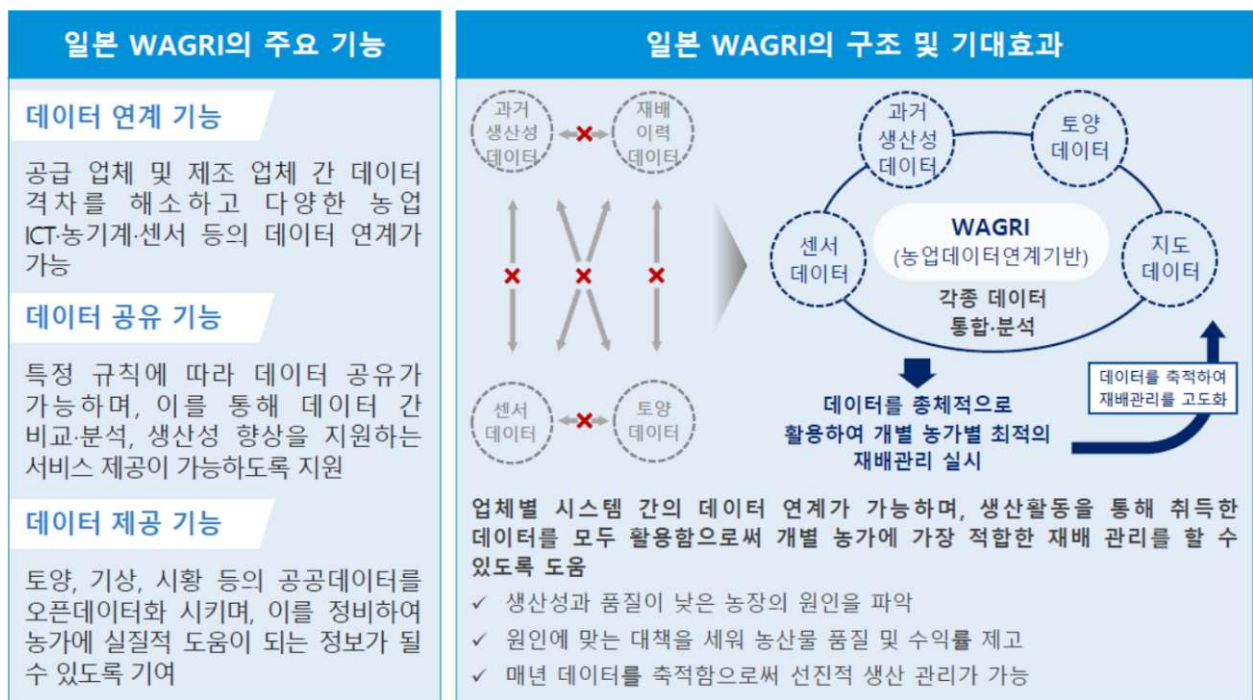
- 네덜란드 내 다수농가가 첨단설비를 도입한 스마트농가가 된 데에는 농업의 선진화를 위한 농지통합정책에 기인한다고 볼 수 있음

- 정부는 농지를 사들여 규모를 키우고 첨단설비를 도입하는 농부에게 보조금을 지급하는 반면, 농사를 포기하고 도시로 이주하는 사람들을 위해 토지를 적정가격에 팔 수 있도록 지원함
 - 1947년부터 60여 년간 일관된 정책을 펼쳐온 정책 노력에 힘입어 개별농가의 규모화가 진전되었으며, 다수가 첨단기술이 접목된 스마트농장으로 거듭남
 - 농업의 규모화·첨단화는 세계적인 온실 환경제어기업, 자동화된 축사제조업체 등을 탄생시킬 수 있었던 기반이 되었으며, 시설원에 관련 제어모듈·솔루션시장의 선두주자로 올라서는 데 크게 일조함
- 온실분야에서 가장 보편적으로 사용되는 농업 빅데이터 교환플랫폼은 와게닝겐대학 연구센터(Wageningen UR, Wageningen University and Research Center)가 2002년에 개발한 ‘렛츠그로우’라는 플랫폼임
- 렛츠그로우에는 지난 약 20여 년간의 네덜란드 내 딸기·과프리카 등 작물생육정보가 수집되어 있고 해당 플랫폼 하에서는 네덜란드 시설원예농가 대다수가 연결되어 있으며, 전 세계 어디에서나 데이터 접근이 가능하게 함으로써, 온실 환경에 대한 실시간 모니터링, 타 재배자와의 성과 비교 및 분석, 공유가 가능함
- 네덜란드에서 연구개발 구조 중 하나인 ‘ERR(Education-Extension-Research)’에서는 대학(Education)-지도(Extension)-연구(Research)기관 간 산학연 협력체계가 긴밀히 이루어지고 있으며, 그 대표적인 사례가 ‘푸드밸리(Food Valley)’임
- 푸드밸리는 식품산업을 육성하고 수출을 촉진하기 위한 목적으로 구성됨
 - 네덜란드 ‘스마트팜 혁신밸리’의 모태라고 볼 수 있는 푸드밸리는 와게닝겐시를 중심으로 반경 30km 이내에 있는 8개 도시에 소재하는 식품 관련 기업·대학·정부기관의 연합체를 의미함
 - 푸드밸리에는 네슬레, 캄피나, 하이네켄 등 네덜란드를 대표하는 글로벌 식품회사와 식품과학업체 2,600여 개, 농식품 분야 연구기관 20여 개 등이 입주해 국가식품산업을 선도하고 있음
 - 푸드밸리 외 그린포트, 시드밸리라는 원예산업 클러스터단지를 조성하여 기업, 연구기관, 정부가 협업을 이루며, 기술혁신 및 물류를 비롯한 기반시설을 제공하고 있음

라. 일본 : 정부 주도하에 민관합동의 스마트농업 개발 및 실용화

- 일본 농림수산성은 2011년 식물공장프로젝트, 2013년 차세대 시설원예 추진사업 10곳 선정, 2019년 스마트농업을 생산현장에 도입·실증함으로써 2025년까지 모든 농업에 데이터를 활용하고자 ‘스마트농업 실증프로젝트’를 실시하고 있음
- 해당 프로젝트는 홋카이도에서 오키나와에 이르기까지 69개 생산단체가 파종단계부터 유통 등 전 단계에 걸쳐 스마트농업기술을 정부·농업식품산업기술총합연구기구(NARO, National Agriculture and Food Research Organization) 등으로부터 지원받는 대신 데이터를 제공해야 하는 의무를 가짐

- 일본은 제 18회 미래투자회의에서 일본의 성장전략인 ‘미래투자전략 2018’을 발표하였으며, 이 중 지역 커뮤니티 중소기업 관련 프로젝트의 일환으로 ‘농림수산업의 스마트화’를 추진함
 - 현장에서 센서·데이터 및 빅데이터 분석을 통해 재배관리 최적화를 도모하고 로봇 및 드론을 통한 무인화, 비용최소화 추진 등을 포함시킴
- 또한, 농업데이터의 공통화를 위해 일본 내각부는 ICT 벤더 및 농기계제조업체 등 상호가 보유하고 있는 서로 다른 시스템 간의 데이터 연계가 가능하도록 ‘농업데이터연계기반협회(WAGRI)’를 창립함
 - WAGRI는 농업인이 데이터를 활용하여 생산성을 향상시키거나 경영개선을 도모할 수 있는 환경을 조성하기 위한 데이터플랫폼이며, 2019년 4월부터 본격적으로 가동됨
 - 일본 정부는 본 프로젝트의 추진과 더불어 농업과 관련한 단체의 폭넓은 참여를 추진하여 데이터의 제휴·공유·제공의 범위를 생산에서 가공, 유통, 소비에 이르는 밸류체인 전체로 확대함

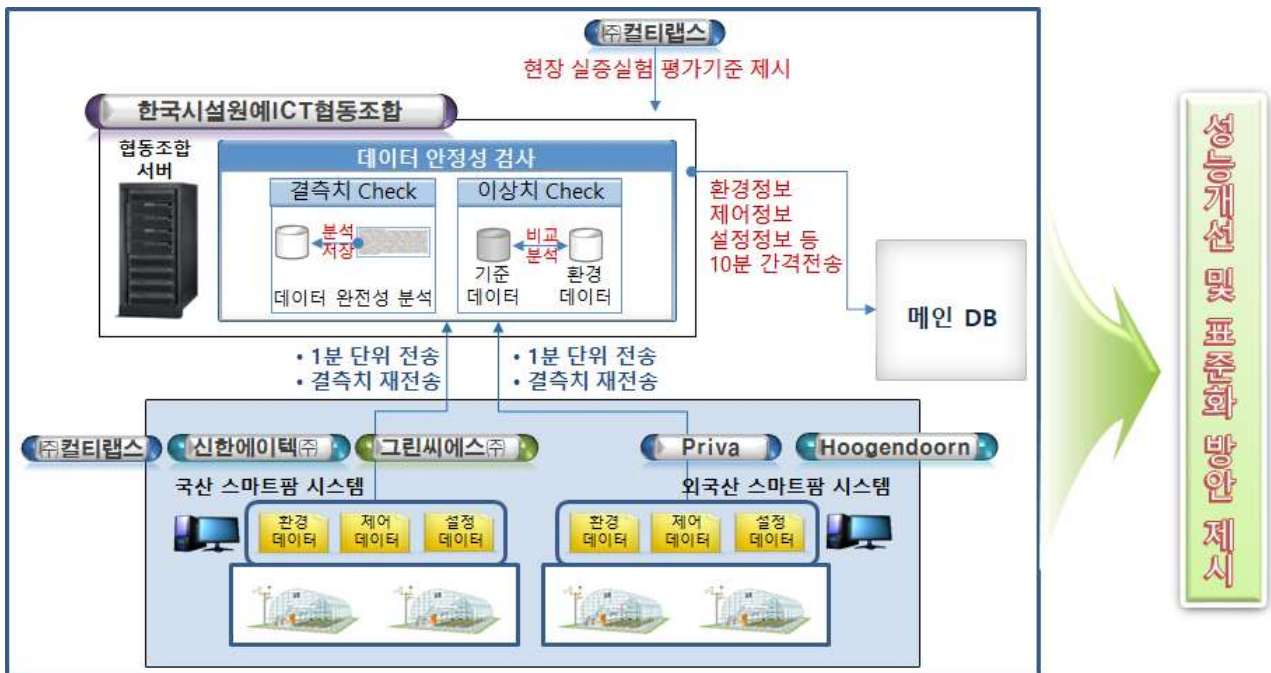


참고 : 일본 농림수산업성(2018), ‘농업데이터 연계 기반(WAGRI)의 구축에 관해’

제 3 장 연구개발수행내용 및 결과

1절 연구개발 수행내용

- 주요 스마트팜 ICT기기(환기제어, 냉난방제어, 광량제어, 양액제어, CO₂ 제어)를 선정하여 현장 실증 및 데이터를 확보하고, 이를 통한 성능평가방법을 마련하기 위한 수행체계는 다음과 같이 구성되었음. 단, 분석내용에서 광량제어부문(스크린제어)은 관련 제어설정 값이 다양하고, 각 데이터 간 상관관계가 상이하하여, 온실 내부의 환경변화 분석으로 대체하여 진행함



[그림 13] 연구수행 개념도

1. 연구개발의 추진전략·방법 및 추진체계

가. 연구개발 추진전략 및 방법

- 스마트팜 ICT기기에 대해 시장 및 기술/정책 현황 등을 조사하고 주요 핵심 스마트팜 ICT기기(환기제어, 냉난방제어, 광량제어, 양액제어, CO₂ 제어) 선정기준을 마련함으로써 실증사이트(주컬티랩스, 신한에이텍주, 그린씨에스주)를 통한 현장 설치 및 검증을 수행하였음
- 확보한 현장실증데이터의 결측치, 이상치 등 완전성에 대해 지속적으로 Data를 백업 및 검증(한국시설원예ICT협동조합)하고 이를 바탕으로 스마트팜 ICT 기기의 성능개

선 및 표준화 방안을 제시함



국산 및 외국산 스마트팜 ICT기기 현장 실증 및 분석

나. 연구개발 추진체계

연구개발과제		총 참여 연구원	
과제명	스마트온실 국산 기기의 외국산 대비 특성·성능 비교를 통한 기술 고도화	주관연구책임자 (곽철순)외 총 15명	
기관 별 참여 현황			
구 분	연구기관수	참여연구원수	
중소기업	4	16	
(주)컬티랩스	한국시설원예ICT 협동조합	신한에이텍(주)	그린씨에스(주)
연구책임자명 (곽철순)외 2명	연구책임자명 (안장덕)외 3명	연구책임자명 (장재욱)외 3명	연구책임자명 (서해근)외 4명
담당기술개발내용	담당기술개발내용	담당기술개발내용	담당기술개발내용
○ 스마트팜 ICT기기 관련 기초자료 조사 및 분석 ○ 스마트팜 ICT기기의 선정기준을 마련하고 국산/외국산 기기 현장 실증	○ 현장 실증데이터 완전성에 대해 지속적으로 검증하고 이를 바탕으로 스마트팜 ICT 기기의 성능개선 및 표준화 방안을 제시	○ 국산 및 외국산 스마트팜 ICT기기 설치·평가용 스마트 온실을 확보하고 현장에서 수집 가능한 데이터 확보 및 분석 수행	○ 국산 및 외국산 스마트팜 ICT기기 설치·평가용 스마트 온실을 확보하고 현장에서 수집 가능한 데이터 확보 및 분석 수행

다. 주요 분석내용 및 방법

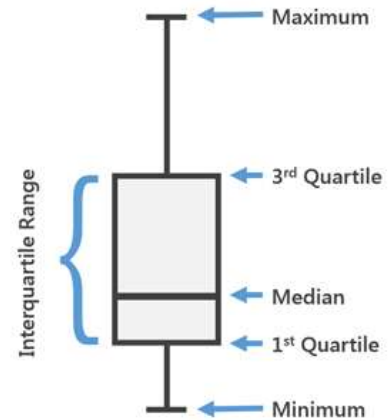
(1) 환경제어 성능비교

(가) 성능비교항목

- 내부 온도, 내부 습도, 내부 CO₂ 농도 등

(나) 기술통계

- 기술통계항목 : 내부온도·습도, 내부광량/일사량, 내부 CO₂ 농도, 외부온도·습도 외부일사량 등
- 기술통계량 : 평균값, 표준편차, 최소값, 최대값, 1/4분위값, 중위값, 3/4분위 값
- 기술통계범주 : 일별 시각, 주, 월 등

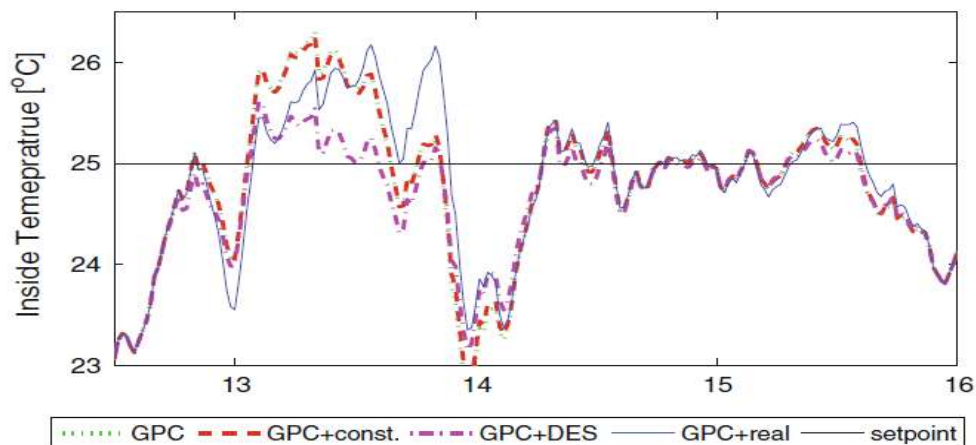


[그림 14] 기술통계량과 박스 차트 예시

(다) 성능비교 지표

- 제어항목 수집 : 단위 주기시간 (예: 1분) 마다 각 항목을 수집
- 절대오차적분(IAE; Integral Absolute Error) :아래 값을 적용하여, 각 항목과 실증사 이트별 Data를 비교 분석함

$$\int |\epsilon| dt, \epsilon \text{는 (실측값} - \text{목표값)}$$



[그림 15] 제어온도 목표값(setpoint)와 각 제어 알고리즘에 따른 제어 이력 예(GPC: Generalized predictive control; Double exponential smoothing)

(2) 가혹환경에서의 복합환경제어 성능비교

(가) 가혹환경

- 혹서 : 일 최고기온 33 ℃ 이상 2일 이상 지속
- 혹한 : 아침 최저기온이 -12℃ 이하가 2일 이상 지속
- 호우 : 3시간 강수량이 60mm, 12시간 강수량이 110mm
- 대설 : 24시간 신적설이 5cm 이상
- 건조 : 습도 35% 이하 2일 이상 지속
- 풍랑 : 일 최대풍속이 20m/s 이상
- 큰 일교차 : 일교차 14℃ 이상

(나) 복합환경제어 성능비교

- 다.(1) 환경제어성능비교 항목과 같이 각 가혹환경의 기술통계량 산출과 정량적 성능 비교지표를 도출

(다) 사례분석(Case Analysis)

- 가혹환경조건에서의 제어이력을 바탕으로 각 환경제어기의 사례를 분석함. 사례분석에서 아래와 같은 성능비교를 수행할 수 있음
 - 혹서 시 내부온도 하강을 위한 천창, 측창을 개방여부
 - 혹서 시 내부온도 하강을 위한 미스트를 가동여부
 - 혹한 시 내부온도 상승을 위한 보온커튼 가동여부
 - 내부습도와 외부습도 환기 가동 조건
 - 미스트 가동 시 습도 조절을 위한 환기 여부
 - 습도제어, 온도제어를 위한 조건 상충 시 측창, 천창 가동 양상
 - 혹한 시 보온커튼, 보일러, 광량/일사량 가동 양상
 - 풍랑 시 측창, 천창 가동여부
 - 호우 시 측창, 천창 가동여부
 - 일교차가 클 때의 환경 관리
 - 그 이외에 단일환경이 아닌, 2가지 이상의 복합환경제어를 위한 액츄에이터 가동 양상 사례분석

(3) 관수제어 성능비교

(가) 성능비교항목

- 관수 유량, 관수 EC, 관수 pH

(나) 성능비교 지표

- 제어항목 수집: 매관수 시에 단위 주기시간 (예: 10초) 마다 각 항목을 수집
- 유량제어 성능지표: (실제 공급 유량)/(목표 유량) × 100 (%)
- EC, pH 제어 성능지표: EC, pH는 초기값과 제어목표값이 ± 20% 이상 차이날 경우, 목표값 ± 10% 범위에 정착할 때 까지 다음 지표를 측정한다.
 - 초기값(Initial value)
 - 제어목표값(Target value)
 - 상승시간(Rise time, s): 초기값으로부터 제어목표값에 도달하기까지의 시간
 - 최고점시간(Peak time, s): 초기값으로부터 오버슈트지점까지 도달하기까지의 시간
 - 오버슈트(Overshoot, %): 제어목표값을 초과하여 제어되었을 경우, 목표값 대비 최대 초과값의 비율
 - 정착시간(Settling time, s): 목표값에 도달하기까지의 시간
- EC, pH 정상상태 성능지표: EC, pH의 제어목표값이 초기값의 ± 10% 범위 이내인 경우, 혹은 관수도중 실측값이 목표값의 ± 10% 범위 이내에 정착한 경우 다음 지표를 측정함

절대오차적분(IAE; Integral Absolute Error): $\int |\epsilon| dt$, ϵ 는 (실측값 - 목표값)

(다) 오류 및 경고

- 오류 및 경고 횟수: 시스템 오류, 센서 오류, 액츄에이터 오류, 제어 알고리즘 오류, 관리자의 오조작 등으로 분류
- 경미 오류 및 경고 횟수: 정상적으로 작동하는 데에 문제가 없는 오류
- 중대 오류 및 경고 횟수: 정상적으로 작동하지 않아서 발생한 오류이나, 내외의 간단한 조작 혹은 제어기 전원을 껐다가 켜으로써 해결할 수 있는 오류
- 매우중대 오류 및 경고 횟수: 정상적으로 작동하지 않아서 발생한 오류이며, 설비의 수리, 교체 혹은 1시간 이상의 조작을 요하는 오류

- 무오류 제어일수: 오류 없이 환경-관수제어가 이루어진 일수의 기술통계

(라) 효율성

- 기술통계량: 각 항목에 대해 주기별 평균값, 표준편차 최소값, 최대값, 1/4분위값, 중위값, 3/4분위값 등의 기술통계량을 도출
- 사용 전력량
- 난방유 사용량
- 액츄에이터 조작 횟수/시간: 천창, 측창, 유동팬 등 액츄에이터의 조작횟수 통계
- CO2 밸브 작동시간: CO2 공급량을 나타내는 간접지표
- 관수횟수/시간
- 관수 금액 및 배액량
- 배액 EC 적분

2. 주요 실증사이트 내용

가. 실증사이트 현황

○ 연구에 활용된 (주)컬티랩스, 신한에이텍(주), 그린씨에스(주) 스마트팜 온실 현황은 다음과 같음

<(주)컬티랩스>

농가명	원북면영농조합법인	온실타입	벤로형 유리온실
재배면적	2,300평(2019.01 준공)	재배작물	토마토
사용장비	(주)컬티랩스기기(환기제어, 냉난방제어, 광량제어, 양액제어, CO ₂ 제어)		
온실위치	충남 태안군 원북면 황촌리 1153-2		

온실사진





주요 시스템 사진



Culti Data
생육속정시스템 (애플리케이션)
 모바일 장비 (스마트폰)로 이미지, 동영상 촬영을 통한 작물 생육상태와 병해충 발생 등 정보 수집 및 관리 시스템

Culti Processor
복합환경제어기
 온실 내외부 환경을 디지털 분석과 수집, 정확한 계산과 예측으로 사용자가 설정한 작물 생육조건에 다양한 구동기 조작

Culti Farm
지상부 (온실) 모니터링시스템
 적외선 온도센서와 주변 온습도, CO₂, 빛사량 데이터를 수집하여 작물 생육상태 계속

Culti Farm
근권부 (뿌리) 생육속정시스템
 작물 배지 (광안, 크리어 등) 무게를 이용한 양액 공급량, 흡수량과 주어진 수분분자를 모니터링 하고 관수 스케줄에 적용



<신한에이텍(주)>

농가명	신한에이텍(주)	온실타입	철골조 연질필름온실
재배면적	300평	재배작물	토마토, 딸기, 파프리카
사용장비	신한에이텍(주) 기기 VS Hoogendoorn 기기 (환기제어, 냉난방제어, 광량제어, 양액제어, CO ₂ 제어)		
온실위치	경상남도 창원시 마산합포구 진북면 진북산업로 116-31		

위치사진



온실 내외부사진



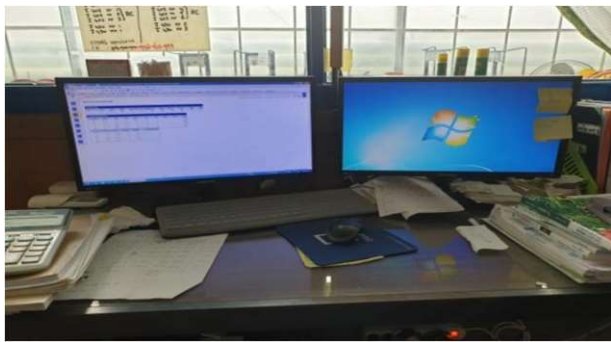
<그린씨에스㈜>

농가명	조정관	온실타입	벤로형 유리온실
재배면적	6,500평	재배작물	파프리카
사용장비	그린씨에스(주) VS Priva CONNEXT		
온실위치	전남 화순군 도곡면 대곡리 966-1번지		

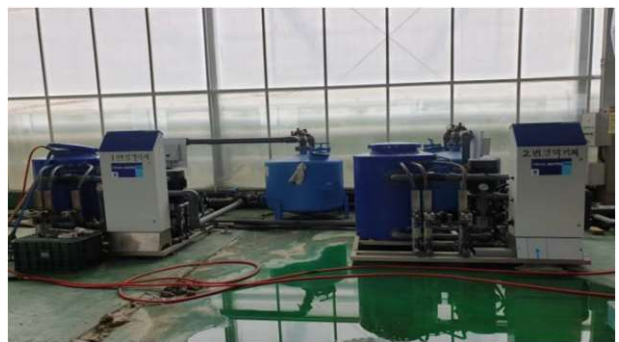
온실사진



제어기 설치사진



양액기 설치사진



나. 주요 장비 제원

○ 각 실증사이트별 주요 장비 제원들은 다음과 같음

<㈜컬티랩스>

복합환경제어기		
	모델명 : CultiProcessor 규격 : 570 x 265 x 700 mm 제원 : 제어컴퓨터 1대, 서버컴퓨터 1대 제어노드 4대 (* 구성품 상세제원 별도)	
	제어 컴퓨터	CPU : Intel Atom E3826 1.46GHz Graphics : Intel HD graphics COM : RS-232/485 (COM1) RS-232 (COM2) RAM : 8GB DDR3L Power : 8~35 V DC input
	서버 컴퓨터	CPU : Intel core i7-8700 RAM : 8GB DDR4 SSD : MX500 (250GB) HDD : Seagate 2TB Power : 500 W-12 V
	제어노드 (Node)	CPU : 1.2GHz ARM Cortex-A33 MP4 RAM : 1GB LPDDR2 GPIO : 40 pin SD Slot : MicroSD
전원, 보일러, 제어판넬, 구역난방펌프		
	메인 전원 판넬	-
	보일러 순환 판넬	튜브레일난방수 공급펌프 (메인)
		국부난방수 공급펌프 (메인)
		측면난방수 공급펌프
	온실 수동제어 판넬	천창 1, 2구역
		측면커튼 1, 2구역 (남,북,동)
수평커튼 1, 2구역 (3중)		
유동팬		
	이산화탄소	

양액제어기



모델명 : CultiNutrifeed
규격 : 500 x 250 x 900 mm
제원 : 관수펌프 1대,
 원수펌프 1대,
 믹싱탱크 1대,
 양액공급밸브 4식,
 제어컴퓨터 1대,
 제어보드 1대 (자체제작)

관수펌프	Model : MVI 805
원수펌프	Model : PU-1700M
믹싱탱크	150 L (PE)
농축액 공급밸브	Model : GEM-SOL (Israel)
제어 컴퓨터	CPU : Intel celeron 2.7GHz RAM : 4GB DDR4 Graphics : Intel UHD 600 Power : 65 W-12 V

메인/구역 난방펌프



구성 : 주난방펌프 1대, 국부난방펌프 1대, 측면난방펌프 1대, 튜브레일 펌프 2대, 생장점난방펌프 2대 (구역별)

주난방펌프	Model : PIL-1208B Capacity : 2 m ³ /min
국부난방펌프	Model : PIL-6502B Capacity : 0.5 m ³ /min
측면난방펌프	Model : PIL-1208B Capacity : 2 m ³ /min
튜브레일난방펌프	Model : PIL-1005B Capacity : 1.58 m ³ /min
생장점난방펌프	Model : PIL-8003B Capacity : 1.0 m ³ /min

천창 / 수평커텐 개폐기



구성	천창 1, 2구역	수평커텐 1, 2구역 (상, 중, 하)
제원 (천창, 수평커텐의 구동기 모델 동일)	동/서방향 (Windside, Leeside)	상 : 보온커텐
	Model : 535790 (RIDDER)	중 : 차광커텐
	Capacity : 3.0/3.6/min	하 : 차광커텐

유동 팬



구성	1구역_14대	2구역_16대
제원	Model :723561RO (PRIVA) 0 Pa_4600 m ³ /h, 50 Pa_3450 m ³ /h	

온실 내부 환경데이터수집 Measuring Box



구성	구역별 남/북방향 2대, 온/습도, CO ₂ 모듈 1	
제원	Model : SH-VT260	
	CO₂	
	Range : 0 ~ 5000 ppm	Accuracy : ±2% (full scale)
	Update Time : 2.0 sec	
	온도 (건구온도)	
	Range : -25.0 ~ 85.0 °C	RS-485
	Range : -10.0 ~ 50.0 °C	4~20 mA, 0 ~ 5 V
	Accuracy : ±0.3 °C	
	습도	
	Range : 0 ~ 99.9 % RH	4 ~ 20 mA, 0 ~ 5 V
Response Time : 2.0 sec		
Accuracy : ±2% RH		

외부기상대



Model : Vantage Pro 2

측정항목

외기온도 (°C)

대기압 (hpa)

습도 %

감우 (Yes/No)

강우량 (mm/h)

광도 (W/m²)

풍향 (360도), 풍속 (m/s)

이산화탄소

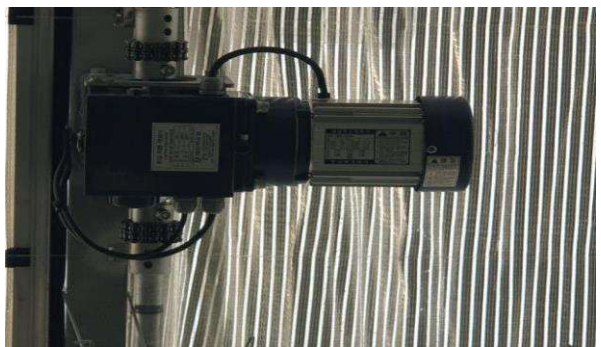


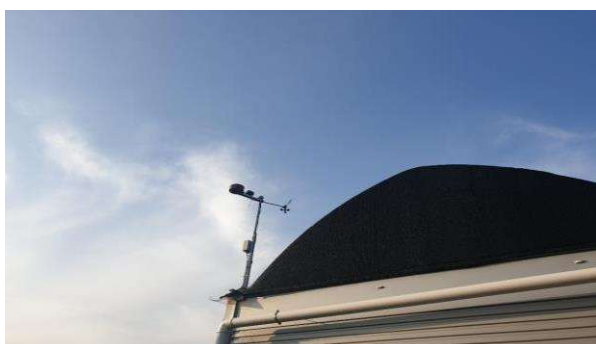
L-CO₂ Storage Tank

내용적 : 5312 ℓ

<신한에이텍㈜>

[GK-3000 농가]







[호겐도른 농가]



[주요 장비 제원]

복합환경 제어기



모델명 : GK-3000
 규격 : 500*300*200
 제원 : 제어컴퓨터 1대

제어구역	1구역(기본)~8구역(옵션)
외부기상대	외부온도, 감우, 풍향, 풍속, 일사
온실 내부 센서(기본)	온도, 습도, CO2센서, 배지온도
온실 내부 센서(옵션)	배액EC, pH(최대16개소), 배액량, 배지EC, 배지수분

양액제어기



모델명 : SH-3000
 규격 : 1200 x 1400 x 1400 mm
 제원 : 관수펌프 1대,
 급수펌프 1대,
 믹싱탱크 1대,
 양액공급밸브 1~32식, 64식(옵션)
 제어컴퓨터 1대

관수펌프	Model : CDX200/306
급수펌프	Model : CDX200/206
믹싱탱크	150 L (PE)
농축액 공급밸브	Model : GEM-SOL (Israel)
제어방식	시간제어, 외부신호(최대6개), 광량제어

전원, 보일러, 제어판넬, 구역난방펌프



메인 전원 판넬	보일러 순환 판넬	온실환경제어 수동제어판넬
-	튜브레일난방수 공급펌프 (메인)	천창 1, 2구역
	국부난방수 공급펌프 (메인)	측면커텐 1, 2구역 (남,북,동)
	측면난방수 공급펌프	수평커텐 1, 2구역 (3중)
		유동팬
		이산화탄소

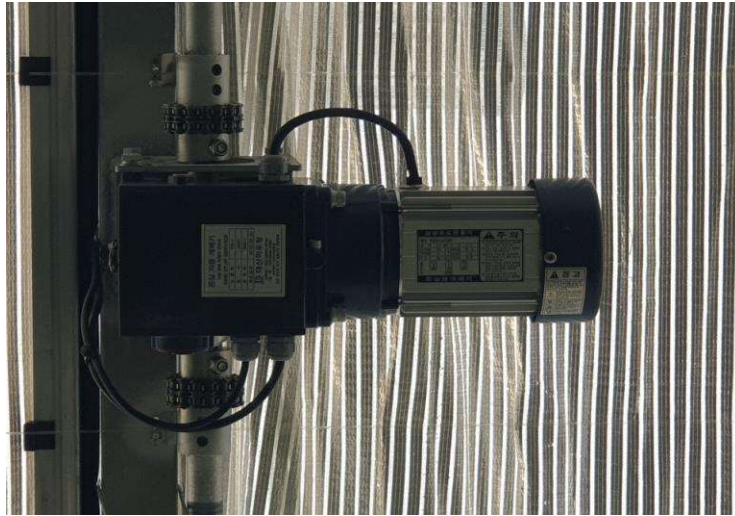
메인/구역 난방펌프



구성 : 주난방펌프 1대, 국부난방펌프 1대, 측면난방펌프 1대, 튜브레일펌프 2대, 성장점난방펌프 2대 (구역별)

주난방펌프	Model : PIL-1208B Capacity : 2 m3/min
국부난방펌프	Model : PIL-6502B Capacity : 0.5 m3/min
측면난방펌프	Model : PIL-1208B Capacity : 2 m3/min
튜브레일난방펌프	Model : PIL-1005B Capacity : 1.58 m3/min
성장점난방펌프	Model : PIL-8003B Capacity : 1.0 m3/min

천창 / 수평커튼 개폐기



구성	천창 1, 2구역	수평커튼 1, 2구역 (상, 중, 하)
제원 (천창, 수평커튼 구동기 모델 동일)	동/서방향 (Windside, Leeseide)	상 : 보온커튼
	모델 : DS-1	중 : 차광커튼
	형식및감속비 : 380V, 600:1	하 : 차광커튼

유동팬



제원	Model : ACF250 (대동기업사) 50W, 60Hz 0.3A, 1600RPM
----	---



온실 내부 환경데이터수집 Measuring Box



구성	구역별 남/북방향 2대 온/습도, CO2 모듈 1	
제원	Model : SH-VT250	
	CO2	
	Range : 0 ~ 5000 ppm	Accuracy : ±2% (full scale)
	Update time : 2.0 sec	
	온도 (건구온도)	
	Range : -25.0 ~ 85.0 ℃	RS-485
	Range : -10.0 ~ 50.0 ℃	4~20 mA, 0 ~ 5 V
	Accuracy : ±0.3 ℃	

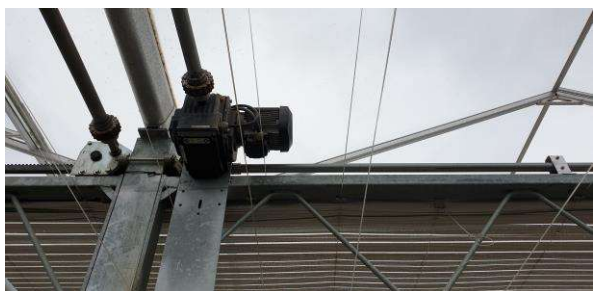
[신한에이텍 제품상세]

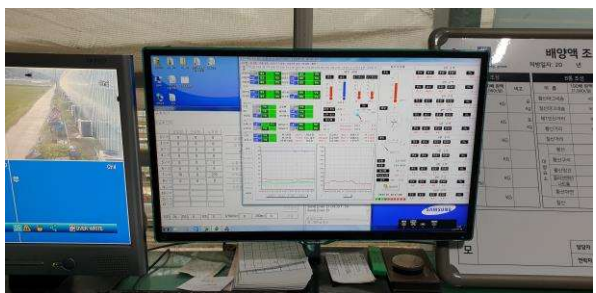
제품명	양액제어기	
모델명	SH-3000	
규격 및 재질	믹싱형 또는 챔버형, 용량 : 시간당 5~25m ³ /h	
제품 사진		
주요기능	<ol style="list-style-type: none"> 1. 스마트팜 시스템에 연결가능 2. 완전히 다른 2개작물 재배 가능 3. 외부 센서에 의한 관수기능 4. 2개 그룹별 관수와 시간별 관수 기능 5. 관수 그룹마다 3개의 주기 사용 6. 일사값에 의한 EC값 감소기능 	
제품소개서	<ol style="list-style-type: none"> 1. 2개의 EC,pH센서를 이용하여 제어가 가능하다 2. 산, 알칼리 선택으로 사용이 가능 3. 그룹별 양액탱크 선택이 가능하여 완전 독립된 2개의 프로그램으로 복합 작물 재배가 가능하다. 4. 출력시험이 가능하여 각종 출력테스트가 용이하다. 5. 비상관수 기능이 있어 설정시간의 간편한 1회 관수가 가능하다. 6. 일사값에 따라 비례적으로 설정 EC를 조절할 수 있으며, 관수 후 누적일사에 의해 관수설정값과 EC 설정값을 조절할 수 있다. 7. 함수율 측정센서 장착하여 함수율에 의한 급액 가능하며 배지 내의 EC, 함수율, 온도를 모니터링할 수 있다. 8. 일사량에 따라 EC값을 가감할수 있다. 9. 공급 관수량, EC, pH, 빛수, 시간 등의 데이터를 저장·출력할 수 있다. 10. 온실용 복합환경제어기와 연계하여 일사센서 값을 공유해 PC에서 제어할 수 있다. 	

제품명	환경제어기	
모델명	GK-3000	
규격 및 재질	온실용 복합환경제어기	
제품 사진		
주요기능	<ol style="list-style-type: none"> 1. 지역별 일출, 일몰에 의한 시간설정 및 제어가능 2. 센서에 의한 온실환경 모니터링 및 시설물 제어 3. 환기창, 커튼, 난방기와 기타 보조장치의 제어설정 기능 4. PC프로그램을 이용한 복합환경제어 기능 5. 하루 6개 주기의 설정으로 최대 99개 구역 개별제어 	
제품소개서	<p>본 시스템은 온실 내·외부의 생장환경(일사, 감우, 외부온도, 풍향, 풍속, 실내온도, 실내CO₂)을 모니터링하여 복합환경제어기에 미리 설정된 생장환경 프로그램에 따라 온실에 설치되어있는 각종 시설물의 모터 및 밸브를 자동으로 제어하여 작물의 최적 생육환경을 조성하고 데이터를 저장하여 재배자가 원하는 온실 환경을 제공하는 시스템이다.</p>	
	<p>○소프트웨어 구성 내용</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 지역별 일출 일몰에 의한 시간 설정 및 제어가능 2) 환기, 난방온도, 천창, 측창, 커튼, 측커튼등 6단계 설정가능 3) 광량, 누적광량, 내부습도의 변수값에 의한 환기온도, 난방온도 설정가능 4) 바람 방향에 따라 천창, 측창 좌우 개별제어 가능(wind side, lee side) 5) 수평커튼3개소, 수직커튼 3개소 제어가능 6) 고온저온설정으로 경보온도 발생시 자동개폐온도 설정가능 7) 이중창, 유동팬, 배기팬, Co₂훈증기, 스프링클러, 에어포그, 보광등, 냉난방기 연결가능 8) 순환펌프2개소, 보조난방기, 난방관 온도에 의한 3way밸브2개소 사용가능 9) 모든 설정 값과 센서 값, 실행 값은 분단위로 기록·저장되며 기간별 최소, 최대, 평균값의 표 또는 그래프를 나타낼 수 있으며, 이벤트 발생 시 즉시 저장 	

<그린씨에스㈜>

[마그마 농가]





[마그마 농가의 주요 장비 제원]

복합환경제어기



모델명	마그마(MAGMA)	제어 컨트롤러 CPU : CB405RT COM : RS-232C/485/TTL 3 channel A/D : 10bit 8channel , 16bit 8channel I/O : 양방향 58pin
규격	750 x 500 x 200 mm	DATA 메모리 : 110KB , 4K EEPROM 메모리 Power : 24V DC input
제원	제어컴퓨터 1대 제어보드 1대(자체제작) 제어노드(* 구성품 상세제원 별도)	제어컴퓨터 CPU : intel i3-9100 RAM : 4 GB MEMORY : SSD 250 GB / HDD 1 TB

양액제어기



모델명 : 마그마1000v2.0
 규격 : 1020 x 400 x 200
 제원 : 관수펌프 1대,
 원수펌프 1대,
 믹싱탱크 1대,
 양액공급밸브 5식,
 제어컴퓨터 1대,
 제어보드 1대(자체제작)

관수펌프 Model : Ebara 32-160/4.06 60Hz

원수펌프 Model : PU-1701M

믹싱탱크 : 150 L (PE)

농축액 공급밸브 Model : GEM-SOL (Israel)

양액기 CPU

GUI 모듈

CPU : ATMEGA2560/
16MHz

디지털 입력포트 : AD 16ch,
DI 8ch

통신 : TTL232 3ch

CPU : STM32F103V/ 72MHz

디지털 입력포트 : 8ch

통신 : TTL 232 1ch

제어판넬



온실환경제어 수동제어판넬

천창 1, 2, 3, 4구역

측면커튼 1, 2, 3, 4구역 (4면)

수평커튼 1, 2, 3, 4구역 (2중)

유동팬

이산화탄소

냉난방기



모델명	HAPUF2801120 / 구역당 10개
정격전압	380V 3상 4선 60hz
소비전력	11.4kW
난방능력	32,000W
냉방능력	28,000W
치수	800 * 1000 * 1050 mm
중량	210 kg
설계압력	고압 2.7 Mpa / 저압 1.3 Mpa

천창 / 수평커튼 개폐기



구성	천창	수평커튼 (상, 하)
제원 (천창, 수평커튼 구동기 모델 동일)	동/서방향 (Windside, Leeside) Model : 543211 (RIDDER)	상 : 보온커튼
	Capacity : 5.90kg/m	하 : 차광커튼

유동 팬



제원

Model : DS 900-2
 크기 : 400mm(지름)
 소비전력 : 220VAC 60w
 RPM : 1604/min
 최대풍량 : 30m²/min
 재질 : 알루미늄
 설치수량 : 65대/구역

온실 내부 환경데이터수집 Measuring Box



구성	구역별 2대 온·습도, CO2 모듈 각 1
온·습도	
측정 방법	NTC-10kΩ/25℃
해상도	0.1℃
Range (Temperature)	-20℃ ~ +80℃
Range (Humidity)	0 ~ 100% RH
Update time	5 SEC m/s
Accuracy	±0.1℃
CO2	
측정 방법	Non-Dispersive Infrared (NDIR)
Range (CO2)	0 ~ 2000 ppm
출력 신호	RS-232C or 0 ~ 5V

외부기상대



제원	외부온도계	ntc-10k Ω /25 $^{\circ}$ C
	풍속계	wind cups and magnetic switch
	풍향계	wind vane and potentiometer
	일사량 검출기	silicon photodiode
	감우계	verify conductivity over gold grid

이산화탄소 공급장치



제원

4.9ton LCO2 SOTRAGE TANK

[프리마 농가]





[프리마 농가의 주요 장비 제원]

복합환경제어기



모델명	Connex
규격	1200 x 800 mm
제원	제어컴퓨터 1대 제어보드 1대(자체제작) 제어노드(*구성품 상세제원 별도) 제어프로그램(Priva office)

양액제어기



모델명	NUTRI Flex	
제원	양액시스템 2 대 관수펌프 1대 원수펌프 1대 믹싱탱크 1대	양액공급밸브 3식 제어컴퓨터 1대 제어보드 1대 (자체제작) 샌드필터
관수펌프	A96504448P31342 5.50kW 25.3m³/h	
원수펌프	A96504447P31345 4.00kW 25.3m³/h	
믹싱탱크	400 L (PE)	

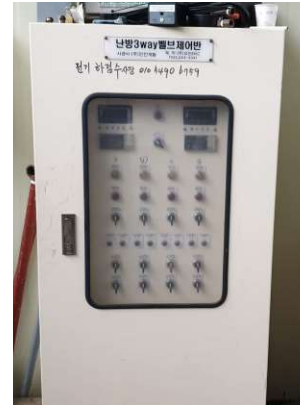
제어판넬



온실 제어 판넬



보일러 제어 판넬



난방 3way 밸브 제어 판넬

천창 1, 2, 3, 4구역
 측면커튼 1, 2, 3, 4구역 (4면)
 수평커튼 1, 2, 3, 4구역 (2중)
 유동팬
 이산화탄소

메인/구역 난방펌프



보일러



난방펌프

제조사 : 록원
 형식 : JI 1060
 연료 : 경유
 용량 : 2,500,000 kcal
 연료소비량 : 3256kW (280×104 kcal/hr)
 동력 : 380V(3Φ) 60Hz

(주)경동기전
 모델 : PIL5C1045EE
 유량 : 2.5 m³/min

Rotary valve actuator

Honeywell
 모델 : VMM 40-24
 런타임 : 3.5 min/90o

천창 / 수평커텐 개폐기



구성	천창	수평커텐 (상, 하)
제원 (천창, 수평커텐 구동기 모델 동일)	동/서방향 (Windside, Leeseide)	상 : 보온커텐
	Model : EWA 16 (lock)	하 : 차광커텐
	Capacity : 5 rpm / 900Nm	

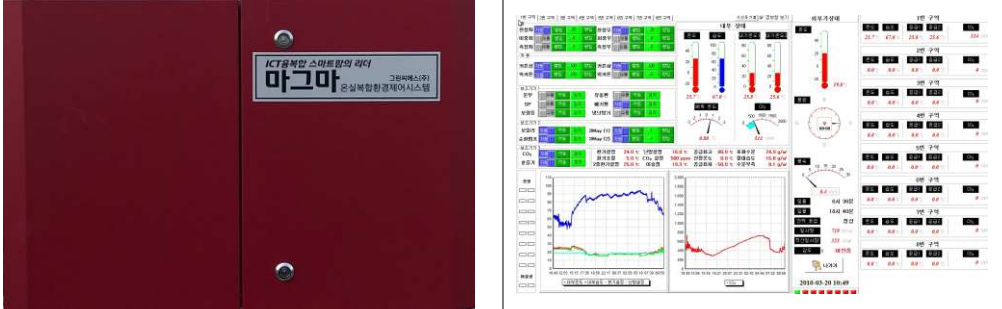
유동팬



구성	1구역_14대
제원	Model :723510 (PRIVA) 0 Pa_4300 m3/h, 30 Pa_3150 m3/h

[그린씨에스 제품상세]

제품명	양액제어기	
모델명	마그마1000 V2.0	
규격 및 재질	믹싱형 또는 챔버형, 용량 : 시간당 5~25m ³ /h	
제품 사진		
주요기능	<ol style="list-style-type: none"> 1. 일사누적 속도에 의한 관수량, EC값 변경기능 2. 질소 감비 기능 : 누적일사량에 따른 액비 선택 기능 3. 함수량 센서에 의한 관수기능 4. 3개 그룹별 관수와 시간별 관수 기능 5. 관수 그룹마다 4개의 주기 사용 6. 일사값에 의한 EC값 감소기능 7. 일사비례 관수기능 및 스케줄 기능 	
제품소개서	<ol style="list-style-type: none"> 1. 관수 시작시간을 일출시, 고정시에 의해 설정할 수 있다. 2. 하루를 4개의 주기로 구분하여 각 주기별로 누적일사량, 함수율에 의한 관수, 대기시간 등의 설정을 달리할 수 있어 근권부 양수분 균형을 최적으로 맞출 수 있다. 3. 1회 관수량을 시간에 의한 물량, 구역 당 물량, 드리퍼 당 물량 중 한 가지를 선택하여 설정할 수 있다. 4. 3개의 관수그룹과 시간별 관수설정을 각각 설정하여 관수구역별로 관수 방법을 선택할 수 있다. 5. 화면선택 및 출력 테스트 기능이 있어 필요 화면을 선택하고 각 출력기기의 작동상태를 확인할 수 있다. 6. 일사값에 따라 비례적으로 설정 EC를 조절할 수 있으며, 일사누적속도에 의해 관수설정값과 EC 설정값을 조절할 수 있다. 7. 함수율 측정센서 장착하여 함수율에 의한 급액 가능하며 배지 내의 EC, 함수율, 온도를 모니터링할 수 있다. 8. 진일 누적일사량에 의해 급액 양액탱크를 자동으로 선택할 수 있다. 9. 공급 관수량, EC, pH, 횡수, 시간 등의 데이터를 저장·출력할 수 있다. 10. 온실용 복합환경제어기와 연계하여 일사센서 값을 공유해 PC에서 제어할 수 있다. 	

제품명	환경제어기
모델명	마그마
규격 및 재질	온실용 복합환경제어기
제품 사진	
주요기능	<ol style="list-style-type: none"> 1. 온실의 환기온도와 난방온도 설정 기능 및 외부환경에 의한 조절값 설정 기능 2. 센서에 의한 온실환경 모니터링 및 시설물 제어 3. 환기창, 커튼, 난방기와 기타 보조장치의 제어설정 기능 4. PC프로그램을 이용한 복합환경제어 기능 5. 하루 6개 주기의 설정으로 최대 10개 구역 개별제어
제품소개서	<p>본 시스템은 온실 내·외부의 생장환경(일사, 감우, 외부온도, 풍향, 풍속, 실내온도, 실내CO₂)을 모니터링하여 복합환경제어기에 미리 설정된 생장환경 프로그램에 따라 온실에 설치되어있는 각종 시설물의 모터 및 밸브를 자동으로 제어하여 작물의 최적 생육환경을 조성하고 데이터를 저장하여 재배자가 원하는 온실 환경을 제공하는 시스템이다.</p> <p>○소프트웨어 구성 내용</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 환기설정과 난방설정 기능 : 실내의 온도와 습도를 조절하기 위해 6개의 주기를 사용해 설정 2) 천창 및 측창 개폐기능 : 환기설정 값에 따라 각종창의 개폐범위, 개폐단계를 조절 3) CO₂ 설정 기능 : CO₂ 공급 설정과 환기창 개폐, 일사, 습도, 풍속에 의한 조절 기능 4) 보온&차광 커튼, 유동팬 등 각종 기기의 작동 설정 5) 지역별 천문시에 따라 설정시간이 자동으로 변경 6) 감우, 태풍 시 천창과 측창의 개폐방법, 개폐범위 설정이 가능 7) 컴퓨터와 제이기간 통신이 안 될 경우 PLC 컴퓨터의 저장 설정값에 따라 자체제어 8) 천창, 측창 커튼 등 모터로 작동되는 장치의 개폐 값을 분, 초 단위와 %단위로 입력이 가능 9) 모든 설정 값과 센서 값, 실행 값은 분단위로 기록·저장되며 기간별 최소, 최대, 평균값의 표 또는 그래프를 나타낼 수 있으며, 이벤트 발생 시 즉시 저장

3. 주요 제품별 비교

○ 각 실증사이트별 주요 장비들의 기능들은 다음과 같음

(㉞)컬티랩스

구분	내용									
센서 종류	내부환경				외부환경					
	온도 센서	습도 센서	CO ₂ 센서		온도 센서	습도 센서	풍향 센서			
	광량 센서	일사량 센서			풍속 센서	감우 센서	광량 센서			
					일사량 센서					
기능 평가	근권(도양 및 배지) 환경				양액환경					
	온도 센서		지습/합수율 센서		양액 EC센서		양액 pH센서		배액 EC센서	
	EC 센서		pH 센서		배액 pH센서		금액량 센서		배액량 센서	
환기제어설정										
제어방법 선택기능		제어주기별 운전시간 설정기능		제어주기별 목표온도 및 온도폭 설정기능		환기창 채널별 운전조건 설정기능				
작동시간 및 대기시간 설정기능		풍상 및 풍하측 열림제한 설정기능		천문시(지역에 따른 일출일몰시간) 적용		센서값 적용 선택기능(좌우개별/좌우평균)				
외기온에 따른 P-밴드값 설정기능		풍속에 따른 P-밴드값 설정기능		단위시간당 온도변화량 설정 기능		일출일몰(일사조건)에 따른 자동운전기능				
습도에 따른 목표온도값 변경기능		일사에 따른 목표온도값 변경기능		누적일사에 따른 목표온도값 변경기능		환기 및 난방 설정그래프 미리보기				
적분제어값 설정기능		고온경보에 따른 작동방법 선택기능		풍속경보에 따른 작동방법 선택기능		감우에 따른 작동방법 선택기능				
경보에 따른 운전방법 선택 여부		자동운전기능을 선택적으로 사용 여부								
보온/차광커튼제어설정				난방제어설정						
제어방법 선택기능	제어주기별 운전시간 설정기능	제어주기별 운전조건 설정기능	내부온도에 따른 난방기 설정기능	제어방법 선택기능	제어주기별 운전시간 설정기능	제어주기별 운전조건 설정기능	내부온도에 따른 난방기 설정기능			
난방기작동 최저-최고 온도 설정기능	단위시간당 온도변화량 설정 기능	일사량에 따른 설정온도 변경기능	누적일사에 따른 설정온도 변경기능	난방기작동 최저-최고 온도 설정기능	단위시간당 온도변화량 설정 기능	일사량에 따른 설정온도 변경기능	누적일사에 따른 설정온도 변경기능			
내부습도에 따른 설정온도 변경기능	3-WAY 밸브 제어기능	3-WAY 밸브 작동시간 설정기능	외기온에 따라 3-WAY 밸브 작동시간 변경기능	내부습도에 따른 설정온도 변경기능	3-WAY 밸브 제어기능	3-WAY 밸브 작동시간 설정기능	외기온에 따라 3-WAY 밸브 작동시간 변경기능			
온수온도(최고최저) 유지기능(3-WAY 밸브)	일사량에 따른 3-WAY 밸브 최저온도 변경기능	습도에 따른 3-WAY 밸브 최저온도 변경기능	수평커튼 열림 또는 닫힘시 난방온도 변경기능	온수온도(최고최저) 유지기능(3-WAY 밸브)	일사량에 따른 3-WAY 밸브 최저온도 변경기능	습도에 따른 3-WAY 밸브 최저온도 변경기능	수평커튼 열림 또는 닫힘시 난방온도 변경기능			

<기능비교 항목(계속)>

구분	내용							
기능평가	유동팬/배기팬제어설정				CO2 제어설정			
	제어방법 선택기능	제어주기별 운전시간 설정기능	제어주기별 운전조건 설정기능	배기팬과 유동팬 개별적 운전조건 설정기능	제어방법 선택기능	제어주기별 운전시간 설정기능	제어주기별 운전조건 설정기능	내부 CO2 농도에 따른 CO2 공급 설정기능
	작동시간 및 대기시간 설정기능	내부온도에 따른 팬 설정기능	내부습도에 따른 팬 설정기능	풍속에 따른 팬 설정기능 (CO2 공급 시 작동 설정기능)	최저 CO2 농도 유지기능	작동시간 및 대기시간 설정기능	일사량에 따른 설정농도 변경기능	풍속에 따른 설정농도 변경기능
	좌우측 온도차에 따른 팬 설정기능	좌우측 습도차에 따른 팬 설정기능			천장 환기장 열림에 따른 설정농도 변경기능	습도에 따른 설정농도 변경기능		
오류알람	시스템 및 하드웨어 알람				알람통지기능			
	통신 오류 알람기능	센서 오류 알람기능			알람내역 이력 열람기능	알람방식 설정 기능		
	액추에이터 오류 알람기능				모니터에 알람 출력 여부	사이렌, 부저 등 장치로 알람 여부		
					전화, SMS, 메신저서비스로 알람내역 전송 여부	알람 시 액추에이터 가동/정지 설정기능		
	환경제어알람				관수제어알람			
	우적 감지 알람기능	냉해 방지 알람기능			급배액유량계 오류 알람기능	저수온/고수온 알람기능		
	저온/고온 알람기능	저습도/고습도 알람기능			양액 EC농도 고/저 알람기능	양액 pH 고/저 알람기능		
	CO2 저농도/고농도 알람기능				원수, 액비탱크 저/고수위 알람 기능	배액량 고/저 알람 기능		

<신한에이텍㈜>

구분	내용									
센서 종류	내부환경				외부환경					
	온도 센서	습도 센서	CO2 센서		온도 센서	습도 센서	풍향 센서			
	광량 센서	일사량 센서			풍속 센서	감우 센서	광량 센서			
					일사량 센서					
기능 평가	근권(토양 및 배지) 환경				양액환경					
	온도 센서		지습/함수율 센서		양액 EC센서		양액 pH센서		배액 EC센서	
	EC 센서		pH 센서		배액 pH센서		급액량 센서		배액량 센서	
환기제어설정										
제어방법 선택기능		제어주기별 운전시간 설정기능		제어주기별 목표온도 및 온도폭 설정기능		환기창 채널별 운전조건 설정기능				
작동시간 및 대기시간 설정기능		풍상 및 풍하측 열림제한 설정기능		천문시(지역에 따른 일출일몰시간) 적용		센서값 적용 선택기능(좌우개별/좌우평균)				
외기온에 따른 P-밴드값 설정기능		풍속에 따른 P-밴드값 설정기능		단위시간당 온도변화량 설정 기능		일출일몰(일사조건)에 따른 자동운전기능				
습도에 따른 목표온도값 변경기능		일사에 따른 목표온도값 변경기능		누적일사에 따른 목표온도값 변경기능		환기 및 난방 설정그래프 미리보기				
적분제어값 설정기능		고온경보에 따른 작동방법 선택기능		풍속경보에 따른 작동방법 선택기능		감우에 따른 작동방법 선택기능				
경보에 따른 운전방법 선택 여부		자동운전기능을 선택적으로 사용 여부								
보온/차광커튼제어설정				난방제어설정						
제어방법 선택기능	제어주기별 운전시간 설정기능	제어주기별 운전조건 설정기능	내부온도에 따른 난방기 설정기능	제어방법 선택기능	제어주기별 운전시간 설정기능	제어주기별 운전조건 설정기능	내부온도에 따른 난방기 설정기능			
난방기작동 최저-최고 온도 설정기능	단위시간당 온도변화량 설정 기능	일사량에 따른 설정온도 변경기능	누적일사에 따른 설정온도 변경기능	난방기작동 최저-최고 온도 설정기능	단위시간당 온도변화량 설정 기능	일사량에 따른 설정온도 변경기능	누적일사에 따른 설정온도 변경기능			
내부습도에 따른 설정온도 변경기능	3-WAY 밸브 제어기능	3-WAY 밸브 작동시간 설정기능	외기온에 따라 3-WAY 밸브 작동시간 변경기능	내부습도에 따른 설정온도 변경기능	3-WAY 밸브 제어기능	3-WAY 밸브 작동시간 설정기능	외기온에 따라 3-WAY 밸브 작동시간 변경기능			
온수온도(최고최저) 유지기능(3-WAY 밸브)	일사량에 따른 3-WAY 밸브 최저온도 변경기능	습도에 따른 3-WAY 밸브 최저온도 변경기능	수평커튼 열림 또는 닫힘시 난방온도 변경기능	온수온도(최고최저) 유지기능(3-WAY 밸브)	일사량에 따른 3-WAY 밸브 최저온도 변경기능	습도에 따른 3-WAY 밸브 최저온도 변경기능	수평커튼 열림 또는 닫힘시 난방온도 변경기능			

<기능비교 항목(계속)>

구분	내용							
기능평가	유동팬/배기팬제어설정				CO2 제어설정			
	제어방법 선택기능	제어주기별 운전시간 설정기능	제어주기별 운전조건 설정기능	배기팬과 유동팬 개별적 운전조건 설정기능	제어방법 선택기능	제어주기별 운전시간 설정기능	제어주기별 운전조건 설정기능	내부 CO2 농도에 따른 CO2 공급 설정기능
	작동시간 및 대기시간 설정기능	내부온도에 따른 팬 설정기능	내부습도에 따른 팬 설정기능	풍속에 따른 팬 설정기능 (CO2 공급 시 작동 설정기능)	최저 CO2 농도 유지기능	작동시간 및 대기시간 설정기능	일사량에 따른 설정농도 변경기능	풍속에 따른 설정농도 변경기능
	좌우측 온도차에 따른 팬 설정기능	좌우측 습도차에 따른 팬 설정기능			천장 환기장 열림에 따른 설정농도 변경기능	습도에 따른 설정농도 변경기능		
오류알람	시스템 및 하드웨어 알람				알람통지기능			
	통신 오류 알람기능	센서 오류 알람기능	액츄에이터 오류 알람기능		알람내역 이력 열람기능	알람방식 설정 기능		
					모니터에 알람 출력 여부	사이렌, 부저 등 장치로 알람 여부		
					전화, SMS, 메신저서비스로 알람내역 전송 여부	알람 시 액츄에이터 가동/정지 설정기능		
	환경제어알람				관수제어알람			
	우적 감지 알람기능	냉해 방지 알람기능			급배액유량계 오류 알람기능	저수온/고수온 알람기능		
	저온/고온 알람기능	저습도/고습도 알람기능			양액 EC농도 고/저 알람기능	양액 pH 고/저 알람기능		
	CO2 저농도/고농도 알람기능				원수, 액비탱크 저/고수위 알람 기능	배액량 고/저 알람 기능		

<호겐도른>

구분	내용									
센서 종류	내부환경				외부환경					
	온도 센서	습도 센서	CO2 센서		온도 센서	습도 센서	풍향 센서			
	광량 센서	일사량 센서			풍속 센서	감우 센서		광량 센서		
					일사량 센서					
기능 평가	근권(토양 및 배지) 환경				양액환경					
	온도 센서		지습/함수율 센서		양액 EC센서		양액 pH센서		배액 EC센서	
	EC 센서		pH 센서		배액 pH센서		급액량 센서		배액량 센서	
환기제어설정										
제어방법 선택기능		제어주기별 운전시간 설정기능		제어주기별 목표온도 및 온도폭 설정기능		환기창 채널별 운전조건 설정기능				
작동시간 및 대기시간 설정기능		풍상 및 풍하측 열림제한 설정기능		천문시(지역에 따른 일출일몰시간) 적용		센서값 적용 선택기능(좌우개별/좌우평균)				
외기온에 따른 P-밴드값 설정기능		풍속에 따른 P-밴드값 설정기능		단위시간당 온도변화량 설정 기능		일출일몰(일사조건)에 따른 자동운전기능				
습도에 따른 목표온도값 변경기능		일사에 따른 목표온도값 변경기능		누적일사에 따른 목표온도값 변경기능		환기 및 난방 설정그래프 미리보기				
적분제어값 설정기능		고온경보에 따른 작동방법 선택기능		풍속경보에 따른 작동방법 선택기능		감우에 따른 작동방법 선택기능				
경보에 따른 운전방법 선택 여부		자동운전기능을 선택적으로 사용 여부								
보온/차광커튼제어설정				난방제어설정						
제어방법 선택기능	제어주기별 운전시간 설정기능	제어주기별 운전조건 설정기능	내부온도에 따른 난방기 설정기능	제어방법 선택기능	제어주기별 운전시간 설정기능	제어주기별 운전조건 설정기능	내부온도에 따른 난방기 설정기능			
난방기작동 최저-최고 온도 설정기능	단위시간당 온도변화량 설정 기능	일사량에 따른 설정온도 변경기능	누적일사에 따른 설정온도 변경기능	난방기작동 최저-최고 온도 설정기능	단위시간당 온도변화량 설정 기능	일사량에 따른 설정온도 변경기능	누적일사에 따른 설정온도 변경기능			
내부습도에 따른 설정온도 변경기능	3-WAY 밸브 제어기능	3-WAY 밸브 작동시간 설정기능	외기온에 따라 3-WAY 밸브 작동시간 변경기능	내부습도에 따른 설정온도 변경기능	3-WAY 밸브 제어기능	3-WAY 밸브 작동시간 설정기능	외기온에 따라 3-WAY 밸브 작동시간 변경기능			
온수온도(최고최저) 유지기능(3-WAY 밸브)	일사량에 따른 3-WAY 밸브 최저온도 변경기능	습도에 따른 3-WAY 밸브 최저온도 변경기능	수평커튼 열림 또는 닫힘시 난방온도 변경기능	온수온도(최고최저) 유지기능(3-WAY 밸브)	일사량에 따른 3-WAY 밸브 최저온도 변경기능	습도에 따른 3-WAY 밸브 최저온도 변경기능	수평커튼 열림 또는 닫힘시 난방온도 변경기능			

<기능비교 항목(계속)>

구분	내용							
기능평가	유동팬/배기팬제어설정				CO2 제어설정			
	제어방법 선택기능	제어주기별 운전시간 설정기능	제어주기별 운전조건 설정기능	배기팬과 유동팬 개별적 운전조건 설정기능	제어방법 선택기능	제어주기별 운전시간 설정기능	제어주기별 운전조건 설정기능	내부 CO2 농도에 따른 CO2 공급 설정기능
	작동시간 및 대기시간 설정기능	내부온도에 따른 팬 설정기능	내부습도에 따른 팬 설정기능	풍속에 따른 팬 설정기능 (CO2 공급 시 작동 설정기능)	최저 CO2 농도 유지기능	작동시간 및 대기시간 설정기능	일사량에 따른 설정농도 변경기능	풍속에 따른 설정농도 변경기능
	좌우측 온도차에 따른 팬 설정기능	좌우측 습도차에 따른 팬 설정기능			천장 환기창 열림에 따른 설정농도 변경기능	습도에 따른 설정농도 변경기능		
오류알람	시스템 및 하드웨어 알람				알람통지기능			
	제어방법 선택기능	제어주기별 운전시간 설정기능	제어주기별 운전조건 설정기능		알람내역 이력 열람기능	알람방식 설정 기능		
	내부온도에 따른 관수 설정기능	내부습도에 따른 관수 설정기능	작동시간 및 대기시간 설정기능		모니터에 알람 출력 여부	사이렌, 부저 등 장치로 알람 여부		
	액츄에이터 오류 알람기능				전화, SMS, 메신저서비스로 알람내역 전송 여부	알람 시 액츄에이터 가동/정지 설정기능		
	환경제어알람				관수제어알람			
	우적 감지 알람기능	냉해 방지 알람기능			급배액유량계 오류 알람기능	저수온/고수온 알람기능		
	저온/고온 알람기능	저습도/고습도 알람기능			양액 EC농도 고/저 알람기능	양액 pH 고/저 알람기능		
	CO ₂ 저농도/고농도 알람기능				원수, 액비탱크 저/고수위 알람 기능	배액량 고/저 알람 기능		

<그린씨에스㈜>

구분	내용															
	내부환경						외부환경									
센서 종류	온도 센서		습도 센서		CO2 센서		온도 센서		습도 센서		풍향 센서					
	광량 센서		일사량 센서				풍속 센서		감우 센서		광량 센서					
	일사량 센서															
	근권(토양 및 배지) 환경						양액환경									
온도 센서			지습/함수율 센서			양액 EC센서			양액 pH센서			배액 EC센서				
EC 센서			pH 센서			배액 pH센서			금액량 센서			배액량 센서				
기능 평가	환기제어설정															
	제어방법 선택기능			제어주기별 운전시간 설정기능			제어주기별 목표온도 및 온도폭 설정기능			환기창 채널별 운전조건 설정기능						
	작동시간 및 대기시간 설정기능			풍상 및 풍하측 열림제한 설정기능			천문시(지역에 따른 일출일몰시간) 적용			센서값 적용 선택기능(좌우개별/좌우평균)						
	외기온에 따른 P-밴드값 설정기능			풍속에 따른 P-밴드값 설정기능			단위시간당 온도변화량 설정 기능			일출일몰(일사조건)에 따른 자동운전기능						
	습도에 따른 목표온도값 변경기능			일사에 따른 목표온도값 변경기능			누적일사에 따른 목표온도값 변경기능			환기 및 난방 설정그래프 미리보기						
	적분제어값 설정기능			고온경보에 따른 작동방법 선택기능			풍속경보에 따른 작동방법 선택기능			감우에 따른 작동방법 선택기능						
	경보에 따른 운전방법 선택 여부			자동운전기능을 선택적으로 사용 여부												
	보온/차광커튼제어설정															
	제어방법 선택기능		제어주기별 운전시간 설정기능		제어주기별 운전조건 설정기능		내부온도에 따른 난방기 설정기능		제어방법 선택기능		제어주기별 운전시간 설정기능		제어주기별 운전조건 설정기능		내부온도에 따른 난방기 설정기능	
	난방기작동 최저-최고 온도 설정기능		단위시간당 온도변화량 설정 기능		일사량에 따른 설정온도 변경기능		누적일사에 따른 설정온도 변경기능		난방기작동 최저-최고 온도 설정기능		단위시간당 온도변화량 설정 기능		일사량에 따른 설정온도 변경기능		누적일사에 따른 설정온도 변경기능	
내부습도에 따른 설정온도 변경기능		3-WAY 밸브 제어기능		3-WAY 밸브 작동시간 설정기능		외기온에 따라 3-WAY 밸브 작동시간 변경기능		내부습도에 따른 설정온도 변경기능		3-WAY 밸브 제어기능		3-WAY 밸브 작동시간 설정기능		외기온에 따라 3-WAY 밸브 작동시간 변경기능		
온수온도(최고최저) 유지기능(3-WAY 밸브)		일사량에 따른 3-WAY 밸브 최저온도 변경기능		습도에 따른 3-WAY 밸브 최저온도 변경기능		수평커튼 열림 또는 닫힘시 난방온도 변경기능		온수온도(최고최저) 유지기능(3-WAY 밸브)		일사량에 따른 3-WAY 밸브 최저온도 변경기능		습도에 따른 3-WAY 밸브 최저온도 변경기능		수평커튼 열림 또는 닫힘시 난방온도 변경기능		
난방제어설정																

<기능비교 항목(계속)>

구분	내용							
기능평가	유동팬/배기팬제어설정				CO2 제어설정			
	제어방법 선택기능	제어주기별 운전시간 설정기능	제어주기별 운전조건 설정기능	배기팬과 유동팬 개별적 운전조건 설정기능	제어방법 선택기능	제어주기별 운전시간 설정기능	제어주기별 운전조건 설정기능	내부 CO2 농도에 따른 CO2 공급 설정기능
	작동시간 및 대기시간 설정기능	내부온도에 따른 팬 설정기능	내부습도에 따른 팬 설정기능	풍속에 따른 팬 설정기능 (CO2 공급 시 작동 설정기능)	최저 CO2 농도 유지기능	작동시간 및 대기시간 설정기능	일사량에 따른 설정농도 변경기능	풍속에 따른 설정농도 변경기능
	좌우측 온도차에 따른 팬 설정기능	좌우측 습도차에 따른 팬 설정기능			천장 환기장 열림에 따른 설정농도 변경기능	습도에 따른 설정농도 변경기능		
관수제어설정								
제어방법 선택기능	제어주기별 운전시간 설정기능	제어주기별 운전조건 설정기능						
내부온도에 따른 관수 설정기능	내부습도에 따른 관수 설정기능	작동시간 및 대기시간 설정기능						
시스템 및 하드웨어 알람				알람통지기능				
통신 오류 알람기능	센서 오류 알람기능			알람내역 이력 열람기능	알람방식 설정 기능			
액츄에이터 오류 알람기능				모니터에 알람 출력 여부	사이렌, 부저 등 장치로 알람 여부			
				전화, SMS, 메신저서비스로 알람내역 전송 여부	알람 시 액츄에이터 가동/정지 설정기능			
환경제어알람				관수제어알람				
우적 감지 알람기능	냉해 방지 알람기능			급배액유량계 오류 알람기능	저수온/고수온 알람기능			
저온/고온 알람기능	저습도/고습도 알람기능			양액 EC농도 고/저 알람기능	양액 pH 고/저 알람기능			
CO2 저농도/고농도 알람기능				원수, 액비탱크 저/고수위 알람 기능	배액량 고/저 알람 기능			

<프리바>

구분	내용									
센서 종류	내부환경				외부환경					
	온도 센서	습도 센서	CO2 센서		온도 센서	습도 센서	풍향 센서			
	광량 센서	일사량 센서			풍속 센서	감우 센서		광량 센서		
	일사량 센서									
류	근권(토양 및 배지) 환경				양액환경					
	온도 센서		지습/함수율 센서		양액 EC센서		양액 pH센서		배액 EC센서	
	EC 센서		pH 센서		배액 pH센서		급액량 센서		배액량 센서	
기능 평가	환기제어설정									
	제어방법 선택기능		제어주기별 운전시간 설정기능		제어주기별 목표온도 및 온도폭 설정기능		환기창 채널별 운전조건 설정기능			
	작동시간 및 대기시간 설정기능		풍상 및 풍하측 열림제한 설정기능		천문시(지역에 따른 일출일몰시간) 적용		센서값 적용 선택기능(좌우개별/좌우평균)			
	외기온에 따른 P-밴드값 설정기능		풍속에 따른 P-밴드값 설정기능		단위시간당 온도변화량 설정 기능		일출일몰(일사조건)에 따른 자동운전기능			
	습도에 따른 목표온도값 변경기능		일사에 따른 목표온도값 변경기능		누적일사에 따른 목표온도값 변경기능		환기 및 난방 설정그래프 미리보기			
	적분제어값 설정기능		고온경보에 따른 작동방법 선택기능		풍속경보에 따른 작동방법 선택기능		감우에 따른 작동방법 선택기능			
	경보에 따른 운전방법 선택 여부		자동운전기능을 선택적으로 사용 여부							
	보온/차광커튼제어설정				난방제어설정					
	제어방법 선택기능	제어주기별 운전시간 설정기능	제어주기별 운전조건 설정기능	내부온도에 따른 난방기 설정기능	제어방법 선택기능	제어주기별 운전시간 설정기능	제어주기별 운전조건 설정기능	내부온도에 따른 난방기 설정기능		
	난방기작동 최저-최고 온도 설정기능	단위시간당 온도변화량 설정 기능	일사량에 따른 설정온도 변경기능	누적일사에 따른 설정온도 변경기능	난방기작동 최저-최고 온도 설정기능	단위시간당 온도변화량 설정 기능	일사량에 따른 설정온도 변경기능	누적일사에 따른 설정온도 변경기능		
	내부습도에 따른 설정온도 변경기능	3-WAY 밸브 제어기능	3-WAY 밸브 작동시간 설정기능	외기온에 따라 3-WAY 밸브 작동시간 변경기능	내부습도에 따른 설정온도 변경기능	3-WAY 밸브 제어기능	3-WAY 밸브 작동시간 설정기능	외기온에 따라 3-WAY 밸브 작동시간 변경기능		
	온수온도(최고최저) 유지기능(3-WAY 밸브)	일사량에 따른 3-WAY 밸브 최저온도 변경기능	습도에 따른 3-WAY 밸브 최저온도 변경기능	수평커튼 열림 또는 닫힘시 난방온도 변경기능	온수온도(최고최저) 유지기능(3-WAY 밸브)	일사량에 따른 3-WAY 밸브 최저온도 변경기능	습도에 따른 3-WAY 밸브 최저온도 변경기능	수평커튼 열림 또는 닫힘시 난방온도 변경기능		

<기능비교 항목(계속)>

구분	내용							
기능평가	유동팬/배기팬제어설정				CO2 제어설정			
	제어방법 선택기능	제어주기별 운전시간 설정기능	제어주기별 운전조건 설정기능	배기팬과 유동팬 개별적 운전조건 설정기능	제어방법 선택기능	제어주기별 운전시간 설정기능	제어주기별 운전조건 설정기능	내부 CO2 농도에 따른 CO2 공급 설정기능
	작동시간 및 대기시간 설정기능	내부온도에 따른 팬 설정기능	내부습도에 따른 팬 설정기능	풍속에 따른 팬 설정기능 (CO2 공급 시 작동 설정기능)	최저 CO2 농도 유지기능	작동시간 및 대기시간 설정기능	일사량에 따른 설정농도 변경기능	풍속에 따른 설정농도 변경기능
	좌우측 온도차에 따른 팬 설정기능	좌우측 습도차에 따른 팬 설정기능			천장 환기장 열림에 따른 설정농도 변경기능	습도에 따른 설정농도 변경기능		
오류알람	시스템 및 하드웨어 알람				알람통지기능			
	통신 오류 알람기능	센서 오류 알람기능	제어방법 선택기능	제어주기별 운전시간 설정기능	알람내역 이력 열람기능	알람방식 설정 기능		
	액츄에이터 오류 알람기능	내부습도에 따른 관수 설정기능	내부온도에 따른 관수 설정기능	작동시간 및 대기시간 설정기능	모니터에 알람 출력 여부	사이렌, 부저 등 장치로 알람 여부		
					전화, SMS, 메신저서비스로 알람내역 전송 여부	알람 시 액츄에이터 가동/정지 설정기능		
	환경제어알람				관수제어알람			
	우적 감지 알람기능	냉해 방지 알람기능		급배액유량계 오류 알람기능	저수온/고수온 알람기능			
	저온/고온 알람기능	저습도/고습도 알람기능		양액 EC농도 고/저 알람기능	양액 pH 고/저 알람기능			
	CO2 저농도/고농도 알람기능			원수, 액비탱크 저/고수위 알람 기능	배액량 고/저 알람 기능			

○ 각 실증사이트의 각각 주요제품들에 대한 주요기능별 비교내용은 다음과 같음

항목		프리바	호겐도른	㈜컬터랩스	신한에이텍㈜	그린씨에스㈜
메인 컨트롤러	타입	Linux기반 컴퓨터 + Window기반 컴퓨터	window	Linux 기반 소형 PC	window	Window기반 컴퓨터
	다구역제어	가능	가능	가능	가능	가능
I/O	수량	I/O 각각 최대 999개		기본+확장가능		
	연결	네트워크 (RS485 Ethernet)	CAN	네트워크 (RS485 Ethernet, WiFi)	네트워크 (RS485)	네트워크 (RS485)
	타입	전용 (자체제작)	전용	범용	상용	전용 (자체제작)
설정 및 감시		별도 PC에 설치된 소프트웨어에서 수행	별도 PC에 설치된 소프트웨어에서 수행	웹, 모바일 앱 기반 설정	별도 PC에 설치된 소프트웨어에서 수행	별도 PC에 설치된 소프트웨어에서 수행
A/S		어려움(전용 부품)	전용부품	쉬움 (산업용 부품)	전용부품	쉬움
비용		고가 (구역/장치가 많을수록 비용절감)	고가 (구역/장치가 많을수록 비용절감)	저가 (구역/장치가 많을수록 비용절감)	저가 (구역/장치가 많을수록 비용절감)	저가 (구역/장치가 많을수록 비용절감)
구역별 장치의 종류 및 수량		유동	유동	유동	유동	유동
동적 I/O 할당		○	○	○	X	○
비 표준 온실 적용		쉬움	쉬움	쉬움	쉬움	유동
설정의 용이함		X	○	○	○	○
다중창 지원		X	○	○	○	X
멀티모니터 지원		X	○	○	○	X
메뉴 툴바		○	○	○	○	○
사용자지정 메뉴		X	○	△ (휴화면 사용자 변경가능, 사용자정의보기 기능있음)	X	△
인터페이스		유동	유동	유동	유동	△
최대 6구간		○	○	○	○	○
일출/일몰기준 시간설정		○	○	○	○	○
장치 수동제어		○	○	○	○	○
사용자정의 제어		△	○	○	X	△
방제관리		△	○	X(○)	X	X

항목	프리바	호겐도른	(주)컬티랩스	신한에이텍(주)	그린씨에스(주)
주/야간/24시간 평균온도	○	○	○	○	△
커튼 및 보광등 작동 시 온도조절	○	○	○	○	X
실시간 시뮬레이션	X	X	X	X	X
CCTV	X	X	○	○	△
CCTV연동 성장정보	X	X	○	X	X
커튼별 기능 및 동작순서 지정	○	○	○	X	○
보일러 및 난방파이프 제어	△	○	△(하부레일난방, 국부난방 가능)	○	○
유동팬, CO2 등 기타장지 제어	○	○	○	○	○
온수이송파이프, 축열탱크 제어	○	○	△	X	X
시간기준 열림%계산	○	○	○	○	○
최대 열림/닫힘 Limit 신호	○	○	○	X	X
0%, 100% 자동보정	○	○	△(열림, 닫힘 시 자동보정 가능)	○	○
열림% 센서 (Potentiometer) 사용	○	○	X	X	X
I/O 할당 기능	○	○	○	X	○
동적 I/O 리스트 (유동 I/O 수량)	○	○	○	X	○
DI, AO 할당	○	○	○	X	○
일일/주간/월간 리포트	○	○	○	○	X
주간/야간 리포트	○	○	○	○	X
최소/최대/평균값 분석	○	○	○	○	○
리포트항목 사용자지정	○	○	○	○	○
엑셀파일 내보내기	○	○	○	○	○
실시간 정보	○	○	○	○	○
정보 이력관리	○	○	○	○	○
SMS 발송	○	○	○	○	△

2절 연구수행 결과

- 제3장 1절에서 작성한 각 사이트별 실증온실에서 산출된 다양한 데이터를 환기, 냉난방, CO2 및 양액공급제어와 온실내부 환경변화에 대한 분석을 진행함

1. 환기제어 정확도 분석

가. 개요

(1) 분석 목적

- 환기제어 정확도 분석은 온실 내부온도변화에 따라 환기를 위한 천창개폐 정확도를 분석하고, 이에 따라 설정온도와 온실 내부온도가 얼마나 근접하여 제어되는지를 분석하기 위함

(2) 분석 내용

- 온실내부 온도변화에 따른 천창제어 정확도
- 설정온도와 온실내부온도의 근접도

(3) 분석대상 스마트팜 기기 제조사

환경 및 제어데이터	국내 : 컬티랩스, 그린씨에스, 신한에이텍 3개사 국외 : 프리바, 호겐도른 2개사
양액데이터	국내 2개사

※ 국외제품의 경우 제품의 특성상 양액data의 설정값이 산출되지 않아 분석에는 제외함

(4) 분석데이터

- 환경데이터 및 제어데이터
- 분석에 사용된 데이터 기간 : 2019년 9월 1일 ~ 2019년 11월 30일
- 분석데이터 건수 :

환경 및 제어데이터	국내A사	1분단위 데이터	152,640Set
	국내B사	1분단위 데이터	79,200Set
	국내C사	1분단위 데이터	152,640Set
	국외D사	1시간단위 데이터	2,544Set
	국외E사	5분단위 데이터	30,528Set
양액데이터	국내A사	이벤트발생시 기록	4,981set
	국내B사	이벤트발생시 기록	5,364set

나. 온실내부 온도변화에 따른 천창제어 정확도

(1) 분석 목적

- 설정온도(목표온도)와 온실 내부온도 차에 따라 환기를 위한 천창 개폐가 정확하게 제어되고 있는가를 분석함
- 일반적으로 설정온도보다 내부온도가 높으면 환기창이 열리며 반대로 설정온도가 내부온도보다 낮으면 환기창은 닫힘

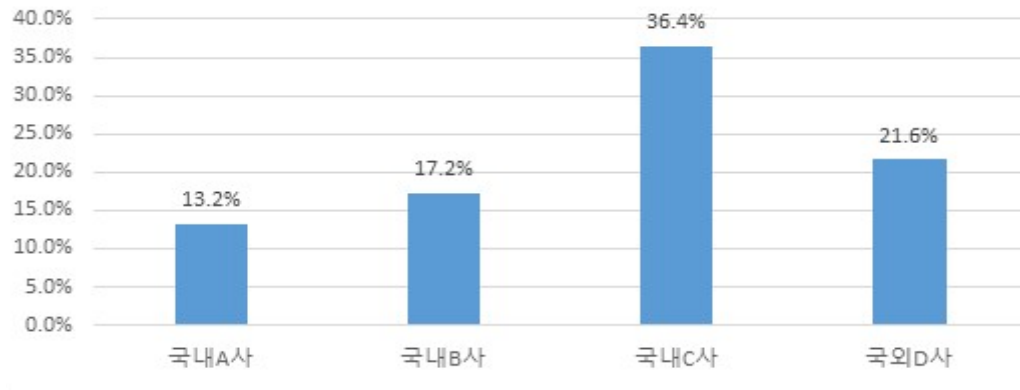
(2) 분석방법

- 분석에 사용된 데이터 기간 : 2019년 9월 1일 ~ 2019년 11월 30일
- 분석에 사용된 데이터 시간대 : 매일 07시부터 17시까지의 데이터
 - 분석방법 : 온실 내부온도와 설정온도(내부온도-설정온도)의 차를 다음의 구간으로 나누어 정상작동과 비정상작동 비율을 비교함.
 - 분석구간 : 5℃이상 높을 때 / 3℃~5℃ 높을 때 / 2℃~3℃ 높을 때 / 1℃~2℃ 높을 때 / 1℃ 높을 때 / 1℃ 낮을 때 / 1℃~2℃ 낮을 때 / 2℃~3℃ 낮을 때 / 3℃~5℃ 낮을 때 / 5℃ 이상 낮을 때 등

(3) 분석결과

- 전체 분석기간 동안 천창의 비정상개폐 비율
 - 전체 분석시간 중 비정상개폐를 한 시간 즉, 내부온도가 설정온도가 높으면 환기창이 열리고, 반대로 내부온도가 설정온도보다 낮으면 환기창은 닫혀야 하지만, 이와 반대의 동작을 한 비율을 구한 것임
 - 비정상적인 개폐 비율은 전체 분석시간 중에 국내A사는 13.2%, 국내B사 17.2%, 국내C사 36.4%, 국외 D사는 21.6%의 비율로 비정상 작동을 한 것으로 나타났고, 국내C사는 타 업체에 비하여 비정상적인 천창 개폐가 높은 것으로 나타남

- 또한 국산제품이 외산제품에 비하여 비정상개폐 비율이 적게 나타났음

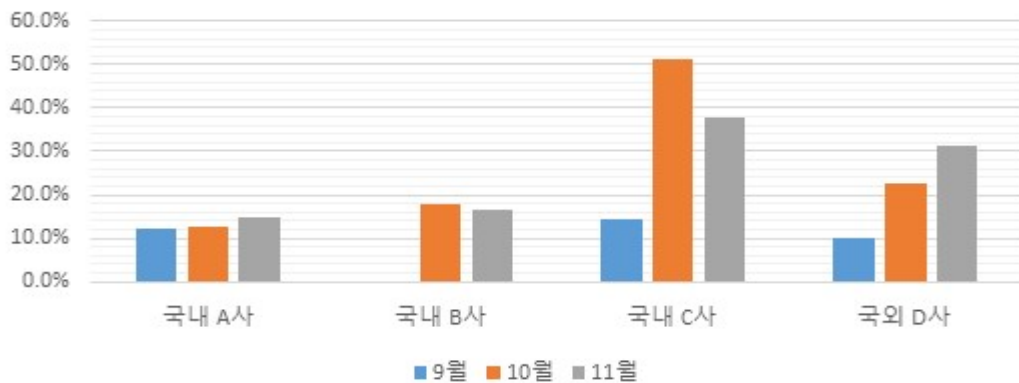


[그림 36] 각 업체별 천창의 비정상개폐비율(전체)

※ 국외 E사의 천창개폐율 데이터가 수집되지 않아 대상에서 제외함

○ 월별 천창의 비정상개폐 비율

- 각 업체의 환경제어기를 사용하는 농가의 천창 개폐상태를 분석하면, 국내A사와 B사는 9월~11월까지 일정한 비율로 비정상개폐를 한 것으로 나타났으며, 국외 D사는 9월에서 11월로 갈수록 비정상개폐율이 높은 것으로 나타남
- 국내 C사의 경우에는 월에 따라 일정하지 않은 비정상개폐율을 보임



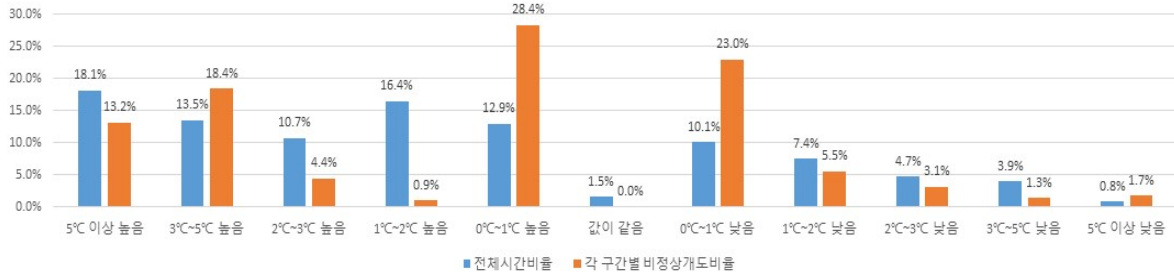
[그림 37] 각 업체별 천창의 비정상개폐비율(월별)

데이터 기간	국내 A사	국내 B사	국내 C사	국외 D사
9월	12.2%	-	14.3%	10.0%
10월	12.4%	17.9%	51.5%	22.5%
11월	15.0%	16.5%	37.9%	31.1%

○ 분석구간별 천창 비정상개폐 비율

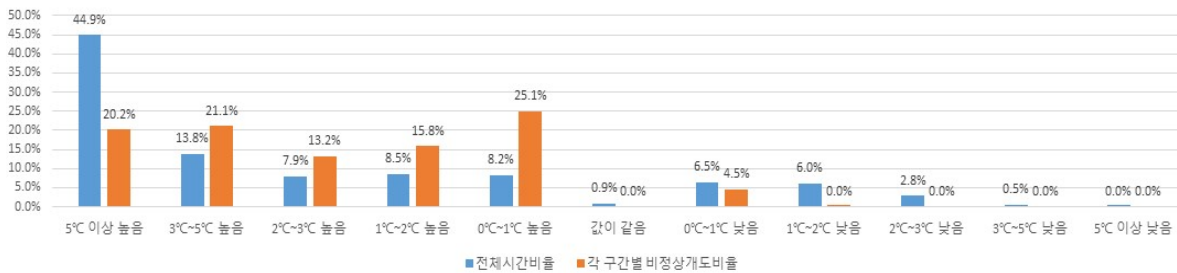
- 국내 A사는 내부온도가 설정온도보다 3℃ 이상 높은 때와 ±1℃ 이내에 있을 때에 비정상적 개폐비율이 가장 높았음
- 각 분석구간이 차지하는 시간비율에 따른 비정상개폐비율을 보아도, 내부온도가 설정 온도보다 3℃ 이상 높은 때와 ±1℃ 이내에 있을 때에 비정상개폐비율이 가장 높았음

- 전반적으로 국내제품과 국외제품 모두에서 설정온도 $\pm 1^{\circ}\text{C}$ 구간에서 환기창의 개폐가 자주 발생하는 것으로 파악됨. 이는 설정온도 $\pm 1^{\circ}\text{C}$ 구간에 온실 내부온도를 정확하게 유지하기 힘들기 때문인 것으로 파악됨



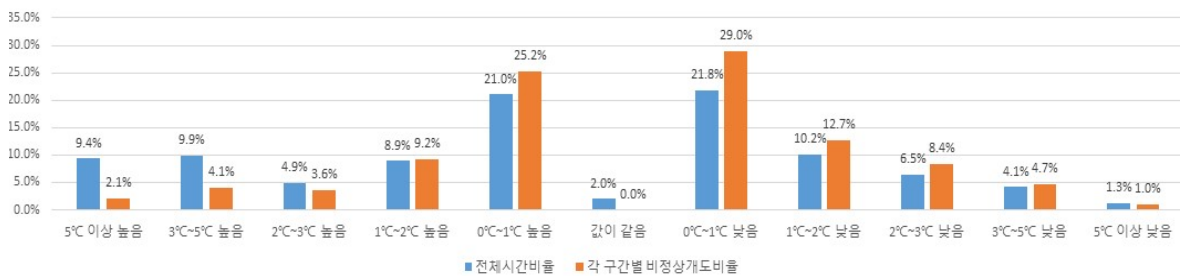
[그림 38] 분석구간별 천창 비정상개폐비율(국내 A사)

- 국내 B사는 내부온도가 설정온도보다 높을 때 비정상 개폐비율이 높았으며, 비정상 개폐비율은 비교적 고르게 분포하는 경향을 보임
- 각 분석구간이 차지하는 시간 비율에 따른 비정상 개폐비율을 보아도, 내부온도가 설정온도보다 높을 때 비정상 개폐비율이 높았음



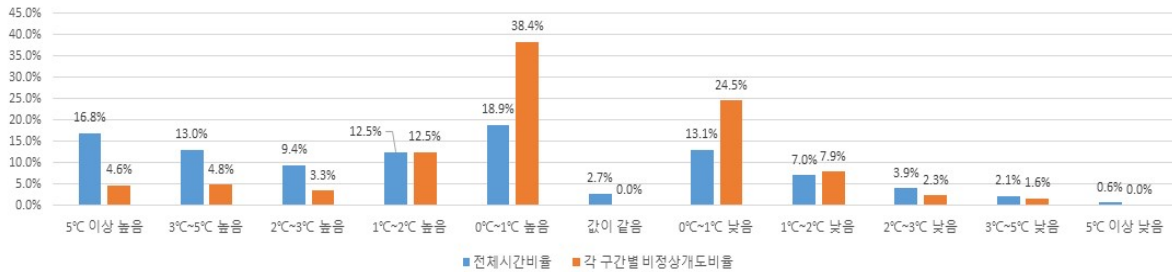
[그림 39] 분석구간별 천창 비정상개폐비율(국내 B사)

- 국내 C사는 내부온도와 설정온도의 차가 $\pm 1^{\circ}\text{C}$ 이내에 있을 때 비정상 개폐비율이 가장 높았으며, 내부온도와 설정온도의 차가 클수록 비정상 개폐비율이 줄어드는 것으로 나타남
- 각 분석구간이 차지하는 시간 비율에 따른 비정상 개폐비율을 보아도, 내부온도와 설정온도의 차가 $\pm 1^{\circ}\text{C}$ 이내에 있을 때 비정상적 개폐비율이 높았음



[그림 40] 분석구간별 천창 비정상개폐비율(국내 C사)

- 국외 D사는 내부온도와 설정온도의 차가 $\pm 1^{\circ}\text{C}$ 이내에 있을 때에 비정상 개폐비율이 가장 높았으며, 그 외의 구간에서는 비교적 균일한 비정상 개폐비율을 보였음
- 각 분석구간이 차지하는 시간 비율에 따른 비정상 개폐비율을 보아도, 내부온도와 설정온도의 차가 $\pm 1^{\circ}\text{C}$ 이내에 있을 때에 비정상적 개폐비율이 높았음



[그림 41] 분석구간별 천창 비정상개폐비율(국외 D사)

다. 내부온도와 설정온도의 근접도

(1) 분석 목적

- 온실의 내부온도가 설정한 온도에 맞추어 정확하게 제어 되었는가를 확인하기 위한 분석이며, 설정온도와 온실 내부온도 차이의 정도를 구함

(2) 분석방법

- 분석에 사용된 데이터 항목 : 설정온도, 내부온도
- 분석에 사용된 데이터 기간 : 2019년 9월 1일 ~ 2019년 11월 30일
- 분석에 사용된 데이터 시간대 : 매일 07시부터 17시까지의 데이터
- 분석방법 : 분석기간 동안 모든 데이터의 내부온도와 설정온도 차의 절대값을 구한 후, 이 절대값을 모두 합하여 그 크기를 비교함. 합이 작을수록 설정온도에 맞추어 내부온도가 유지된 것임

(3) 분석결과

- 각 업체의 내부온도와 설정온도 차의 합(절대오차적분 값)
 - 9월에서 11월로 갈수록 절대오차적분 값이 작아지는 추세를 보였으며, 국산제품과 국외제품의 큰 차이는 보이지 않았음

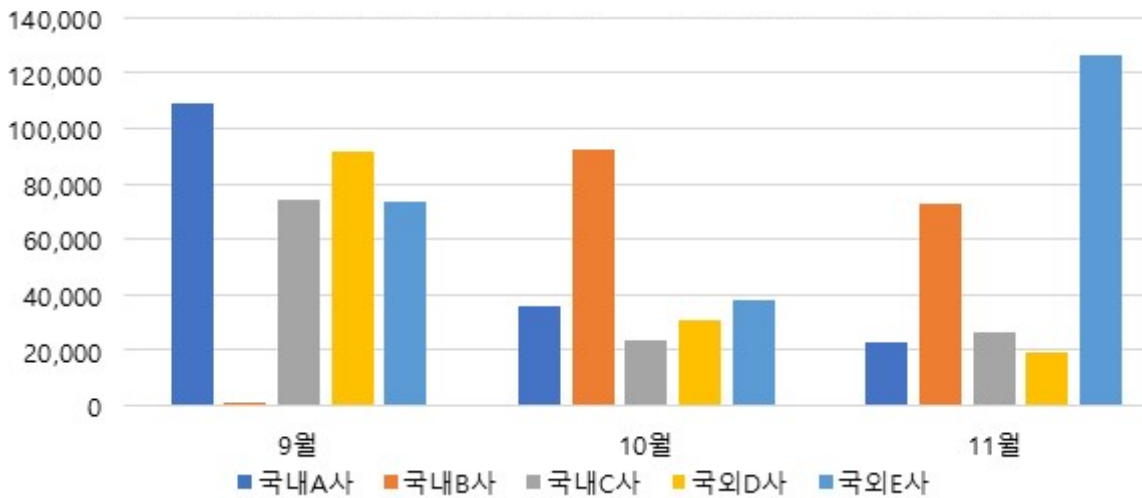
제조업체	9월	10월	11월	합계	일평균
국내 A사	109,073	36,091	22,522	167,685	1,843
국내 B사	-	92,549	72,954	137,035	2,246
국내 C사	73,979	23,548	26,584	124,111	1,364
국외 D사	91,475	30,860	18,958	141,293	1,553
국외 E사	73,510	38,014	126,313	237,836	2,614

※ 국내 B사의 9월 데이터는 수집되지 않아 분석되지 않았음

※ 국외 D사는 1시간 간격의 데이터가 수집되어 절대오차적분 결과값에 60을 곱한 값과 비교함

※ 국외 E사는 5분 간격의 데이터가 수집되어 절대오차적분 결과값에 12를 곱한 값과 비교함

- 9월에는 국내 A사의 절대오차적분 값이 타 제조사에 비해 큰 값으로 나타났으며, 11월에는 국외 E사의 절대오차적분 값이 타 제조사에 비해 큰 값으로 나타났음
- 국내 A사의 경우 9월에 타 제조사들에 비해서 높은 절대오차적분 값을 보이지만 10월, 11월에는 반대로 절대오차적분 값이 큰 폭으로 감소하는 것으로 나타남.
- 각 제조사의 일평균 절대오차적분 값에서는 국내제품과 국외제품이 큰 차이를 보이지 않는 것으로 나타남



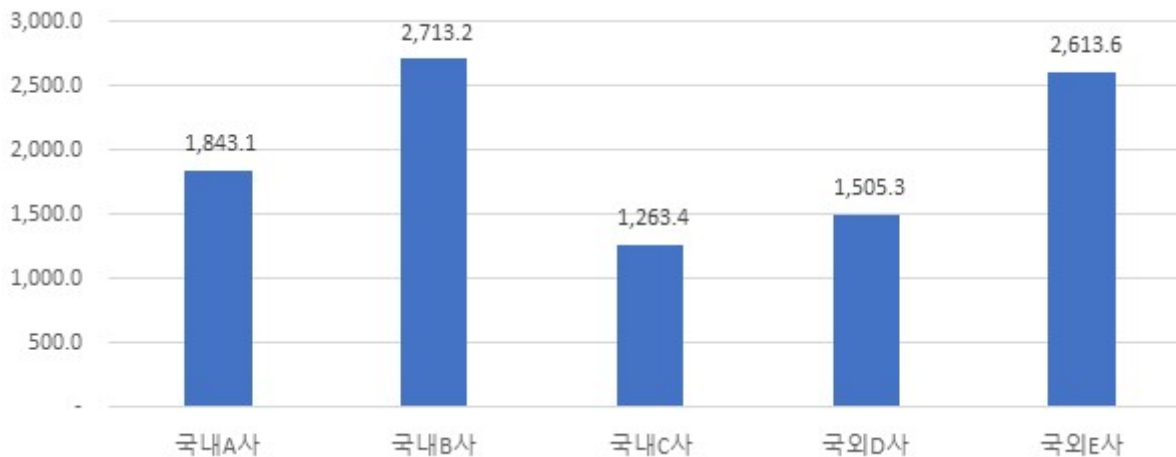
[그림 42] 월별 각 업체의 내부온도와 설정온도 절대오차 합

- 9월에서 11월로 갈수록 국내 A사와 C사가, 그리고 국외 D사가 안정되어 가는 것으로 나타났으며, 국내 B사와 국외 E사는 특별히 추세를 보이지 않았음
- 내부온도와 설정온도 차의 절대오차적분 값은 국내제품과 국외제품의 특별한 차이점은 보이지 않았음. 외부온도가 비교적 높은 9월보다는 0℃로 가까워지기 시작하는 11월로 접어들면서 온도 제어가 좀 더 정확하게 되는 것으로 판단됨

○ 각 업체의 설정온도와 내부온도의 절대오차적분 일평균

- 국내 A사와 C사, 국외 D사는 비교적 작은 값의 일평균 절대오차적분을 보이고, 국내 B사와 국외 E사는 비교적 큰 값의 일평균 절대오차적분을 보이고 있음.

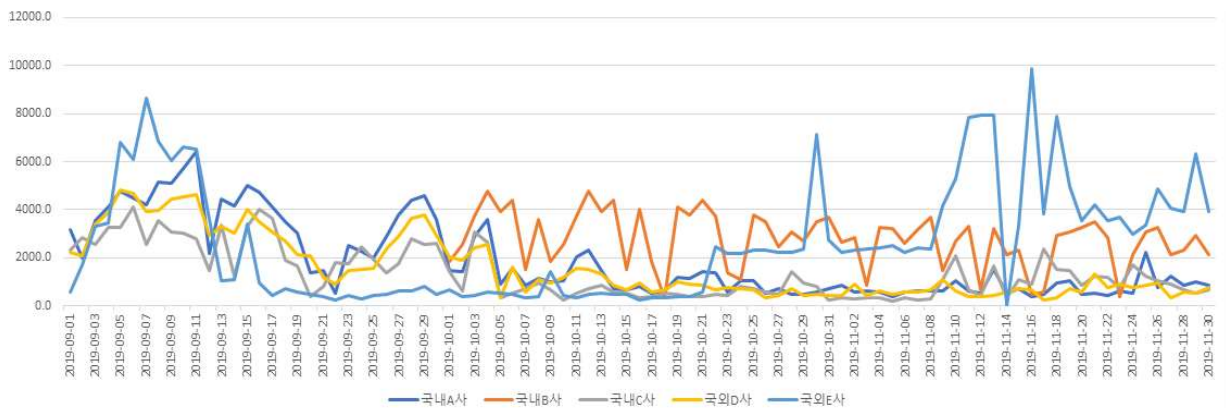
- 일평균 절대오차적분 값에서 국내제품과 국외제품이 큰 차이를 보이고 있지는 않다고 말할 수 있음



[그림 43] 각 업체의 내부온도와 설정온도 절대오차 일평균

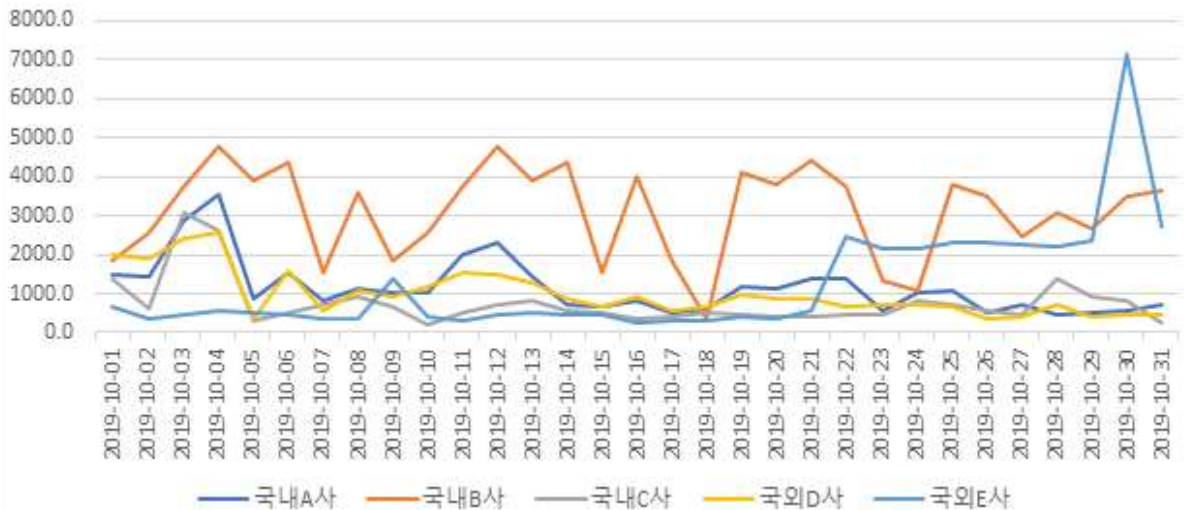
○ 내부온도와 설정온도 절대오차적분 값의 일별 추세

- 2019년 10월~11월의 일평균 절대오차적분 값을 보면, 국내 A사와 C사, 국외 D사는 비교적 일관된 일평균 절대오차적분 값을 보이고 있으며, 국내 B사와 국외 E사는 비교적 큰 값으로 일관되지 않는 일평균 절대오차적분 값을 보이고 있음



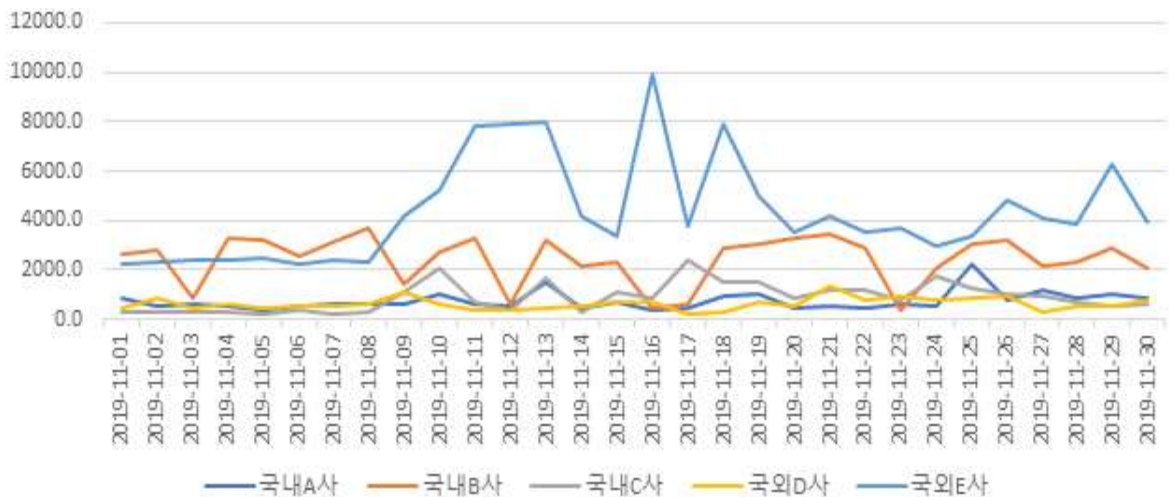
[그림 44] 업체별 내부온도와 설정온도 절대오차 일별추세(10~11월)

- 10월의 일평균 절대오차적분 값을 보면, 국내 B사는 큰 값의 절대오차적분을 보이면서 일별 값도 큰 폭으로 변화하고 있음
- 국외 E사는 비교적 일관된 일평균 절대오차적분 값을 보이다가 10월 21일 이후로 큰 값의 변화를 보이고 있음
- 국내 A사와 C사, 국외 D사는 비교적 일관되고 낮은 값의 일평균 절대오차적분 값을 보이고 있음



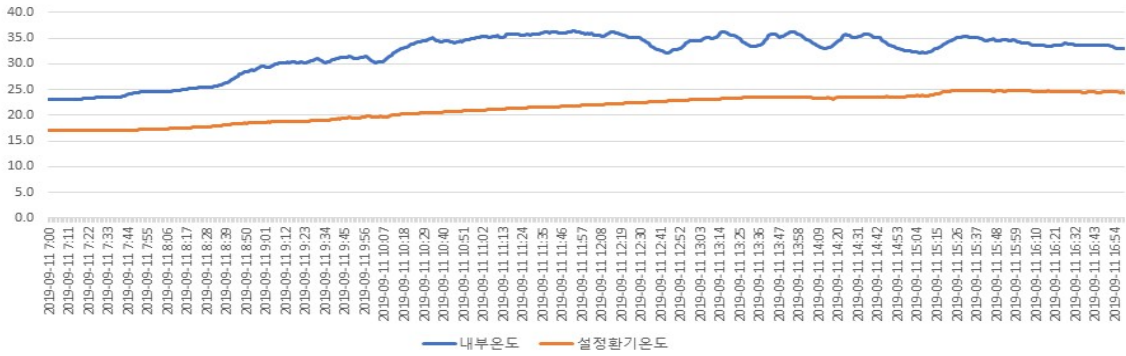
[그림 45] 업체별 내부온도와 설정온도 절대오차 일별추세(10월)

- 11월의 일평균 절대오차적분 값을 보면, 국내 B사는 비교적 큰 값의 절대오차적분값을 보이면서 일별 값도 큰 폭으로 변화하고 있음
- 국외 E사는 10월에 비하여 일평균 절대오차적분 값이 더욱 커지고 일별 값도 큰 폭으로 변화하고 있음
- 국내 A사와 C사, 국외 D사는 일관되고 낮은 값의 일평균 절대오차적분 값을 보이고 있음



[그림 46] 업체별 내부온도와 설정온도 절대오차 일별추세(11월)

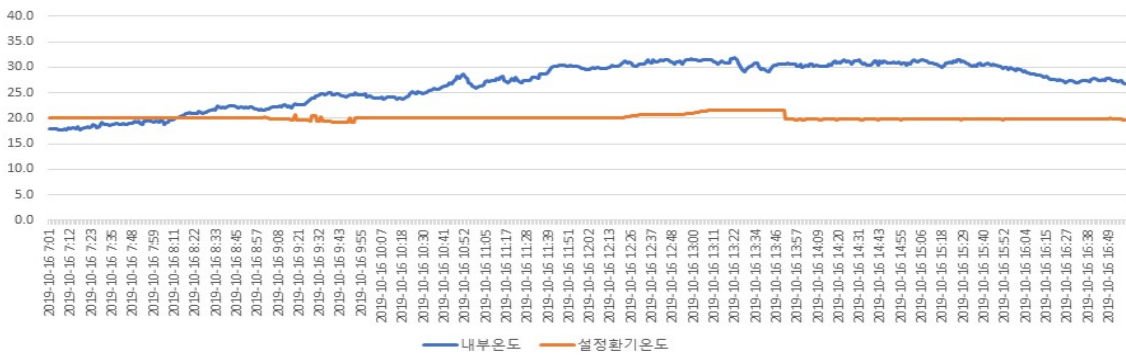
- 내부온도와 설정온도 절대오차가 큰 날의 데이터 비교
 - 각 업체의 제품을 사용하는 농가 온실의 내부온도와 설정온도 절대오차적분 값이 상대적으로 큰 날의 데이터를 비교함
 - 국내 A사의 9월 11일 데이터
 - 국내 A사의 9월의 일별 절대오차적분이 가장 큰 값을 보이는 9월 11일의 내부온도와 설정온도를 보면 6℃~14℃까지 차이가 났으며, 특히 9시부터 14시까지 크게 나타남



[그림 47] 내부온도와 설정환기온도(국내 A사, 9월 11일)

- 국내 B사의 10월 16일 데이터

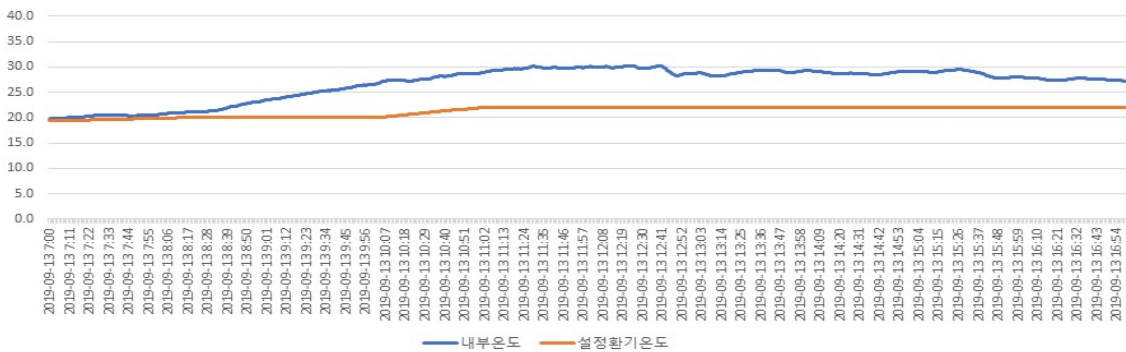
국내 B사는 10월 중 16일에 절대오차적분 값이 가장 크게 나타났으며, 16일의 내부온도와 설정온도 데이터를 보면 8시 이전에는 내부온도가 낮지만 8시 20분 경 부터는 내부온도가 점차 상승하여 12시에서 16시까지 그 차가 크게 나타남



[그림 48] 내부온도와 설정환기온도(국내 B사, 10월 16일)

- 국내 C사의 9월 13일 데이터

국내 C사의 9월의 일별 절대오차적분이 가장 큰 값을 보이는 9월 13일의 내부온도와 설정온도를 보면, 8시 30분 이전까지는 내부온도와 설정온도간의 차이가 적었지만 이후 10시경부터 약 7°C~8°C 정도의 차이를 일정하게 보이고 있음



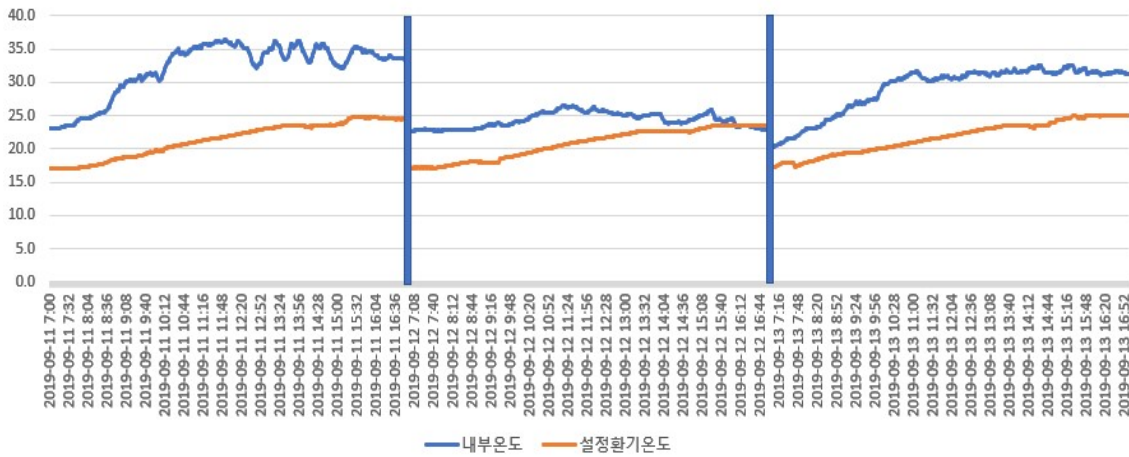
[그림 49] 내부온도와 설정환기온도(국내 C사, 9월 13일)

○ 내부온도와 설정온도의 데이터 비교

- 각 업체의 제품을 사용하는 농가 온실의 내부온도와 설정온도 실제값이 차이나는 현상 모니터링

- 국내 A사의 내부온도와 설정온도 실제값

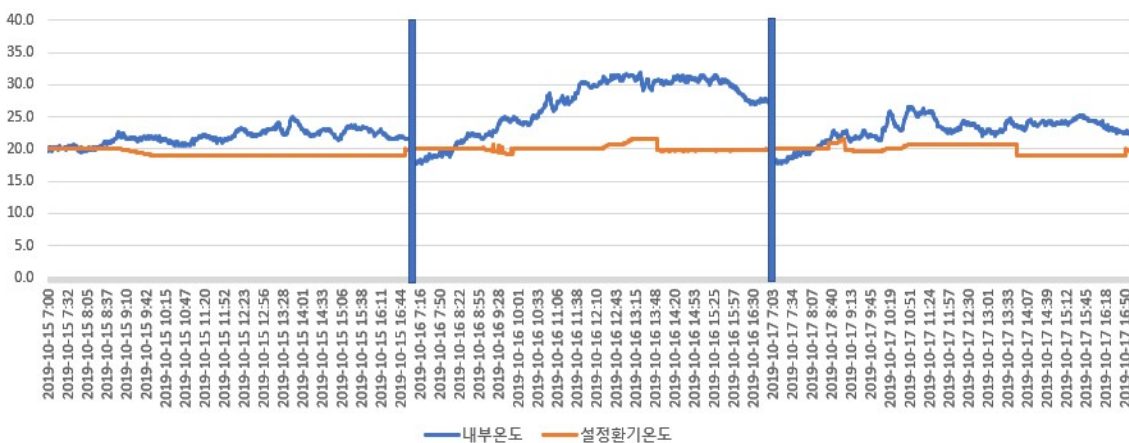
국내 A사의 9월 11일~13일의 내부온도와 설정온도 실제 데이터를 모니터링 한 것이며, 11일과 13일에는 큰 차이를 보이고, 12일에는 그 차가 상대적으로 적음을 볼 수 있음



[그림 50] 내부온도와 설정환기온도(국내 A사, 9월 11~13일)

- 국내 B사의 내부온도와 설정온도 실제값

국내 B사의 10월 15일~17일의 내부온도와 설정온도 실제 데이터를 모니터링 한 것이며, 16일에는 큰 차이를 보이고, 15일과 17일에는 그 차가 상대적으로 적음을 볼 수 있음

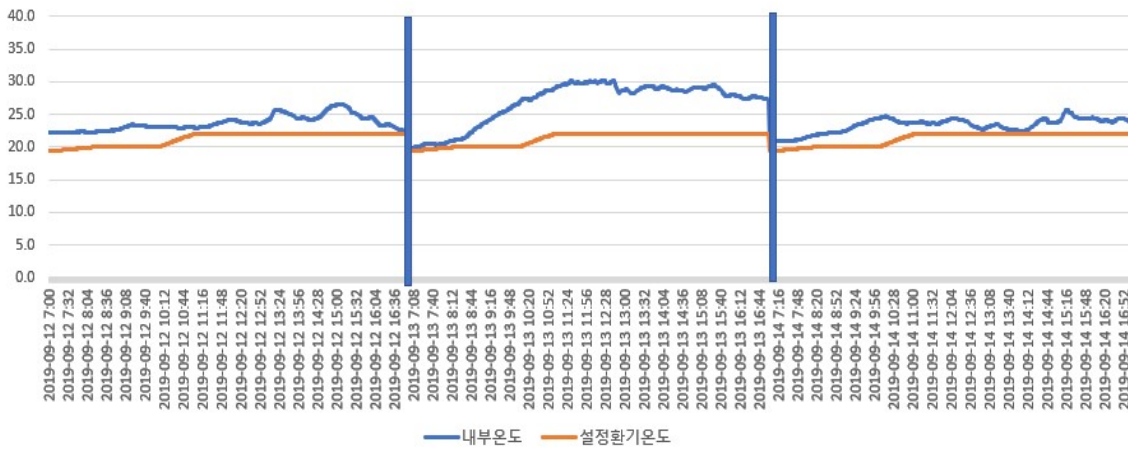


[그림 51] 내부온도와 설정환기온도(국내 B사, 10월 15~17일)

- 국내 C사의 내부온도와 설정온도 실제값

국내 C사의 9월 12일~14일의 내부온도와 설정온도 실제 데이터를 모니터링 한 것이며,

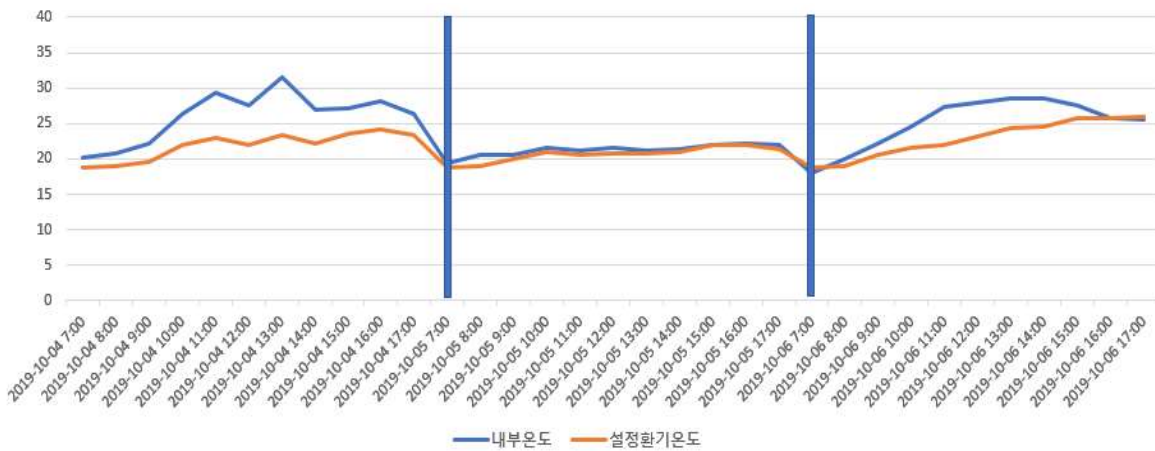
며, 13일에는 큰 차이를 보였고, 12일과 14일에는 그 차가 상대적으로 적음을 볼 수 있음



[그림 52] 내부온도와 설정환기온도(국내 C사, 9월 12~14일)

- 국외 D사의 내부온도와 설정온도 실제값

국내 D사의 10월 4일~6일의 내부온도와 설정온도 실제 데이터를 모니터링 한 것이며, 5일에는 거의 일치하였고, 4일과 6일에는 그 차가 상대적으로 큼을 볼 수 있음



[그림 53] 내부온도와 설정환기온도(국외 D사, 10월 4~6일)

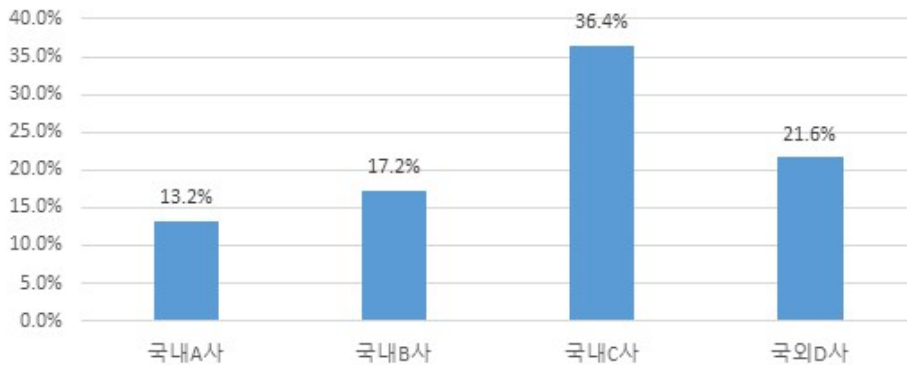
라. 환기제어 정확도 분석으로 본 국내제품과 국외제품의 차이

(1) 천창의 비정상 개폐 비율로 본 비교분석

○ 내부온도와 설정온도의 차이에 따라 환기 천창이 비정상적으로 개폐된 비율은 국내A사는 13.2%, 국내B사 17.2%, 국내C사 36.4%, 국외 D사는 21.6%의 비율로 나타남

○ 국외 제품의 샘플이 적어 정확한 비교분석을 진행하기에는 부족하지만, 이 비율을 보

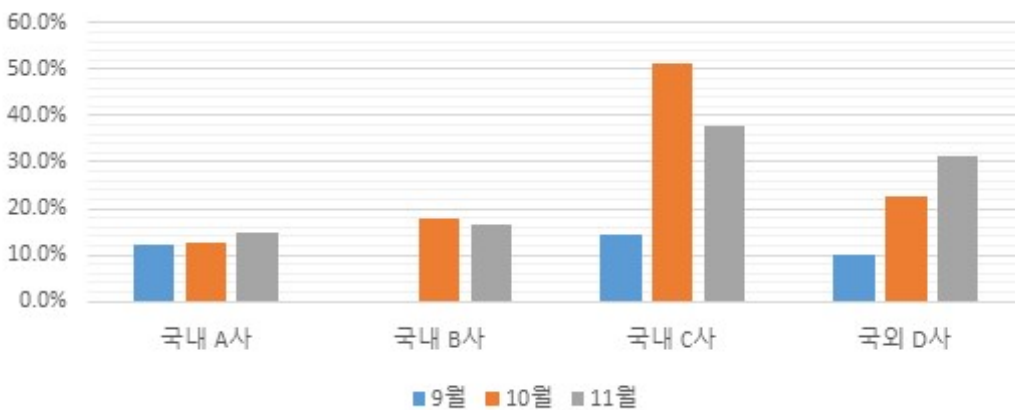
면 국내제품과 국외제품의 유의미한 차이는 없다고 볼 수 있으며, 오히려 국외제품의 비정상 개폐율이 더 큰 것으로 나타났음



○ 월별 천장의 비정상개폐 비율

- 국내A사와 B사는 9월~11월까지 일정한 비율로 비정상개폐를 한 것으로 나타났으며, 국외 D사는 9월에서 11월로 갈수록 비정상개폐율이 높은 것으로 나타남.
- 국내제품의 경우 계절이 변하여도 안정된 환경제어를 하고 있다고 할 수 있으며, 국외제품의 경우에는 계절의 변화에 따라 안정되지 않는 환경제어를 하고 있다고 할 수 있음

데이터 기간	국내 A사	국내 B사	국내 C사	국외 D사
9월	12.2%	-	14.3%	10.0%
10월	12.4%	17.9%	51.5%	22.5%
11월	15.0%	16.5%	37.9%	31.1%



(2) 내부온도와 설정온도의 절대오차적분 값으로 본 비교분석

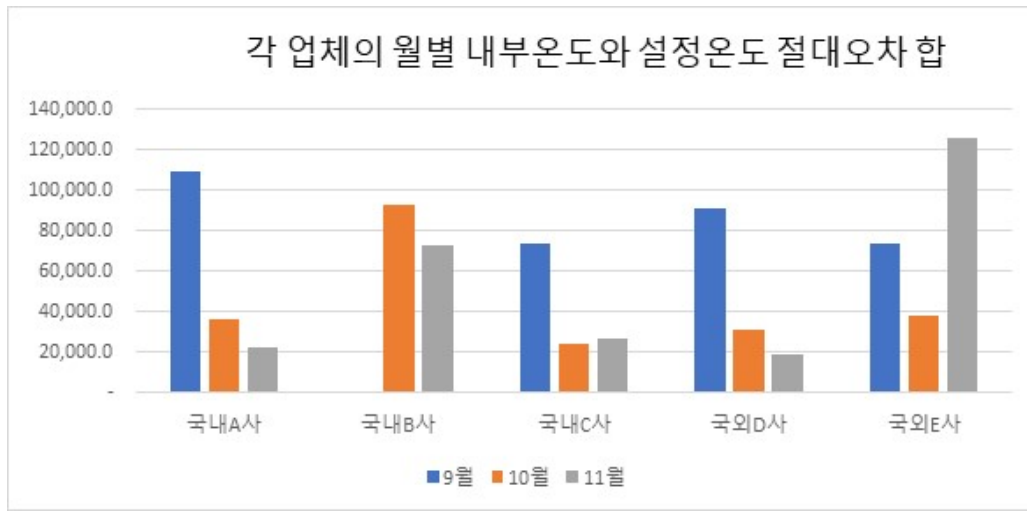
○ 각 업체의 내부온도와 설정온도 절대오차적분 값의 합

- 국내 A,B,C사와 국외 D사 모두 9월에서 11월로 갈수록 절대오차적분 값이 작아지는 추세를 보였으나, 국외 E사의 절대오차적분 값은 일관되지 않은 값을 보임
- 내부온도와 설정온도 근접도를 비교 분석한 결과에서도 국내제품과 국외제품의 특별

한 차이점은 보이지 않았음. 외부온도가 비교적 높은 9월보다는 0℃로 가까워지기 시작하는 11월로 접어들면서 온도 제어가 좀 더 정확하게 되는 것으로 판단됨

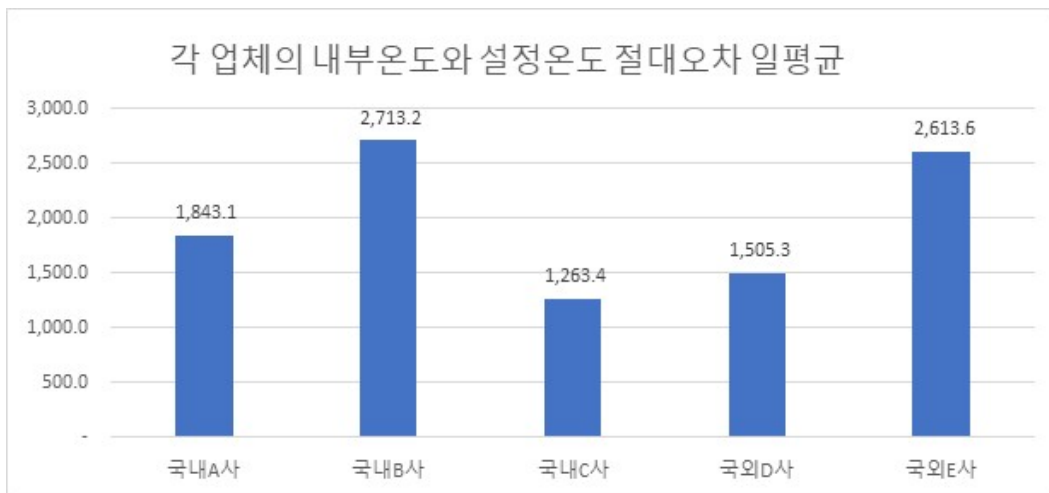
- 단, 국내 B사와 국외 E사의 경우에는 큰 오차값을 보임

제조업체	9월	10월	11월	합계	일평균
국내 A사	109,073	36,091	22,522	167,685	1,843
국내 B사	-	92,549	72,954	137,035	2,246
국내 C사	73,979	23,548	26,584	124,111	1,364
국외 D사	91,475	30,860	18,958	141,293	1,553
국외 E사	73,510	38,014	126,313	237,836	2,614



○ 각 업체의 설정온도와 내부온도 절대오차적분 값의 일평균

- 국내 A사와 C사, 국외 D사는 비교적 작은 값의 일평균 절대오차적분을 보이고, 국내 B사와 국외 E사는 비교적 큰 값의 일평균 절대오차적분을 보이고 있음.
- 일평균 절대오차적분 값에서 국내제품과 국외제품이 유의미한 차이는 없다고 할 수 있음



2. 냉난방제어 정확도 분석

가. 개요

(1) 분석 목적

- 냉난방제어 정확도 분석은 온실 내부온도와 냉난방 설정 온도와의 차를 분석하고, 특히 일출시간의 온도변화율을 분석함

(2) 분석 내용

- 온실 내부온도와 난방설정 온도의 근접도
- 내부온도 1℃ 변화소요시간 분석

(3) 분석대상 스마트팜 기기 제조사

환경 및 제어데이터	국내 : 쉐르랩스, 그린씨에스, 신한에이텍 3개사 국외 : 프리바, 호젠도른 2개사
양액데이터	국내 2개사

※ 국외제품의 경우 제품의 특성상 양액data의 설정값이 산출되지 않아 분석에는 제외함

(4) 분석데이터

- 환경데이터 및 제어데이터
- 분석에 사용된 데이터 기간 : 2019년 9월 1일 ~ 2019년 11월 30일
- 분석데이터 건수 :

환경 및 제어데이터	국내A사	1분단위 데이터	152,640Set
	국내B사	1분단위 데이터	79,200Set
	국내C사	1분단위 데이터	152,640Set
	국외D사	1시간단위 데이터	2,544Set
	국외E사	5분단위 데이터	30,528Set
양액데이터	국내A사	이벤트발생시 기록	4,981set
	국내B사	이벤트발생시 기록	5,364set

나. 온실 내부온도와 난방설정 온도의 근접도

(1) 분석 목적

- 온실 내부온도와 난방 설정 온도와의 차를 분석하여 온실 내부온도가 설정한 대로 유지되고 있는가를 분석함

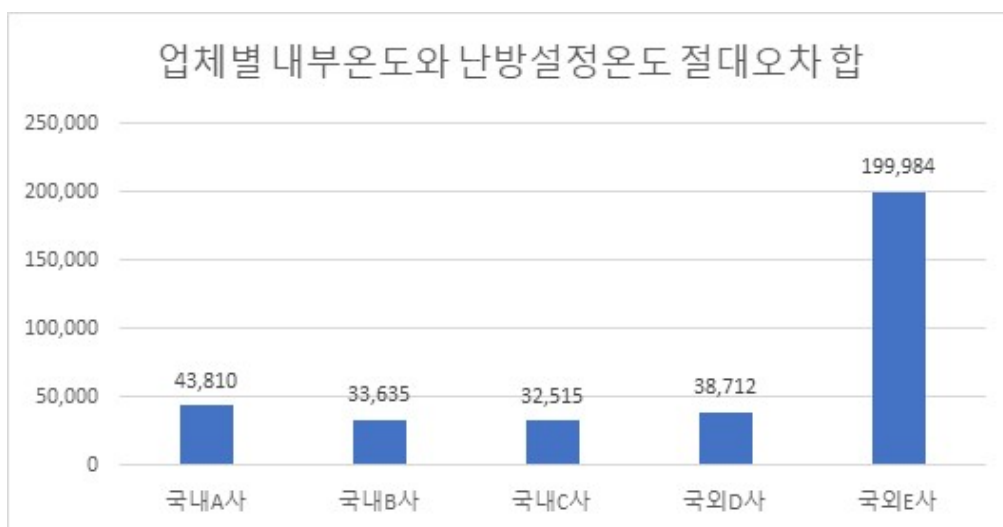
(2) 분석방법

- 분석에 사용된 데이터 시간대 : 매일 20시부터 다음날 05시까지의 데이터
- 분석방법 : 온실내부온도와 난방설정온도(내부온도-설정온도)의 절대오차적분값 비교

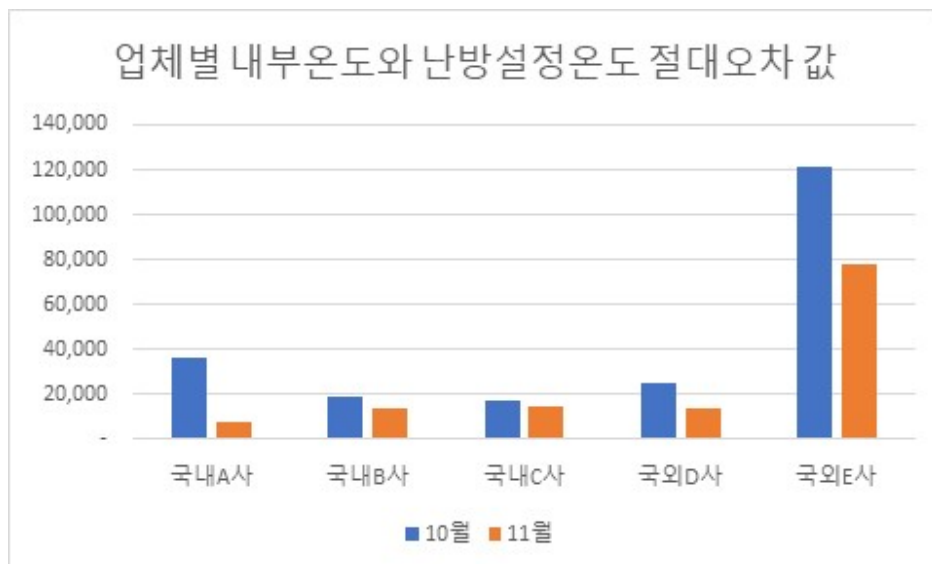
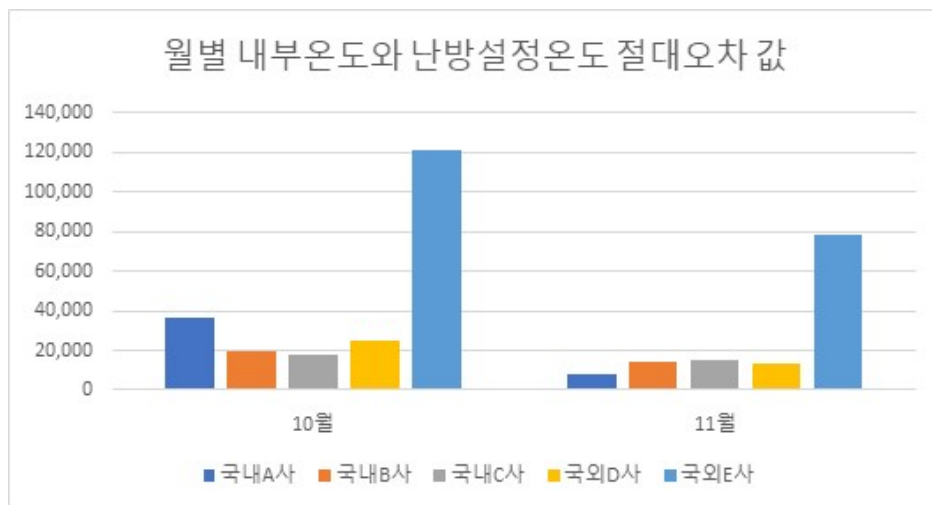
(3) 분석결과

- 각 업체별 내부온도와 설정난방온도의 절대오차적분 값
 - 난방을 시작하는 10월과 11월의 내부온도와 설정 난방온도와의 절대오차적분 값은 국내 A,B,C사와 국외 D사는 비교적 비슷한 수준의 절대오차적분을 보였고, 국외 E사의 경우에는 큰 차이를 보임

제조업체	10월	11월	합계	일평균
국내 A사	36,132	7,678	43,810	481
국내 B사	19,395	14,241	33,635	551
국내 C사	17,379	15,136	32,515	357
국외 D사	25,112	13,600	38,712	425
국외 E사	121,650	78,334	199,984	2,198



- 월별 내부온도와 설정난방온도 절대오차적분 값
 - 월별과 업체별 내부온도와 설정 난방온도와 절대오차적분 값은 10월보다는 11월에 오차값이 적어지고 있는 것을 볼 수 있으며, 이는 10월보다는 11월에 난방을 본격적으로 하면서 안정되어 가는 것으로 볼 수 있음
- 결론
 - 내부온도와 설정난방온도의 절대오차적분 값을 보았을 때, 국내제품과 국외제품의 유의미한 차이는 보이지 않는다고 볼 수 있음. 단, 국외 E사의 경우에는 절대오차적분 값이 타 사에 비하여 큰 차이를 보이는 이유에 대하여 추가적인 연구가 필요함



다. 내부온도 1℃ 변화소요시간 분석

(1) 분석 목적

- 온실 내부온도의 상승 또는 하강 속도를 분석한 것으로, 급격한 온도의 상승 또는 하

강은 재배작물에 스트레스를 주어 생산량 감소, 품질저하 등을 가져올 수 있기 때문

- 특히, 일출 전 온실 내부에 결로 제거를 위한 온도관리(조조가온)는 중요함

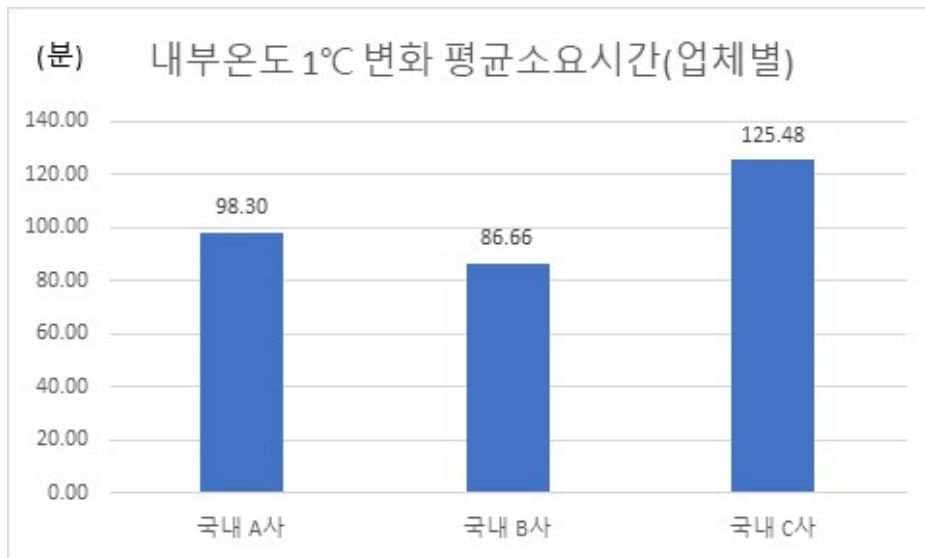
(2) 분석방법

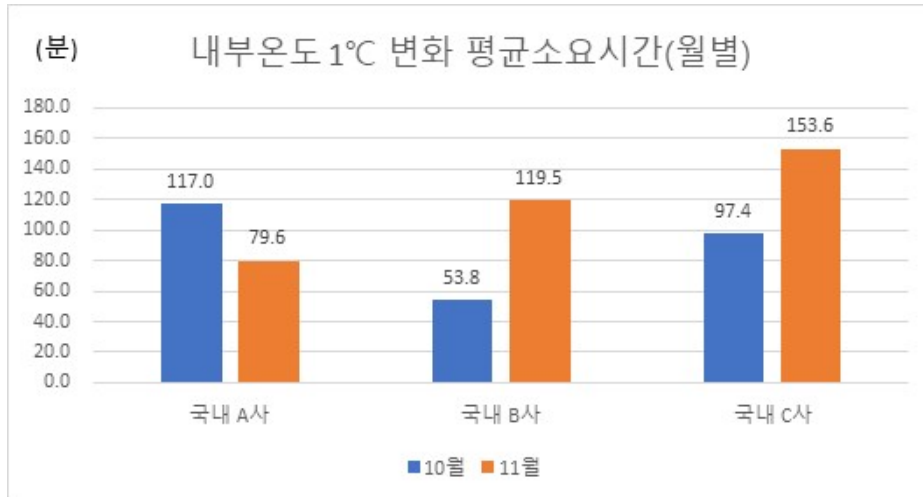
- 분석에 사용된 데이터 기간 : 2019년 10월 1일 ~ 2019년 11월 30일
- 분석에 사용된 데이터 시간대 : 오전 05시부터 09시까지 데이터
- 분석방법 : 05시~09시까지의 1℃ 상승 평균시간 분석

(3) 분석결과

- 각 업체의 내부온도 1℃ 상승 평균시간
 각 업체의 환경제어기를 사용하는 농가의 일출 시간대 1℃ 상승 평균시간은 국내 A사 98분, 국내 B사 86분, 국내 C사 125분으로 나타남
- 온실 내부온도가 1℃ 상승하는데 60분 이상의 시간을 가져야 한다는 것이 일반적인 견해인데, 국내 A,B,C 사는 모두 충족하고 있는 것으로 나타남

제조업체	10월 평균시간	11월 평균시간	전체 평균
국내 A사	117분 0초	79분 54초	98분 18초
국내 B사	53분 48초	119분 30초	86분 40초
국내 C사	97분 24초	153분 36초	125분 29초





라. 난방제어 정확도 분석으로 본 국내제품과 국외제품의 차이

(1) 온실 내부온도와 난방설정 온도의 근접도

- 각 업체별 내부온도와 설정난방온도의 절대오차적분 값은 국내 A,B,C사와 국외 D사는 비슷한 수준의 절대오차적분을 보였고, 국외 E사의 경우에는 큰 차이를 보임
- 국외 E사를 예외의 경우로 놓으면, 국내제품과 국외제품의 유의미한 차이는 보이지 않는다고 볼 수 있음

(2) 내부온도 1°C 변화소요시간 분석

- 각 업체의 내부온도 1°C 상승 평균시간은 국내 A사 98분, 국내 B사 86분, 국내 C사 125분이며, 1°C 상승시간으로는 국내 A,B,C 사는 모두 충족하고 있다고 볼 수 있음
- 단, 국외제품의 분석이 빠져있어 향후 추가적인 분석이 필요함

3. CO2 제어 정확도 분석

가. 개요

(1) 분석 목적

- CO2 제어 정확도 분석은 재배작물을 위하여 CO2 시비가 설정한 농도에 맞게 공급되었는지 분석하기 위함

(2) 분석 내용

- 온실내부 CO2 농도와 설정 CO2 농도의 근접도

(3) 분석대상 스마트팜 기기 제조사

환경 및 제어데이터	국내 : 컬티랩스, 그린씨에스, 신한에이텍 3개사 국외 : 프리바, 호겐도른 2개사
양액데이터	국내 2개사

※ 국외제품의 경우 제품의 특성상 양액data의 설정값이 산출되지 않아 분석에는 제외함

(4) 분석데이터

- 환경데이터 및 제어데이터
- 분석에 사용된 데이터 기간 : 2019년 9월 1일 ~ 2019년 11월 30일
- 분석데이터 건수 :

환경 및 제어데이터	국내A사	1분단위 데이터	152,640Set
	국내B사	1분단위 데이터	79,200Set
	국내C사	1분단위 데이터	152,640Set
	국외D사	1시간단위 데이터	2,544Set
	국외E사	5분단위 데이터	30,528Set
양액데이터	국내A사	이벤트발생시 기록	4,981set
	국내B사	이벤트발생시 기록	5,364set

(5) 분석방법

- 분석에 사용된 데이터 시간대 : 매일 07시부터 15시까지의 데이터
- 온실내부 CO2 농도와 설정 CO2 농도의 절대오차적분 값 분석

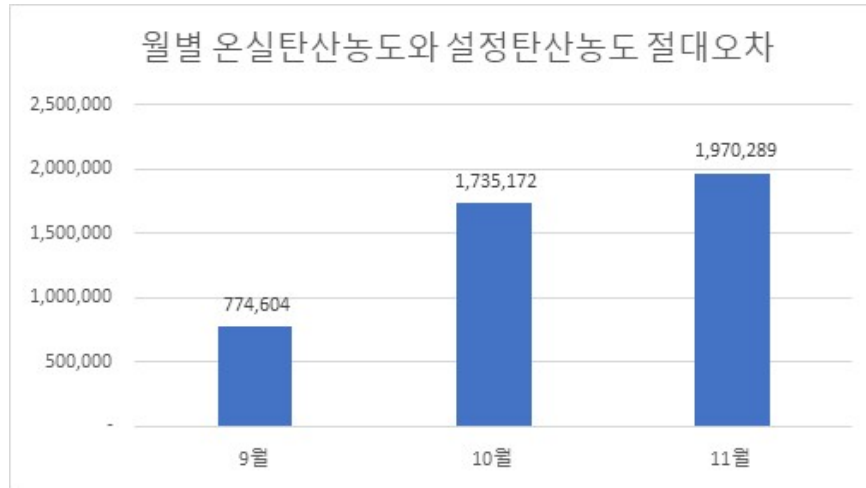
나. 분석결과

(1) 절대오차적분 분석

- 국내 C사의 월별 온실 CO2 농도와 설정 CO2 농도의 절대오차적분 값은 9월에는

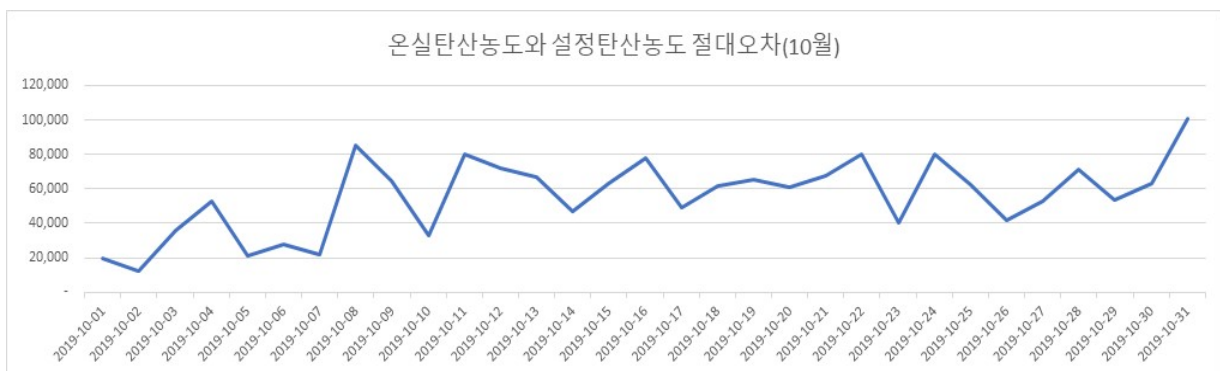
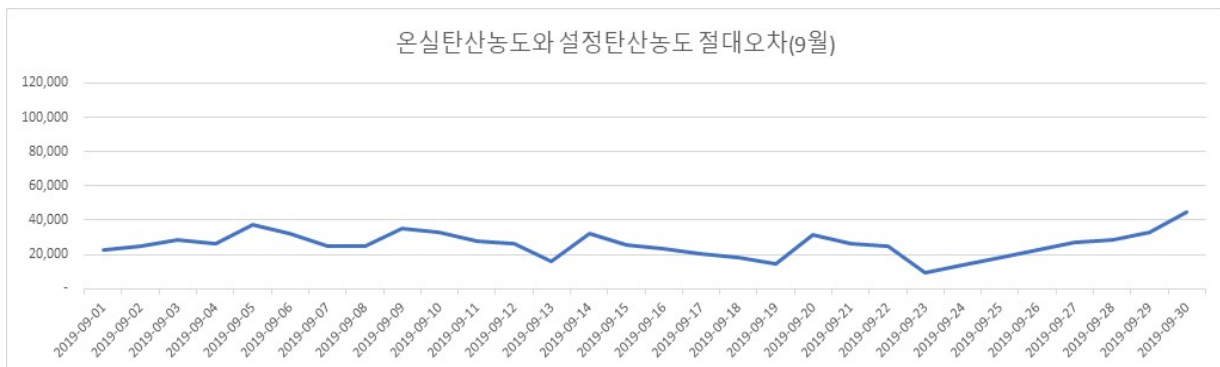
774,604, 10월에는 1,735,172, 11월에는 1,970,289로 나타남

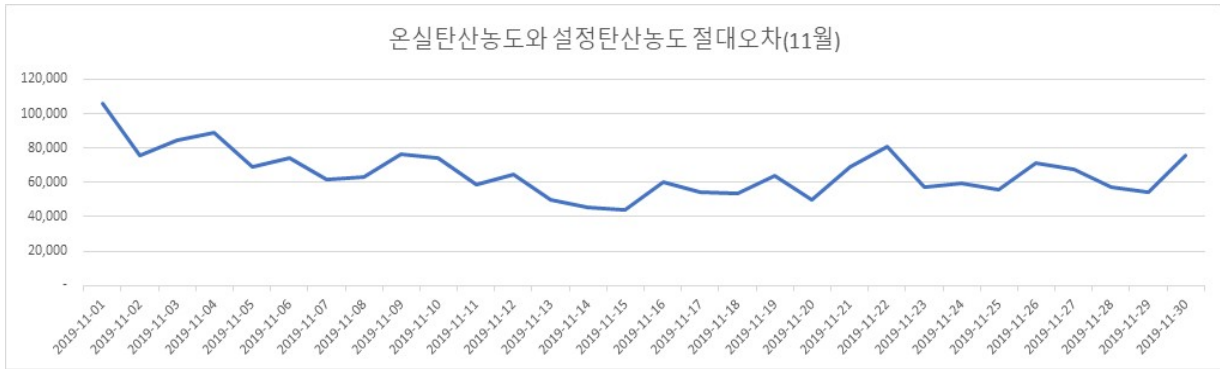
○ 9월에서 11월로 갈수록 절대오차적분 값이 점차 증가하는 것으로 나타남



(2) 일별 절대오차적분 값 결과

○ 국내 C사의 경우 9월에는 절대오차적분 값이 전반적으로 적게 나타났고, 10월에는 9월보다 절대오차적분 값이 전반적으로 증가하면서 규칙적인 증가와 감소를 반복하였고, 11월에는 10월에 비하여 절대오차적분값은 증가했지만 증가와 감소폭은 줄어들었다

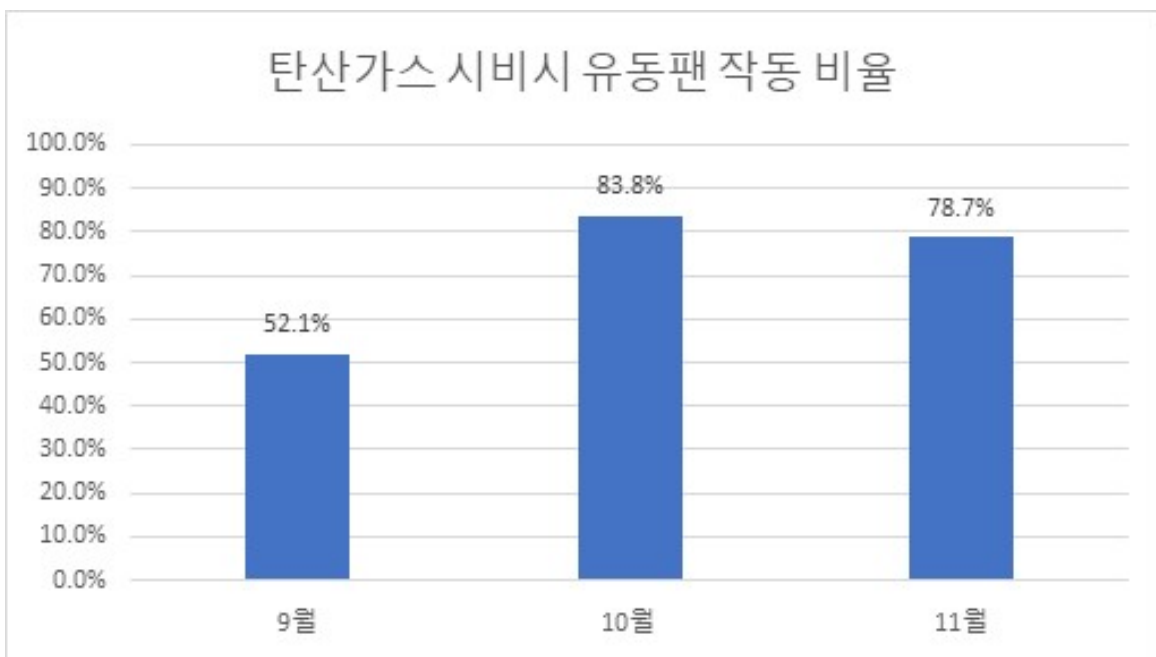




(3) CO2 공급시 유동팬 작동상태

- 온실에 CO2 공급시 CO2가 온실에 고루 퍼질 수 있도록 유동팬을 작동시키는데, CO2 공급과 유동팬 작동비율을 조사함
- 국내 C사의 경우 9월에는 CO2 시비시 유동팬 작동비율이 52% 였지만, 10월에는 83.8%, 11월에는 78.7%로 유동팬 작동비율이 높았음

기간	유동팬 작동시간	유동팬 미작동시간	CO2 시비시간
9월	619분	570분	1,189분
10월	4,393분	850분	5,243분
11월	2,284분	619분	2,903분
합계	8,074분	2,209분	10,283분



4. 양액공급제어 정확도 분석

가. 개요

(1) 분석 목적

- 작물에 직접적인 영향을 주는 양액의 EC, pH, 공급량을 설정한 대로 정확하게 공급되었는지 분석하기 위함

(2) 분석 내용

- 공급 EC와 설정 EC의 근접도
- 공급 pH와 설정 pH의 근접도
- 공급량과 설정 공급량의 근접도

(3) 분석대상 스마트팜 기기 제조사

환경 및 제어데이터	국내 : 컬티랩스, 그린씨에스, 신한에이텍 3개사 국외 : 프리바, 호겐도른 2개사
양액데이터	국내 2개사

※ 국외제품의 경우 제품의 특성상 양액data의 설정값이 산출되지 않아 분석에는 제외함

(4) 분석데이터

- 환경데이터 및 제어데이터
- 분석에 사용된 데이터 기간 : 2019년 9월 1일 ~ 2019년 11월 30일
- 분석데이터 건수 :

환경 및 제어데이터	국내A사	1분단위 데이터	152,640Set
	국내B사	1분단위 데이터	79,200Set
	국내C사	1분단위 데이터	152,640Set
	국외D사	1시간단위 데이터	2,544Set
	국외E사	5분단위 데이터	30,528Set
양액데이터	국내A사	이벤트발생시 기록	4,981set
	국내B사	이벤트발생시 기록	5,364set

(5) 분석방법

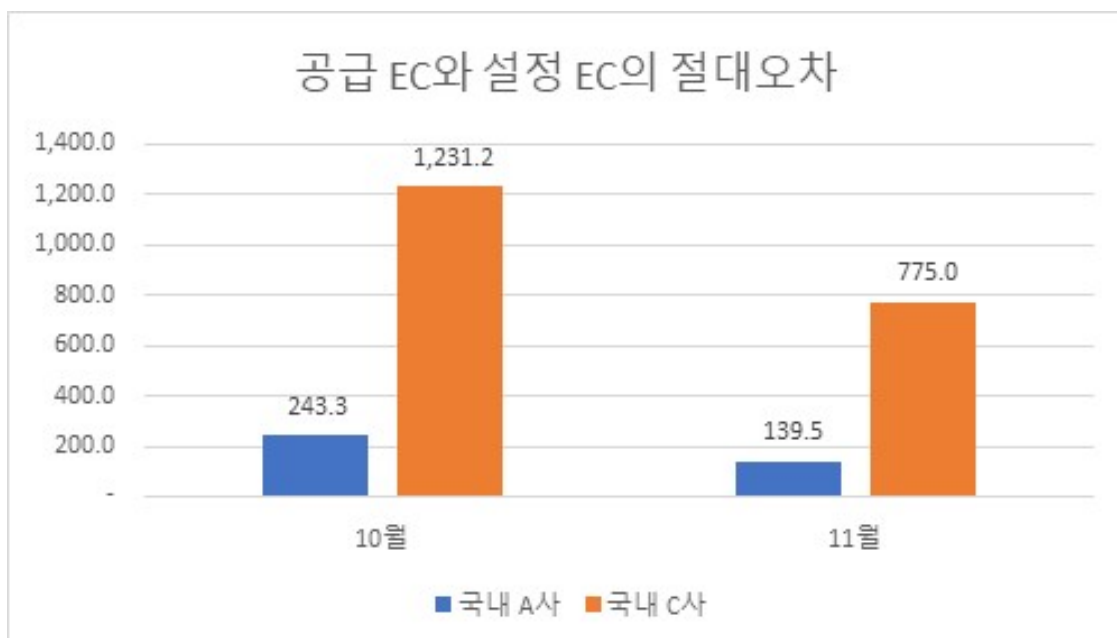
- 분석에 사용된 데이터 시간대 : 매일 08시부터 15시까지의 데이터
- 월 단위로 절대오차적분 값을 구하여 분석

나. 공급 EC와 설정 EC의 근접도 분석

(1) 절대오차적분 값 분석

- 국내 A사의 공급 EC와 설정 EC의 절대오차적분 값은 10월에 243.3, 11월에 139.5로 나타났고, 국내 C사는 10월에 1,231.2, 11월에 775.0로 나타났음
- 하루에 10회 양액공급을 한다면, 국내 A사는 회당 0.63, C사는 회당 3.29의 EC 값의 오차가 발생한다는 뜻이 됨

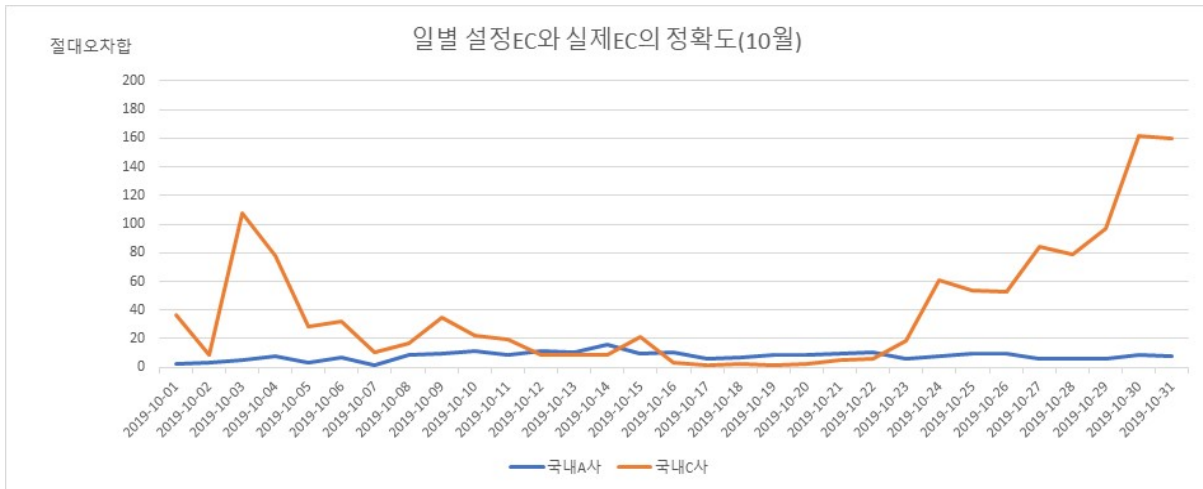
제조업체	10월	11월	합계	일평균
국내 A사	243.3	139.5	382.8	6.3
국내 C사	1,231.2	775.0	2006.2	32.9



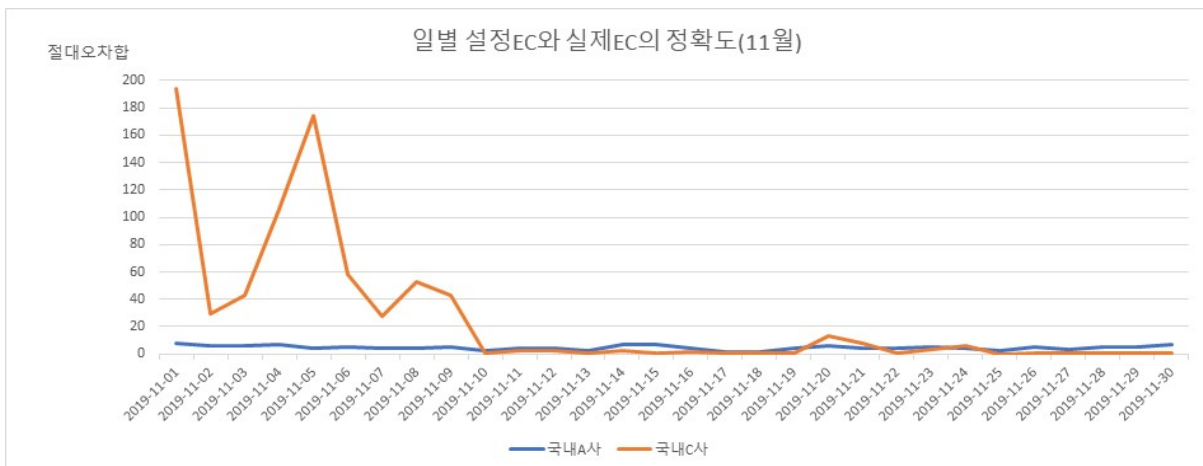
(2) 일별 절대오차적분 값 분석

- 국내 A사는 10월에 전체적으로 낮은 절대오차적분 값을 보였고, 국내 C사는 10월 3

일, 4일과 10월 23일 이후부터 급격히 절대오차적분 값이 증가하였음



- 국내 A사는 11월에도 전체적으로 낮은 절대오차적분 값을 보였으며, 국내 C사는 11월 9일경까지 높은 절대오차적분 값을 보이다가 10일 이후부터는 낮은 절대오차적분 값을 보임

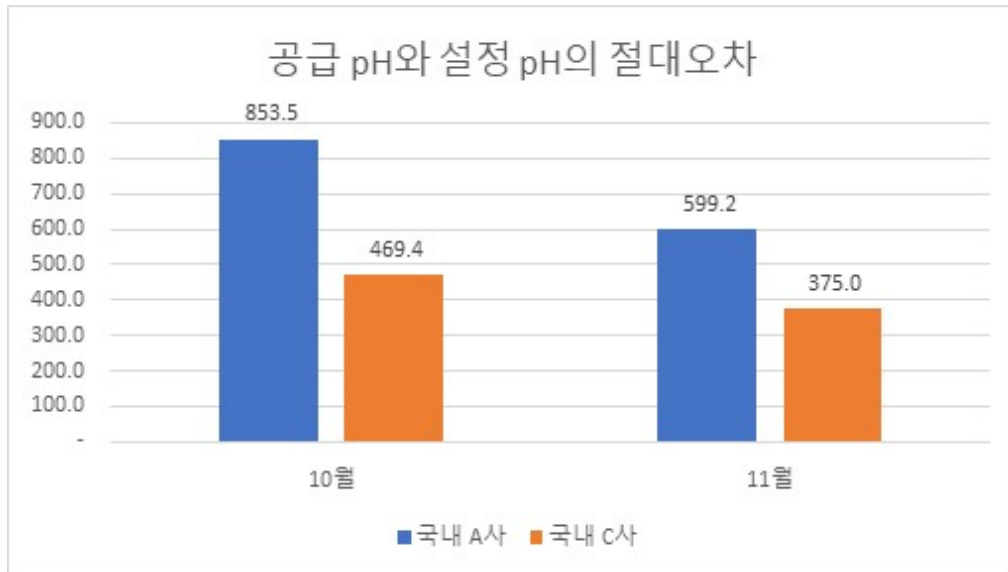


다. 공급 pH와 설정 pH의 근접도 분석

(1) 절대오차적분 값 분석

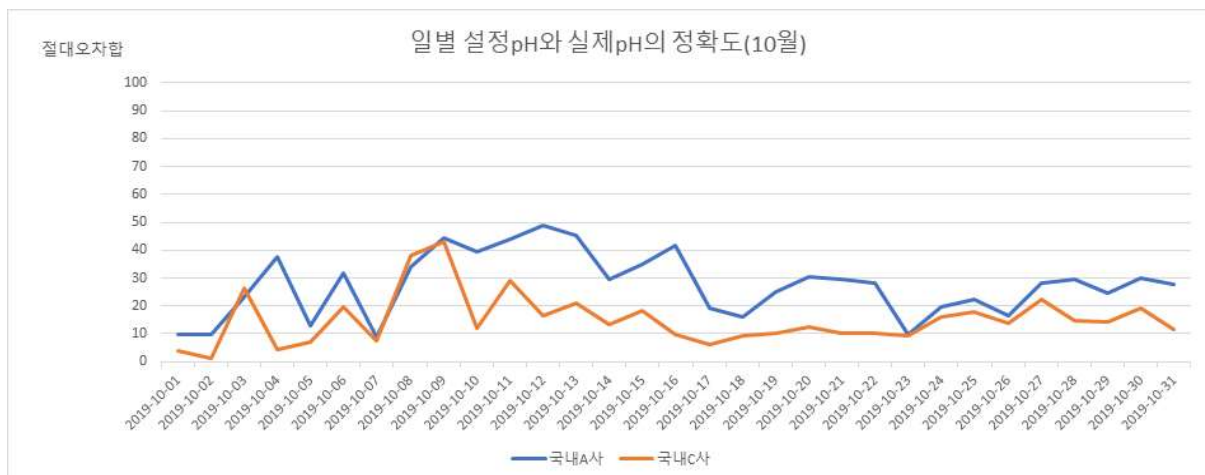
- 국내 A사의 공급 pH와 설정 pH의 절대오차적분 값은 10월에 853.5, 11월에 599.2로 나타났고, 국내 C사는 10월에 469.4, 11월에 375로 나타났음
- 하루에 10회 양액공급을 한다면, 국내 A사는 회당 2.38, C사는 회당 1.38의 pH 값의 오차가 발생한다는 뜻이 됨

제조업체	10월	11월	합계	일평균
국내 A사	853.5	599.2	1,452.7	23.8
국내 C사	469.4	375.0	844.4	13.8

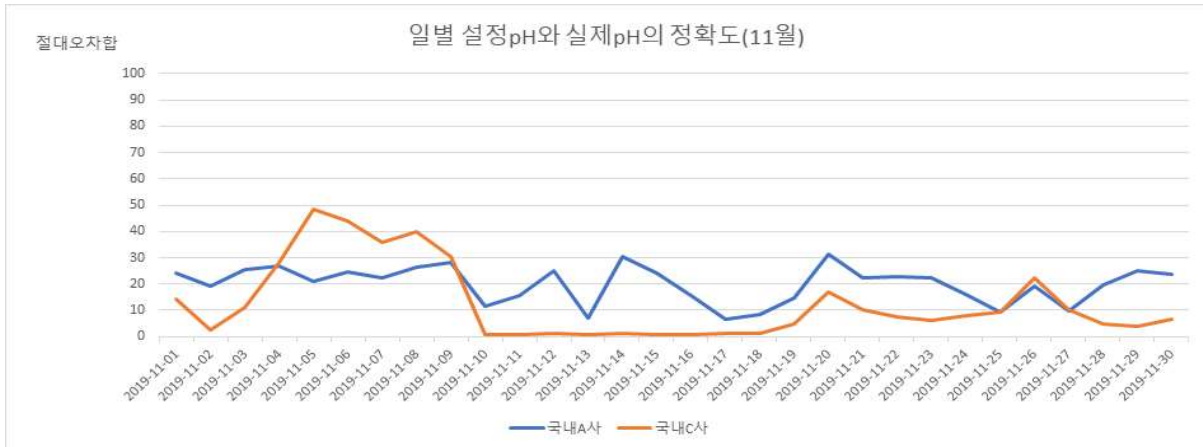


(2) 일별 절대오차적분 값 분석

- 절대오차적분 값은 국내 A사가 C사 보다 큰 값을 보이고 있지만, 일별 절대오차적분 값의 증감은 비슷한 양상을 보였음
- 국내 A사의 경우 10월 11일부터 23일까지 C사에 비하여 상대적으로 높은 절대오차적분 값을 보였음



- 11월의 경우 국내 A사는 비교적 일정하게 절대오차적분의 증감폭을 보였고, 국내 C사의 경우 11월 4일부터 9일까지 절대오차적분 값이 증가한 양상을 보임

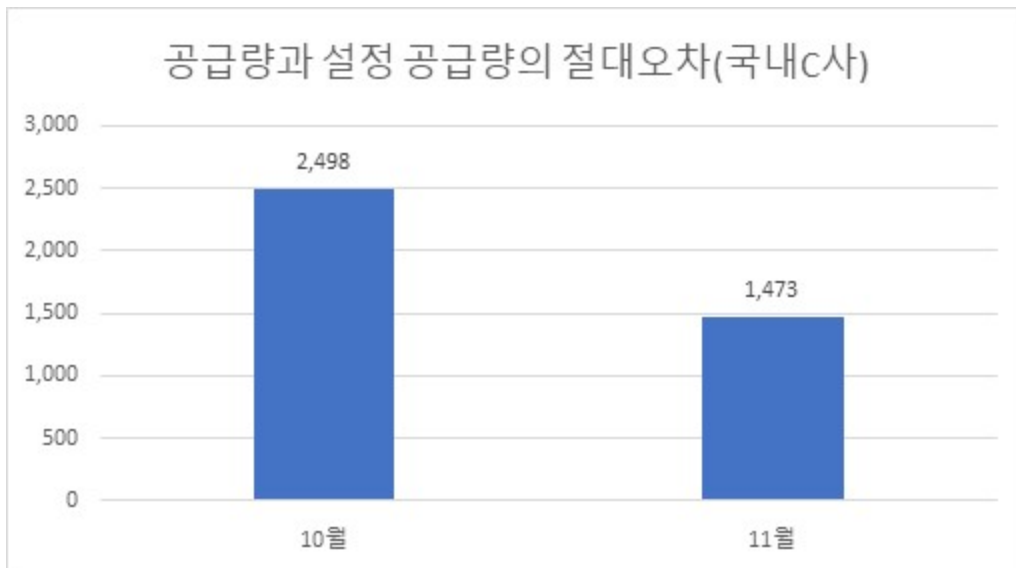


라. 공급량과 설정 공급량의 근접도 분석

(1) 절대오차적분 값 분석

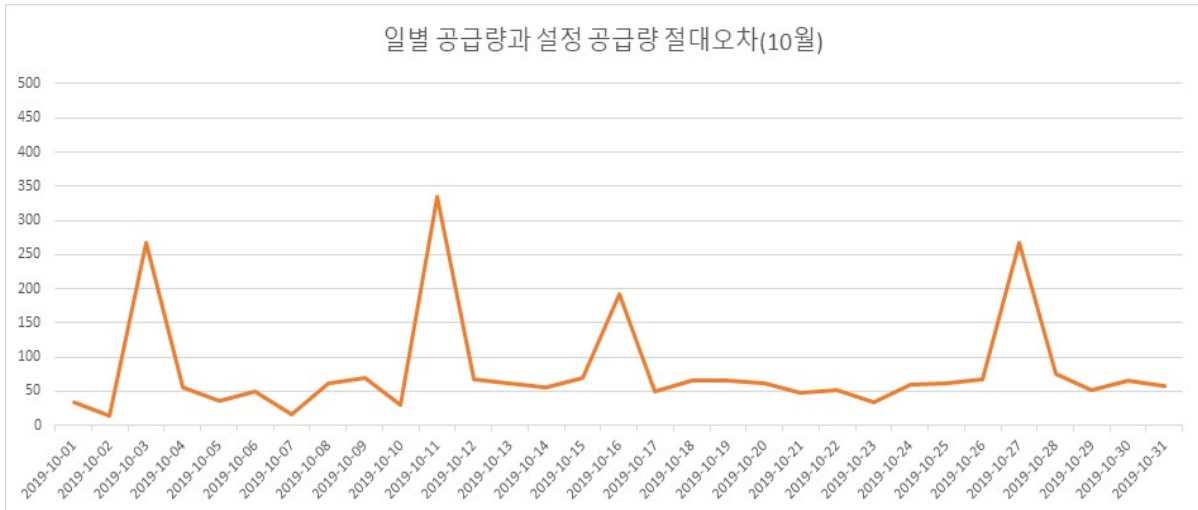
- 국내 C사의 공급량과 설정 공급량의 절대오차적분 값은 10월에 2,498(L), 11월에 1,473(L)로 나타났음

제조업체	10월	11월	합계	일평균
국내 C사	2,498	1,473	3,971	65

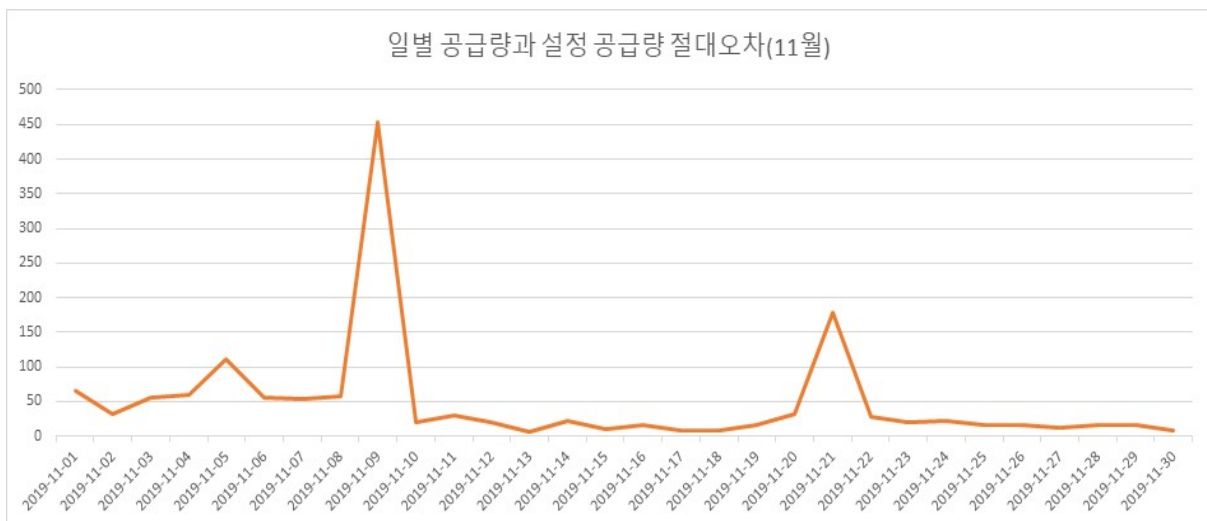


(2) 일별 절대오차적분 값 분석

- 10월의 국내 C사 절대오차적분 값은 큰 폭으로 변동을 보이는데 10월 3일, 11일, 16일, 27일이 다른 일자에 비해서 큰 폭으로 증가함을 보임



- 11월의 경우 국내 C사의 절대오차적분 값은 비교적 일정한 패턴을 보이며, 11월 9일과 21일에 급격히 증가하는 것으로 나타남



5. 온실내부 환경변화 분석

가. 개요

(1) 분석 목적

- 온실 내부의 환경이 급격히 변경되거나 고르게 유지되지 않으면, 재배작물이 스트레스를 받거나 고르게 성장할 수 없음
- 이를 위해 온실 온도의 급변빈도와 온실 좌우의 온도 편차를 분석함

(2) 분석 내용

- 온실온도 급변 빈도 분석
- 온실 좌우 온도의 근접도 분석

(3) 분석대상 스마트팜 기기 제조사

환경 및 제어데이터	국내 : 컬티랩스, 그린씨에스, 신한에이텍 3개사 국외 : 프리바, 호겐도른 2개사
양액데이터	국내 2개사

※ 국외제품의 경우 제품의 특성상 양액data의 설정값이 산출되지 않아 분석에는 제외함

(4) 분석데이터

- 환경데이터 및 제어데이터
- 분석에 사용된 데이터 기간 : 2019년 9월 1일 ~ 2019년 11월 30일
- 분석데이터 건수 :

환경 및 제어데이터	국내A사	1분단위 데이터	152,640Set
	국내B사	1분단위 데이터	79,200Set
	국내C사	1분단위 데이터	152,640Set
	국외D사	1시간단위 데이터	2,544Set
	국외E사	5분단위 데이터	30,528Set
양액데이터	국내A사	이벤트발생시 기록	4,981set
	국내B사	이벤트발생시 기록	5,364set

(5) 분석방법

- 분석에 사용된 데이터 시간대 : 09시부터 17시까지의 데이터
- 월별 내부온도의 급변빈도를 산출하여 분석

나. 내부온도 급변빈도 분석

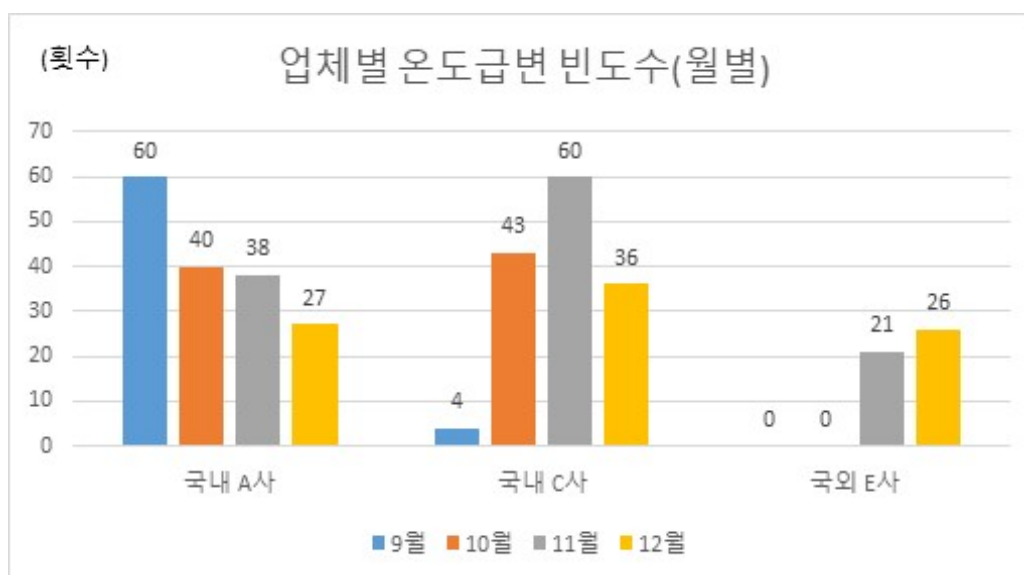
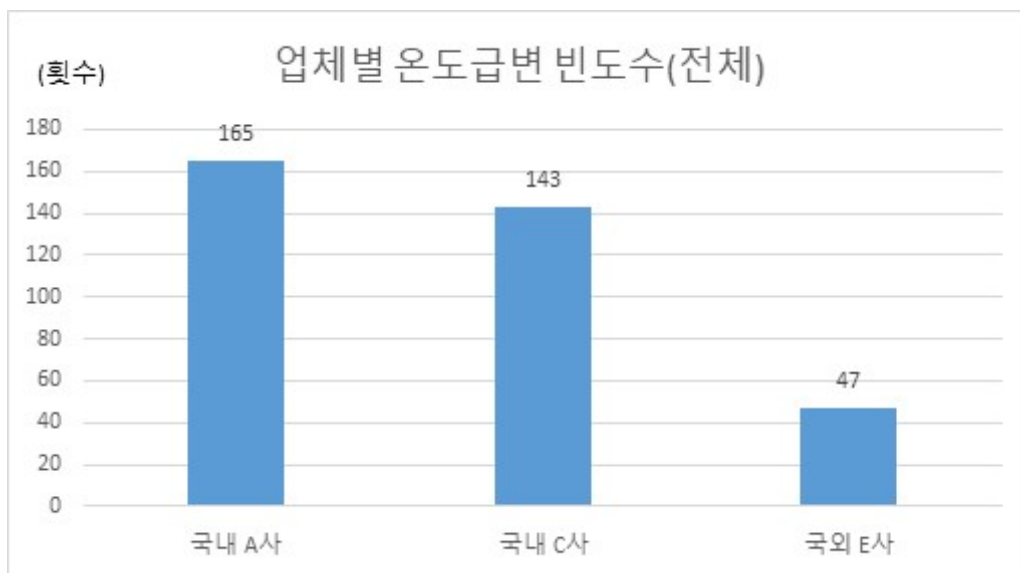
(1) 분석방법

- 30분에 3℃ 이상 변화하는 빈도와 60분에 5℃ 이상 변화하는 빈도를 찾음

(2) 30분에 3°C 이상 변화빈도 분석결과

- 국내 A사의 빈도수는 165회, 국내 C사는 143회, 국외 E사는 47회로, 국내 A사와 C사가 국외 E사에 비하여 월등히 많았음
- 30분에 3°C 이상 변화빈도 분석결과로는 국외제품이 국내제품보다 유의미하게 성능이 좋은 것으로 판단됨

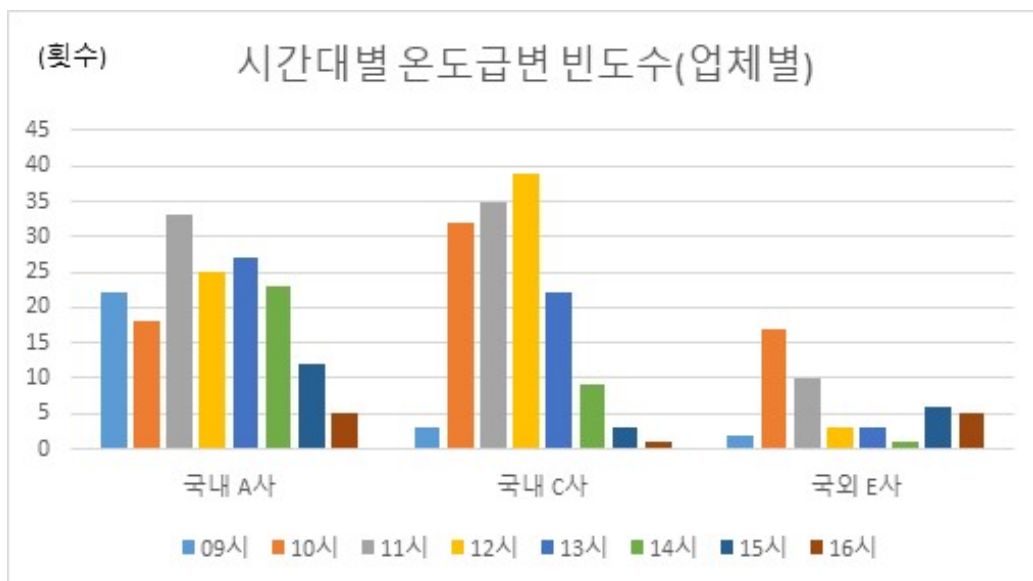
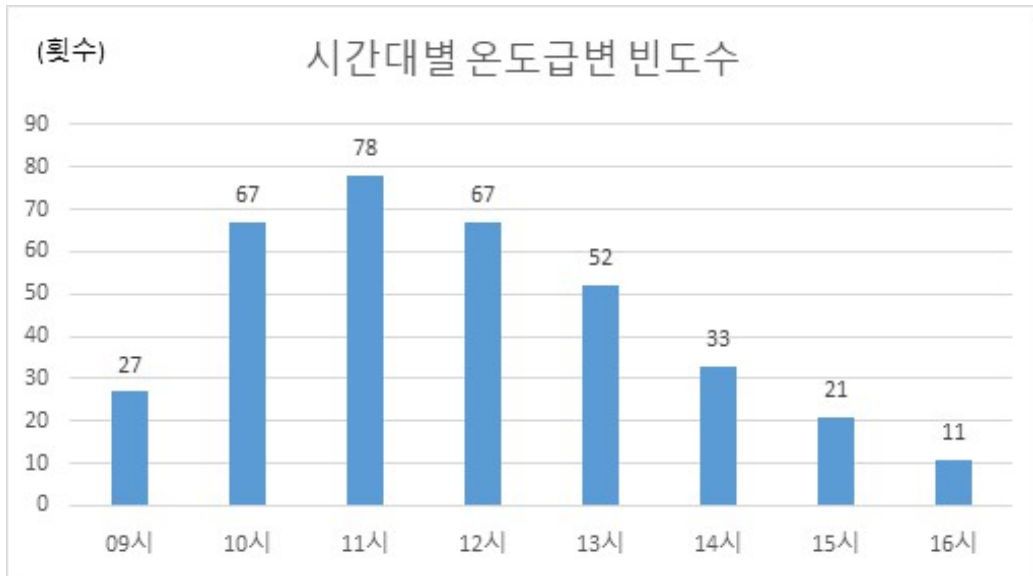
제조업체	9월	10월	11월	12월	합계
국내 A사	60회	40회	38회	27회	165회
국내 C사	4회	43회	60회	36회	143회
국외 E사	-	-	21회	26회	47회



(3) 시간대별 30분에 3°C 이상 변화 빈도수 분석

- 10시에서 13시 사이에 주로 발생하였으며, 오전 11시에 가장 많은 발생하였음
- 이 현상은 모든 업체에서 유사한 양상으로 나타나고 있음

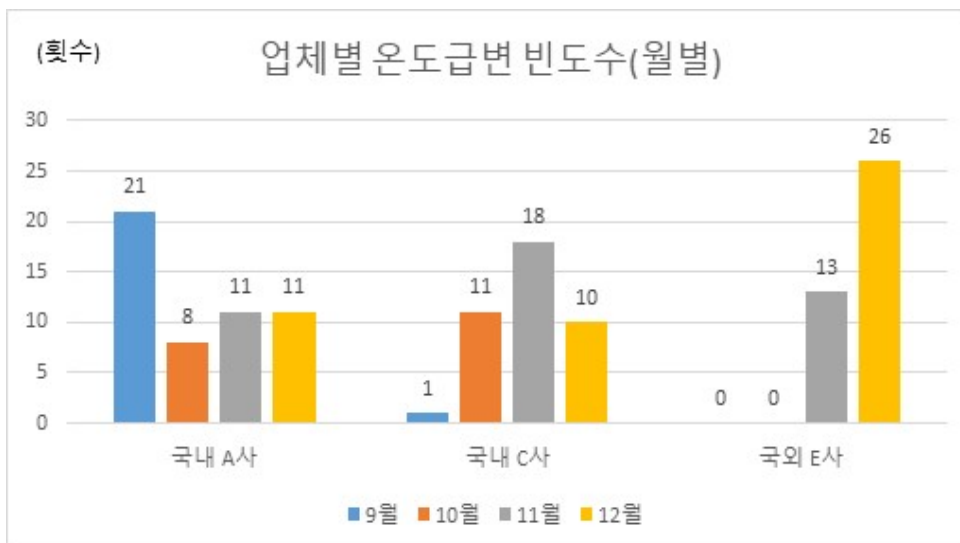
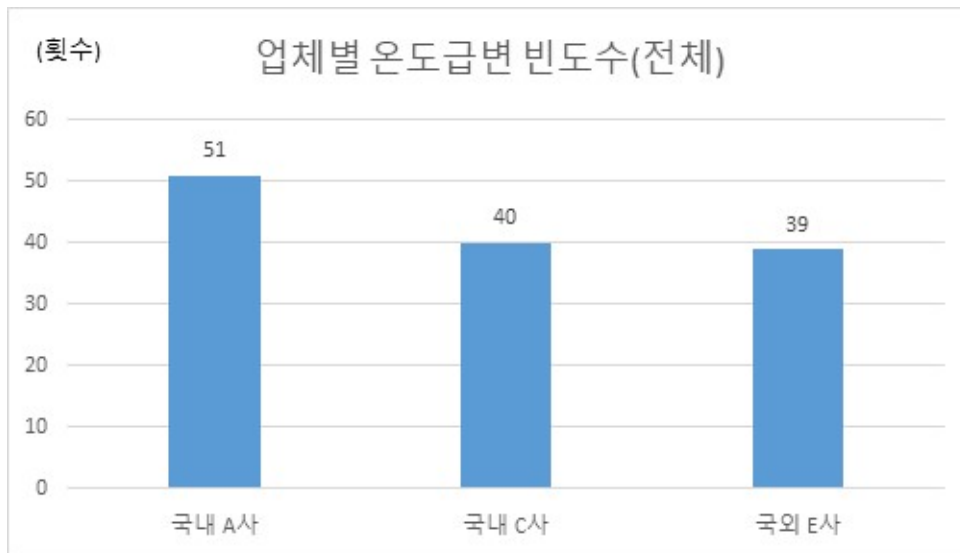
	09시	10시	11시	12시	13시	14시	15시	16시
국내 A사	22회	18회	33회	25회	27회	23회	12회	5회
국내 C사	3회	32회	35회	39회	22회	9회	3회	1회
국외 E사	2회	17회	10회	3회	3회	1회	6회	5회
합계	27회	67회	78회	67회	52회	33회	21회	11회



(4) 60분에 5℃ 이상 변화빈도 분석결과

- 국내 A사의 빈도수는 51회, 국내 C사는 40회, 국외 E사는 39회로 국내업체와 국외업체간 유의미한 차이는 보이지 않음
- 특히, 국내업체의 경우 60분에 5℃ 이상 급변한 빈도는 30분에 3℃ 이상 급변한 빈도보다 급격히 줄어들었지만, 국외 E사의 경우 60분에 5℃ 이상 급변한 빈도와 30분에 3℃ 이상 급변한 빈도의 차가 크게 바뀌지 않았음

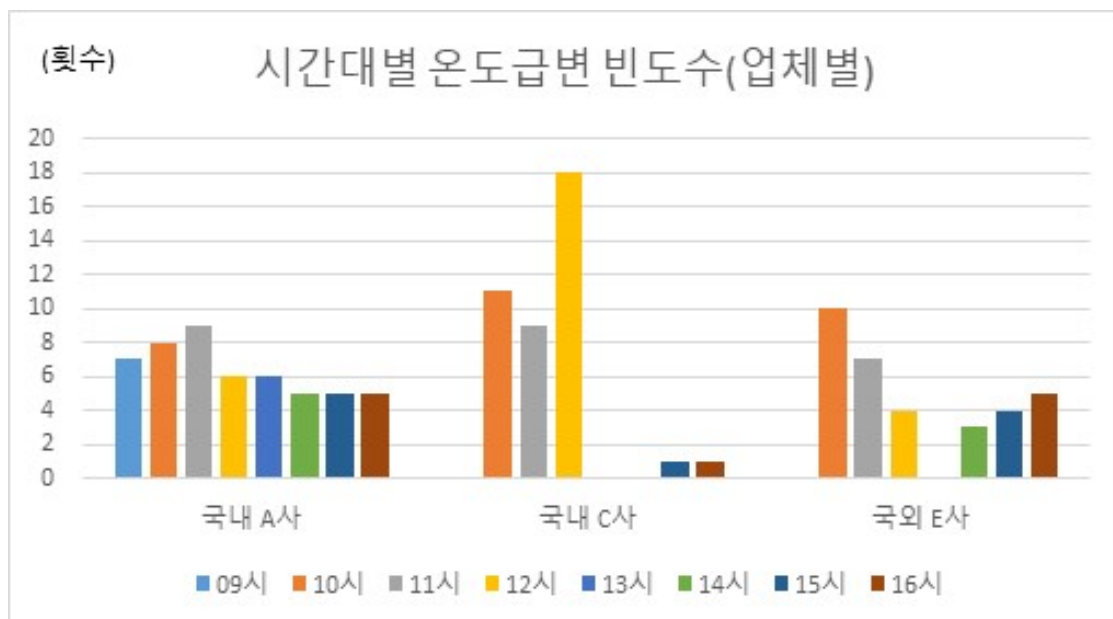
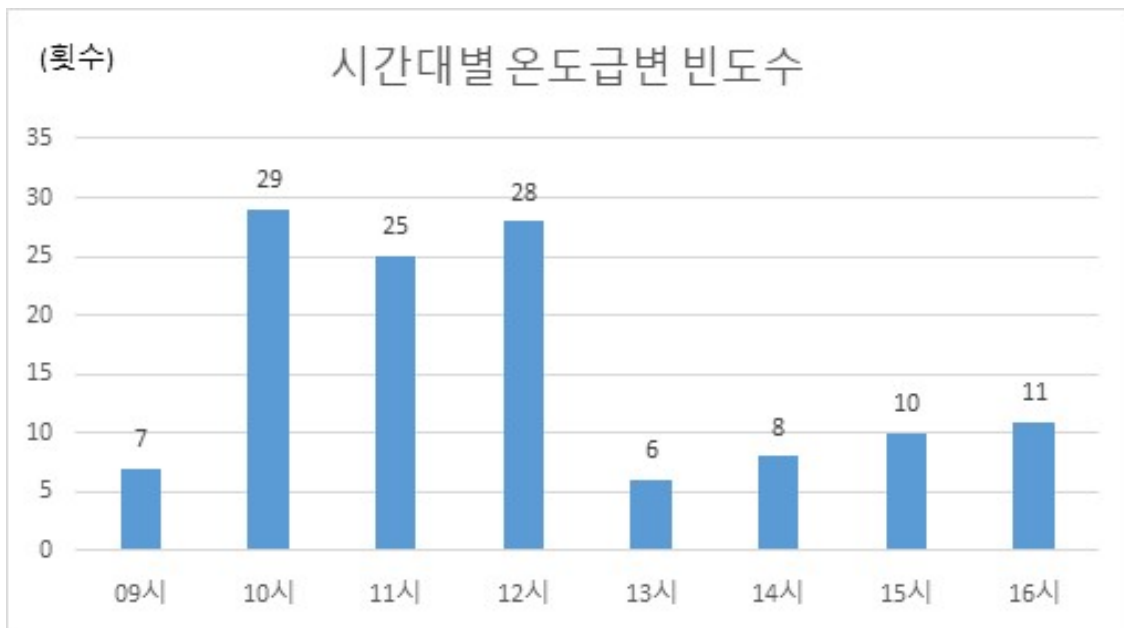
제조업체	9월	10월	11월	12월	합계
국내 A사	21회	8회	11회	11회	51회
국내 C사	1회	11회	18회	10회	40회
국외 E사	-	-	13회	26회	39회



(5) 시간대별 60분에 5℃ 이상 변화 빈도수 분석

○ 10시에서 12시 사이에 주로 발생하였으며, 각 시간대별로 유사한 빈도로 발생하였음

	09시	10시	11시	12시	13시	14시	15시	16시
국내 A사	7회	8회	9회	6회	6회	5회	5회	5회
국내 C사	0회	11회	9회	18회	0회	0회	1회	1회
국외 E사	0회	10회	7회	4회	0회	3회	4회	5회
합계	7회	29회	25회	28회	6회	8회	10회	11회



다. 온실 내부온도 좌우편차 분석

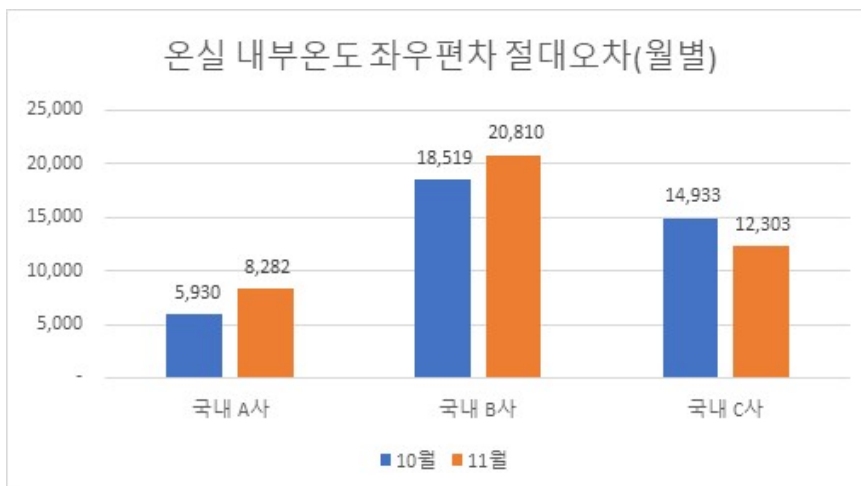
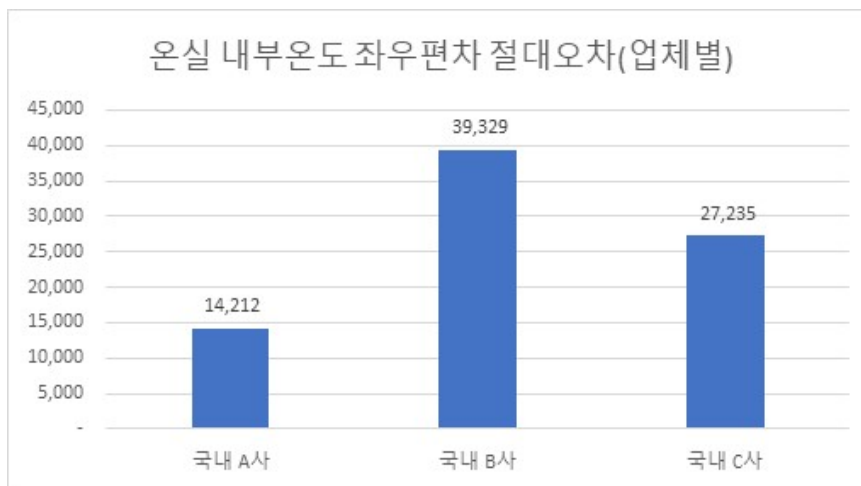
(1) 분석방법

- 밤시간동안 온실 내부의 좌우측의 온도 차이를 비교하여 환경의 균일성을 분석함
- 20시부터 다음날 05시까지 온실 좌우측 온도의 절대오차적분 값을 비교함

(2) 분석결과

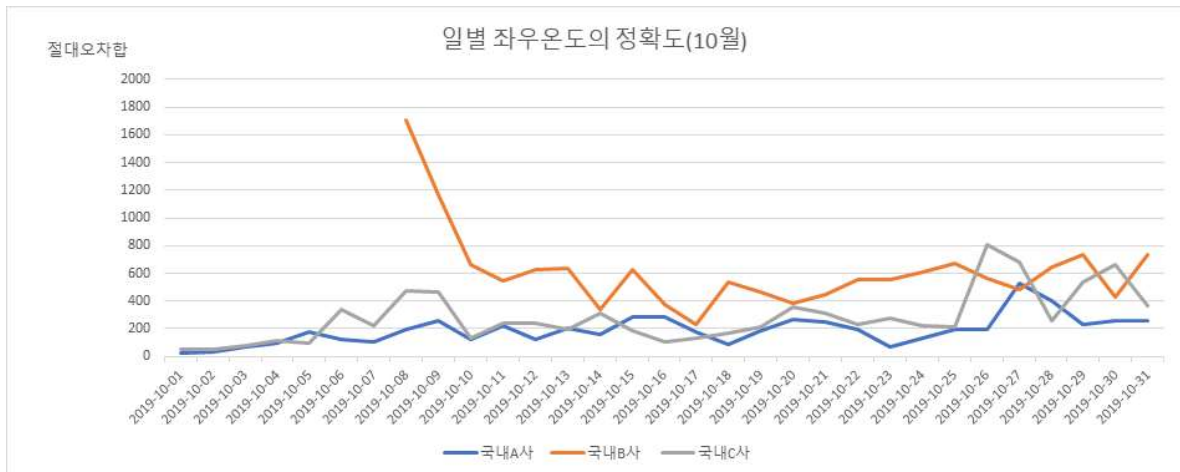
- 모든 업체가 10월과 11월에 온실 좌우 온도의 절대오차적분 값이 균일한 편이었으며, 국내 B사는 타 사에 비하여 절대오차적분이 큰 값을 보였음

제조업체	10월	11월	합계	일평균
국내 A사	5,929.9	8,282.1	14,212.0	233.0
국내 B사	18,518.6	20,810.4	39,329.0	644.7
국내 C사	14,932.7	12,302.7	27,235.4	446.5

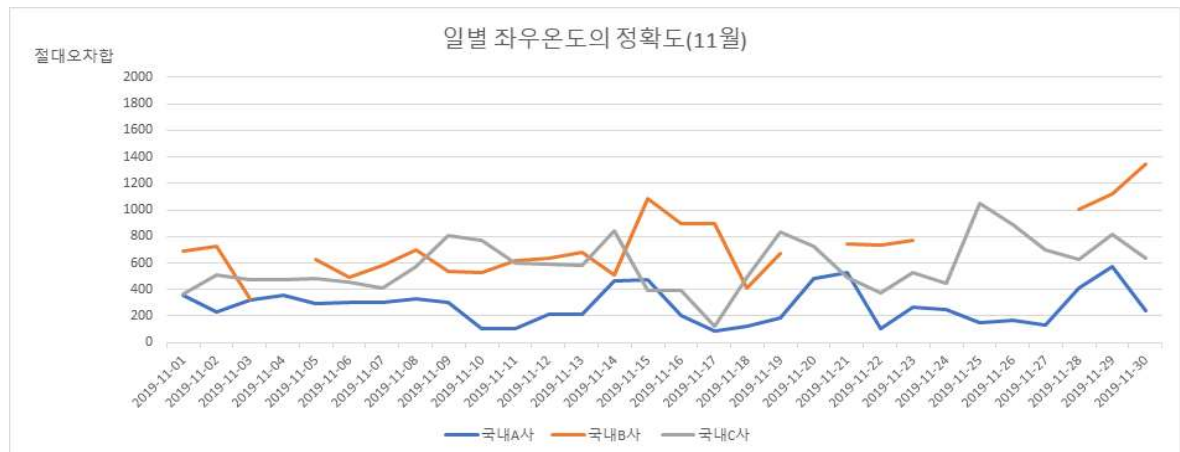


(3) 일별 내부온도 좌우편차 분석

- 10월에 국내 A사의 절대오차적분 값의 증감이 비교적 규칙적이며, 낮은 값을 보임
- 국내 B사는 10월 9일부터 큰 절대오차적분 값을 보이고 이후 증감이 비교적 규칙적
- 국내 C사는 절대오차적분의 증감이 비교적 규칙적이며, 낮은 값을 보이고 있으며, 26일과 30일에 높은 절대오차적분 값을 보임



- 11월에는 국내 A사의 절대오차적분이 14일, 20일, 29일에 급격히 증가하였고, 국내 B사의 경우는 15일, 17일에, 국내 C사는 9일, 14일, 19일, 25일에 급격히 증가함을 보임



라. 온실내부 환경변화 분석으로 본 국내제품과 국외제품의 차이

(1) 내부온도 급변 빈도로 본 비교분석

- 30분에 3℃ 이상 온도가 급변한 빈도를 분석한 결과로는, 국내제품에 비하여 국외제

품의 급변빈도가 월등히 적어 국외제품이 국내제품보다 유의미하게 성능이 좋은 것으로 판단됨

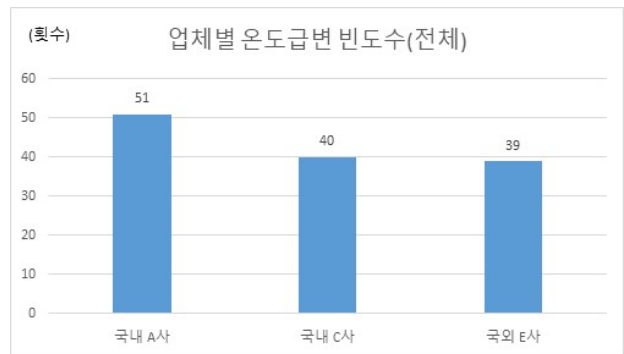
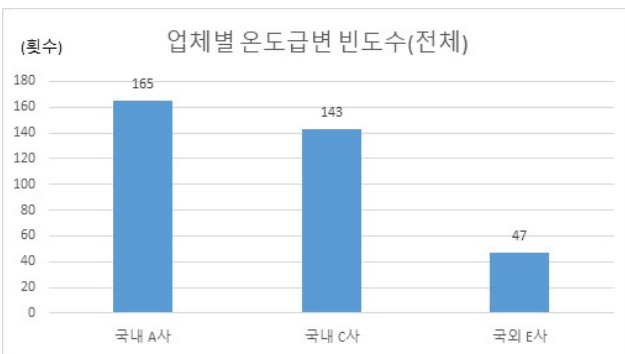
- 하지만, 60분에 5℃ 이상 온도가 급변한 빈도를 분석한 결과로는, 국내제품과 국외제품 간의 유의미한 차이는 보이지 않음
- 특히, 국내업체의 경우 60분에 5℃ 이상 급변한 빈도는 30분에 3℃ 이상 급변한 빈도보다 급격히 줄어들었지만, 국외 E사의 경우 60분에 5℃ 이상 급변한 빈도와 30분에 3℃ 이상 급변한 빈도의 차가 크게 바뀌지 않았음

[30분에 3℃ 이상 온도가 급변한 빈도표]

제조업체	9월	10월	11월	12월	합계
국내 A사	60회	40회	38회	27회	165회
국내 C사	4회	43회	60회	36회	143회
국외 E사	-	-	21회	26회	47회

[60분에 5℃ 이상 온도가 급변한 빈도표]

제조업체	9월	10월	11월	12월	합계
국내 A사	21회	8회	11회	11회	51회
국내 C사	1회	11회	18회	10회	40회
국외 E사	-	-	13회	26회	39회



[30분에 3℃ 이상 온도가 급변한 빈도그래프]

[60분에 5℃ 이상 온도가 급변한 빈도그래프]

6. 분석결과 요약

- 환기 제어 관련
 - 온실 내부온도변화에 따른 환기를 위한 천창개폐의 정확도 및 설정 온도와 내부온도의 근접제어 여부를 분석함
 - 분석결과, 천창개폐 정확도 부분에서는 비정상개폐(내부온도와 설정 온도의 차에 대한 천창의 개폐 여부를 표현)비율이 외산제품 대비 국산제품이 적게 나타났으며, 특이사항으로 온도차가 ±1℃이내일 때, 천창의 개폐가 빈번하게 일어남. 이는 내부 온실환경을 미세하게 조절하기 위한 개폐조건에 기인한 것이라고 판단됨
 - 내부온도와 설정온도의 근접도 부분에서는 국내외 제품에서 큰 차이를 보이지 않았

음. 그러나 가을에서 겨울로 계절변화에 따라 외부환경보다는 난방 등을 통한 내부환경으로 온도를 정확하게 제어함으로써 편차가 줄어드는 경향을 나타내고 있음

○ 냉난방 제어 관련

- 냉난방에 관한 정확도(근접도)를 판단하고자 온실의 내부온도와 냉난방 설정온도와의 차를 절대오차적분값으로 분석하고, 또한 조조가온에 영향을 주는 일출시간대의 온도 변화율을 분석함
- 분석결과, 내부온도와 설정온도 간의 절대오차적분값은 국산제품에서는 비슷하나, 국외제품의 경우 설정온도와 차이가 크게 나타남. 이는 온실타입과 난방방식에 기인한 것으로 판단되며, 결국 제품자체의 정확도보다는 냉난방의 효율을 높일 수 있는 보일러, 난방방식(온풍, 온수 등)과 보온스크린과 같은 하드웨어 제품과의 호환성에 따라서 달라질 수 있을 것임
- 또한, 일출시간대 1℃ 상승 평균시간은 통상적으로 60분이상(재배전문가 의견) 필요한데, 각사가 이 조건을 상회하는 소요시간을 가지고 있음

○ CO2 제어 관련

- 재배작물의 안정적 관리를 위해 CO2시비가 설정한 농도에 맞게 공급되는지를 확인하기 위해 내부 CO2값과 설정 CO2값의 차에 대한 절대오차적분 값과, 그때의 유동팬 작동비율을 분석함
- 분석결과 계절별 영향으로 인해 겨울로 갈수록 제어값의 편차가 커지는 경향이 있으나, 이는 재배방식(CO2 시비횟수 및 공급농도 설정)에 의한 것일 수도 있음. 또한, 분석데이터가 국내 1개사 밖에 없어(설정CO2값을 저장하는 제품이 국내 1개사 밖에 없음) 관련사항을 비교하는데, 한계가 있음

○ 양액공급 제어 관련

- 작물생장에 직접적인 영향을 주는 양액의 EC, pH 및 공급량을 설정한 대로 정확하게 공급되었는지를 확인하기 위해 설정값과 공급값의 절대오차적분 값을 분석함
- 분석결과, EC와 pH의 경우 제품별로, 월별로 큰 편차가 발생되었으며, 특히 EC의 경우 각 제품별로 월초나 월말에 편차가 크게 나타났음. 이는 그 당시 제품의 안정성이나 재배작물의 양액조성비의 변화에 기인한 것으로 판단됨. 이러한 경향을 이용하여, 양액제어기의 성능지표로 활용하기 위해서는 일정기간동안 공급EC와 설정EC의 편차를 계측하고 기준값(예, 1주일, 10회/일이상 운영시 절대오차적분 값이 1.0이하) 이하를 제시하는 방식이 좋을 것으로 판단됨

○ 온실내부 환경변화 관련

- 당초 가혹환경에서의 복합환경제어기의 성능을 비교하려 하였으나, Data 수집기간동안 설정한 가혹환경이 각 사이트별로 나타나는 횟수나 양상이 상이하고 부족한 실정임. 이에 일반적으로 나타날 수 있는 급변환경인 30분에 3℃이상, 60분에 5℃이상 의 환경변화들의 빈도와 온실의 좌우(동,서)의 온도차(절대오차적분 값)를 분석함
- 분석결과, 9월 1일부터 12월 15일까지의 분석기간동안 각각의 급변환경은 10시에서

13시사이 주로 나타났으며, 특히 국외제품의 경우 30분에 3℃이상의 급변빈도는 국내 제품에 비해 국외제품이 적게 나타남. 내부온도 좌우편차는 비교적 균일한 편이었으나, 일별로 변화되는 양상이 업체별로 차이가 있었음

- 본 연구결과에서 활용한 각 분석지표별 절대오차적분 값을 통해 환경제어기, 양액제어기 등의 환기제어, 냉난방제어, 광량제어, 양액제어, CO₂ 제어관련 제품들에 대한 기준치 설정의 기초자료로 활용할 수 있을 것으로 기대하며, 이에대한 지속적인 연구를 통해 적정한 기준값과 표준화가 필요함

- 한계점으로 온실운영기간(통상 겨울작기는 당해연도 8월에서 다음연도 6월까지)동안 전체 Data를 분석한 결과를 도출하지 못하고 일부 기간(가을에서 겨울로 넘어가는 기간인 9~12월)만 적용하였으며, 또한 일부 지표별로는 설정Data 추출이 불가능하여 분석에서 제외함으로써, 분석결과의 신뢰도를 확보하기 어려웠음. 또한 다년간 5곳 실증 온실의 Data 분석을 통해, 온실타입, 작물별 운영방식 등에 기인한 상관관계들을 분석하지 못하였음. 이는 향후 추가연구들을 통해 규명하여야 할 것임

제 4 장 목표달성도 및 관련분야에의 기여도

1절 정성적 성과

(단위 : %)

구분	연구개발 내용 및 범위	달성도
최종 목표	○ 스마트 온실에 필요한 ICT 기기(센서 제외)의 현장 실증을 통해 국산과 외국산 제품의 특성 및 성능을 비교분석하고 이를 바탕으로 표준화 및 핵심 성능 개선방안 마련	100
세부 목표	○ 스마트팜 ICT 기기 기술 동향 및 정책 동향 조사	100
	○ 스마트팜 ICT 기기(복합환경/양액 제어) 현장 실증실험을 위한 표준화 항목 평가 기준 제시	100
	○ 스마트팜 ICT 기기(복합환경/양액 제어) 국산/외국산 간 현장 실증 및 분석	100
	○ 국산 및 외국산 스마트팜 ICT 기기(복합환경/양액 제어) 설치·평가용 스마트 온실 확보 및 운영	100
	○ 현장에서 수집 가능한 데이터를 확보하고 자체 실증사이트를 통해 수집한 데이터 실증 및 분석	100
	○ 자체 검증시스템을 통해 데이터 안전성 검사 및 검증을 실시하고 주요 핵심기기의 성능적, 비용적 개선사항 및 표준화 방안 제시	100

2절 정량적 성과

(단위 : 건수, 백만 원, 명, %)

성과목표	사업화기반지표										연구기반지표									
	지식 재산권			기술 실시 (이전)		사업화					기술인증	학술성과				교육지도	인력양성	정책 활용·홍보		기타 영농 활용용 및 자료발간
	특허출원	특허등록	품종등록	건수	기술료	제품화	매출액	수출액	고용창출	투자유치		논문		학술발표	정책 활용			홍보전시		
												SCI	비SCI							
단위	건	건	건	건	백만 원	건	백만 원	백만 원	명	백만 원	건	건	건	명	건	건	건			
최종목표						2	300		3								5		11	
달성도						3	382		8								0		0	
달성률						150	128		267								0		0	

1. 사업화기반지표 달성



○ 제품화 3건 달성

- 경희대학교 내 환경제어기, 양액기 등 스마트팜 설비 설치(167,500천원)
- 복합 환경제어기(호남온실, (유)은혜전기 등) 및 양액기(한국농수산대학, (주)진원기업) 판매/설치(총 94,616천원)
- 개별농가별 복합환경제어기 외 판매/설치(총 120,000천원)

○ 매출액 116,237천 원

구분	총 매출액 (천원)	해당기술의 매출액기여율(%)	성과활용 매출액(천원)	비고
(주)컬티랩스	고신뢰성 복합환경제어기	100,500	50	50,250
	생체계측기반 양액공급시스템	67,000	50	33,500
그린씨에스(주)	복합환경제어기	69,316	40	27,727
	양액기	25,300	20	5,060
신한에이텍(주)	복합환경제어시스템 외	120,000	30	36,000
합계		382,116	약 40%	152,537



농림축산식품연구개발과제 사업화실적 확인서

과제명	스마트온실 국산 기기의 외국산 대비 특성·성능 비교를 통한 기술 고도화						
주관연구기관	(주)컬티랩스		참여기관	(주)컬티랩스			
책임자	박철순 연구기간 2019년 1월 ~ 2020 1월(총 1년)						
정부출연금 (천원)	400,000	기업부담금 (천원)	135,000	총 계	535,000		
기술이전명	기술실시대상기관						
기술료	기술실시일						
구분	기술실시 업체 결산액 (단위: 백만원) * 최근연도 결산보고서에 의해 작성		해당기술을 통한 사업화 실적				
실적	자산 총계	700 (2018년 가년)	제품건수	2			
	자본 총계	287 (2018년 가년)	기술개발성취비용	187			
	부채 총계	414 (2018년 가년)	총 매출액	(2019년 중 백만원)			
	매출액 총계	282 (2018년 가년)	(국부매출액 + 해외수출액)				
제품별 실적							
구분	제품명	제품사진	제품출시일	매출액 (백만원)	해당기술의 매출액 기여율 (%)	원산지	품질 인증 여부
1	고신뢰성 복합환경 제어기		2019.9.1	36	50	한국	미인증
2	생체계측기반 양액공급 시스템		2019.9.1	25	50	한국	미인증
3						한국	
						해외	

* 첨부 : 매출액 확인이 가능한 자료(세금계산서, 매출원장 등)

2019년 12월 27일
연구책임자 : 박철순 (서명 또는 인)


농림축산식품연구개발과제 사업화실적 확인서

과제명	스마트온실 국산 기기의 외국산 대비 특성·성능 비교를 통한 기술 고도화						
주관연구기관	(주)컬티랩스		참여기관	그린씨에스(주)			
책임자	박철순 연구기간 2019년 1월 ~ 2020년 1월(총 1년)						
정부출연금 (천원)	80,000	기업부담금 (천원)	27,000	총 계	107,000		
기술이전명	기술실시대상기관						
기술료	기술실시일						
구분	기술실시 업체 결산액 (단위: 백만원) * 최근연도 결산보고서에 의해 작성		해당기술을 통한 사업화 실적				
실적	자산 총계	811	제품건수	6			
	자본 총계	50	기술개발성취비용	94			
	부채 총계	78	총 매출액	(국부매출액 + 해외수출액)			
	매출액 총계	1,518	(국부매출액 + 해외수출액)				
제품별 실적							
구분	제품명	제품사진	제품출시일	매출액 (백만원)	해당기술의 매출액 기여율 (%)	원산지	품질 인증 여부
1	복합환경 제어기		2005	58	40	한국	농기계 협동조합 품질 인증서 발급
2	양액기		2016	36	20	한국	농기계 협동조합 품질 인증서 발급

* 첨부 : 매출액 확인이 가능한 자료(세금계산서, 매출원장 등)

2019년 12월 30일
연구책임자 : 서해근 (서명 또는 인)

농림축산식품연구개발과제 사업화실적 확인서

과제명	스마트온실 국산 기기의 외국산 대비 특성성능 비교를 통한 기술고도화							
주관연구기관	윌티맵스	참여기관	신한케이텍주식회사					
책임자	박철순	연구기간	2019년 01월 ~ 2020년 01월(총 1년)					
정부출연금	400,000,000	기입부담금	135,000,000					
		총계	535,000,000					
기술이전명		기술실시대상기관						
기술료		기술실시일						
구분	기술실시 업체 결산액 (단위: 백만원) * 최근연도 결산보고서에 의해 작성		해당기술을 통한 사업화 실적					
실적	자산 총계	7,295	제품인수	1				
	자본 총계	2838						
	부채 총계	4,485	기술개발사업활동 총 매출액	38,000,000				
	매출액 총계	7,643	(국산제품액 + 해외수출액)					
제품별 실적								
구분	제품명	제품사진	제품출시일	기술력 (백만원)	해당기술의 대출력 기술 (%)	원산지	품질 인증 여부	
1	부일환경 제어시스템		2019.10.1	국내	120	30	한국	미인증
				해외				
2				국내				
				해외				
3				국내				
				해외				

* 첨부 : 매출액 확인이 가능한 자료(세금계산서, 매출원장 등)

2020년 1월 10일
연구책임자 : 정재숙 (외장 또는 인)

- 고용창출 7명 달성
 - 신연준 외 7명의 연구인력 고용

2. 연구기반지표 달성

- 기타 영농활용 및 자료 발간 13건
 - 서산중양고 원예학과 학생 대상 스마트팜 현장탐방 및 국내기술 설명(2019.07.08.)
 - 강원도청 농정국 스마트팜 현장탐방 및 국내기술 설명(2019.6.12.)
 - (주)아보카도(에너지솔루션기업) 대상 스마트팜 현장탐방 및 국내기술 설명(2019.7.9.)
 - 과학기술정보통신부 연구산업진흥과 스마트팜 현장탐방 및 국내기술 설명(2019.11.7.)
 - KIST 스마트팜 현장방문 및 양액제어기 국산화방안의견교류(2019.12.6.)
 - ETRI 스마트팜 현장방문 및 환경제어기 국산화방안의견교류(2019.12.23.)
 - 경희대학교 교수 및 임직원 대상 스마트팜 및 국내기술 설명(2019.12.3.)
 - 청년농업인의 스마트팜 복합 환경제어 시스템 활용 증대 집단교육(2019. 04. 03.)
 - 스마트팜 도입 농가 대상 복합 환경제어 기술 설명 및 현장방문(2019. 05. 12.)
 - 스마트팜 도입 희망 농업인 대상 빅데이터 기반 환경제어 활용방안교육(2019. 07. 03.)
 - 전남 스마트팜 농업인 대상 지상부 환경제어기술 설명 및 현장관리교육(2019. 11. 12.)
 - 딸기농업인대상 적정환경조성을 위한 스마트팜 환경제어 설명/현장방문(2019. 11. 16.)
 - 강원도 스마트팜 도입 농가 대상 양액 제어기 제어기술 교육(2019. 12. 21.)

3절 관련 분야에의 기여도

1. 기술적 측면

- 주요 ICT 기기 표준화 기반 마련으로 향후 제품 간 호환성이 확보되는 등 스마트팜 산업화 기반을 더욱 공고히 하고 국내외 주요 스마트팜 ICT 핵심기기 비교분석자료를 활용해 향후 한국형 스마트팜에 적합한 기기구성을 제시하는데 하나의 기준이 될 수 있을 것으로 기대됨
- 기존 외국산제품 사용에 따른 시간적, 비용적 자원낭비 절감을 위한 기술표준화 기반을 마련하고 핵심기기 개선방안 도출을 통한 국내 ICT 기기의 경쟁력 강화 기반을 마련할 수 있을 것으로 기대됨
- 스마트팜 핵심기기 기술고도화를 통해 스마트팜 분야의 국가 R&D 수준 및 과학기술 역량을 제고하고 스마트팜 운영대상자에게 핵심기기의 기술적 보정 및 ICT 기기 간 호환성 확보가 용이하게 함
- 스마트팜 ICT 기기 관련 국내기업 육성을 통해 스마트팜 핵심 구성기기 인증제도 확립 기반을 마련하고 글로벌 스마트팜 기기시장에서의 국제경쟁력을 확보할 수 있을 것으로 사료됨

2. 경제·산업적 측면

- 작물별 스마트 온실기기의 현장 성능평가방법 제시로 국산제품의 신뢰성을 제고하고 주요 ICT 기기 현장실증 및 평가용 스마트팜 기술 확산의 전초기지로 활용하여 관련 농가에 적합한 기기를 선택하고 활용하는 맞춤형 스마트팜 구축이 가능해질 것으로 기대됨
- 국산과 외국산 제품의 비교분석자료를 활용해 국내 제품의 성능개선방안 마련 및 국내 시장 확대기반을 구축하고 나아가, 국제경쟁력을 강화시킬 수 있을 것으로 기대됨
- 국내 스마트팜 ICT 기기의 경쟁력 강화를 통해 한국형 스마트팜 수출 활로를 개척하고 스마트팜과 과학영농을 연계하여 해당 농가들의 소득안정성 확보가 용이하도록 함
- 한국형 스마트팜을 중심으로 생산시설·기자재 등의 국산화, 수입대체 해외시장 진출을 원활히 함

제 5 장 연구개발성과 및 성과활용계획

1. 스마트팜 기술고도화

- 스마트팜 실증연구와 제품(서비스) 고도화를 위해 실증팜(퀄티팜)의 안정적 운영을 통한 실용화 및 산업화 계획 수립
 - 현장(농장) 운영인력 4명을 배치하고, 비즈니스 스케일의 농장운영을 통해 제품(서비스) 버전별 현장 Test를 실시간으로 진행
 - 안정적 작물생산을 위해 재배전문가(재배컨설턴트) 계약을 통해 지속적인 현장기반 노하우를 Data 기반 영농기술로 발전시킴
- 스마트팜 주요 장비(복합환경제어기, 양액제어기)의 Data와 생육측정 Data를 연계하여, 2021년 상반기까지 토마토, 파프리카 작물에 대한 각각의 표준 생육지표에 대해 'AI 기반 생육측정 모바일 웹 v1.0'을 출시
- 고도화된 주요 장비(복합환경제어기, 양액제어기)와 연계하여, 2022년까지 딸기, 오이, 가지, 국화, 참외 등 주요 작물들 중에서 최소 5개 작물에 대한 'AI 기반 생육측정 모바일 웹 v1.5'를 출시하고 관련 측정지표들에 대한 측정프로토콜을 배포

2. 연구개발성과의 활용 및 수익모델 정립

- 해외 스마트팜 구축사업에 연구개발성과 활용
 - 원격재배컨설팅 서비스 시스템을 활용하여 해외 스마트팜 관리 및 데이터 수집
 - 생육측정 전문가 컨설팅 풀을 활용하여 병충해 예찰과 재배 컨설팅 제공
 - 오픈하드웨어와 소프트웨어를 활용한 환경제어관리시스템
- 지자체 농업기술센터에 농가의 생산성 증대 및 품질 향상을 위한 농업용 서비스 포털 개발 및 지역농업 데이터 수집 및 분석에 활용
 - 지자체 농업기술센터의 재배 마스터의 컨설팅 솔루션으로 활용
- 스마트팜 환경관리 모니터링용 제품 판매 및 원격재배컨설팅 서비스 사업화 활용
 - IoT 커뮤니티를 통한 농업용 어플리케이션 스마트팜 환경관리 제품 영상 이미지 기반의 원격재배컨설팅 서비스 판매와 유지보수를 통한 소득 창출
- 스마트팜 관련 기술 및 제품 판매
 - 해외 스마트팜 구축사업을 통해서 확보된 기술 및 제품 국내 유통
 - 커뮤니티에서 제공되는 농업용 어플리케이션 및 기술을 응용한 제품 개발에 대해 기술 및 비용을 지원하고 개발된 상품을 판매함

- 생육정보취득 분석기술 및 서비스 확산을 위해 ‘농림수산식품교육문화정보원 (농정원)’, 강원도 농업기술원, 지자체 4곳 스마트팜 혁신밸리 등 정부기관, 지자체와 협력하여 기술, 서비스 확산을 위해 노력하고 서비스용역 형태의 사업을 통해 초기매출 확보
 - 이후, 간단한 의사결정지원서비스를 탑재한 모델로 일반 스마트팜에 보급하여 유료 서비스사업 모델을 위한 플랫폼으로 안착시킬 계획이며, 해외시장에는 유관 SI 및 시설 기업, 협회 등 유관기관들과 동반진출 추진
- 스마트팜 ICT 핵심기기의 성능개선 및 표준화 수요결과를 바탕으로 향후 국내 스마트팜 산업의 국제경쟁력 강화 및 확산에 기여

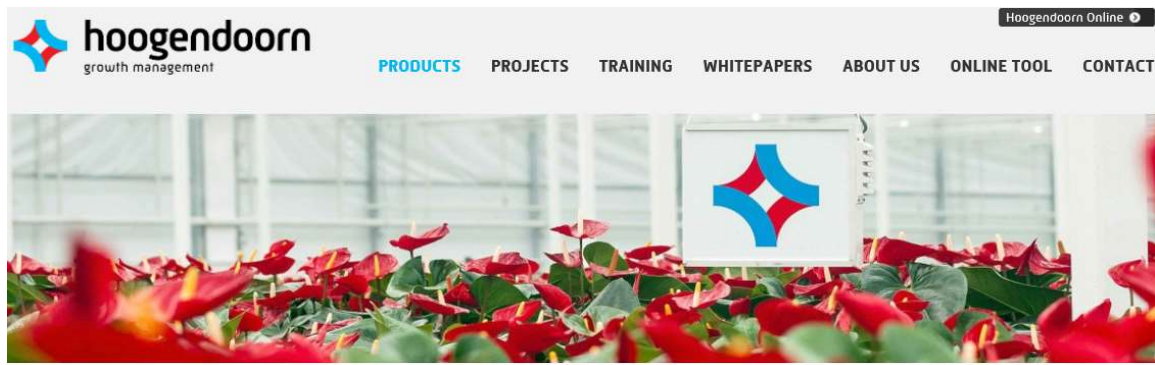
제 6 장 연구개발과정에서 수집한 해외과학기술정보

○ Priva 홈페이지(<https://www.priva.com/horticulture/>)

○ Priva 제품 카달로그

 <h3>Priva NutriFlex</h3> <p>Smart, flexible and accurate fertilizer dosing</p> <p>Precise application of water and nutrients is critical to good crop performance. The Priva NutriFlex ensures that crops are provided with the correct fertilizers at every watering. This ensures optimum growth: higher yields, improved colour and flavour, longer shelf life and increased disease resistance. Practical experience has shown that with the use of the Priva NutriFlex a higher yield per m² is reached.</p> <p>Safe and reliable The basic principle is simple. Fertilizer tanks are connected to the Priva NutriFlex. These contain soluble fertilizers dissolved in water. The dissolved fertilizers are injected into the NutriFlex mixing tank, where they are mixed with water and evenly pumped to the crop. The NutriFlex can mix a maximum of ten solutions simultaneously, e.g. nine fertilizer solutions and one acid/lye solution. The dual EC and pH measurements provide maximum reliability. The entire process can be controlled by a Priva process computer and possibly also by a process computer of a different brand. The operating system for the NutriFlex is available in a variety of languages.</p> <p>Flexible and efficient The NutriFlex can be used with overhead or drip irrigation and ebb and flood systems. The acidity can be adjusted with acid or lye. This makes the NutriFlex extremely suitable for applications of soilless growth systems. The system is available in a range from 10 up to 80 cubic metres per hour. Within these capacities, a number of system pressures are available. The Priva NutriFlex is easy to integrate into existing configurations and provide efficient solutions for any size of business. With deployment of the Priva NutriFlex will be realized a 'more' production of 15 per cent.</p> <p>LOWEST COST / M²</p> <p>WWW.PRIVA-INTERNATIONAL.COM</p> 	 <h3>Priva NutriFit</h3> <p>Accurate and affordable fertilizer dosing</p> <p>Safe and cost conscious use of water and fertilizers in horticulture is a challenge for every grower. Priva NutriFit is a compact fertilizer dosing system with a mixing tank. The NutriFit ensures that the crop gets the right amount of water and fertilizer at the right time. Priva NutriFit makes EC, and pH control affordable for any grower worldwide.</p> <p>Safe and reliable Fertilizer tanks are connected to the Priva NutriFit. These contain soluble fertilizers dissolved in water. The dissolved fertilizers are injected into the NutriFit mixing tank, where they are mixed with water and evenly pumped to the crop. The NutriFit can mix a maximum of five solutions simultaneously, e.g. four fertilizer solutions and one acid/lye solution. The single or dual EC and pH measurements provide maximum reliability. The NutriFit can be controlled by an integrated process computer or an external Priva process computer, and possibly also by a process computer of a different brand. The operating system for the Priva NutriFit is available in a variety of languages.</p> <p>Flexible and efficient The Priva NutriFit can be used with overhead or drip irrigation and ebb and flood systems. The acidity can be adjusted with acid or lye. The NutriFit is available in a range from 5 up to 25 cubic metres per hour. Within these capacities, a number of system pressures are available. The Priva NutriFit is easy to integrate into existing configurations and provide efficient solutions for small to medium business.</p> <p>Saving costs by reusing water To prevent the waste of costly fertilizers, the process computer has built-in functions to pre-mix collected run-off water with fresh water. As a general rule, savings of 30 - 40 per cent on water and fertilizer costs are achieved by utilizing this reuse function and unnecessary pollution of the environment can be prevented.</p> <p>Durable and low maintenance NutriFit systems are extremely durable and require very little maintenance. The system is made of stainless steel and sustainable plastics and the number of moving parts is kept to a minimum as a result of the use of venturi dosing.</p> <p>LOWEST COST / M²</p> <p>WWW.PRIVA-INTERNATIONAL.COM</p> 
---	---

○ Hoogendoorn 홈페이지 (https://www.hoogendoorn.nl/en/)



You are here: [Home](#) > Products

Targeted analysis, management and optimization of business processes

Products

The worldwide demand for high-quality food keeps increasing. This is caused by the continuing growth of our world population and the higher demands placed on food safety. At the same time, we see that our climate changes and that fossil fuels and water are becoming scarcer. Around the world, alternative sustainable energy sources such as geothermal, sun, wind and bio-energy are increasingly being used. In addition, new possibilities are continuously sought to use water and energy more efficiently.

Together with Hoogendoorn, you can contribute to the sustainable use of resources, energy and water and the reduction of CO₂ emissions. Our services and products make it possible to analyze, manage and optimize all your company processes in a targeted way. This way, as a horticultural entrepreneur, you get insight into your business operations and are able to produce cost-effectively. This is a win-win situation: profit for the environment and profit for your company.

Hoogendoorn has a fitting automation solution for virtually all of the processes and systems in your company. Regardless of your crop, climate or company circumstances.

Advice?

Find your partner

Helpdesk

○ Hoogendoorn 제품 카달로그

The next generation iSii
State-of-the-art process computer for greenhouse management

Aquabalance
Proper care, healthy growth

Healthy growth of your crop starts with an active and healthy root system. To achieve this, your crop must be given a proper dosage of water and nutrients. Under all circumstances. The Aquabalance system from Hoogendoorn takes care of this for you. The needs of your plant and the condition of the substrate are precisely determined from minute to minute and compared with the target values you desire. Watering is then automatically aligned with this. Optimum production and high quality are the results.

Precision

With Aquabalance, your plants are given the exact amount of water at exactly the right time both during the day and at night. In combination with the irrigation software in the iSii process computer, the current weight and the saturation weight of the substrate mat are repeatedly measured and calculated. The course of these values is an excellent yardstick for the activity and water requirement of the crop and the water content of the substrate. Together with your desired drain percentage, this determines the mat weight at which the next drip must begin. Since Aquabalance can determine the proper value beforehand, your plants are never lacking for water and overwatering is prevented. This ensures healthy growth and provides you with higher production.

Precise & automatic irrigation:
24 hour per day

A good start

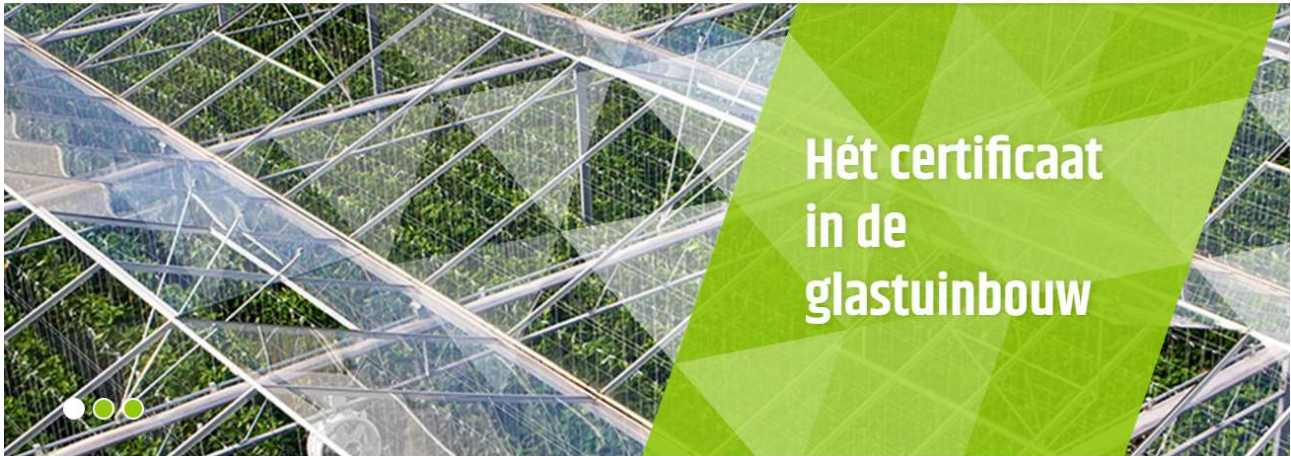
The starting moment of the first watering is determinant for the growth of your crop for the rest of the day. During the day, watering follows the actual evaporation from the crop. In the afternoon, watering is decreased in a steady manner to ensure the mat's proper moisture and air content during the night. By means of controlled 'tendering' of the substrate, root environments that are too wet or too dry are prevented. You can rest assured that your plants will develop a healthy root system and that nutrients are taken up optimally.

Precise measurements

The Aquabalance measures the mat weight and the amount of drain water by default. Drain registrations can be in various formats, such as in percentages and in cc per plant. Optionally, pH and the EC content of the drain water can also be measured. All measurements correspond to the entire length of the 3 m long mat. That way, the measured values are even more accurate and reliable than a measurement at a single point on the mat.

A Bats obag Techniek company

○ HortiQ 홈페이지(<https://www.hortiq.nl/>)



Transparant en onafhankelijk kwaliteitscertificaat

Een nieuwe kas moet voldoen aan hoge kwaliteitseisen. Het HortiQ certificaat is het bewijs dat de kas aan die eisen voldoet. Voor de teler/investeerder biedt het certificaat zo zekerheid. Voor het (technisch) installatiebedrijf is het certificaat het bewijs van vakmanschap en een manier om efficiënter te werken. Voor beiden partijen is HortiQ een garantie dat er heldere procedures en criteria zijn vastgelegd en dat deze worden nageleefd. Dankzij de objectieve criteria voor water en verwarming weten alle betrokken partijen waar zij aan toe zijn.

제 7 장 연구시설·장비현황

○ 해당사항 없음

제 8 장 참고문헌

- 이승기, 「한국형 스마트팜 현황과 전망」, 「스마트팜 전략 콘퍼런스 2019」, 2019.10.18.
- 이주량 등 6명, 「스마트농업 현장 착근을 위한 기술정책 제고방안」, 과학기술정책연구원, 2018.12.30.
- 농림축산식품부·농촌진흥청 보도자료, 「스마트팜 기자재 KS 국가표준 제정」, 2018.12.26.
- 농림식품기술기획평가원, 「농림식품 기술수준평가」, 2018.12.
- 기획재정부·농림축산식품부 보도자료, 「농업 혁신성장, 스마트팜이 선도한다」, 2018.4.16.
- 김연중, 「4차산업혁명 대응 스마트팜 기술 및 정책 동향」, 융합연구리뷰, 2018.3.
- 이주량, 「스마트농업 현장 착근을 위한 기술정책 제고방안」, 과학기술정책평가원, 2018.
- (주)호현에프앤씨, 「스마트팜 기자재 산업 육성방안 마련」, 농림축산식품부, 2018.
- 정보통신산업진흥원, 정밀농업 기술별 주요 스타트업 현황분석, 2018.
- 김연중 등 3인, 4차 산업혁명에 대응한 스마트 농업 발전방안 . R820. 한국농촌경제연구원, 2017.
- 이병철·정용제, 「농축산 ICT 융복합 지원사업 평가」, 사업평가 16-23(통권 378호), 국회예산정책처, 2016.12.
- 한국농촌경제연구원, 스마트 팜 실태 및 성공요인 분석, 2016.6
- 김연중 등 4인, 「스마트팜 운영실태 분석 및 발전방향 연구」, 한국농촌경제연구원, 2016.10.
- 한국전자통신연구원, 스마트팜 기술동향 및 전망, 2015.10
- 김태완, 「시설원예농업 ICT 융복합 현황과 과제」, 「계간 농정연구」 통권52호, 농정연구센터, 2015.
- 소프트웨어정책연구소, 「농업: 스마트 농업의 확산」, 월간SW중심사회 2014년 11월호, 2014.
- 김연중 등 8인, 스마트 농업의 현황과 발전 방향 . P176. 한국농촌경제연구원, 2013.
- 일본 농림수산성, 「スマート農業の展開について」, 2019.7.

주 의

1. 이 보고서는 농림축산식품부에서 시행한 '1세대 스마트 플랜트팜 산업화사업'의 연구보고서입니다.
2. 이 보고서 내용을 발표할 때에는 반드시 농림축산식품부에서 시행한 '1세대 스마트 플랜트팜 산업화'사업의 연구결과임을 밝혀야 합니다.
3. 국가과학기술 기밀 유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 아니 됩니다.