

발간등록번호

11-1543000-001962-01

# 청정 수경인삼 표준재배를 위한 ICT 기반 통합 플랫폼 기술개발

최종보고서

---

2017. 12. 19.

주관연구기관 / (주) 애그로닉스

협동연구기관 / (주) 파맥스

농림축산식품부

## < 보고서 요약서 >

과제고유번호	114047-3	해당 단계 연구 기간	2014.09.25. ~ 2017.09.24	단계 구분	3 / 3
연구 사업명	단위 사업	농식품기술개발사업			
	사업명	첨단생산기술개발사업			
연구 과제명	대과제명	(해당 없음)			
	세부 과제명	청정 수경인삼 표준재배를 위한 ICT 기반 통합 플랫폼 기술개발			
연구 책임자	해당단계 참여 연구원 수	총: 14 명 내부: 14 명 외부: 14 명	해당단계 연구 개발비	정부: 240,000 천원 민간: 80,000 천원 계: 320,000 천원	
	총 연구기간 참여 연구원 수	총: 14 명 내부: 14 명 외부: 14 명	총 연구개발비	정부: 720,000 천원 민간: 240,000 천원 계: 960,000 천원	
연구기관명 및 소속부서명	(주) 에그로닉스 / 스마트 팜 기술연구소			참여기업명	(주) 파맥스
위탁 연구	연구기관명:			연구책임자:	주성용
<p>요약: 본 연구를 통해서 대형 식물공장에 최적화된 청정 수경인삼 재배법을 개발하였으며, 이를 위해서 통합환경관리를 위한 ICT 시스템을 도입하였다. 그 외 인삼의 수확율을 높이기 위해서 근채류에 최적화된 그로우스 챔버(Growth chamber), 자동개갑기, 발아기 등을 개발하였다. 또한 주변환경을 이용한 경제성을 갖춘 식물공장 등을 사업화하였다</p>				<p>보고서 면수: 140면</p>	

## < 국문 요약문 >

		코드번호	D-01			
연구의 목적 및 내용	<p>본 연구는 식물공장의 경제성을 향상하기 위해서 식물공장의 환경정보 수집과 표준재배를 위한 기술개발에 목적이 있다. 이를 위해서 식물공장 내부의 환경을 감시하기 위한 센서들의 네트워크를 구축하고 이들 센서로부터 정보를 전달받고 처리하는 미들웨어 개발을 하였다. 또한 항시 일정 품질 이상의 작물을 재배할 수 있도록 하기 위해서 식물공장에 특화된 재배 매뉴얼을 개발하였다.</p>					
연구개발성과	<p>본 연구개발 성과는 크게 세 가지로 분류 가능하다. 각각은 다음과 같다.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 식물공장 환경정보 수집               <ol style="list-style-type: none"> <li>① 식물공장 통합 제어 시스템 개발</li> <li>② 식물공장 내 환경 정보 수집을 위한 통합 센서 모듈 개발</li> <li>③ 통합 센서로부터 데이터를 수집하기 위한 데이터 수집기 개발</li> <li>④ 수집된 데이터를 처리하기 위한 미들웨어 개발</li> <li>⑤ 식물공장 모니터링 시스템 개발</li> </ol> </li> <li>2. 식물공장 내 수경인삼 표준재배 매뉴얼               <ol style="list-style-type: none"> <li>① 청정 수경인삼 표준재배 매뉴얼 개발</li> <li>② 지상부와 지하부를 별도로 통제 가능한 그로우스 챔버(growth chamber) 개발</li> <li>③ 자동 인삼 종자 개갑기 개발</li> <li>④ 재배베드 영상 촬영 시스템 개발</li> </ol> </li> <li>3. 사업화               <ol style="list-style-type: none"> <li>① 돔형 인삼재배 식물공장</li> <li>② 해양심층수를 활용한 딸기 재배용 식물공장 실증 모델</li> <li>③ 태양광 병용형 식물공장</li> <li>④ 실내용 식물공장</li> <li>⑤ 인삼 육묘 장치</li> <li>⑥ PGK-1: Compound K 추출물</li> <li>⑦ 기타 인삼 활용 식품</li> </ol> </li> </ol>					
연구개발성과의 활용계획 (기대효과)	<p>본 연구를 통해서 획득된 기술들을 기반으로 개선된 상품을 개발하고, 기 제품화된 상품들을 적극 홍보하여 판매할 계획이다. 특히 컨테이너 형 식물공장들은 중동지역을 거점으로 판매해 나갈 계획이다. 그로우스 챔버와 같은 연구용 장비들은 좀 더 개선한다면 유관 식물연구 분야에도 이바지할 수 있을 것으로 기대한다.</p>					
중심어 (5개 이내)	식물공장	작물생산성	그로우스챔버	센서 네트워크	환경정보수집	

## < SUMMARY >

		코드번호	D-02
Purpose& Contents	<p>This research has a purpose that improves the economy of plants. For this purpose, we would develop a technique that collects environmental data in a plants factory and grows the hydroponic ginseng. So we build a sensor network for monitoring the inner of a plants factory and made a middleware that receives data from the sensors and processes the data. In addition, we made a cultivation manual specialized at plants factories for growing hydroponic ginseng. It is to ensure that the quality of the cultivated ginseng is above the expected level.</p>		
Results	<p>The results of this research has roughly three groups. These are following.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Development of the system for collecting the environmental data for a plants factory.               <ol style="list-style-type: none"> <li>① Development of an unified control system for a plants factory</li> <li>② Development of an unified sensor module for collecting the environmental data of a plants factory</li> <li>③ Development of a data collector for passing the data from the unified sensor module to the middleware or server with ZigBee</li> <li>④ Development of a middleware to process the transmitted data from the data collects.</li> <li>⑤ Development of a monitoring system for plants factories</li> </ol> </li> <li>2. Development of a technique for improving the productivity of hydroponic ginseng               <ol style="list-style-type: none"> <li>① Development of an advanced cultivation manual of hydroponic ginseng for plants factories</li> <li>② Development of a growth chamber that can control the leaf area and the root area separately</li> <li>③ Development of a dehiscence chamber for ginseng seeds</li> <li>④ Development of an image capturing device of a cultivation bed</li> </ol> </li> <li>3. Commercialization               <ol style="list-style-type: none"> <li>① Dom type plants factory for growing hydroponic ginsengs</li> <li>② Demonstrator model of a plants factory for strawberries using deep ocean water</li> <li>③ A plants factory combined with artificial lights and sunlight</li> <li>④ Plants grower for indoor</li> <li>⑤ A device for raising ginseng</li> <li>⑥ PGK-1: Compound K extract</li> </ol> </li> </ol>		

	⑦ Foods and tea utilizing ginseng				
Expected Contribution	<p>We will improve the acquired techniques and the developed products through this research. So we will sell the products with the active promotion. Especially we have a sales planning to sell the container type plants factories based on the Middle East area. If we will make our research devices made by us such as growth chamber better, we expect that we contribute to the related botany fields.</p>				
Keywords	Plant factory	Crop productivity	Growth chamber	Sensor network	Environment data collection

## < Contents >

1. Overview of research and development project .....	1
2. Current trends of an internal and external technical development .....	13
3. Research achievement contents and results .....	17
4. Goal achievement and contribution of related fields .....	80
5. Usage plan of research results .....	84
6. Foreign technologies collected by research .....	86
7. Security level of research results .....	90
8. Registered research facilities and devices in National Science Technology Complex System .....	90
9. Implementation of safety measurement by performing research and development .....	90
10. Representative research results of the research and development project .....	91
11. Others .....	92
12. References .....	92
<Appendix 1> Manual for cultivating hydroponic ginseng .....	93

# 〈 목 차 〉

1. 연구개발과제의 개요 .....	1
1.1. 연구개발 목적 .....	1
1.2. 연구개발의 필요성 .....	1
1.3. 연구개발 범위 .....	12
2. 국내외 기술개발 현황 .....	13
2.1. 기술개발 현황 .....	13
2.2. 문제점 및 향후 발전방향 .....	16
3. 연구수행 내용 및 결과 .....	17
3.1. 연구수행 내용 .....	17
3.2. 연구 성과 .....	67
3.3. 사업화 성과 .....	68
4. 목표달성도 및 관련분야 기여도 .....	80
4.1. 목표달성도 .....	80
4.2. 관련분야 기여도 .....	82
5. 연구결과의 활용계획 .....	84
5.1. 활용계획 .....	84
5.2. 후속연구의 필요성 .....	84
6. 연구과정에서 수집한 해외과학기술정보 .....	86
6.1. Freight Farm .....	86
6.2. Aero Farm .....	88
7. 연구개발결과의 보안등급 .....	90
8. 국가과학기술종합정보시스템에 등록된 연구시설·장비 현황 .....	90
9. 연구개발과제 수행에 따른 연구실 등의 안전조치 이행실적 .....	90
10. 연구개발과제의 대표적 연구실적 .....	91
11. 기타사항 .....	92
12. 참고문헌 .....	92
첨부 1. 수경인삼 재배 매뉴얼 .....	93

# 1. 연구개발과제의 개요

코드번호	D-03
------	------

## 1. 연구개발 목적

본 연구는 식물공장의 경제성을 향상하고 생산 작물의 품질향상을 목표로 식물공장에 최적화된 청정 수경인삼 재배방법을 도출하기 위해서 ICT 기반 식물공장 관리 통합 플랫폼을 도입하고 이를 바탕으로 표준화된 수경인삼 재배 매뉴얼을 개발하는 것이다. 또한 본 연구를 통해서 개발된 다양한 장치와 개선된 식물공장 자체를 사업화하는데 목적이 있다.

## 2. 연구개발의 필요성

### 1) ICT 기반 식물공장 시스템의 필요성

- 제한된 공간에서 광도, 온도, 수분, 양분 등을 조절하여 작물 성장에 필요한 최적의 조건을 제공함으로써 최대의 생산성을 얻는 新농업
- 농약, 화학비료를 사용하지 않아 식품 안정성에 대한 소비자의 만족도가 높음
- 농업과 다양한 산업과의 융복합으로 동반 성장을 통한 새로운 시장창출 가능
- 다양한 작물의 연중 생산이 가능할 뿐만 아니라 단위 면적당 생산성이 높음
- 농업과 정보통신, 생명공학 등의 융·복합기술의 결정체로서 미래의 신성장동력 산업임

○ 식물공장이란 제한된 시설 내에서 광, 온도, 수분, 양분 등을 조절하여 작물이 성장하는데 최적의 조건을 제공하여 생산성을 최대화하는 새로운 농업의 형태로 인공광원인 LED, 환경자동조절을 위한 IT 기술, 최적 성장조건을 찾아내는 BT, 오염방지 및 자원의 재활용을 위한 ET 기술 등이 필요

○ 최근 인구증가, 도시화, 기상이변 등으로 인한 농업 환경의 악화를 극복하기 위하여 식물공장에 대한 연구가 선진국을 중심으로 활발하게 진행되고 있음. 초기에는 경제성 문제로 중단되기도 하였으나 최근 탄소저감, 안정 생산 등 수익 이외의 중요성이 대두되면서 활발히 연구가 진행되고 있음

○ 작물 성장의 최적 조건을 조성하여 생육 기간을 단축할 수 있으며, 안정적인 재배가 가능하여 생산효율이 높은 것이 장점 (기존의 농업기술에 IT, BT, ET 등 다양한 분야의 최첨단 기술이 융합됨)





비닐하우스



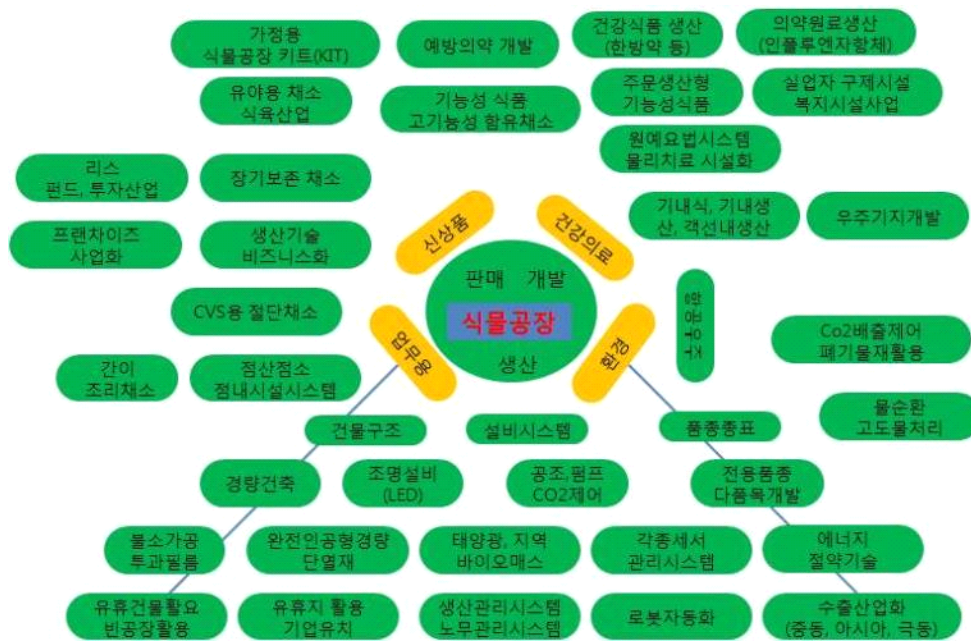
자동화 유리온실



식물공장

<시설 농업의 발전 형태>

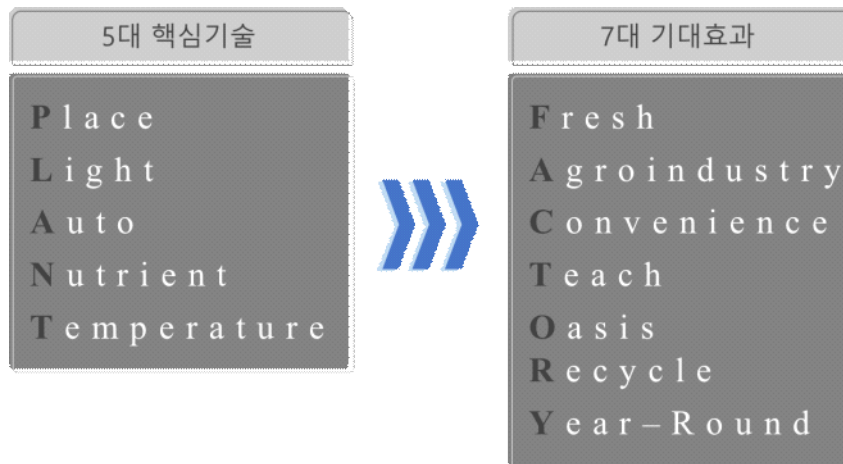
- 기후변화와 기상이변으로 인한 영향을 받지 않아 연중 안정적인 농산물 생산과 공급이 가능하며, 사막, 해안 등 장소에 구애받지 않고 신재생에너지 이용과 폐기물을 재활용할 수 있는 장점으로 지속가능한 농업을 위해서 필요한 기술임
- 식물공장은 파종부터 수확까지 자동화되므로, 다양하고 신선한 농산물을 수요에 맞춰 소비자에게 공급할 수 있음
  - 농약이나 기타 화학비료를 사용하지 않고 식물을 생산할 수 있기 때문에 안정성에 대한 소비자의 만족도가 높음
  - 통제된 시설에서 식물을 재배하기 때문에 병균이나 해충의 유입이 어려워 상품성이 높은 수확물을 재배할 수 있음
  - 수확된 상품의 선별 및 포장과정을 동시에 진행할 수 있기 때문에 최종 소비자에게 신선한 상품을 공급가능
- 식물공장은 농업과 다양한 산업과의 융·복합 영역이라는 점에서 전후방 산업과의 동반성장을 통한 새로운 시장창출이 기대
  - 식물공장 맞춤형 작물품종 및 종자, 농기계 등 생산과 관련된 다양한 ‘전방산업’ 이 발달
  - IT, 기능성 식·의약품의 대량생산을 위한 BT 등 ‘후방산업’ 도 동반성장



<식물공장 연관 산업>

- 식물공장은 농업과 정보통신, 생명공학, 우주과학 등 융·복합기술의 결정체로서 미래의 신성장동력이라는 인식이 필요하며, 한국의 IT기술 및 LED 등의 신소재 산업 등과 공동으로 기술을 개발할 수 있는 협력체계 구축이 필요한 시점임
- 생명공학, 식품, 의약 등 바이오 산업과의 협력을 통해 식물공장 기술의 영역을 넓히는 노력 필요
  - 기능성 품종 육성, GMO 연구, 고기능성 및 의약품 소재 대량 생산 시스템 개발
  - 일본에서는 쌀을 이용한 경구백신, 딸기를 이용한 생활 습관병 예방 물질 개발 중
  - 국내기업은 식물 줄기세포 배양기술을 개발하여 산삼의 대량 생산기술을 연구
- 식물공장은 새롭게 부상하는 신성장 분야로 2009년 1월 저탄소 녹색성장이 국가적 의제로 채택됨에 따라 첨단 식물공장 육성의 기반이 마련됨
  - “Green space 도시농업 활성화 방안”에 「도시형 식물공장 기술 연구」에 포함
  - 범부처 로봇활용 시범사업 마스터플랜 발표 (지식경제부, 2011.1.27.)
- 식물공장 산업의 육성을 위하여 해당 부처 간의 효율적 역할 분담을 통한 시너지 효과 기대
  - 농림축산식품부, 농업진흥청, 지식경제부, 국토해양부, 보건복지부, 교육과학부 등 식물공장 관련부처의 효율적 역할분담 및 협력체계 구축 필요
- 식물공장 산업을 종합 플랜트 개념으로 범위를 확장하여 차세대 수출산업으로 육성하는 인식의 전환이 필요한 시점
  - 일본 미쓰비시화학은 식물공장을 카타르에 수출하고 중동 인근 국가에도 판매추진 중

- 식물공장 플랜트 사업을 통하여 국내고유종자, 정보통신, 신소재, 바이오산업의 세계화 기회로 활용
  - 식물공장용 품종, 종자 처리, USN/M2M/IoT 정보통신, 고기능성 식의약품 원료 대량 생산 시스템
  - 태양열, 태양광 이용과 LED 등 인공광 신소재 기술 등 다양한 기술을 활용하여 새롭게 창출되는 시장을 선점해야 함
  
- 식물공장은 재배환경의 최적관리로 다양한 작물의 연중생산이 가능할 뿐만 아니라 단위면적당 생산성도 높으며, 매뉴얼에 따라 재배관리하고 전체 운영과정에 대한 정보가 컴퓨터에 기록되어 관리되므로 생산된 농산물의 이력추적제(traceability) 정착에도 바람직함
  
- 식물공장을 이루는 핵심기술은 5가지로 요약되며, 이를 통하여 7가지의 기대효과가 있음
  - 5대 핵심기술은 장소(Place), 빛(Light), 자동화(Automation), 양분(Nutrient), 온도(Temperature)에 관한 분야로 PLANT로 요약
  - 7대 기대효과는 신선농산물(Fresh), 농산업(Agroindustry), 편리성(Convenience), 교육(Teach), 삶의 질(Oasis), 자원순환(Recycle), 연중생산(Year-Round)이라는 FACTORY(공장)로 설명



<식물공장 5대 핵심기술과 7대 기대효과>

## 2) 식물공장을 이용한 수경인삼 재배의 필요성

- 인삼은 전 세계적으로 우수성을 인정받고 있는 한국의 농산물로 2001년 이후 연평균 16.6%씩 수요가 증가하는 주요 소득 작물
- 식물공장 수경인삼은 노지 재배의 연작장애를 극복할 수 있고, 생산량 조절로 시장 가격 변동에 탄력적이며, 대량생산 및 단기재배로 규모경제의 실현이 가능함
- 식물공장은 인삼 생상의 최적 조건 및 광환경 조절로 노지 재배의 문제점을 극복할 수 있고, 수경재배를 통해 수분 스트레스 및 내비성 문제를 해결할 수 있음
- 식물공장 수경인삼은 잎, 줄기, 뿌리를 모두 활용할 수 있으며, 2년 근 수경인삼에 함유된 사포닌 성분이 상대적으로 우수함
- 대형마트 및 직거래 등 유통방법의 다양화 및 가격 경쟁력, 장기 저장기술의 발달 등으로 신선도 유지 및 고부가가치 식품으로 공급 가능

- 인삼(*Panax ginseng* C. A. Meyer)은 오가피과(Araliaceae)에 속하는 대표적인 다년생 약용식물로 농업 총생산액의 2.3%이지만 단일 품목으로 10위의 중요한 소득 작물이며, 농산물 생산액으로 비교하면 3.4%의 비중과 단일품목 5위의 비중을 차지함(출처:천상욱 - 배지조성과 차광정도가 시설하우스 재배 인삼의 초기 생육 및 생리활성에 미치는 영향)
- 인삼의 여러 부위에 포함되어 있는 진세노사이드로 명명되는 총 30여종의 사포닌 성분과 함께 대표적인 생리활성 물질로는 배당체, 파나센, 폴리아세틸렌계 화합물, 항질소 성분, 플라보노이드, 비타민, 미량원소, 효소 등이 포함되어 있음 (출처: 농촌진흥청 표준영농교본)
- 인삼은 면역력 강화, 항피로, 혈행 개선, 혈중 콜레스테롤 개선, 항당뇨 효과, 기억력 증진, 지구력 강화, 항암활성, 항스트레스, 우울증 개선, 항노화 등 많은 효능이 있는데, 이런 효능에 작용하는 인삼사포닌인 진세노사이드 산성 다당체, 펩타이드 등 다양한 생리활성성분에 대한 연구가 활발히 진행되고 있음 (출처: 정현철, 인삼 가공산업현황 및 신 가공기술 연구동향)
- 고려인삼은 전 세계적으로 우수성을 인정받고 있는 오랜 전통상품으로 2001년 이후 연평균 16.6% 수준으로 지속적인 판매 증가추세에 있는 소득 작물임 (출처: 안문섭 - 강원 인삼 명품화 연구)
- 최근 한류 붐 및 K-POP의 보급으로 한국의 문화 및 먹거리에 대한 관심이 급증하고 있어 인삼

의 홍보를 통해 수출증대가 기대됨 (출처: 한국농수산물유통공사(aTFocus))

- 농림축산식품부는 로마에서 개최된 제 36차 국제식품규격위원회(CODEX) 총회에서 인삼제품을 세계규격으로 전환하기 위한 신규작업을 승인했다고 밝혔으며, 인삼제품의 세계 규격화는 특별한 이변이 없는 한 총 8단계 심의절차를 거쳐 오는 2017년 CODEX 총회에서 최종 채택될 것으로 예상 (출처: 농수산물수출지원정보(aTkati))
- 인삼제품이 세계규격화가 되면 한국은 인삼중주국으로서의 지위를 확고히 함은 물론이고 인삼제품의 국제적인 인지도 및 경쟁력 강화를 통해 고려인삼이 세계인삼으로 재도약할 수 있는 발판을 마련할 수 있을 것으로 기대되고 중국, 홍콩, 대만 등 아시아 국가에 치중되고 있는 인삼제품의 수출 다변화에도 기여 가능 (출처: 농수산물수출지원정보(aTkati))
- 식물공장 수경인삼의 경우 노지재배에서 발생하는 연작장애(황병, 뿌리썩음병, 해충 등)에 대한 문제점을 극복할 수 있고, 계약재배를 통한 생산량 조절이 가능해 시장가격 변동에 대한 문제를 해결하여 단기재배에 유리하기 때문에 자본회수기간이 짧음
- 식물공장은 생장 최적온도(출아: 10~15℃, 전엽 후: 21~25℃) 및 최적광량(15℃: 30,000 lux, 20℃: 15,000 lux, 30℃: 5,000 lux) 제어로 연중 작물성장을 위한 최적환경 제공이 가능하며, 수경재배를 통해 수분 스트레스(적정수분: 60%) 및 내비성(염류농도: 5.0dS/m) 문제를 극복할 수 있음 (출처: 이경아 - 온도 및 생육시기에 따른 수경재배 인삼의 생장특성과 수량에 관한 연구)

<토양재배 인삼과 수경재배 인삼의 비교>

구분	토양재배 인삼	수경재배 인삼
생산특징	토양재배, 저농약재배	수경재배, 무농약재배
생산기간	4~6 년	3~4 개월
생산목표	뿌리(고년근, 약용, 가공용 생산)	잎, 뿌리 등 전초생산(쌈채, 샐러드 용)
경영특성	자본회수기간이 길다(4~6년)	자본회수기간이 짧다(3~4개월)
생산조절	생산량 조절이 어려움	생산량 조절이 가능
약효효능	노지 6년근 뿌리 사포닌 함량 1.92mg/g	2년근 수경인삼 뿌리 사포닌 함량 3.14mg/g
	※ 한국식품연구원의 식물공장 수경인삼 부위별 사포닌 함량 분석 결과 참고	
인지도	오랜 기간 재배로 인지도 높음	기술보급 초기단계로 인지도가 낮음
장단점	연작, 다기작재배 안됨, 장기재배 유리	연작, 다기작재배 가능, 단기재배 유리

- 식물공장에서는 밀폐된 공간에서 청정한 환경관리가 되기 때문에 무농약 재배로 안전·안심 등 소비자 맞춤형 생산이 가능함 (출처: 국립원예특작과학원 인삼 수경재배 기술)

- 식물공장에서 생산된 수경인삼은 잎, 줄기, 뿌리 모두를 활용할 수 있으며, 2년 근 수경인삼에 함유된 사포닌 성분이 상대적으로 우수함
- 대형마트의 쌈채소, 새싹채소 코너 및 직거래 등 유통방법의 다양화 및 가격 경쟁력, 장기 저장 기술의 발달 등으로 신선도 유지 및 고부가가치 식품으로 공급이 가능
- 수경재배를 이용하여 노지재배에서 발생할 수 있는 검역 등의 문제를 해결해 신선상태의 청정수삼 및 쌈채소용 인삼 잎 등의 수출에도 기여할 수 있음

### 시험 성적서(Certificate)

시료명 (SAMPLE) : 인삼  
 의뢰부서 (REQUESTED BY) : 궁정기술연구원  
 의뢰인 (REQUESTED BY) : 김영찬  
 계약과목 (PROJECT NO) : E0143033658  
 의뢰일자 (DATE REQUESTED) : 2014. 3. 13.  
 참고번호 (File No.) : AI2014-04-07-01

항 목	분석결과					단위	시험방법
	임상1 (요상)	임상 2-1 (오년생 잎)	임상 2-2 (오년생 줄기)	임상 2-3 (오년생 뿌리)	임상 3 (노근/6년근)		
Rg1	0.24	3.26	1.12	0.92	0.44		
Re	0.89	10.45	1.49	0.89	0.55		
Rf	0.10	0.06	0.09	0.26	0.15		
Rh1(S)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
Rg2(S)	0.09	1.13	0.07	0.10	0.04		
Rg2(R)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
Rh1(R)	0.00	0.83	0.09	0.00	0.00		
Rb1	0.23	0.02	0.00	0.30	0.29		
Rc	0.12	0.04	0.00	0.19	0.15		
F1	0.00	0.68	0.28	0.00	0.00		
Rb2	0.11	0.05	0.00	0.18	0.14	mg/g	UHPLC-UVD 시험법
Rb3	0.00	0.00	0.00	0.04	0.03		
Rd	0.16	0.11	0.03	0.19	0.11		
F2	0.00	2.23	0.10	0.03	0.00		
Rg3 (S)	0.02	0.00	0.02	0.02	0.02		
Rg3 (R)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
PPT (S)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
PPT (R)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
K	0.00	0.02	0.00	0.02	0.00		
Rh2 (S)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
Rh2 (R)	0.00	0.06	0.00	0.00	0.00		
PPD	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00		
<b>합계</b>	<b>1.98</b>	<b>19.94</b>	<b>3.29</b>	<b>3.14</b>	<b>1.92</b>		

이 성적서의 전부 또는 일부를 당 연구원의 문서화된 사전 동의 없이 무단으로 복제, 송출이나 상품선전 등 기타의 목적으로 사용할 수 없습니다. 분석을 결과는 제시된 사양에 대하여 생산되는 모든 제품의 품질을 대표하는 것은 아닙니다. 본 성적서의 재발급은 승인을 받아야 합니다.

2014 년 4 월 7 일

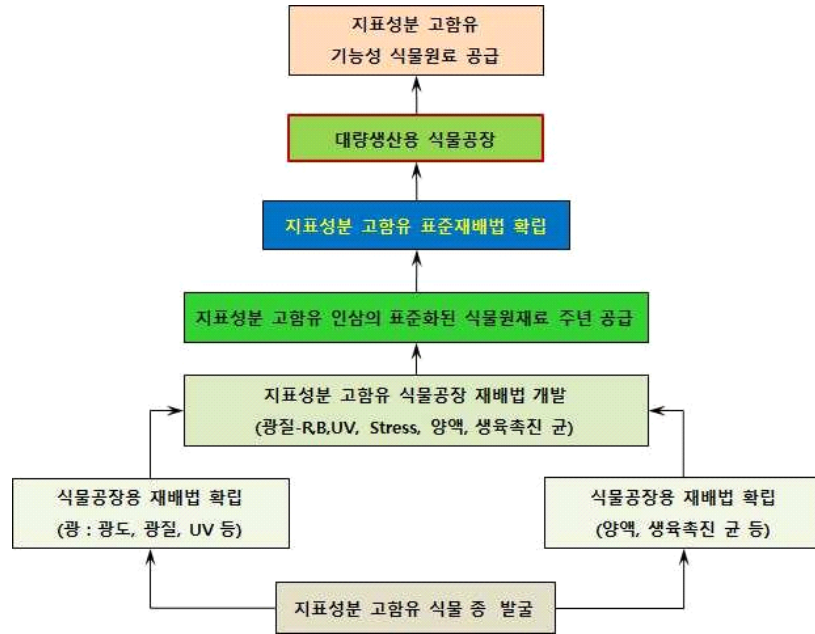
식품분석센터장

<한국식품연구원의 식물공장 수경인삼 부위별 사포닌 함량 분석 결과>

### 3) 식물공장 표준재배 기술 개발의 필요성

- 표준모종 생산기술은 최적 품종의 선정, 종자의 채종, 종자의 개갑, 개갑된 종자의 휴면 및 순화, 종자의 정식, 종자의 재배, 표준모종 확보 등의 모종표준생산시스템 절차를 확립하기 위하여 필요함
- 표준모종 생산시스템에서 생산된 모종은 고기능성 원료의약품 생산을 위한 사전단계인 표준 원재료 생산을 위한 원료로 공급됨
- 식물공장의 고기능성 식물 원료를 활용한 추출물을 원료의약품으로 만들기 위하여 표준화된 모종 및 원재료 표준 생산 시스템을 활용한 표준화된 원재료 생산이 필요함
- 원재료 표준 생산시스템을 통한 원재료는 고(高) 함유된 유효지표성분의 함량을 일정한 비율로 유지하기 위한 것으로 모종휴면, 모종순화, 모종정식, 모종재배 등의 표준원재료 생산시스템 절차를 확립하기 위함
- 원재료 표준생산시스템 개발을 통하여 재배된 표준화된 원재료를 활용하여 지표성분이 고 함유된 표준화된 원재료 생산을 목적으로 함
- 식물공장에서 생산된 재배작물에서 고기능성 추출물의 성분 함유량을 높이기 위해서 재배 작물의 환경적인 제어(광원, 온도, 습도, 양액) 변수를 적용하여 작물 유효 지표성분의 고기능성 성분 함유량을 높이기 위한 표준 작물재배법 규격화 확립이 대두됨
- 표준 작물재배법은 작물 재배시기별로 최적의 환경을 적용하여 유효 지표성분의 일정 성분비율 균일화를 통해 원재료 생산 표준화의 기반을 확립할 수 있음
- 표준 작물재배법의 확립을 통하여 원재료 생산 표준시스템을 적용한 지표성분이 고 함유된 재배 작물은 기능성 추출물을 이용하여 원료의약품의 원료로 제공됨



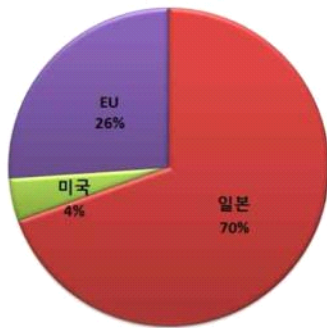


<식물공장 수경인삼 표준재배 요소기술 개발 흐름도>

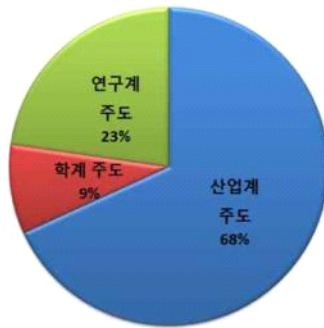
#### 4) 식물공장의 녹색기술 인증의 필요성

- 친환경 식물성장 촉진기술 상용화 수준과 기후변화 대응관련 세부기술들의 기술수준은 64.3% ~ 80.6%로 평가되어 전체적으로 선진 기술의 모방 개량이 가능한 추격그룹에 속하는 것으로 평가 되었으며, ‘육종소재 개발’ 및 ‘식물공장’ 기술이 다른 세부기술들과 비교하여 상대적으로 상용화가 이를 것으로 전망됨 (출처: 녹색기술정책 현안 대응 및 전략기획 연구, 녹색기술센터, 2013.12)
- 첨단 공학기술을 활용한 식물 생산성 향상 및 안정생산 기술에 식물공장용 수경재배 기술 및 장치 개발이 촉진 기술 범위에 포함됨 (녹색성장위원회, 2009)
- 식물공장은 최적 작물생산 인공 환경 조건을 갖춘 집약생산이 가능한 공장형 식물 생산 시스템 및 관련 생산 기술로 과거의 연구용 식물공장에서 현재의 경제형 식물공장으로 발달했고 앞으로는 상업용 식물공장으로 발달할 것으로 예측 (농촌진흥청, 2012)
- 친환경 식물성장 촉진 관련 핵심기술로 미래형 식물공장 모델 개발, 생산환경 (온/습도, CO<sub>2</sub>, 광) 제어기술과 양/수분 제어 기술이 선정됨
- 식물공장 기술의 최고기술보유국은 일본으로 국내 기술수준은 평균 72.9%이며, 선진국의 모방개량이 가능한 추격그룹에 속해있어, 2020년에 기술적 실현이 가능하며, 2033년경에 식물공장 기술이 널리 활용되는 사회적 실현이 가능할 것으로 예측 (출처: 녹색기술정책 현안 대응 및 전략기획

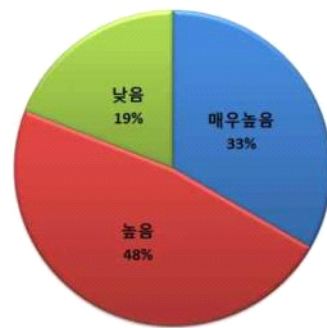
연구, 녹색기술센터, 2013.12)



식물공장 최고기술보유국



식물공장 연구주체 (국내)



기술실현을 위한 정부투자 필요성

○ 식물공장 시스템 녹색기술인증 현황 (식물공장 LED 기술에 국한되어 있음)

- 방열처리 기술을 적용한 식물공장 LED 조명기술, (주) 파루스
- 작물생장용 식물공장 LED 광원 제어기술, (주) 태중

○ 녹색기술인증 식물공장 시스템 7개 항목 모두 인증 받은 기업은 없음

### 3. 연구개발 범위

#### 1) 연구개발 목표

- 식물공장 센서 정보 수집 기술 개발
  - 식물공장 센서 정보 수집 USN 시스템 개발
  - 식물공장 USN 인프라 구축
  
- ICT 기반 통합 운영 플랫폼 개발
  - 식물공장 통합 운영 Database 개발
  - 센서가 수집한 데이터의 저장 및 관리를 위한 미들웨어 시스템 개발
  - 식물공장 생산정보, 환경정보, 운영 및 관리 시스템 개발
  - 식물공장 빅데이터 정보 수집 및 분석 기술개발
  
- 식물공장 통합 모니터링 시스템 개발
  - Full HD 급 CCTV 영상 녹화 및 검색 시스템 구축
  - 식물공장 영상취득 하드웨어 개발
  - Web 및 App 기반 UI 개발
  
- 식물공장 표준재배 기술 개발
  - 모종 표준화를 위한 재배기술 개발
  - 표준 원재료 생산을 위한 재배기술 개발
  - 성장촉진을 위한 환경조건 기술 개발
  
- 식물공장 시스템 녹색기술 인증 및 녹색기술 제품 인증
  - 식물공장 시스템 녹색기술 인증 (T090402, 7개 항목)
  - 녹색기술 제품 인증 (수경인삼 원물 및 기능성 식품, 원료 의약품 등)

## 2. 국내외 기술개발 현황

코드번호

D-04

### 1. 기술개발 현황

#### 1) 국내 기술개발 현황

- 식물공장에 관한 관심도는 2010년을 기점으로 급격히 증가하다 2015년부터 하향세에 있음
  - 특히 상업적 목적의 완전 인공광형 식물공장의 보급률은 상당히 낮음
  - 완전 인공광형 식물공장의 대부분은 연구나 시험도입 수준임
  
- 국내에서 상용 식물공장을 실제로 개발하는 업체는 3개사 정도이며, 대부분은 식물공장에 필요한 특정 장비(센서, 양액기, LED 등)를 개발하고 있음
  - 상용 규모의 식물공장을 개발하는 회사는 많지 않으며, 업체 간의 기술수준은 큰 차이가 없는 상태임
  - LED 업체들 중 일부 업체들은 광합성에 필요한 파장대를 발산할 수 있는 LED를 개발하여 식물용으로 판매하고 있음
  - 양액기 개발업체들 중 IoT와 양액기를 결합하여 식물공장용으로 판매하는 경우가 있음
  - 주로 작물재배에 초점을 맞추고 있으며, 생산 전·후 공정에 대해서는 연구되고 있지 않음으로 인해서 작물 정식 및 수확 시 많은 인력이 필요함
  - 한국의 앞선 IoT 기술을 이용하여 작물재배 기간 동안 환경정보를 수집하고 축적하는 기술은 상당히 발전해 있으나 이를 활용하는 연구는 초보 단계임
    - ◆ 인공광형 식물공장의 경우 원하는 환경을 균일하게 작물에게 제공할 수 있기 때문에 실험 목적이 아닌 경우 무의미한 경우가 많음
  
- 국내 연구기관들에서는 전체기술보다는 요소기술에 대한 연구가 더 많이 진행되고 있음
  - KIST는 양액 오염 방지를 위한 단파장 자외선(UVC LED) 살균모듈 개발하였으며, 온도, 습도, 광량 등 환경변화에 따른 작물 생육 정보를 정량화하는 로봇과 열화상 카메라, 3D 카메라 같은 첨단 장비들을 보유하고 있음
  - KIST는 강릉 분원 내 설립한 Smart U-Farm을 고부가가치 작물의 원료생산 및 우량품종을 선발하기 위한 플랫폼으로 활용
  - KIST - 루멘스 공동출자 회사 ‘루코’ 설립 (2017.04): 가정용 소형 재배기, 바이오·농업용 LED 조명 개발, 특수 재배기, 자외선 살균기, 특수 재배기, 스마트 팜 기반 특화작물 재배 등 기술 개발
  - 스마트 팜 2.0 핵심기술 개발
    - 한국과학기술연구원(KIST), 한국전자통신연구원(ETRI), 한국생산기술연구원(KITECH), 한국에너지기술연구원(KIER), 한국식품연구원(KFRI) 참여
    - 작물 생육계측과 분석기술, 복합생리·환경 계측 센서 기반 스마트 관수 시스템, 스마트 양배액 처리기술, 스마트 복합환경제어시스템, 스마트 온실작업관리시스템 등 8개 부문 연구

○ 국내업체들 중 일부는 식물공장의 보급에 걸림돌인 운영비를 절감하기 위한 연구를 진행하고 있음

- (주) 미래원은 신재생 에너지를 활용해 경비 절감을 위한 연구 진행
- (주) 애그로닉스는 해양심층수를 활용한 딸기 재배 식물공장을 개발
- (주) 애그로닉스는 버려지는 폐열을 활용한 딸기 재배식물공장을 연구 중

## 2) 해외 기술개발 동향

○ 식물공장의 경우 경제성을 확보하기 위해서는 대형화가 되어야 하기 때문에 미국이나 일본의 경우 대기업에서 적극적으로 진출하고 있음

- 일본에서의 식물공장에 대한 투자 붐은 조정 국면에 들어섰으나, 최근 자연 재해와 온난화에 따른 작물 피해가 빈발하고 있어, 재배조건을 인위적으로 제어가능한 돔 형태의 식물공장에 관심 집중
- 미국 식물공장 운영기업인 ‘에어로 팜(Aero Farm)’ 사는 골드만삭스, 푸르덴셜, 두바이의 서모펀드 메라스(Meraas) 등으로부터 투자 받았으며, 식물학, 영양학, 미생물학, 전자공학, 기계공학, 인공지능 등의 전문가들을 영입

[ 해외 식물공장 진출기업 현황 -출처: KOTRA 해외시장 뉴스, 2017-03-10 김광수 일본 도쿄무역관 ]

국가	기업명	특징
미국	몬산트	- 식량 문제 해결을 위해서 인구 대국인 인도를 최우선 거점으로 선정하여 진출모색
	구글	- 빅데이터 분석을 이용한 농가의 생산효율 증대 기술로 농업 사업에 진출
	에어로 팜	- 뉴욕 맨해튼에서 1시간 가량 떨어진 ‘뉴저지 뉴어크’ 지역에 있는 컨테이너 공장 내에서 케일, 허브, 새싹채소를 생산 - 슈퍼컴퓨터를 활용해 LED, 영양소, 물의 양 등 식물재배에 필요한 모든 요소들을 빅데이터를 활용해 설정 - 식물의 색깔, 질감, 맛까지 마음대로 설정 가능
일본	일본가스	- 가고시마현에서 양상추 등 생산 계획 - 액화천연가스(LNG)의 냉열을 이용한 인공조명 식물공장 사업에 진출 (식물공장의 온도를 18~25℃로 유지)
	후지츠(FUJITSU)	- IT 기술을 활용해 식물공장에서 꽃 재배 - 농업용 클라우드 서비스와 전자제품 제조에서 축적한 품질 관리 노하우를 활용
	토요테츠(TOYOTETS)	- 2018년부터 어린잎 채소 양산 계획

JFE 엔지니어링	- 어린잎 채소, 토마토를 홉카이도 식물공장에서 생산 - 싱가포르에 일본보다 두 배 이상 비싼 가격에 판매
히타치 캐피탈	- 식물공장에서 딸기 생산 계획 - 오키나와 현에 식물공장 건설 계획 (더위에 강한 딸기 생산)
히타치 제작소, 닛키 가오메가 공동 출자	- 돛형 식물공장 '그란파돔' 제작 추진

○ 일본의 경우 이업종 기업들이 농업에 많이 참여하고 있는 추세임

IT		농장·농작물	
기업명	사례	기업명	사례
후지쓰	식·농 클라우드 Akisai	이온	이온아그리창조
NEC	농업 ICT 솔루션	모스푸드서비스	모스팜구마모토
소리마치	농업 클라우드 facefarm	로손	로손 팜
히타치솔루션즈	농업지원 어플리케이션	세븐엔드아이홀딩스	세븐 팜
야요이 弥生	농업 회계 소프트웨어	큐슈여객철도	JR큐슈팜
오므론	농업용 제어시스템	동일본여객철도	JR토마트랜드이와키
후지전기	농업용 솔루션 SmilAGRI	스미토모화학	스미토모화학 팜
토요타자동차	미국용 농업 IT 플랫폼작계획	구보타	구보타 팜
아그리콘팜스	생산관리시스템 아그리플래너	미씨이스미토모은행	야끼타코마치 생산자협회
구보타	KSAS 구보타스마트 아그리시스템	토요타자동차, 미쓰이물산 등	kajitsudo어시스트슈트 (새싹채소 재배)
식물공장		농기·농업로봇	
기업명	사례	기업명	사례
히타치제작소, 닛키 등	그란파 돛형 식물공장	구보타	자율주행트럭
스프레도	식물공장 운영	안마	자율주행트럭
노만	식물공장 운영	ISEKI 농기	운전지원 트럭
MIRAI	식물공장 운영	구보타	농업용 무인헬리콥터
이온	식물공장 운영	농연기구	제초로봇
파나소닉	식물공장 자동 모심기 로봇	파나소닉	토마토 수확로봇
마루베니, 소화전공 등	식물공장의 해외전개	스큐즈	토마토 수확로봇
가고시마	식물공장의 엔지니어링	농연기구	딸기 수확로봇
다이킨 공업 롭	식물공장의 에어컨	농연기구	딸기 포장로봇
	식물공장에서의 딸기 재배	닛카리	과일수확어시스트 슈츠

## 2. 문제점 및 향후 발전방향

- 국내 식물공장의 낙후된 기술은 식물공장에 대한 잘못된 접근과 이해에 기인
  - 식물공장에 관심을 가지는 업체들 대부분은 기존 IT 업체, LED 업체, 양액기 제조업체 등이 대다수
  - 식물공장에 대한 전체적인 이해보다는 단순히 재배 시스템에만 집중함
  - 이러한 이유로 인해 전체적인 공정 자동화(파종, 수확, 포장까지) 수준은 매우 낮으며, 그 결과로 경제성이 없고 생산인력이 오히려 증가하는 경우가 많음
    - 국내의 경우 실제 식물공장이라기 보다는 단순히 재배 시스템으로 보는 것이 타당함
  - 신제품 개발은 오랜 시간을 요구하기 때문에 식물공장이나 수경재배에 적합한 식물품종을 연구하는 기업은 찾아보기 어려움
  
- 향후 단순히 수경재배시스템 및 인공조명 분야뿐만 아니라, 공장설비 환경 및 생체제어시스템, 배지, 파종 및 육묘시스템, 이송장치 및 기계설비, 식물공장 전용 품종육성 분야의 기술개발이 아울러 이루어져야 경제성을 갖춘 식물공장이 탄생할 것으로 판단됨
  
- 식물공장은 높은 초기시설비와 운영비로 인해서 경제성이 많이 떨어진 상태이며 자칫 잘못하면 기술자체가 사장 될 우려가 있음
  - 일본 등의 선진국은 현재 식물공장이 경제성이 떨어짐에도 지속적으로 투자하고 있음
  - 기존의 노지재배 작물 위주로 재배 시 차별화가 되지 않음
  - 파이토케미컬(Phytochemicals)의 함량을 높인 차별화된 작물재배가 필요
    - ※ 파이토케미컬은 식물을 뜻하는 파이토(phyto), 화학물질을 의미하는 케미컬(chemical)의 합성어로 과일과 야채에 함유된 천연 생체활성화합물질을 말한다. 사람의 몸에 들어가면 항산화물질이나 세포 손상을 억제해 건강을 유지시켜 주는 등 건강에 유익한 작용을 함
  - 단순히 높은 생산성 보다는 인위적으로 특정 파이토케미컬의 성분을 조절할 수 있는 방향으로 연구가 진행되어야 함

### 3. 연구수행 내용 및 결과

#### 1. 연구수행 내용

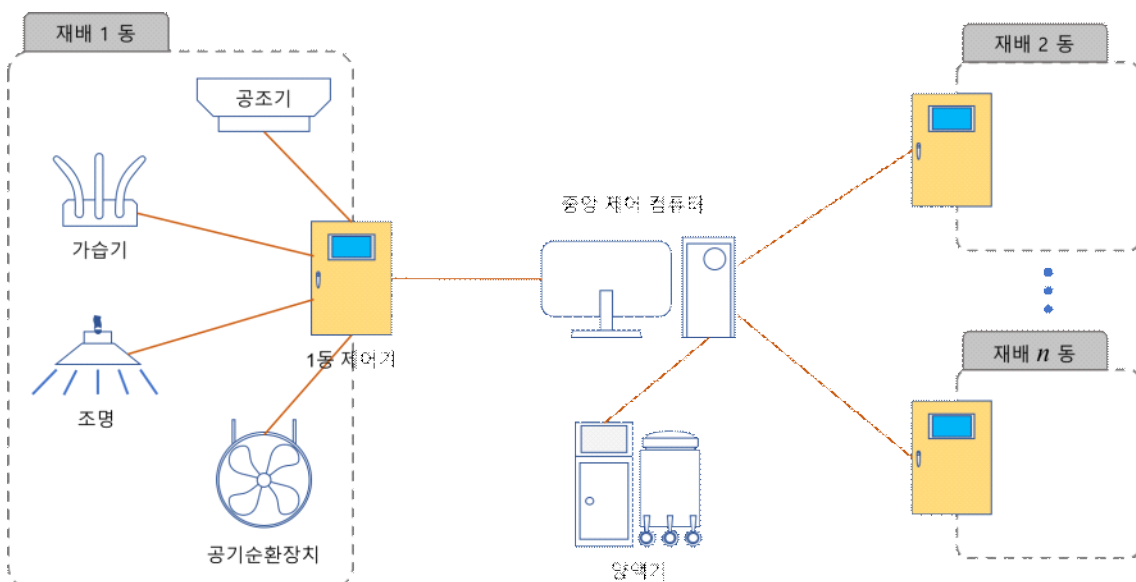
##### 1) 식물공장을 위한 ICT 통합 운영 플랫폼 개발

식물공장을 위한 ICT 통합 운영 플랫폼은 공장 내 환경 제어와 원격 모니터링 시스템 두 가지 기능으로 구성된다. 식물공장의 구조는 재배하는 작물에 따라서 상이할 수 있으나, 식물이 자라는데 필수요소는 빛, 열(온도), 수분(습도), 양분, 공기 흐름이다. 그렇기 때문에 식물공장의 구조가 상이하더라도 핵심요소는 반드시 관리되어야 한다.

식물공장 제어는 크게 시설제어와 환경제어로 구분된다. 시설제어는 식물공장마다 고유한 형태를 가지기 때문에 통합 운영 플랫폼에 내재하는 것은 큰 의미를 가지지 않는다. 예를 들어 (주) 애그로닉스의 식물공장은 300평 규모에 층고가 11m 이상이기 때문에 작물재배 베드를 사람이 관리하기 어렵다. 그렇기 때문에 공장 내 셔틀이 입출고를 담당한다. 그러나 층고가 높지 않은 식물공장에서는 이와 같은 시스템은 요구되지 않기 때문에, 본 연구에서는 환경제어에 초점을 맞추어 연구를 진행하였다.

##### (1) 환경제어 시스템

식물이 성장하는데 필요한 환경요소들을 사용자가 지정한 값과 일치하도록 도와주는 장치가 환경제어 시스템이다. 식물이 성장하기 위해서 필요한 환경요소는 빛, 온도, 습도, 양분, CO2이다. 그 외에 필요요소로는 공기순환이 있다. 공기순환의 경우 식물이 광합성을 원활하게 할 수 있도록 하기 위해서 필요하다.



<식물공장의 환경제어 개념도>

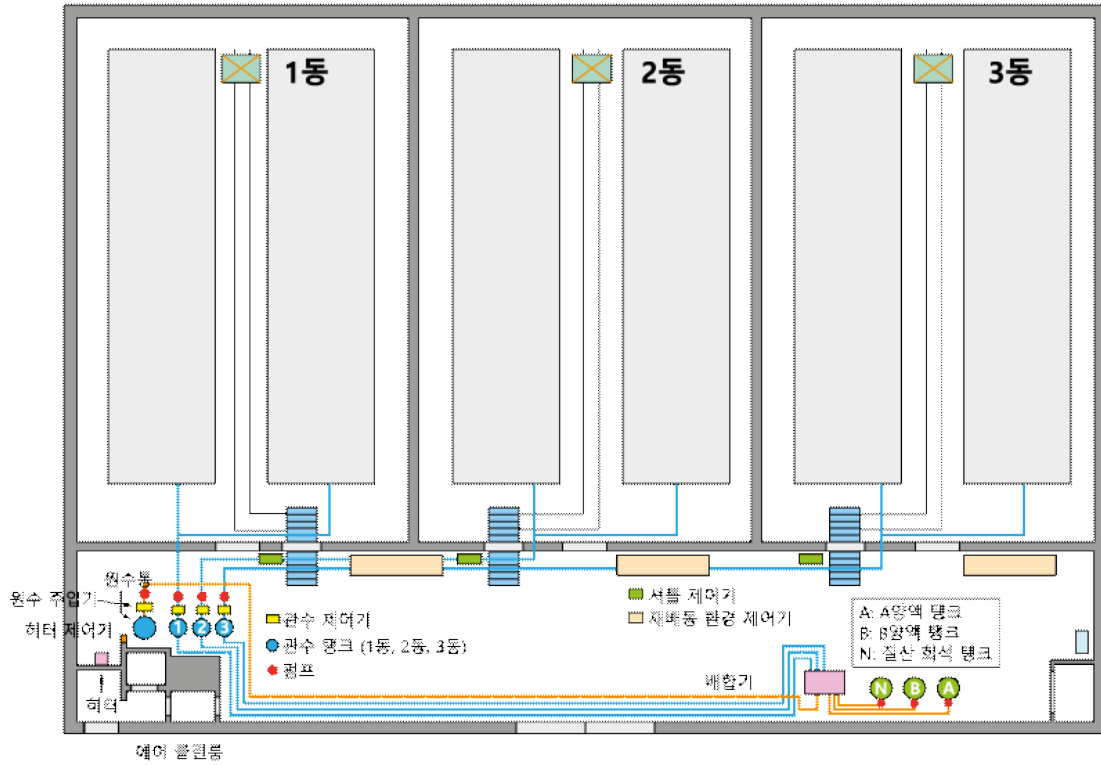


위 그림은 식물공장의 환경제어 개념도이다. 환경제어를 위해서 기본적으로 필요한 장치들은 다음과 같다.

- ① 온도제어: 공조기
- ② 습도제어: 가습기
- ③ 광원: LED
- ④ 공기순환: 공기 순환 팬
- ⑤ 각 장치 제어: 제어기
- ⑥ pH, EC 조절: 양액기
- ⑦ 각 제어기 중앙 관리: 제어용 컴퓨터
- ⑧ 기타: 공기 살균기, 양액 살균기, 양액 온도 조절기 등

상기 장치들의 중앙 제어가 필요한 이유는 식물의 성장 단계에 따라서 요구되는 최적의 환경 값이 달라지기 때문이다. 중앙 제어 컴퓨터는 식물의 성장 단계에 따라서 필요한 환경 값을 조절해주는 역할을 한다. 또한 각 장치별로 별도의 제어가 이루어질 경우 자동화가 어렵고, 이로 인해 특정 값의 변경을 누락할 가능성이 높아진다.

통합 환경제어기를 구성하는데 가장 큰 방해요인은 상술한 기기들의 제조사가 서로 상이하다는 점에 있다. 이로 인해서 구동방식이나 통신방식이 서로 다르기 때문에 이 문제를 해결하기 위해서 별도의 제어기가 요구된다. 아래 그림은 본 연구에서 활용한 (주) 애그로닉스의 식물공장 구조이다.



<실험에 사용된 식물공장의 구조>

위 식물공장은 100평 규모의 재배동 3개로 구성된 수경 인삼 재배를 위한 식물공장이다. 각 재배동 앞에 주황색으로 표시된 부분이 환경제어기이다. 본 연구를 수행하기 전 이 식물공장의 문제점은 환경 설정을 변경하기 위해서는 직접 현장에 가서 값을 조작해야하며, 그 외에도 아래와 같은 문제점이 있었다.

- ① 환경값 설정 변경을 위해서는 작업자가 현장에 가야함
- ② 각 재배동은 개별적으로 관리됨
- ③ 재배기간 전반에 적용할 수 있는 스케줄링이 어려움



<식물공장 환경 제어기>

#### 가. 재배동 통합 환경제어 프로그램

본 연구에서는 앞서 제기한 문제를 해결하기 위해서 각 재배동에 있는 제어기(3개)를 PC와 연결하여, PC에서 필요한 환경설정을 변경할 수 있도록 하였다. 아래 그림은 통합 환경제어 프로그램의 메인 화면이다. 통합 환경제어 프로그램은 각 재배동에 설치된 제어기와 통신하며, 원격으로 환경 제어기를 설정할 수 있는 소프트웨어이다. 환경제어 소프트웨어는 윈도우용 응용프로그램이며, 사용 환경과 기능은 다음과 같다.

##### 가) 운영 환경

본 프로그램은 운영을 위해서 요구되는 특별한 조건은 없으며, 윈도우즈 계열의 OS 전용 프로그램이다.

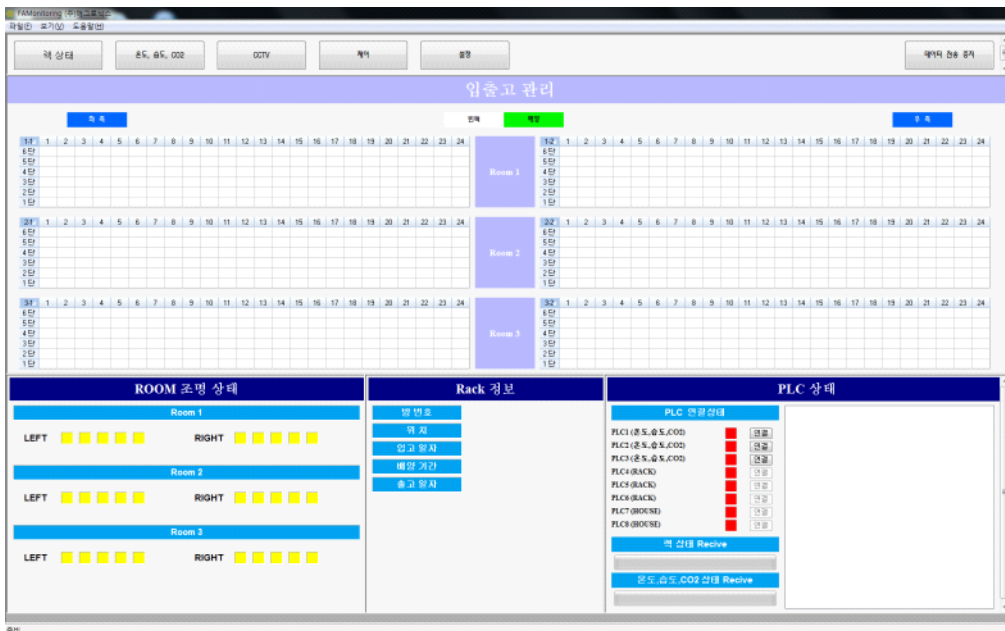
##### 나) 기능

본 프로그램의 기능은 다음과 같다.

- ① 재배동의 상태 관찰 (재배동 내 재배베드 적재현황, 재배동 내 조명 상태, 제어기와의 연결 상태)

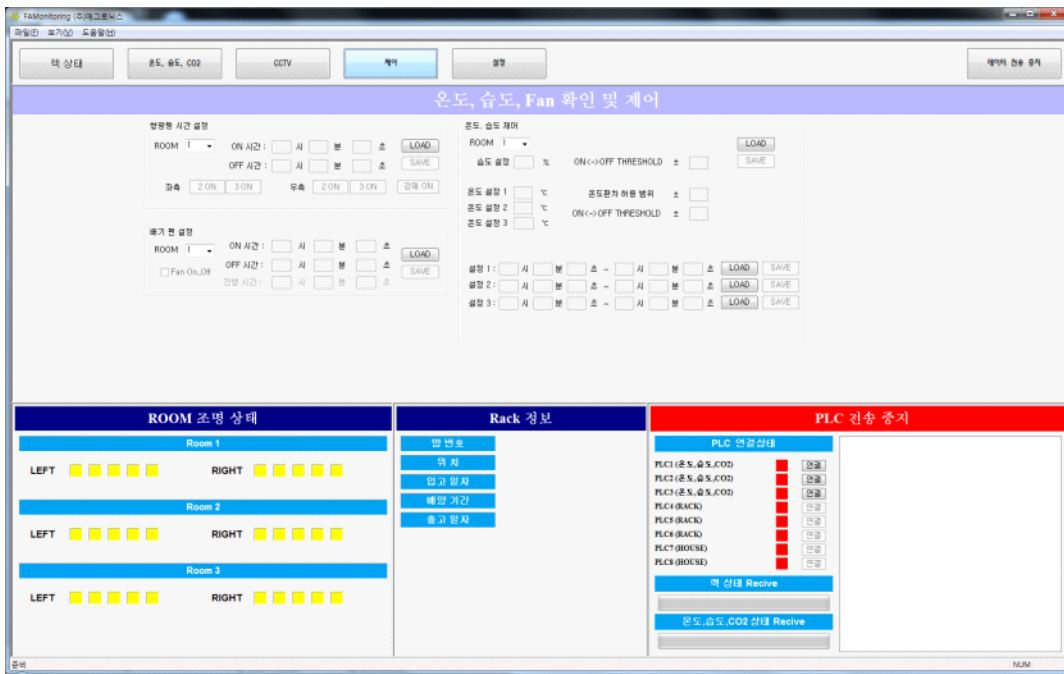
- ② 시간대 별 온도 및 습도 설정
- ③ 시간대 별 조명 On/Off
- ④ 온습도 모니터링
- ⑤ 제어기와의 연결 설정
- ⑥ 내부 CCTV 관찰

재배동의 상태 관찰 기능은 작물이 심겨져 있는 재배베드를 화면에 표시해주는 기능이다. 각 재배 베드는 언제 입고되었는지, 또 언제 출고되어야 하는지를 표시해 준다.



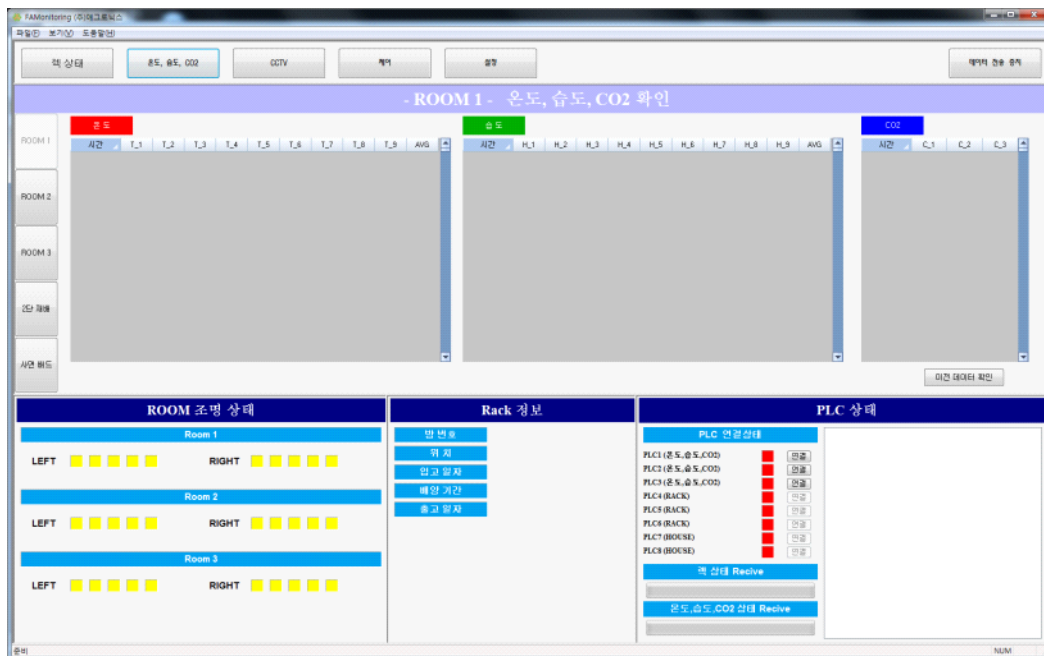
<통합 환경제어 프로그램>

통합 환경제어 프로그램은 시간대별로 온도와 습도를 설정할 수 있으며, 조명이 켜지는 시간과 꺼지는 시간을 별도로 조정할 수 있다.



<환경 값 설정 화면>

아래 그림은 시간대별 온습도를 간단하게 볼 수 있도록 구성한 화면이다.



<온습도 모니터링 화면>

아래 그림은 제어기와의 연결을 설정하기 위한 것이다.

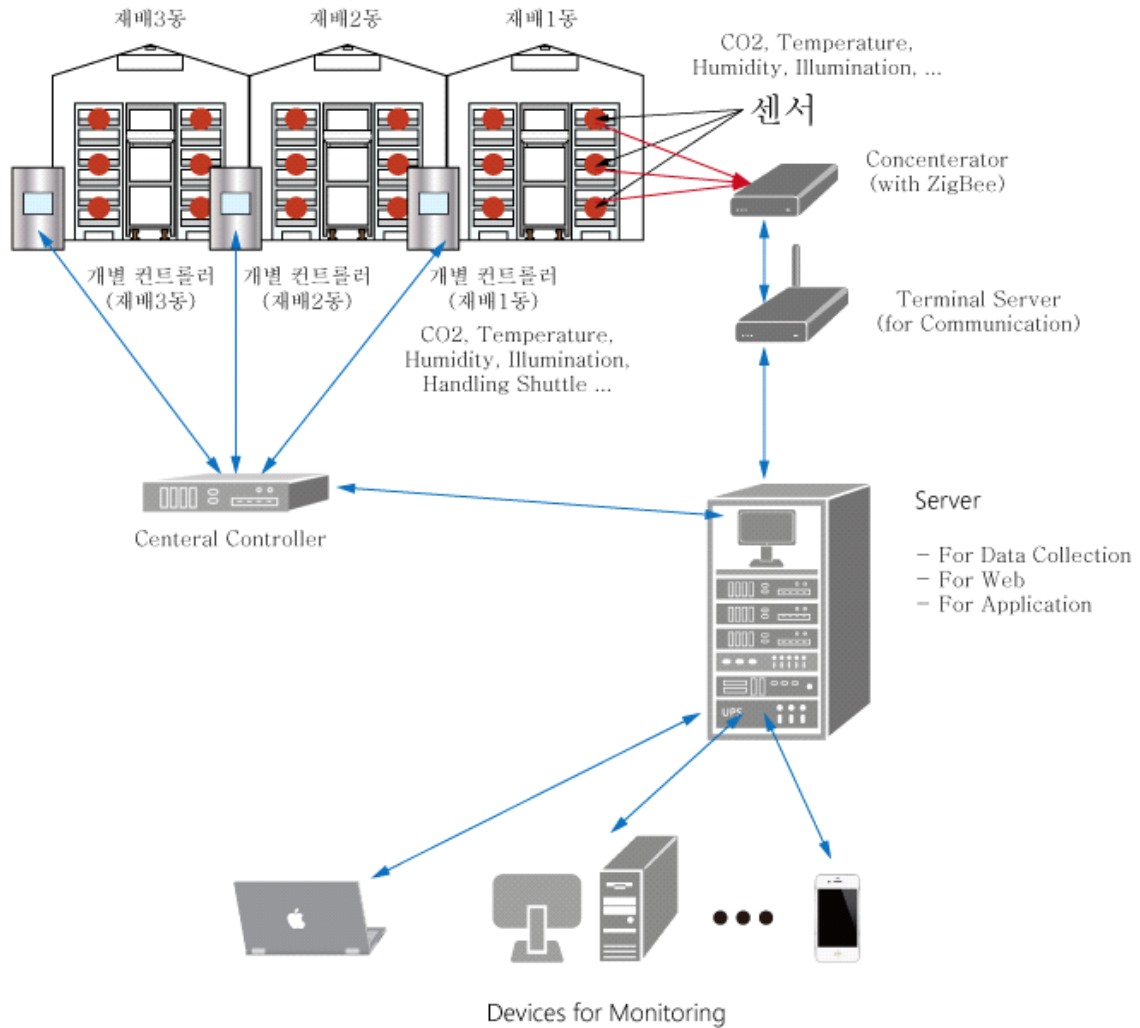


<제어기와의 연결 설정 화면>

#### 나. 환경정보 원격 모니터링 시스템

식물공장의 환경 변화는 생산량과 직결되기 때문에 사용자가 설정한 환경 값이 유지되고 있는지를 지속적으로 관찰하는 것은 중요하다. 이를 위해서 식물공장 내부에 온도, 습도, 조명 상태, CO2 함유량을 측정하기 위한 센서를 부착하였으며, 양액의 EC와 pH를 측정하기 위한 센서가 설치되었다. 그 외 환경 정보 수집은 아니지만 관수 공급과 정전 발생시 사용자의 휴대전화로 긴급 메시지를 전송할 수 있도록 구성하였다. 실제로 관수 공급 중단과 정전의 경우 환경 값 변화보다 훨씬 더 중요하고 민감하다. 특히 분무경을 사용하는 수경재배는 담액식 보다 관수 공급 중단에 훨씬 민감하다. 관수가 중단될 시 인삼의 경우 작물이 손상되지 않고 버틸 수 있는 시간은 6시간 정도이다.

기존 환경 제어 프로그램의 모니터링 시스템은 단순히 현재 상태를 로컬에서 관찰할 수 있었다. 그러나 작업자 또는 재배자가 항상 경작지(이 경우에는 식물공장)에만 상주하는 것은 아니기 때문에 원격에서 관찰할 수 있어야 한다. 이를 위해서 본 연구에서는 모니터링 시스템을 아래 그림과 같이 구성하였다.



<원격 모니터링 시스템 구성도>

원격 모니터링을 위해서는 식물공장 내 재배동의 환경정보를 수집하고, 수집된 정보를 전송에 적합한 형태로 가공하여 원격지에 있는 미들웨어로 전송하게 된다. 미들웨어는 이 정보를 저장에 필요한 형태로 파싱(parsing)하여 데이터베이스에 저장한다. 응용 프로그램이나 웹 서버는 사용자가 요청한 정보를 데이터베이스에서 가져와서 사용자에게 전송한다. 본 연구에서 개발한 모니터링 프로그램은 웹 표준(HTML5, CSS3, JavaScript)을 준수했기 때문에 웹 브라우저를 가동할 수 있는 어떤 시스템에서든 접근할 수 있다.

원격 환경정보 모니터링 시스템은 다음과 같이 네 가지 서브시스템으로 구성된다.

- ① 데이터 수집 시스템
  - ▶ 통합 센서 모듈
  - ▶ 데이터 수집기(data collector)
  - ▶ 데이터 전송 시스템

- ② 미들웨어
- ③ 데이터 관리 시스템
- ④ 원격 모니터링 시스템

#### 다. 데이터 수집 시스템

데이터 수집 시스템은 실제로 환경 정보를 수집하기 위한 시스템과 수집된 정보를 전송에 유리한 형태로 가공하고, 가공된 정보를 외부 네트워크로 전송하는 기능을 수행한다.

##### 가) 통합 센서 모듈

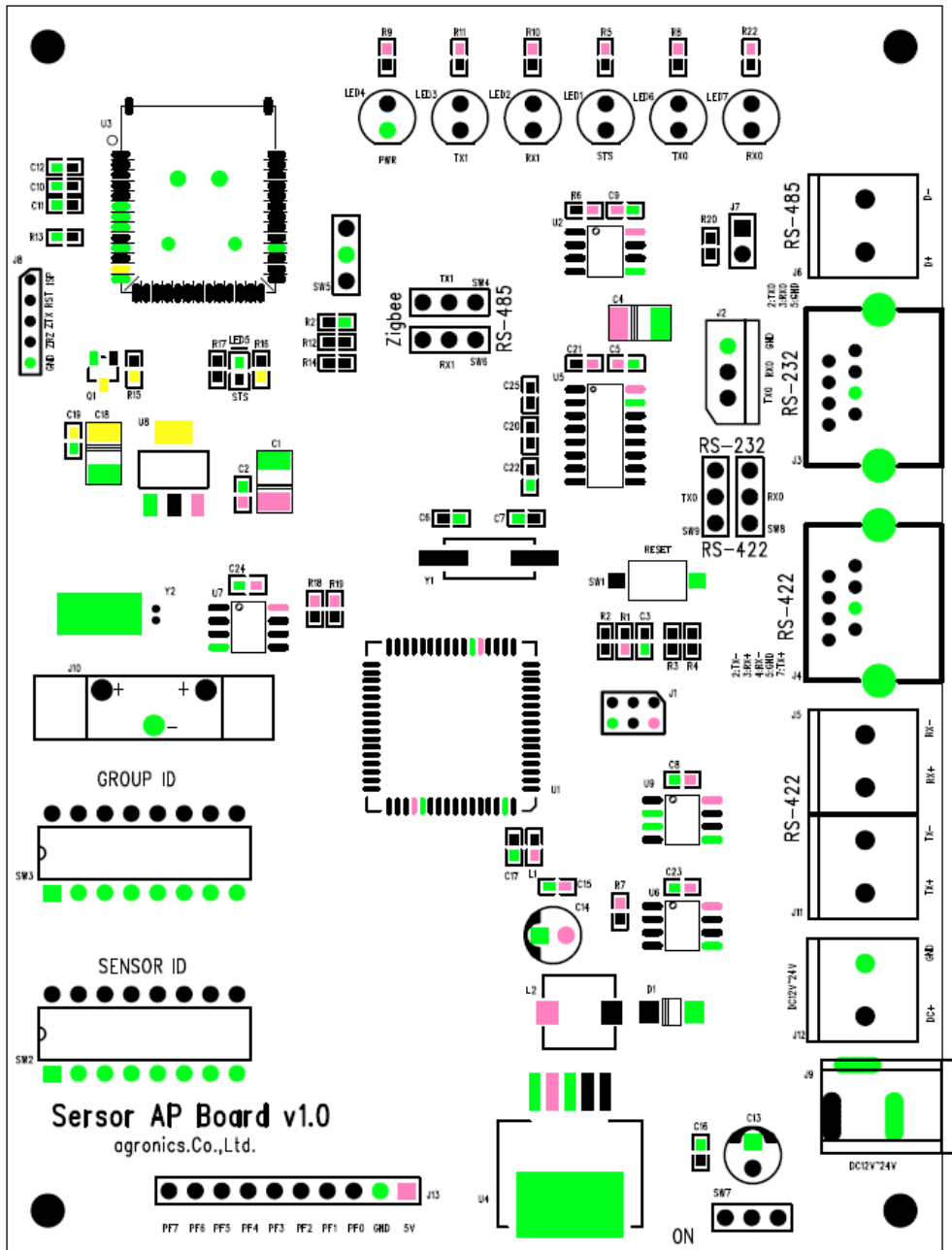
본 시스템에서는 센서 정보를 수집하기 위해서 통합 센서 모듈을 개발하였다. 식물재배를 위해서 계속 관찰되어야 할 정보는 기본적으로 온도, 습도, 조명(광량), 공기순환, 양액이다. 이 중에서 양액은 양액기에서 별도로 관리되기 때문에 별도로 정보를 수집하며, 통합센서 모듈은 나머지 값들을 읽을 수 있도록 개발되었다. 식물공장의 규모가 커질수록 더 많은 센서들이 설치되어야 하는데 각 센서들을 통합적으로 관리하지 않는다면 구조가 상당히 복잡해진다. 본 연구에서는 이런 문제를 미연에 방지할 수 있도록 별도의 통합 센서 모듈을 사용하였다.

본 연구에서 개발한 통합 센서 모듈의 특징은 다음과 같다.

- 센서는 종류별로 수명이 다르기 때문에 교체가 용이하도록, 착탈식으로 구성
- 여러 센서를 그룹화해서 정보를 한 번에 송수신 가능하도록 모듈화
- 센서 모듈화는 통신 부하를 줄이고, 유지보수를 용이하게 함

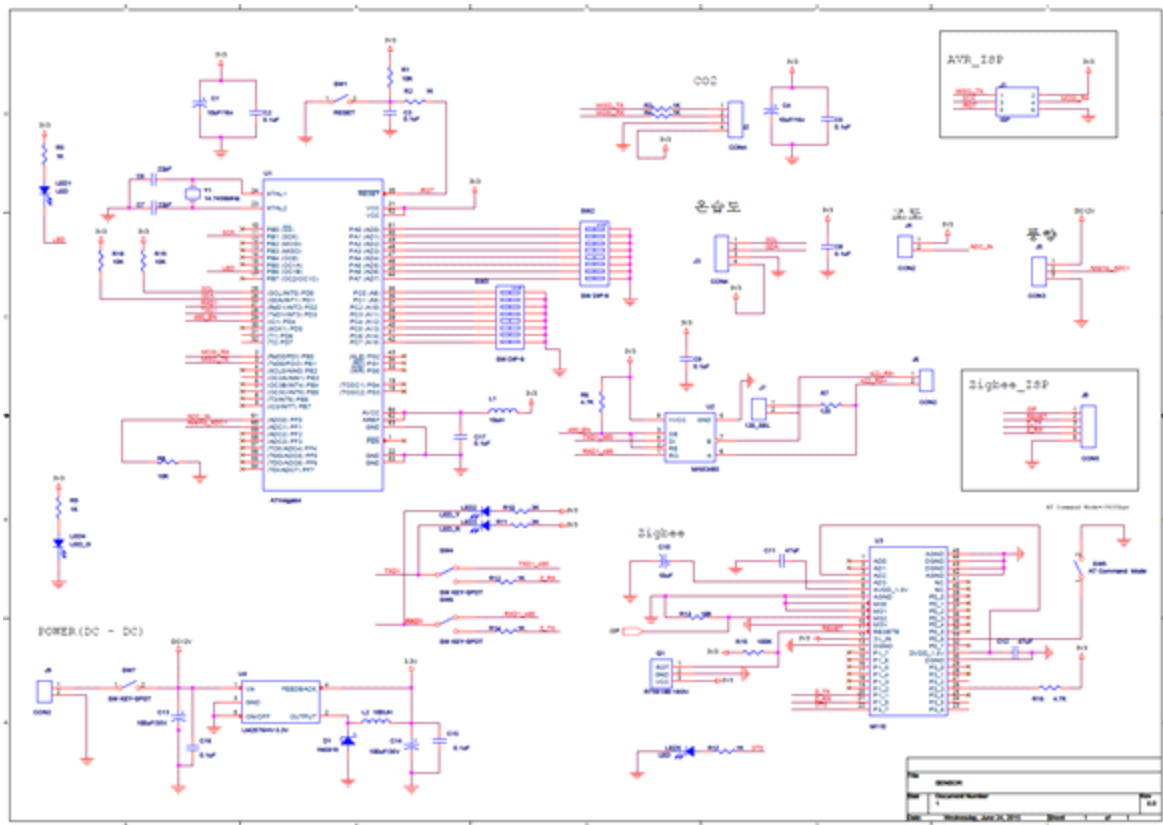


a. 센서의 회로 배치도



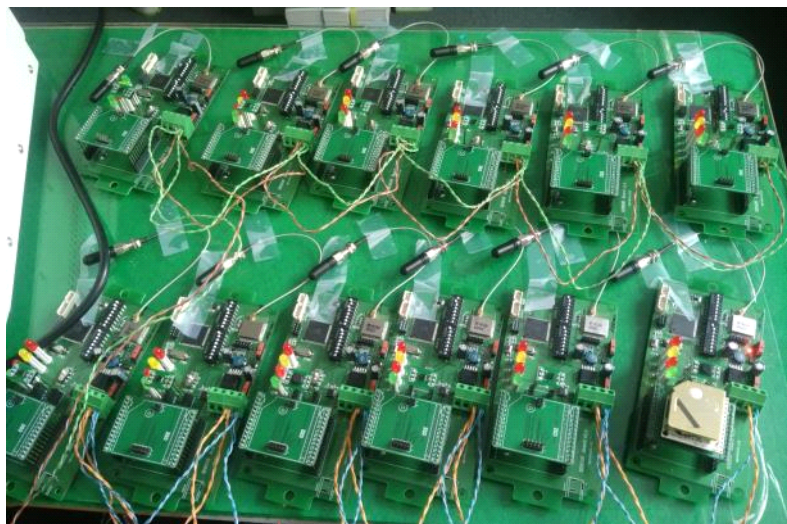
< 통합 센서 모듈 부품 배치도 >

b. 통합 센서 모듈의 회로 배치도

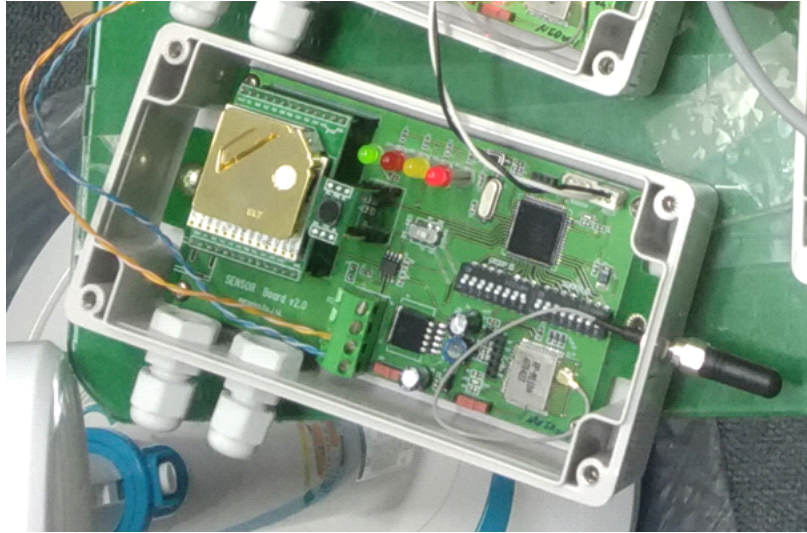


< 센서 모듈의 부품도 >

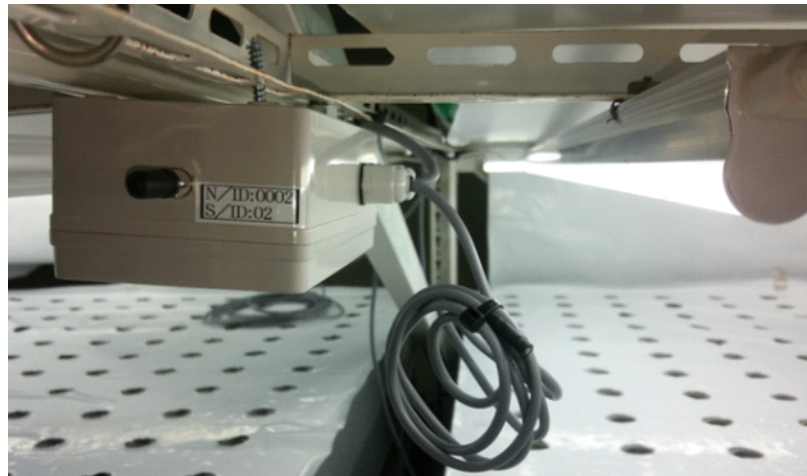
c. 개발된 통합 센서 모듈



<통합센서 모듈>



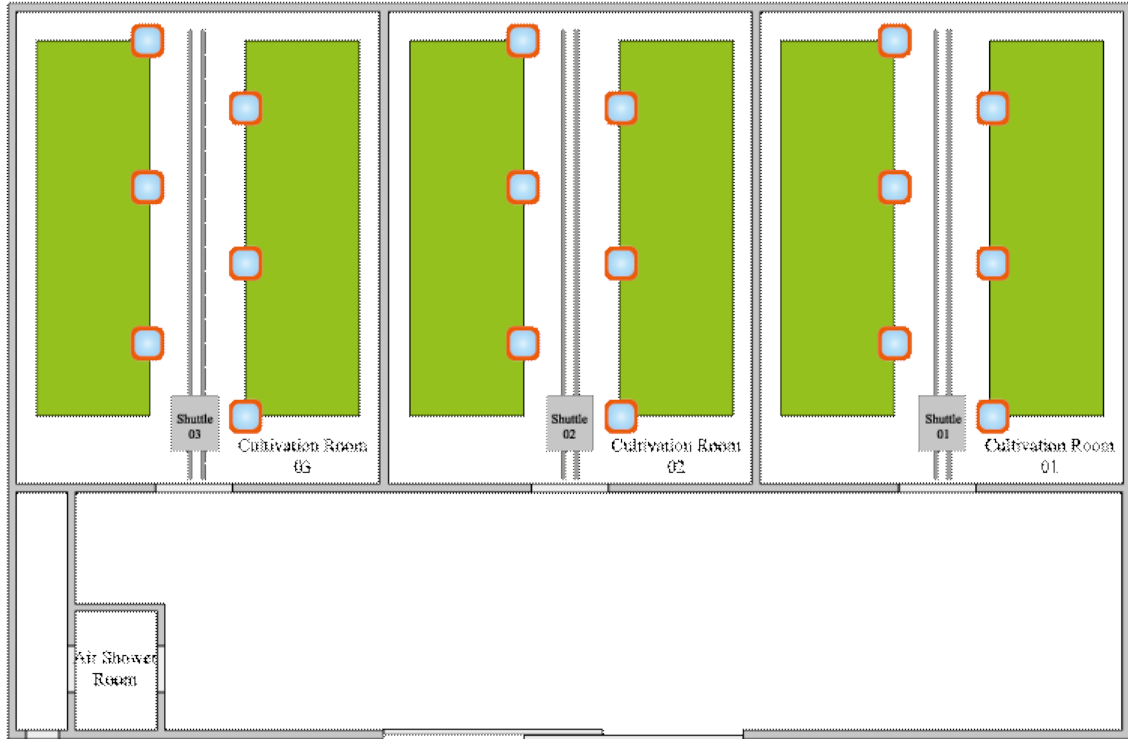
< 합체에 결합된 통합 센서 모듈 >



< 재배동 내 설치된 통합 센서 모듈 >

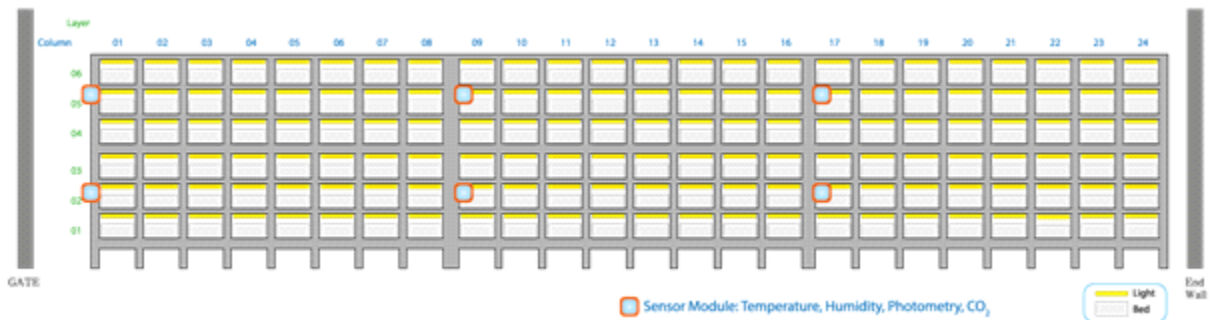
#### d. 데이터 수집기의 배치도

식물공장 내 환경정보를 정확하게 측정하기 위해서는 가능한 많은 센서들을 설치하는 것이 유리하나 비용이나 시스템 복잡성을 고려했을 때 무한정 센서를 늘리는 것은 어렵다. 그렇기 때문에 통합 센서 모듈을 어디에 배치하는 가는 중요한 문제이다. 본 연구에서는 좌, 우측 재배대에 교차하여 통합센서 모듈을 설치하여 좀 더 정확하게 환경정보를 수집하고자 하였다 (그림 센서 배치도 - 상면 참조). 공기순환이 제대로 이루어지지 않을 경우 상단과 하단의 온도차가 크기 때문에 2단과 5단에 통합 센서 모듈을 설치하여 가능한 정확한 환경정보를 수집하고 하였다.



□ Sensor Module: Temperature, Humidity, Photometry, CO<sub>2</sub>

< 센서 배치도 - 상면 >



□ Sensor Module: Temperature, Humidity, Photometry, CO<sub>2</sub>

< 센서 배치도 - 측면 >

#### 나) 데이터 수집기(Data Collector)

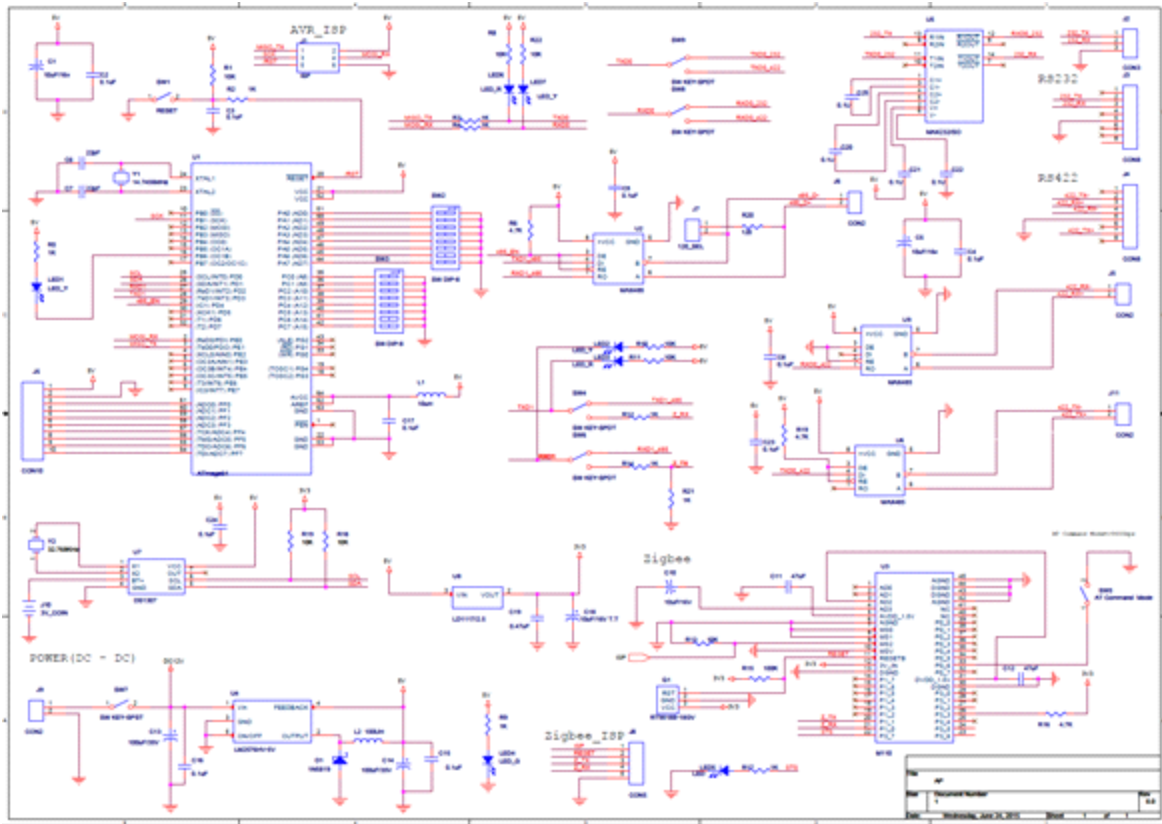
데이터 수집기는 통합 센서 모듈에 설치된 각 센서들이 수집한 값들을 서버 (또는 미들웨어)로 전송하기 위해서, 그 값들을 하나의 패킷으로 만들고 전송하기 위한 장치이다. 데이터 수집기는 무선 프로토콜 중 ZigBee 2.4GHz를 기반으로 통합 센서 모듈과 무선 통신을 수행한다. 그러므로 통합 센서 모듈 입장에서 데이터 수집기는 WAP(Wireless Access Point) 역할을 수행한다. 그 외에도 데이터 수집기는 서버와 양방향 통신을 하며, 네트워크 이상시를 대비하여 8시간가량의 수집된 데이터를 자체적으로 보관 가능하다. 그 후 네트워크가 정상이 되면 보관 중이던 데이터를 순차적으로 서버로 전송한다. 데이터 수집기는 한 통합 센서 모

들로부터 데이터를 수신했을 때 이 정보를 바로 미들웨어로 전송하는 것이 아니라, 그룹에 속한 모든 통합 센서 모듈들로부터 데이터를 다 수신한 후 한 번에 전송한다. 이는 네트워크에 부하를 줄이기 위한 것이며, 일정 시간 내에 통합 센서 모듈이 정보를 보내지 않는다면 이는 무시되고 나머지 통합 센서 모듈의 정보만 전송된다.

본 연구에서 개발한 데이터 수집기의 역할은 다음과 같다.

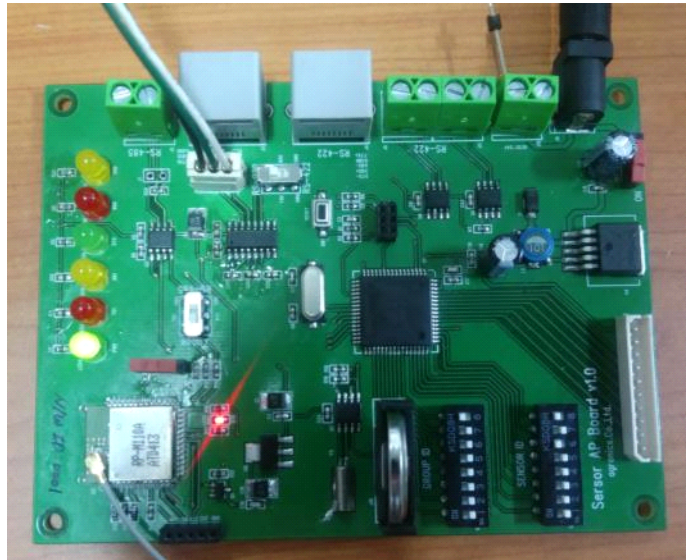
- 통합 센서 모듈들을 그룹화하여 관리
- 통합 센서 모듈과 ZigBee 2.4GHz 프로토콜을 이용하여 무선 양방향 통신 수행
- 통합 센서 모듈들로부터 수집된 데이터를 하나의 패킷으로 생성한 후 서버로 전송
- 센서 네트워크 시스템의 부하 조정(load balancing)
  - ▶ 데이터 전송 주기 변경
  - ▶ 시간 설정
  - ▶ 특정 통합 센서 모듈 동작 확인
- 수집된 데이터들을 임시보관 (약 8시간)

a. 데이터 수집기의 회로 배치도



< 데이터 수집기의 블록 다이어그램 >

b. 개발된 데이터 수집기의 모습



< 데이터 수집기 >

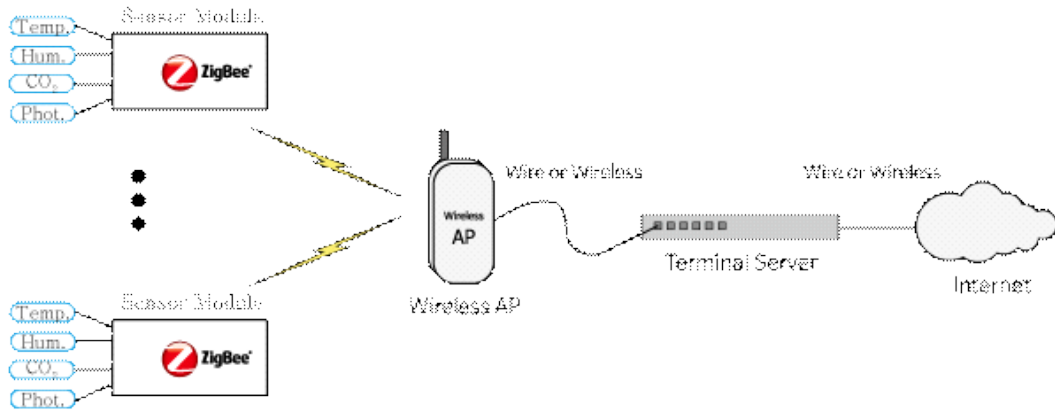
c. 식물공장 내 설치된 데이터 수집기



<식물공장 내 설치된 데이터 수집기>

다) 데이터 전송 시스템

데이터 수집기는 외부 네트워크에 직접 연결되는 대신 터미널 서버와 연결된다. 실험에서 각 재배동에 데이터 수집기가 2개씩 설치되었으며, 총 6개로 구성되었다. 각각이 직접적으로 인터넷에 연결될 경우 데이터 수집기의 구조가 복잡해지며, 다양한 통신 방식에 대응하기도 어렵다. 데이터 수집기와 터미널 서버는 RS232C를 기반으로 유선으로 연결된다. 아래 그림은 센서 네트워크의 구성 방식에 대한 개념도이다.



<센서 네트워크의 구성 개념도>

## 라. 미들웨어 (Middleware)

### 가) 미들웨어 개요

미들웨어는 데이터 수집기로부터 전송되어오는 데이터 스트림을 수신하고, 수신한 데이터 스트림을 파싱하고, 파싱한 데이터를 분석하여 불필요한 정보를 필터링한다. 그리고 필터링을 거친 데이터들을 데이터 베이스에 저장하는 역할을 담당한다.

미들웨어의 역할은 다음과 같다.

- 데이터 수집기로부터 전송되는 데이터 스트림을 수신하며, 수신된 데이터를 분석하여 불필요한 데이터를 필터링 후 데이터베이스에 저장
- 이종회사에서 개발된 환경 정보 수집을 위한 센서 모듈들을 사용할 경우 프로토콜이 상이하여 통신이 어려운 문제를 해결

본 연구에서 개발한 미들웨어의 기능은 다음과 같다.

- 데이터 수집기로부터 데이터 스트림 수신
- 수신된 데이터 스트림 파싱(parsing)
- 데이터 수집기 및 통합 센서 모듈의 동작 감시(watch dog)
- 데이터 수집기와 통신 수행
  - ▶ 전송되지 않은 데이터 재요청
  - ▶ 데이터 수집 주기 설정
- 특정 통합 센서 모듈 동작 확인을 위해서 데이터 수집기에 데이터 요청

- 이중 프로토콜 적용이 가능하도록 프로토콜 명세 기반으로 데이터 패킷 과싱

나) 미들웨어와 데이터 수집기 간의 데이터 송수신 프로토콜

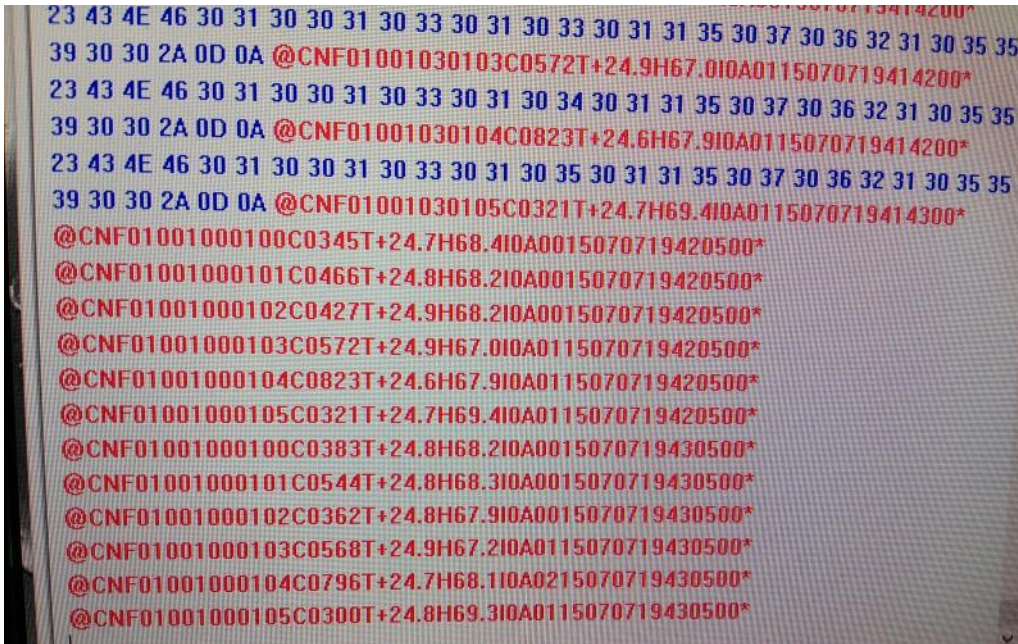
미들웨어와 데이터 수집기 사이에 전송되는 가장 기본적인 데이터 패킷의 형태는 다음과 같다.

**@CNF010010000105C0300T+24.8H69.3I0A0115070719430500**

제조사 코드+분류코드      ID      Co2      온도      습도      조도      풍속      년월일시분초      Check

<데이터 패킷의 예>

아래 그림은 실제 데이터 수집기로부터 전송되어오는 데이터 스트림을 캡처한 화면이다.

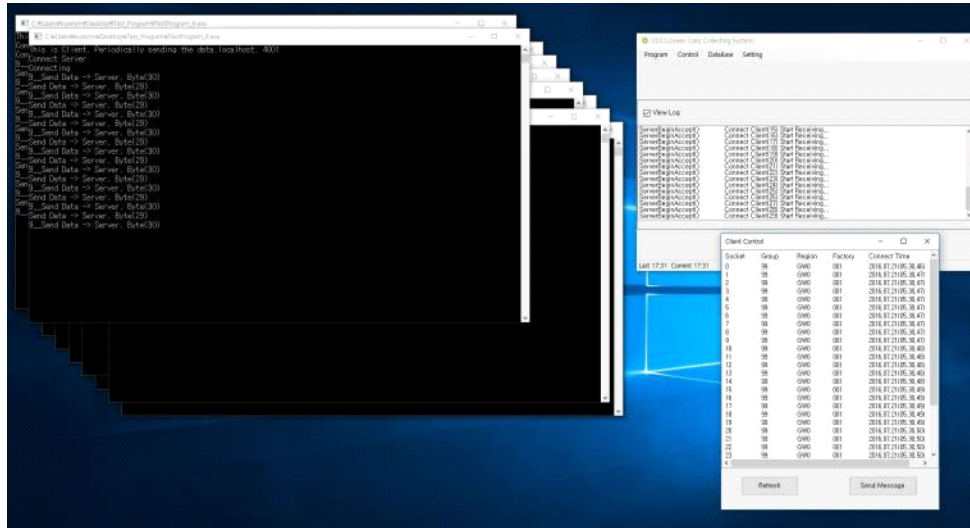


<통합 센서 모듈들과 데이터 수집기 사이의 데이터 전송 실험화면 >

위 캡처화면의 최 하단에 전송되어 온 패킷은 2015년 7월 7일 19시 43분 05초에 그룹 01 (재배 1동 우측면)의 통합 센서 모듈 5번으로부터 환경정보가 수집되었으며, CO2 값은 300, 온도는 24.8℃, 습도는 69.3%, 밝기는 1 (밝기는 0에서 9사이의 값)이라는 의미이다. 미세 기류를 측정하기 위한 센서는 현재 설치되지 않았다.

아래 화면은 데이터 수집기로부터 데이터 스트림을 전송받아서 데이터베이스에 데이터를 저장 중인 미들웨어의 동작화면을 캡처한 것이다.





<미들웨어 동작화면>

미들웨어와 데이터 수집기 사이의 프로토콜은 다섯 가지 형태로 구성되어 있다. 다섯 가지 프로토콜은 다음과 같다.

- ① 통합 센서 모듈 -> 데이터 수집기 (WAP)
- ② 서버(또는 미들웨어) -> 데이터 수집기 (WAP)
- ③ 상태 값, 보고주기 및 RTC 시간설정에 대한 응답 (데이터 수집기 -> 미들웨어)
- ④ 지정 센서 데이터 코드에 따른 응답 (데이터 수집기 -> 미들웨어)
- ⑤ 수집 데이터 주기 보고 (데이터 수집기 -> 미들웨어)

각 프로토콜의 구조는 아래와 같다.

Field Name		Field Name		Field Name		Field Name	
Data Type	Length(B)	Data Type	Length(B)	Data Type	Length(B)	Data Type	Length(B)
STX		Group ID		Sensor ID		CO2	
char	1	char	2	char	2	char	1
Data		Temp		Data		Humidity	
char	4	char	1	char	5	char	1
Data		Illumination		Data		Anemometer	
char	4	char	1	char	1	char	1
Data		Reserved		ETX		CR	
char	2	char	2	char	1	HEX	1
LF							
HEX	1						

<통합 센서 모듈에서 데이터 수집기로 보고를 위한 프로토콜 구성>

Field Name		Field Name		Field Name		Field Name	
Data Type	Length(B)	Data Type	Length(B)	Data Type	Length(B)	Data Type	Length(B)
STX		Manufactory Code		Usage Code		Command Code	
char	1	char	5	char	3	char	2
Group ID		Sensor ID		Colletcion Period		Time Setting	
char	2	char	2	char	2	char	12
Reserved		ETX		CR		LF	
char	2	char	1	HEX	1	HEX	1

<서버와 데이터 수집기 간의 통신(설정 변경)을 위한 프로토콜 구성>

Field Name		Field Name		Field Name		Field Name	
Data Type	Length(B)	Data Type	Length(B)	Data Type	Length(B)	Data Type	Length(B)
STX		Region Code		Factory Code		Manufactory Code	
char	1	char	3	char	3	char	5
Usage Code		Command Code		Group ID		Sensor ID	
char	3	char	2	char	2	char	2
Collection Period		Current Time		Reserved		ETX	
char	1	char	12	char	21	char	1
CR		LF		X			
HEX	1	HEX	1				

<상태 변경 응답을 위한 프로토콜 구성>

Field Name		Field Name		Field Name		Field Name	
Data Type	Length(B)	Data Type	Length(B)	Data Type	Length(B)	Data Type	Length(B)
STX		Region Code		Factory Code		Manufactory Code	
char	1	char	3	char	3	char	5
Usage Code		Command Code		Group ID		Sensor ID	
char	3	char	2	char	2	char	2
CO2		Data		Temp		Data	
char	1	char	4	char	1	char	5
Humidity		Data		Illumination		Data	
char	1	char	4	char	1	char	1
Anemometer		Data		Time		Reserved	
char	1	char	2	char	12	char	2
ETX		CR		LF		X	
char	1	HEX	1	HEX	1		

<지정 센서의 데이터 보고를 위한 프로토콜 구성>

Field Name		Field Name		Field Name		Field Name	
Data Type	Length(B)	Data Type	Length(B)	Data Type	Length(B)	Data Type	Length(B)
STX		Region Code		Factory Code		Manufactory Code	
char	1	char	3	char	3	char	5
Usage Code		Command Code		Group ID		Sensor ID	
char	3	char	2	char	2	char	2
CO2		Data		Temp		Data	
char	1	char	4	char	1	char	5
Humidity		Data		Illumination		Data	
char	1	char	4	char	1	char	1
Anemometer		Data		Time		Reserved	
char	1	char	2	char	12	char	2
ETX		CR		LF		X	
char	1	HEX	1	HEX	1		

<수집 데이터 주기 보고를 위한 프로토콜 구성>

위 다섯 가지 프로토콜의 의미는 다음과 같다.

- ① 통합 센서 모듈에서 데이터 수집기 간의 프로토콜 (From 통합 센서 모듈, To 데이터 수집기)
  - 통합 센서 모듈은 최소 3가지(온도, 습도, CO2) 이상의 센서를 가지고 있기 때문에, 각 센서가 수집한 값을 하나의 패킷으로 구성하여 데이터 수집기로 전송할 때의 프로토콜
- ② 통합 센서 모듈(혹은 데이터 수집기)의 설정값 변경을 위한 프로토콜 (From 서버, To 데이터 수집기)
  - 서버 또는 미들웨어에서 특정 센서 모듈의 설정값(데이터 보고 주기, 현재 시간)을 변경하기 위한 프로토콜
  - 서버 또는 미들웨어에서 데이터 수집기로 전송하는 데이터 패킷을 위한 프로토콜
- ③ 상태 변경 응답을 위한 프로토콜 구성 (From 데이터 수집기, To 서버)
  - 서버 또는 미들웨어에서 설정값 변경을 요청한 후 데이터 수집기에서 정상적으로 명령을 수행하였음을 보고하기 위한 프로토콜
  - 데이터 수집기에서 서버 또는 미들웨어로 전송하는 데이터 패킷
- ④ 지정 센서의 데이터 보고를 위한 프로토콜 구성 (From 데이터 수집기, To 서버)
  - 서버나 미들웨어에서 특정 통합 센서 모듈의 데이터를 요청한 경우 데이터 수집기로부터 서버나 미들웨어로의 응답을 위한 프로토콜
  - 통합 센서 모듈의 점검이나 데이터 유실시 데이터 재요청을 위해서 사용
- ⑤ 수집 데이터 주기 보고를 위한 프로토콜 구성 (From 데이터 수집기, To 서버)
  - 가장 기본적인 데이터 스트림 전송 프로토콜
  - 특정 시간 주기별로 수집된 데이터를 서버나 미들웨어로 전송하기 위한 프로토콜

각 프로토콜에 사용된 필드의 의미는 다음과 같다.

필드 정보			의미
이름	타입	길이	
STX	char	1	- 데이터 스트림의 시작 - 항상 '@'
Group ID	char	2	- 센서 네트워크 내 구성된 통합 센서 모듈의 그룹을 구분하기 위한 값 - '00' ~ '99'
Sensor ID	char	2	- 특정 그룹에 속한 통합 센서 모듈의 구분을 위한 값 - '00' ~ '99'
CO2	char	1	- 다음에 오는 값이 CO2 값을 표시 - 항상 'C'
CO2 Data	char	4	- CO2 센서가 읽은 값 - '0000' ~ '5000'
Temp	char	1	- 다음에 오는 값이 온도임을 표시 - 항상 'T'
Temp Data	char	5	- 온도 센서가 측정한 값 - '-25.0' ~ '+80.0'
Humidity	char	1	- 다음에 오는 값이 습도임을 표시 - 항상 'H'
Hum Data	char	4	- 습도 센서가 읽은 값 - '00.0' ~ '99.9'
Illumination	char	1	- 다음에 오는 값이 조도임을 표시 - 항상 'I'
Illum Data	char	1	- 조도 센서가 읽은 값 - 실제 광량은 아니며 상대적 밝기 - '1' ~ '9'
Anemometer	char	1	- 다음에 오는 값이 풍속임을 표시 - 항상 'A'
Anem Data	char	2	- 풍속계가 읽은 값 - 미세 풍속이기 때문에 초당 30m/S 이하의 값 - '0' ~ '29' (m/S)
Reserved 1	char	2	- 데이터 길이 변경 등의 이유로 예약해둔 필드 - 항상 '00'
Reserved 2	char	21	- 상태값 보고주기 프로토콜에서 미래 사용을 위해서 예약 - 항상 '0000000000000000000000'
Manufactory Code	char	5	- 제조사 분류 코드 - 동일한 기능의 센서라 하더라도 제조사에 따라서 프로토콜이 다를 수 있기 때문에, 정확한 파싱을 위해서 사용되는 값 - 예: 'CNF01', 코엔팜에서 제작
Usage Code	char	3	- 센서 모듈의 분류를 위한 구분 코드 - 예: '001', 환경측정 센서
Command Code	char	2	- 명령 코드 - 서버나 미들웨어에서 데이터 수집기로 명령을 보낼 때 사용 - 값: '00' ~ '99'
Collection	char	2	- 데이터 전송(수집) 주기

Period			- 서버나 미들웨어에서 데이터 수집기에게 데이터 (수집)전송 주기를 지정하기 위해서 사용 - 단위: 분 ('00' ~ '60')
Time Setting	char	12	- 데이터 수집기 또는 통합 센서 모듈의 현재 시간 설정을 위해서 사용 - 연월일시분초 (예: 171021122322)
Current Time	char	12	- 서버나 미들웨어의 시간 설정 등에 대한 응답으로 통합 센서 모듈 또는 데이터 수집기에 설정된 현재 시간 - 연월일시분초 (예: 171021122322)
ETX	char	1	- 데이터 스트림의 끝 - 항상 '*'
CR	hex	1	- 0x0D
LF	hex	1	- 0x0A

위 필드 정보에서 사용되는 Command Code는 현재 세 가지가 존재하며, 다음과 같다.

Command Code	Comment
01	- 보고 주기 및 RTC(Real Time Clock) 시간 설정 (서버 또는 미들웨어로부터 데이터 수집기로 명령 전달)
02	- 상태값 전송 (데이터 수집기로부터 서버 또는 미들웨어로 전송)
03	- 지정 통합 센서 모듈이 읽은 가장 최근 데이터 전송 (서버 또는 미들웨어로 데이터 전송)

#### 다) 미들웨어의 성능 및 부하 실험

미들웨어의 가장 중요한 역할은 데이터 수집기로부터 전송된 환경정보를 데이터베이스에 저장하는 것이다. 그렇기 때문에 신뢰성이 매우 중요하다. 이 같은 신뢰성을 입증하기 위해서 본 연구에서는 다음과 같이 실험을 진행하였다.

##### ① 미들웨어 성능 및 부하 테스트 환경

###### ▶ 실험환경

- 미들웨어 서버
- PC 5대(노트북 2대 포함): 각 PC에 데이터 수집기 시뮬레이터를 20 ~ 30개씩 동시실행
- 각각의 데이터 수집기 시뮬레이터는 통합 센서 모듈 스레드를 100개씩 생성

###### ▶ 실험방법

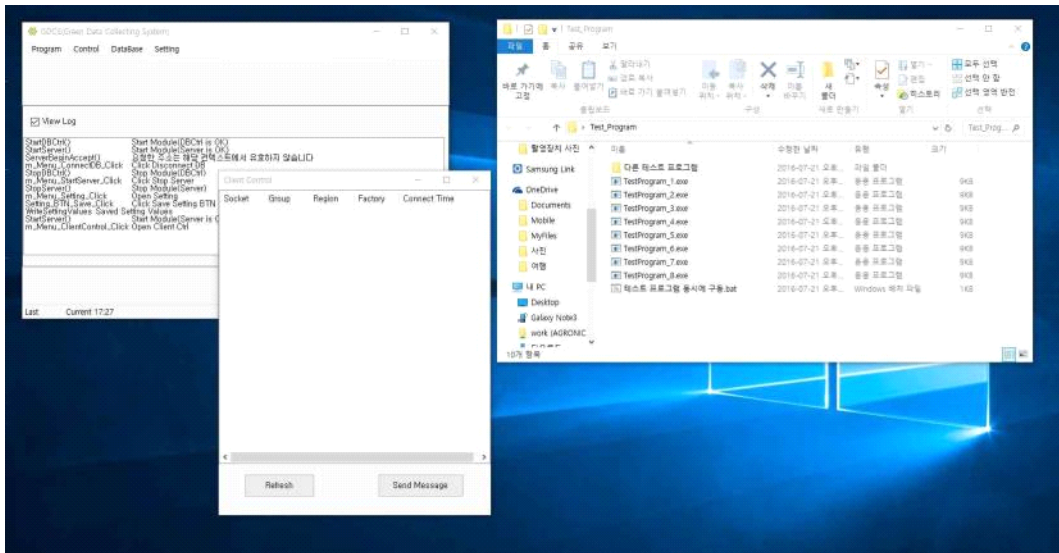
- 각 PC에서 동작중인 데이터수집기 시뮬레이터들은 72시간 동안 계속해서 임의로 생성한 데이터를 미들웨어로 전송
- 임의 생성 데이터는 프로토콜 규격에 맞춰서 생성하였으며, 데이터 길이는 가변

적으로 구성 (한 그룹에 연결된 센서의 개수에 따라서 생성된 데이터의 길이는 가변적임)

▶ 실험결과

- 미들웨어 성능에 아무런 문제가 없었으며, 전송된 데이터 100%를 데이터베이스에 저장

② 동시 다중 접속 테스트를 위한 준비화면



<실험을 위해서 대기 중인 미들웨어>

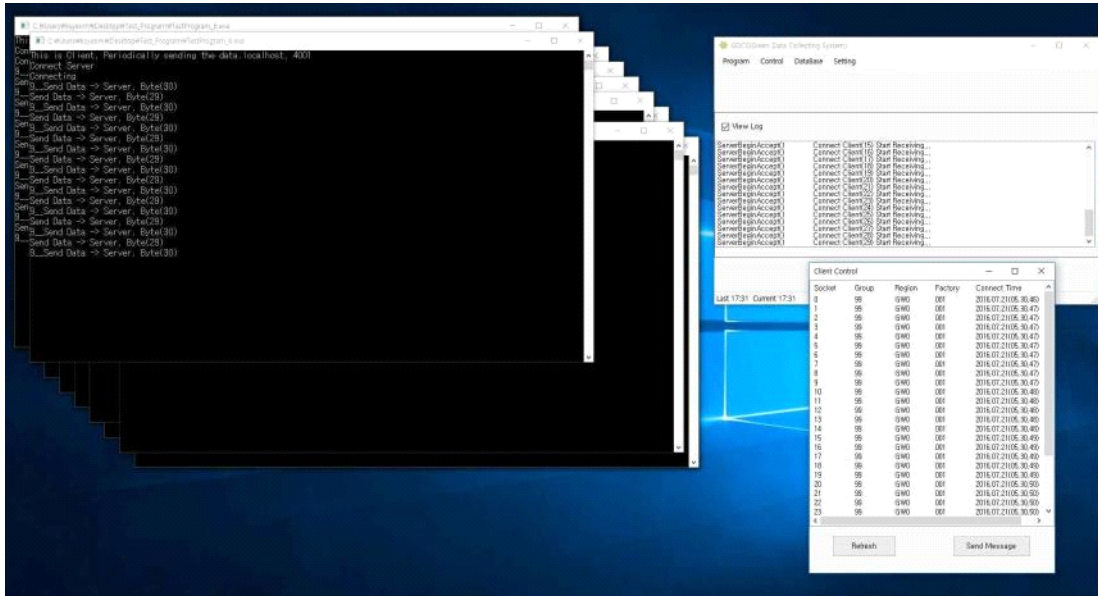
③ 동시 다중 접속 상태 확인 및 접속관리 기능 실험

▶ 실험 방법

- 미들웨어의 메모리 및 CPU 점유율 확인
- 정상적인 접속이 가능한지 확인
- 동시에 여러 데이터 수집기가 접속했을 요청할 때 정상적으로 소켓이 생성되는지 확인

▶ 실험 결과

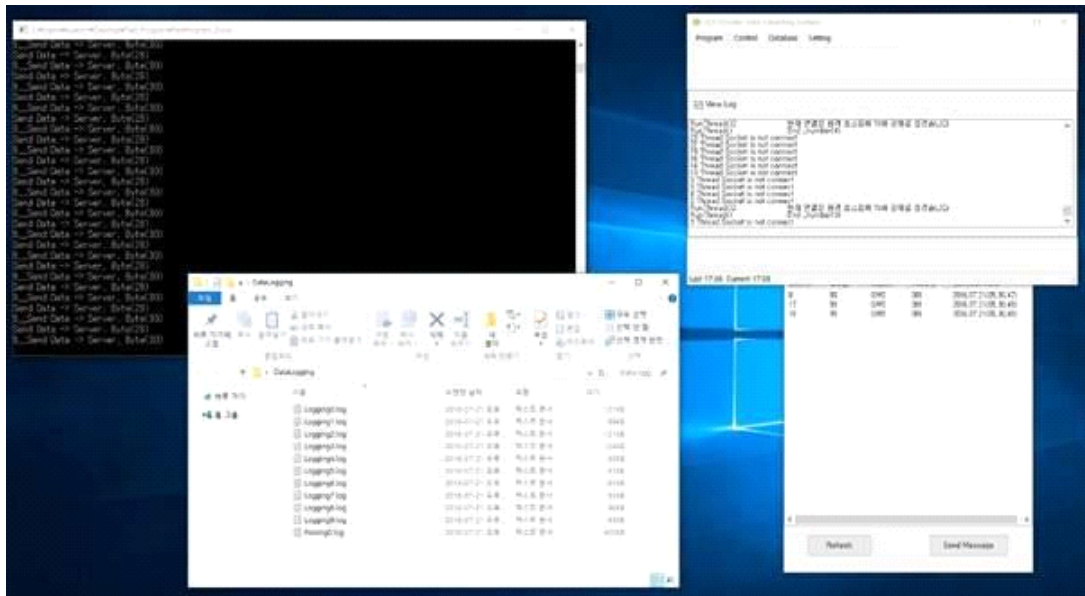
- 미들웨어의 메모리 사용량과 CPU 점유율은 상수
- 항상 정상적인 접속이 가능하며, 소켓 생성도 정상적임



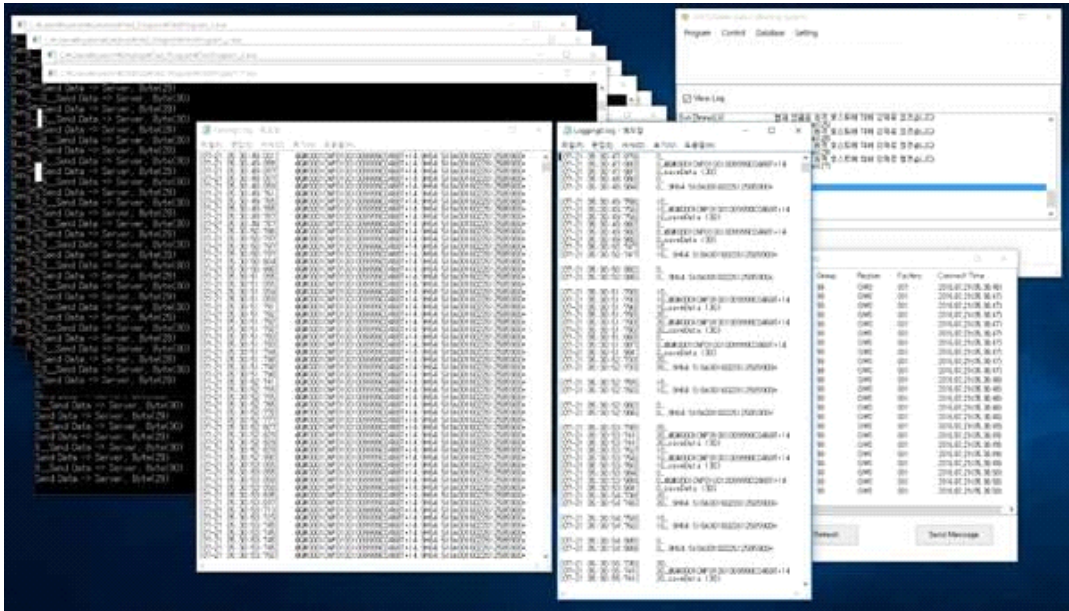
<미들웨어와 데이터 수집기 간에 다중 접속을 보인 화면>

④ 수신 데이터 패킷의 파싱과 데이터 저장 확인 실험

▶ 실험을 위해서 패킷의 파싱 로그와 데이터 저장 로그 기록



▶ 수신된 데이터 패킷과 파싱된 데이터 기록 로그 확인



⑤ 특정 데이터 수집기 강제 연결 종료 및 프로세스 종료 실험

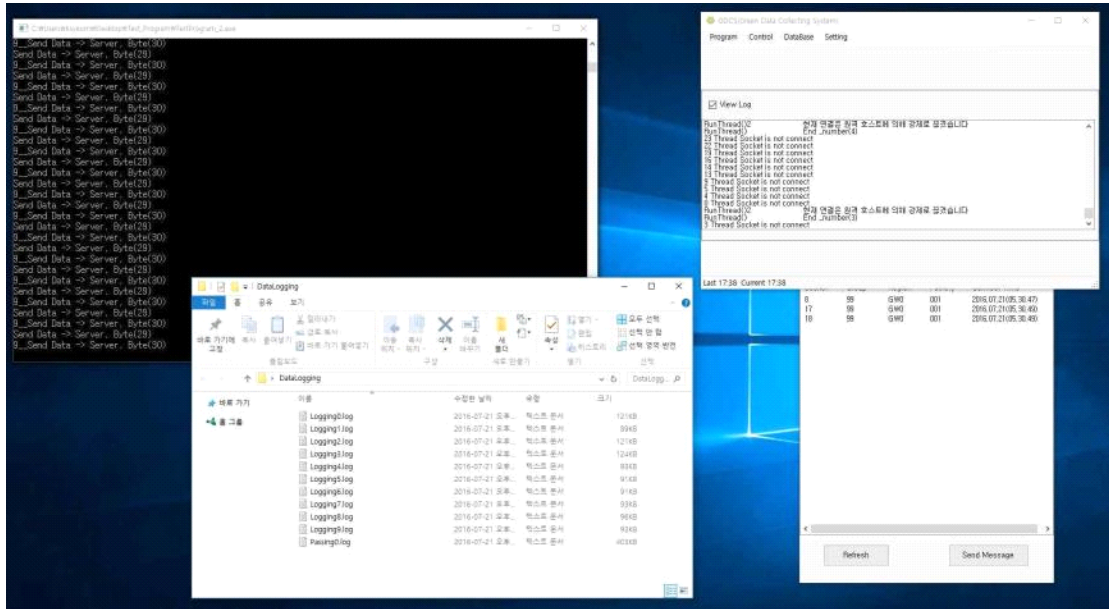
▶ 목적

- 통신 중 데이터 수집기와의 통신이 비정상적으로 종료(disconnection) 되었을 때 메모리 누수(memory leak)를 막기 위한 검사
- 서버와 데이터 수집기 간에 비정상적 통신 종료 및 프로세스 강제 종료 후 다시 정상적으로 통신이 이루어지는지 검사
- 서버와 데이터 수집기 간에 비정상적 통신 종료 후 데이터 수집기가 서버로 전송하지 못한 데이터들을 재전송하는지 실험

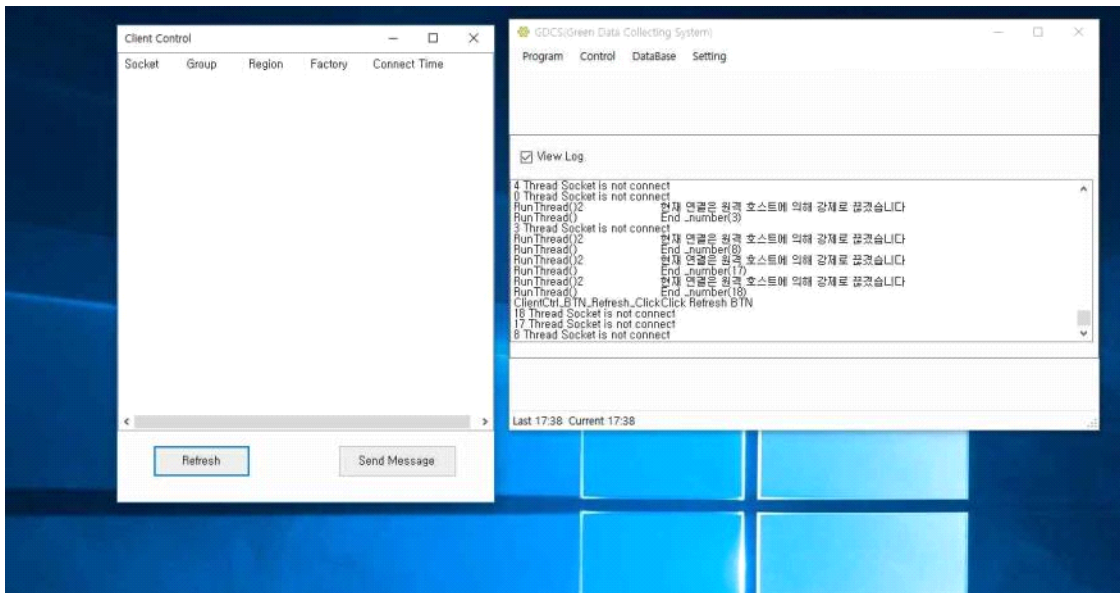
▶ 결과

- 데이터 수집기와의 연결 강제 종료 후 데이터 수집기와의 재연결(reconnection) 원할
- 비정상적인 연결 종료 후 데이터 수집기는 전송하지 못한 데이터를 모두 전송

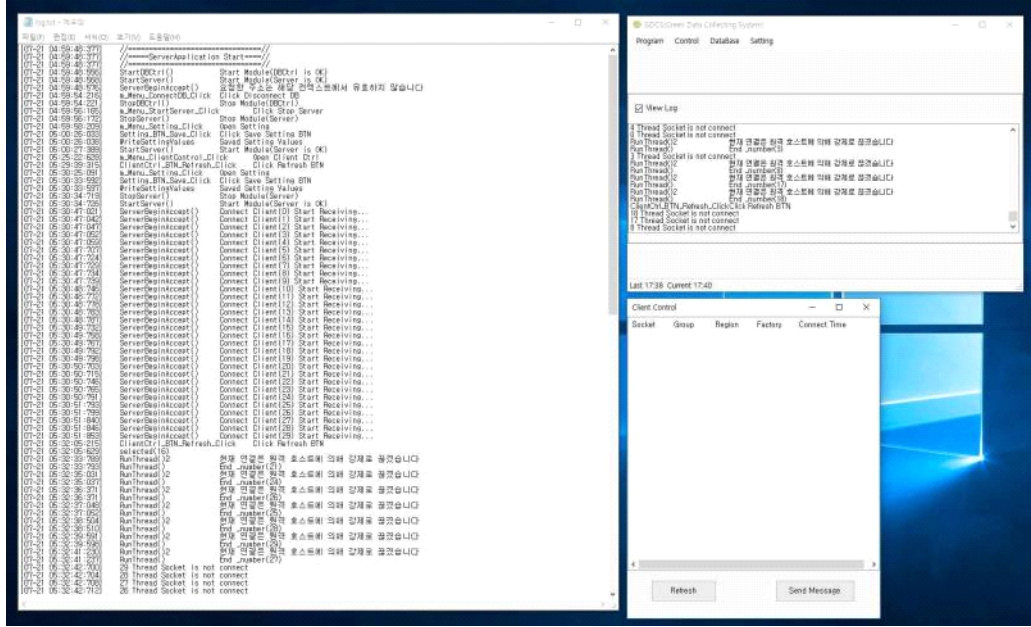




<서버와 데이터 수집기 간의 통신을 강제 종료 시킨 화면>



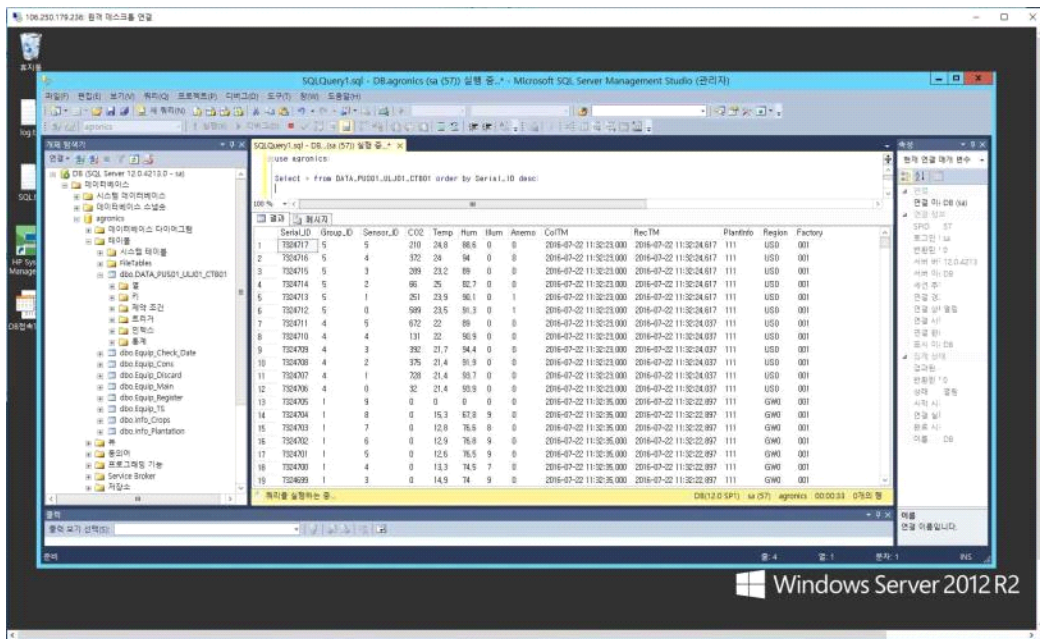
<서버와 데이터 수집기 간의 통신을 강제 종료 후 재통신을 시도하는 화면>



<동작 기록과 기능을 확인하기 위한 로그 화면>

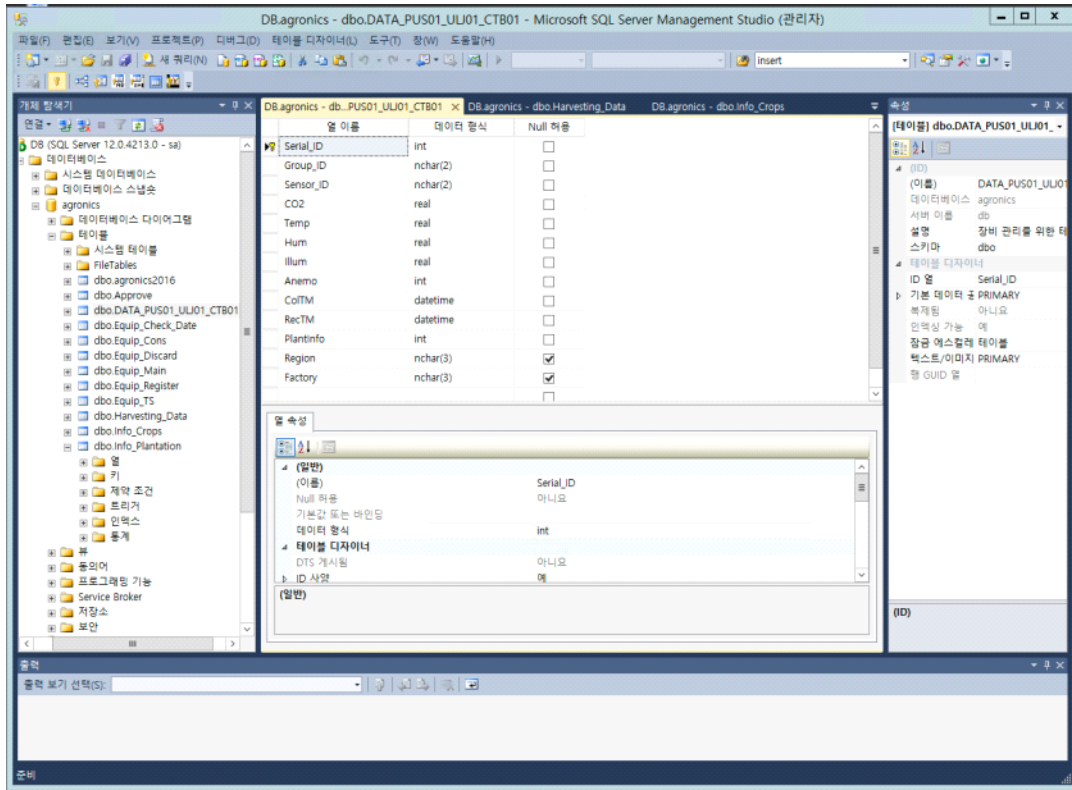
### 마. 데이터 관리 시스템

본 연구에서는 데이터의 보관 및 관리를 위하여 데이터베이스를 설계하였으며, 이를 관리하기 위한 DBMS 시스템으로 MS-SQL Server Ver. 2012를 사용하였다. 아래 그림은 현재 운용 중인 DBMS 시스템의 뷰 캡처 화면이다.



<데이터베이스에 축적된 데이터 뷰 캡처 화면>

식물공장 운영을 위해서는 환경정보 외에도 묘종에 관한 정보, 수확관련 정보, 작물의 생장 상태를 관리해야 한다. 그 외에도 장비이력 등 다루어야 할 것들이 여러 가지가 있으나, 가장 기본적으로 다루어야 할 것은 상술한 4가지이다.



< 환경정보를 수집하기 위한 테이블의 디자인 >

위 테이블의 각 필드에 대한 정보는 다음과 같다.

열 이름	데이터 타입	널 허용	PK	의미
Serial_ID	int		PK	• 1씩 증가하는 값
Group_ID	nchar(2)			• 데이터 수집기 식별번호
Sensor_ID	nchar(2)			• 데이터 수집기에 연결된 통합 센서 모듈 식별 번호
CO2	real			• 수집된 CO2 측정값
Temp	real			• 수집된 온도 측정값
Hum	real			• 수집된 습도 측정값
Illum	real			• 수집된 조도 측정 값 • 향후 정밀한 조도를 입력 받을 수 있도록 데이터 타입을 real로 정의
Anemo	real			• 측정된 풍향 측정값
ColTM	datetime			• 데이터 수집 시간
RecTM	datetime			• 데이터 전송 시간
PlantInfo	int			• 작물의 종류를 나타내기 위한 코드
Region	nchar(3)	nullable		• 작물 재배 지역 (관리하는 식물공장이 여러 개 있을 때 구분용)
Factory	nchar(3)	nullable		• 작물 재배 공장 • 한 지역에 식물공장이 여러개 있을 때 구분용
Room	nchar(3)	nullable		• 작물 재배동 코드 • 한 식물공장 내 여러 개의 재배동이 있을 때 구분하기 위한 코드

<환경값을 관리하기 위한 테이블>

## 바. 원격 모니터링 시스템

### 가) 원격 모니터링 시스템 개요

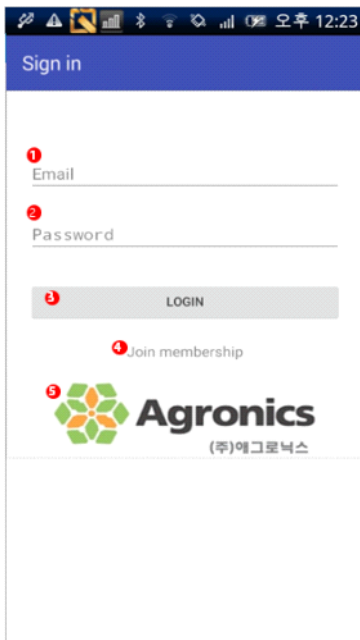
원격 모니터링 시스템은 웹 기반, 안드로이드 기반, iOS 기반의 세 가지 응용프로그램으로 구성되어 있다. 웹 기반 모니터링 시스템은 현재 상태뿐만 아니라 이전 상태 정보도 조회 가능하며, 작기별로 비교 기능을 가지고 있다. 안드로이드와 iOS 기반 응용프로그램은 재배자가 현재 상태의 모니터링을 주목적으로 개발되었다.

나) 안드로이드 기반 모니터링 시스템

① 초기 화면 로딩 기능

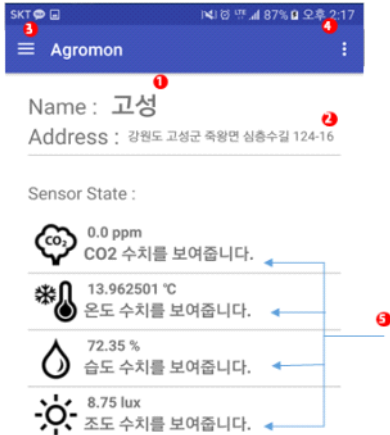


② 로그인 화면



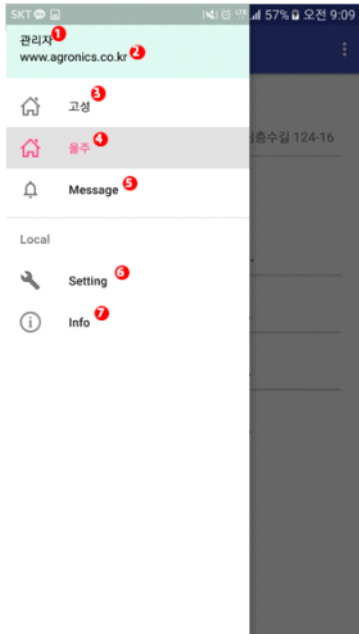
▶ 회원 가입 또는 승인된 E-mail로 로그인

### ③ 메인 화면



1. 모니터링 할 식물공장의 이름
2. 모니터링 할 식물공장의 주소
3. 메뉴 선택 버튼
4. 기능 선택 (종료 등)
5. 1에서 선택된 식물공장의 현재 환경 정보
  - ▶ 수집된 환경정보의 평균값

### ④ 메뉴 페이지



1. 사용자 이름
2. 회사 홈페이지 주소
- 3과 4. 모니터링 할 식물공장 리스트
5. 메시지 확인 버튼
  - ▶ 푸시 서버에서 보낸 메시지
6. 환경 설정 메뉴
7. 회사 소개 및 각종 정보들을 확인할 수 있는 메뉴

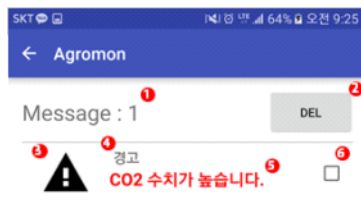
### ⑤ 상세 정보 보기

각 센서들이 수집한 가장 최근 정보를 보여줌

Sensor	CO2	Temp	Hum	Illum
0	0.0	0.0	0.0	0.0
1	0.0	14.2	71.1	9.0
2	0.0	13.5	75.1	9.0
3	0.0	15.7	68.0	8.0
4	0.0	14.2	72.0	8.0
5	0.0	13.5	74.5	9.0
6	0.0	13.8	74.1	9.0
7	0.0	13.8	74.3	9.0
8	0.0	16.2	65.3	9.0
9	0.0	0.0	0.0	0.0

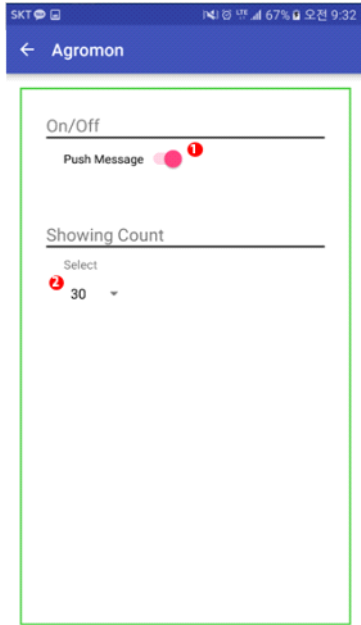
1. 메인 화면으로 복귀
2. 데이터베이스에 저장된 값 보기
3. 차트 등 보고서 확인
4. 데이터 수집 시간
5. 그룹 이동 (데이터 수집기 그룹)
6. 그룹 표시
7. 수집된 데이터 디스플레이

### ⑥ 메시지 보기



1. 저장된 메시지 개수
2. 해당 메시지 선택 후 삭제
3. 메시지 구분 아이콘
4. 메시지 종류
5. 메시지 내용
6. 선택 버튼

## ⑦ 설정 화면



1. 푸시 메시지 수신 여부
2. 한 화면에 나타낼 데이터의 최대 개수

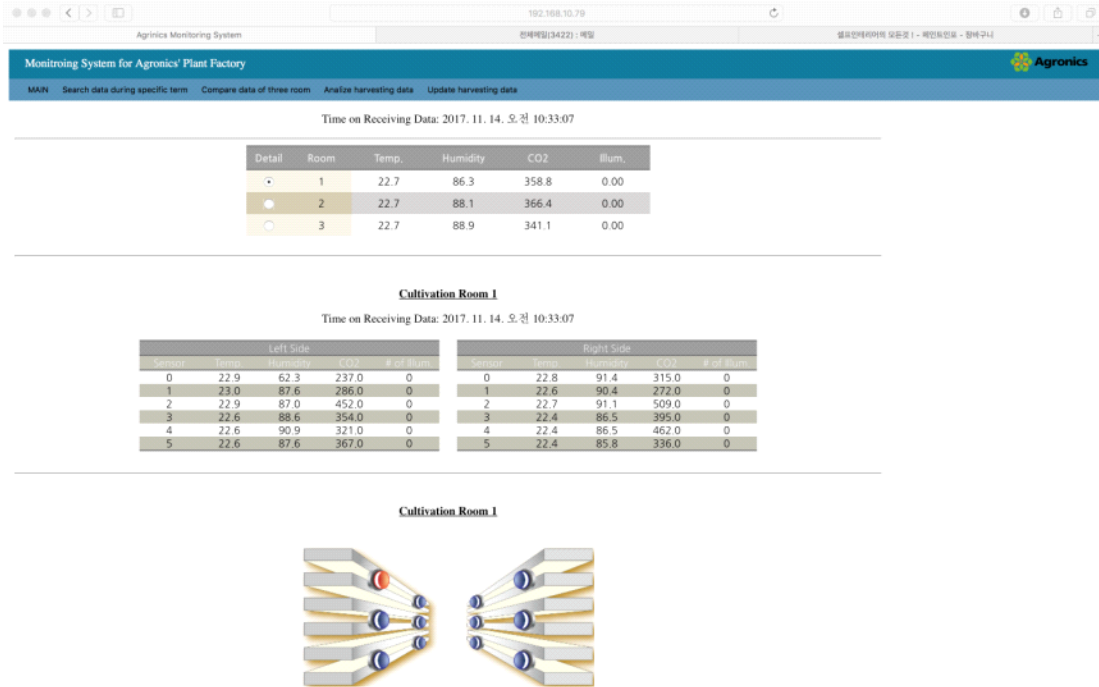
### 다) 웹 기반 모니터링 프로그램

웹 기반 모니터링 프로그램은 모니터링 외에도 수확 관리 등의 추가 기능을 가지고 있다. 웹 기반 모니터링 프로그램의 기능은 다음과 같다.

- 재배동의 현재 상태 모니터링
  - ▶ 재배동별 현재 평균 온도, 습도, CO2, 조도 관찰
  - ▶ 센서별 현재 온도, 습도, CO2, 조도 관찰
- 지정 기간 동안의 환경 정보 조회 및 엑셀로 저장
- 지정 기간 동안 재배 3개동의 환경 정보 값 조회 및 비교, 결과 엑셀로 저장
- 지정 재배 기간의 수확 정보 관찰
- 지정 재배 기간의 수확 정보 입력 및 갱신



## ① 재배동의 현재 상태 모니터링



Agrionics Co. Ltd.

### < 웹 기반 모니터링 시스템의 메인 화면 >

- 메인 화면으로 재배동의 현재 환경값을 보여줌
- 그림의 최상단은 환경값의 평균 (재배동 별)
- 그림의 가운데는 각 센서별 측정값 (지정한 재배동)
- 그림의 최하단은 선택한 센서의 위치

## ② 지정기간 동안의 재배동 환경값 조회

Monitoring System for Agronics' Plant Factory

MAIN Search data during specific term Compare data of three room Analyze harvesting data Update harvesting data

Time on Receiving Data: 2017. 11. 14. 오전 11:05:37

재배동 선택:  재배1동  재배2동  재배3동

시작일: 2016-12-01 시: 00 분: 00 종료일: 2017-01-31 시: 23 분: 59 검색 주기: 10 분 검색 Save As

No.	시간	온도	습도	CO2	illum
1	2017-01-31 23:50:00	25	77.3	287.7	5
2	2017-01-31 23:40:00	24.6	77.6	302.1	5
3	2017-01-31 23:30:00	24.2	78.1	297.4	5
4	2017-01-31 23:20:00	23.7	78.6	307.8	5
5	2017-01-31 23:10:00	23.3	79.1	309.3	5
6	2017-01-31 23:00:00	22.8	79.2	308.4	5
7	2017-01-31 22:50:00	22.5	78.6	310.2	5
8	2017-01-31 22:40:00	22.3	75.9	315	5
9	2017-01-31 22:30:00	22.7	69.8	316	5
10	2017-01-31 22:20:00	23.9	64.5	304	5
11	2017-01-31 22:10:00	25.1	68.3	295.2	5
12	2017-01-31 22:00:00	25.5	75.1	291.3	5
13	2017-01-31 21:50:00	25.3	76.2	289.1	5
14	2017-01-31 21:40:00	25	77.5	291.4	5
15	2017-01-31 21:30:00	24.6	78	290.4	5
16	2017-01-31 21:20:00	24.2	78.4	297.7	5

Agronics Co. Ltd.

### < 지정 기간 환경정보 조회 >

- 사용자가 지정한 기간 동안의 환경값을 보여줌
- 특정 재배동, 기간, 검색 주기를 지정할 수 있음
- 조회된 값은 엑셀 파일(.xls)로 저장 가능

## ③ 지정 기간 동안의 재배동 3개의 환경값 비교

Monitoring System for Agronics' Plant Factory

MAIN Search data during specific term Compare data of three room Analyze harvesting data Update harvesting data

Time on Receiving Data: 2017. 12. 19. 오전 11:17:47

시작일: 2017-01-04 시: 11 분: 16 종료일: 2017-01-05 시: 11 분: 16 검색 주기: 10 분

검색 Save As

No.	시간	재배1동				재배2동				재배3동			
		온도	습도	CO2	illum	온도	습도	CO2	illum	온도	습도	CO2	illum
1	2017-01-05 11:06:00	22.7	87.3	336.1	3	22.6	91.2	330	0	25	65.1	334.9	4
2	2017-01-05 10:56:00	22.7	87.3	332.3	3	22.7	91.2	329.2	0	25.1	65.5	336.7	4
3	2017-01-05 10:46:00	22.9	87.2	334.4	0	22.8	90.9	329.4	0	25.1	66.6	325.5	4
4	2017-01-05 10:36:00	22.9	85.6	338	3	22.9	90.9	329.6	0	24.9	66.8	321.7	4
5	2017-01-05 10:26:00	22.9	85.1	333	5	23	90.8	329.7	0	24.6	66.8	321.3	4
6	2017-01-05 10:16:00	22.9	85.4	329	2	23	90.6	330.7	0	24.3	66.9	320.2	4
7	2017-01-05 10:06:00	22.8	85.2	331.2	1	22.9	90.9	330.4	0	23.9	66.5	319.7	4
8	2017-01-05 09:56:00	22.5	86.5	327.2	5	22.8	90.5	333	0	23.6	66.4	316.8	4
9	2017-01-05 09:46:00	22.2	86.7	323.3	2	22.7	90.6	330.8	0	23.2	66.4	313.3	4
10	2017-01-05 09:36:00	22.1	86.6	323.5	1	22.6	90.4	332.8	0	22.7	66	314.6	4
11	2017-01-05 09:26:00	22	86.3	321.5	1	22.5	90.1	331.7	0	22.4	65.1	309.1	4
12	2017-01-05 09:16:00	22.1	86	321	0	22.4	90.1	332.3	0	22	63.5	319	4
13	2017-01-05 09:06:00	22.3	85.4	321.9	0	22.4	89.4	332.8	0	21.6	61.6	315.3	4
14	2017-01-05 08:56:00	22.5	84.9	319.3	0	22.6	89	331	0	21.1	59.4	316.6	4
15	2017-01-05 08:46:00	22.8	84.4	320.1	0	22.8	88.2	329.9	0	20.5	57.8	317.1	4
16	2017-01-05 08:36:00	23.2	83.9	319.1	0	23.1	87.4	331.3	0	19.7	57.4	314.8	4
평균		23.8	80.9	325.4	3.2	24.9	83.3	322.8	2.9	16.2	65.0	290.7	0.6

### < 재배동 별 환경정보 비교 >

- 지정기간의 재배동 3개의 환경값을 비교해서 보여줌
- 결과 값은 엑셀로 저장 가능
- 검색주기 설정 가능

#### ④ 지정 작기의 베드별 수확량 조회

The screenshot shows the 'Monitoring System for Agrionics' Plant Factory' interface. It includes a navigation bar with options like 'MAIN', 'Search data during specific term', 'Compare data of three room', 'Analyze harvesting data', and 'Update harvesting data'. Below this, there are filters for 'planting year' (2017), 'planting term' (1), and 'room number' (1). The main area displays two data tables: 'Left Side' and 'Right Side', each with 24 columns representing different beds and 6 rows representing different harvest metrics. A summary table on the right provides totals for 'Total Weight: 65.35 (kg)', 'Total Count: 24,238 (EA)', and 'Average weight: 2.70 (g)'. A legend at the bottom right shows 'Classification' based on 'Harvesting Ratio' and 'Color Ratio'.

Item	Value
베드 별 값 상세히 보기	(Row: 4, Col: 16)
명치일	2017-04-02
수확일	2017-04-12
명치량 (수)	192
수확량 (수)	175
수확무게 (g)	432

Classification	Harvesting Ratio	Color Ratio
Dark Green	90% or more	#336633
Green	80% or more	#669933
Light Green	70% or more	#99CC66
Yellow-Green	60% or more	#99FF33
Yellow	50% or more	#CCFF99
Light Yellow	40% or more	#CCFFCC
Orange	30% or more	#FF9999
Red-Orange	20% or more	#FF6666
Red	10% or more	#FF3333
Dark Red	0% or more	#CC3366

#### < 수확량 및 재배결과 정보 조회 >

- 지정한 작기의 베드별 수확량 조회
- 여러 작기 수확정보를 한 번에 볼 수 있음
- 수확량에 따라 재배베드를 다른 색으로 표현
- 상세 정보는 화면의 우측에 별도로 표시

⑤ 지정 작기의 베드별 생육상태 입력

Monitoring System for Agronics' Plant Factory

MAIN Search data during specific term Compare data of three room Analyze harvesting data Update harvesting data

정식년도: 2017 년 재배작기: 1 작기  
 재배동: 1 동 방향: Left  
 정식일 지정 (2017-11-02)  수확일 지정 (2016-11-02)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
6	<6,1>	<6,2>	<6,3>	<6,4>	<6,5>	<6,6>	<6,7>	<6,8>	<6,9>	<6,10>	<6,11>	<6,12>	<6,13>	<6,14>	<6,15>	<6,16>	<6,17>	<6,18>	<6,19>	<6,20>	<6,21>	<6,22>	<6,23>	<6,24>
5	<5,1>	<5,2>	<5,3>	<5,4>	<5,5>	<5,6>	<5,7>	<5,8>	<5,9>	<5,10>	<5,11>	<5,12>	<5,13>	<5,14>	<5,15>	<5,16>	<5,17>	<5,18>	<5,19>	<5,20>	<5,21>	<5,22>	<5,23>	<5,24>
4	<4,1>	<4,2>	<4,3>	<4,4>	<4,5>	<4,6>	<4,7>	<4,8>	<4,9>	<4,10>	<4,11>	<4,12>	<4,13>	<4,14>	<4,15>	<4,16>	<4,17>	<4,18>	<4,19>	<4,20>	<4,21>	<4,22>	<4,23>	<4,24>
3	<3,1>	<3,2>	<3,3>	<3,4>	<3,5>	<3,6>	<3,7>	<3,8>	<3,9>	<3,10>	<3,11>	<3,12>	<3,13>	<3,14>	<3,15>	<3,16>	<3,17>	<3,18>	<3,19>	<3,20>	<3,21>	<3,22>	<3,23>	<3,24>
2	<2,1>	<2,2>	<2,3>	<2,4>	<2,5>	<2,6>	<2,7>	<2,8>	<2,9>	<2,10>	<2,11>	<2,12>	<2,13>	<2,14>	<2,15>	<2,16>	<2,17>	<2,18>	<2,19>	<2,20>	<2,21>	<2,22>	<2,23>	<2,24>
1	<1,1>	<1,2>	<1,3>	<1,4>	<1,5>	<1,6>	<1,7>	<1,8>	<1,9>	<1,10>	<1,11>	<1,12>	<1,13>	<1,14>	<1,15>	<1,16>	<1,17>	<1,18>	<1,19>	<1,20>	<1,21>	<1,22>	<1,23>	<1,24>

Classification	Harvesting Ratio	Color Ratio
	90% or more	#336633
	80% or more	#669933
	70% or more	#99CC66
	60% or more	#99FF33
	50% or more	#CCFF99
	40% or more	#CCFFCC
	30% or more	#FFFF99
	20% or more	#FFCC99
	10% or more	#FFCC99
	0% or more	#CC9966

Category	Meaning	Comment
	Not to transplant yet.	#B3B3CC
	In growing plants.	#00EE66

Agronics Co. Ltd.

< 재배 상태 관리 >

Monitoring System for Agronics' Plant Factory

MAIN Search data during specific term Compare data of three room Analyze harvesting data Update harvesting data

정식년도: 2017 년 재배작기: 1 작기  
 재배동: 1 동 방향: Left  
 정식일 지정 (2017-12-14)  수확일 지정 (2017-12-17)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
6	<6,1>	<6,2>	<6,3>	<6,4>	<6,5>	<6,6>	<6,7>	<6,8>	<6,9>	<6,10>	<6,11>	<6,12>	<6,13>	<6,14>	<6,15>	<6,16>	<6,17>	<6,18>	<6,19>	<6,20>	<6,21>	<6,22>	<6,23>	<6,24>
5	<5,1>	<5,2>	<5,3>	<5,4>	<5,5>	<5,6>	<5,7>	<5,8>	<5,9>	<5,10>	<5,11>	<5,12>	<5,13>	<5,14>	<5,15>	<5,16>	<5,17>	<5,18>	<5,19>	<5,20>	<5,21>	<5,22>	<5,23>	<5,24>
4	<4,1>	<4,2>	<4,3>	<4,4>	<4,5>	<4,6>	<4,7>	<4,8>	<4,9>	<4,10>	<4,11>	<4,12>	<4,13>	<4,14>	<4,15>	<4,16>	<4,17>	<4,18>	<4,19>	<4,20>	<4,21>	<4,22>	<4,23>	<4,24>
3	<3,1>	<3,2>	<3,3>	<3,4>	<3,5>	<3,6>	<3,7>	<3,8>	<3,9>	<3,10>	<3,11>	<3,12>	<3,13>	<3,14>	<3,15>	<3,16>	<3,17>	<3,18>	<3,19>	<3,20>	<3,21>	<3,22>	<3,23>	<3,24>
2	<2,1>	<2,2>	<2,3>	<2,4>	<2,5>	<2,6>	<2,7>	<2,8>	<2,9>	<2,10>	<2,11>	<2,12>	<2,13>	<2,14>	<2,15>	<2,16>	<2,17>	<2,18>	<2,19>	<2,20>	<2,21>	<2,22>	<2,23>	<2,24>
1	<1,1>	<1,2>	<1,3>	<1,4>	<1,5>	<1,6>	<1,7>	<1,8>	<1,9>	<1,10>	<1,11>	<1,12>	<1,13>	<1,14>	<1,15>	<1,16>	<1,17>	<1,18>	<1,19>	<1,20>	<1,21>	<1,22>	<1,23>	<1,24>

Room Number: 1 Transplanting Year: 2017, Transplanting Term: 1 (Left Side)

정식일: 2017-01-02

수확일: 2017-04-12

정식주수: 192 주

수확주수: 160 주

수확무게: 444 g

Row: 5, Col: 8

Classification	Harvesting Ratio	Color Ratio
	90% or more	#336633
	80% or more	#669933
	70% or more	#99CC66
	60% or more	#99FF33
	50% or more	#CCFF99
	40% or more	#CCFFCC
	30% or more	#FFFF99
	20% or more	#FFCC99
	10% or more	#FFCC99
	0% or more	#CC9966

Category	Meaning	Comment
	Not to transplant yet.	#B3B3CC
	In growing plants.	#00EE66

Agronics Co. Ltd.

< 재배정보 수정 화면 >

- 현재 재배중인 작물의 정보를 기록하기 위한 기능
- 특정 베드를 선택 후 값을 입력

## 2) 식물공장 표준재배기술 개발 (Growth Chamber, 발아기, 개갑기)

식물공장 표준재배기술은 항상 일정한 품질과 수량 이상의 수확을 보장하기 위해서 요구된다. 특히 수경재배 인삼 재배방법은 확립되어 있지 않기 때문에 수경인삼의 표준재배기술을 확보하는 것은 중요하다. 우량 작물을 재배하기 위해서는 묘종 단계에서부터 관리되어야 하며, 병충해 발생시 조기에 대응하는 것도 중요하다. (주) 애그로닉스에서는 수경인삼의 표준재배기술을 개발하기 위해서 다음과 같은 연구를 수행하였다.

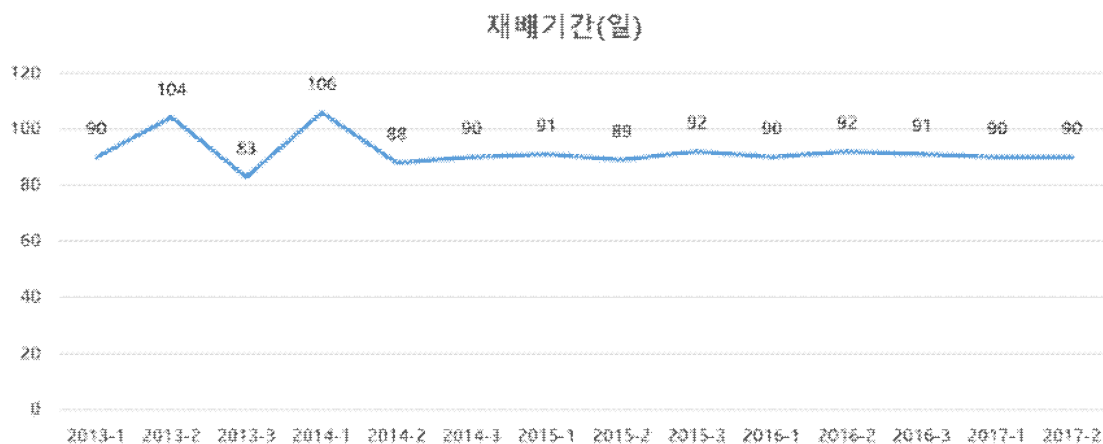
- ① 수경인삼 재배 매뉴얼 개발
- ② 재배중인 수경인삼 영상촬영 장치
- ③ 재배동 시설 감시 장치
- ④ 그로우스 챔버(growth chamber) 개발
- ⑤ 인삼종자 개갑기 개발
- ⑥ 인삼종자 발아기 개발

### (1) 수경인삼 재배 매뉴얼 개발

본 연구를 통해서 개발한 수경인삼 재배 매뉴얼은 상용규모 수경인삼 식물공장에 최적화된 인삼재배방법이다. 이를 위해서 수경인삼 식물공장에 ICT를 도입하였으며, 이를 기반으로 수집한 재배정보를 토대로 수경인삼 재배 매뉴얼을 지속적으로 개선하였다. 표 [수경인삼 표준 재배 매뉴얼 적용 시 인삼의 생육비교]는 ICT 도입 후 인삼 재배에 대한 생육비교 자료이다. 최초 도입 시 재배환경의 알맞은 적정치를 확인하기 위해 여러 다양한 조건에서 재배 후 2014년 2작기 이후로 재배기간의 균일화가 이루어지고 생존율이 80%이상 유지되었다.

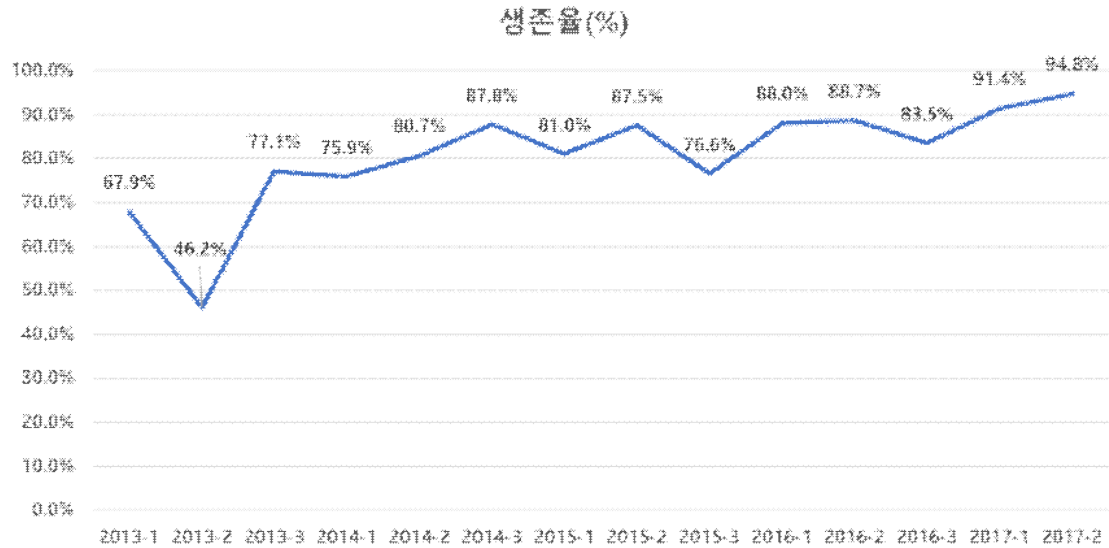
[수경인삼 표준 재배 매뉴얼 적용 시 인삼의 생육비교]

재배시 설	재배시 기	재배기간 (일)	1주 무게(g)	정식 수(주)	수확 수(주)	생존율(%)	정식무게 (g)	수확무게 (g)	평균무게 (g)	수율량(%)
재배동	2013-1	90	1.06	55,296	37,522	67.9	58,614	76,893	3.02	285
	2013-2	104	1.06	55,296	25,563	46.2	58,614	37,344	3.16	298
	2013-3	83	0.66	55,296	42,645	77.1	36,495	99,323	3.02	458
	2014-1	106	0.9	55,296	41,960	75.9	49,766	63,681	2	222
	2014-2	88	0.9	55,296	44,632	80.7	49,766	50,074	1.39	154
	2014-3	90	0.8	55,296	48,523	87.8	44,237	78,346	1.84	230
	2015-1	91	1.06	55,296	44,811	81.0	58,614	151,793	4.18	394
	2015-2	89	0.6	55,296	48,386	87.5	33,178	154,963	3.66	610
	2015-3	92	0.7	55,296	42,333	76.6	38,707	122,182	3.77	539
	2016-1	90	0.8	55,296	48,662	88.0	44,237	73,657	1.72	215
	2016-2	92	0.7	55,296	49,020	88.7	38,707	141,233	3.25	464
	2016-3	91	1.3	55,296	46,178	83.5	71,885	192,818	5	385
	2017-1	90	0.7	55,296	50,558	91.4	38,707	204,321	4.42	631
	2017-2	90	0.8	55,296	52,394	94.8	44,237	173,755	3.5	438
시험동	2017-3	90	0.6	55,296	51,413	93.1	33,178	13,737,399	2.87	478
	2017-4	91	0.6	55,296	51,495	93.0	33,178	138,249	2.86	477.00



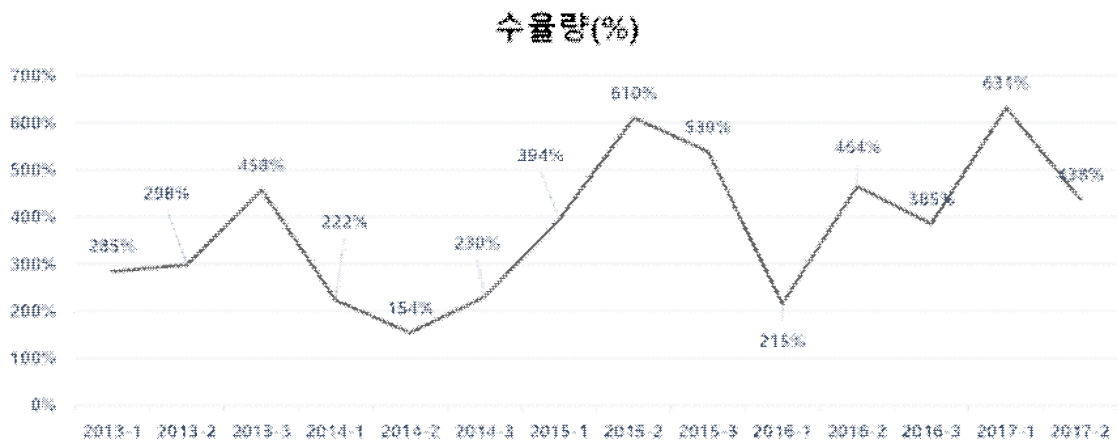
<ICT 적용 후 재배기간의 균일화 비교 자료>

식물공장에 있어서 재배기간은 중요한 생육 지표이다. 예정된 수확시기에 맞춰 예상되는 크기의 인삼이 재배되지 않는다면 재배에 이용되는 LED와 냉난방등의 전기사용량과 인력 수급 계획을 세울 수 없기 때문이다. ICT를 활용한 재배환경을 통해 인삼의 생육 시기별 적정 온도와 광량을 획득할 수 있었으며, 이를 적용한 결과 2014년 2작기 이후 재배에서 총 재배기간이 유사한 수준으로 수렴하였다.



<ICT 적용 후 인삼 생존율 비교 자료>

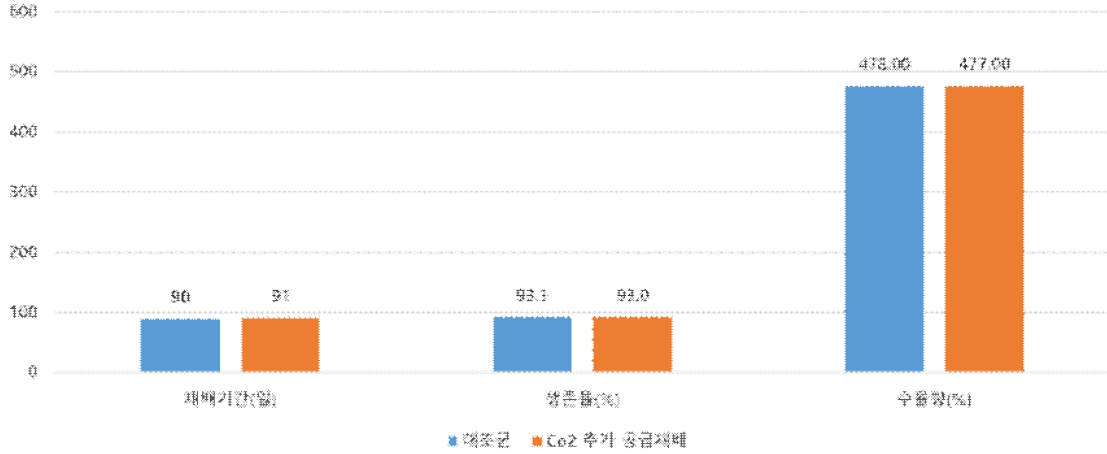
<ICT 적용 후 인삼 생존율 비교 자료>를 살펴보면 ICT 도입 전 인삼 재배를 위한 적정 재배환경 값을 찾기 위해 온도 및 일조시간을 임의로 조절하여 인삼의 재배가 원활히 진행되지 않았다. 출아가 이루어지지 않거나 많은 개체가 병해 및 생리장해로 괴사 하는 등의 증세를 보였으나, ICT 도입 후 기록된 데이터를 도출한 재배환경 값을 적용한 후에는 생존율이 안정화되는 양상을 보였다.



< 수경인삼 재배 매뉴얼 적용 후 수율 비교 >

인삼의 수율은 묘삼의 상태 및 재배시기에 따라 크게 달라진다. 겨울과 봄의 경우 묘삼의 채굴 직후에 재배를 진행하여 보관기간이 짧아 수율이 높은 편이나 여름철의 경우 장기간 묘삼을 보관한 상태로 수율의 변동이 많은 편이다. 따라서 < 수경인삼 재배 매뉴얼 적용 후 수율 비교>의 수율은 ICT 도입 후 도출한 최적재배환경 값 보다 묘삼의 상태에 더 큰 영향을 받을 수 있다.

CO<sub>2</sub> 공급 재배 비교



< CO<sub>2</sub> 농도 조절에 따른 인삼 수율 비교 >

실험결과 인삼의 경우 CO<sub>2</sub>의 농도가 성장에 큰 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다. 일반적으로 작물의 재배에 있어 CO<sub>2</sub>의 농도는 작물 성장에 많은 영향을 미치기 때문에, 인삼 뿌리의 증대에 CO<sub>2</sub>의 농도가 얼마나 많은 영향을 미치는지 검증하기 위한 실험을 진행하였다. 이를 위해서 ㈜에그로닉스가 보유하고 있는 인삼 재배 시험동에 CO<sub>2</sub> 공급 장치를 추가로 설치하여 CO<sub>2</sub>의 농도를 인위적으로 높인 후 인삼 재배를 하였다. 실험 결과 < CO<sub>2</sub> 농도 조절에 따른 인삼 수율 비교 >에 따르면 CO<sub>2</sub>의 농도를 높이기 전과 후의 수율의 차이는 미미한 것으로 나타났다. 이는 CO<sub>2</sub>가 인삼의 성장에 영향을 미치지 않는 다기 보다는 일반 대기 중 CO<sub>2</sub> 농도만으로도 인삼의 성장에는 충분하다고 해석된다. 그러므로 특별한 경우를 제외한다면 인삼 재배를 위해서 별도의 CO<sub>2</sub> 공급을 위한 시설은 필요하지 않을 것으로 판단되며, 인위적으로 CO<sub>2</sub> 농도를 조절할 필요가 없다.

## (2) 수경인삼 영상촬영장치

식물공장에서 재배하는 수경인삼의 경우 노지에서 재배된 1년근 묘삼을 구매해 와서 재배하기 때문에 병원균이 옮겨올 수 있다. 특히 곰팡이 균의 경우 1 ~ 2개체만 감염이 되어 있어도 쉽게 공장전체로 전파될 수 있다. 이를 막기 위해서는 초기에 감염된 개체를 속아내는 것이 중요하다. 그러나 상용 식물공장의 경우 작물의 수량이 많기 때문에 육안으로 찾아내는 것이 어렵다. 그러므로 영상촬영 장치를 이용해서 감염된 개체를 찾기 위한 프로토타입 장치를 개발하였다.

작물촬영 영상촬영장치는 감염부위를 효과적으로 찾기 위해서 여러 가지 색상의 빛을 방출할 수 있게 설계되었다. 또한 재배베드의 크기가 크기 때문에 카메라 하나로는 전체 베드를 촬영하기 어려우며, 카메라 하나로 영상을 촬영할 경우 중심부에서 멀어질수록 영상에 왜곡이 많이 생



기기 때문에 이런 문제를 해결하기 위해서 여러 대의 카메라로 촬영한 여러 사진을 하나의 영상으로 합치는 방식을 선택하였다.

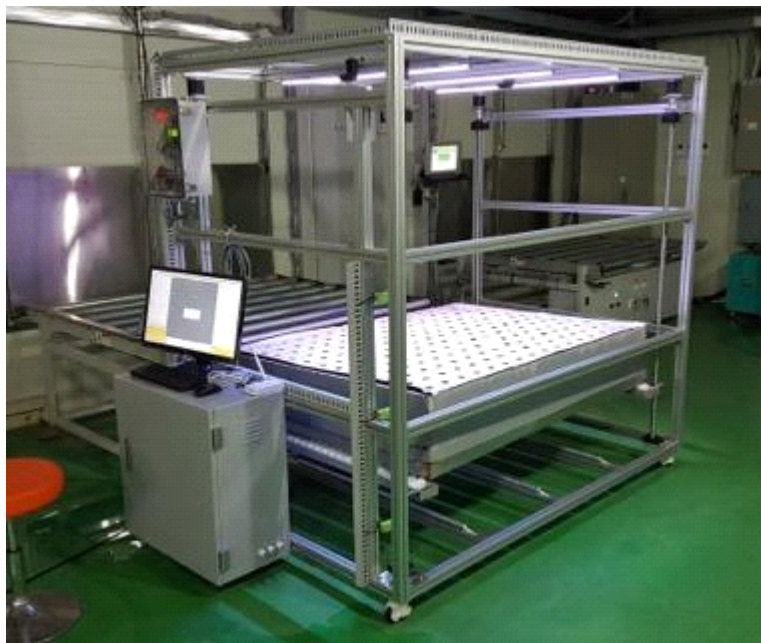
가. 작물촬영 영상촬영장치의 구성

- ① 재배베드를 촬영하기 위한 장치
- ② 촬영영상을 하나의 영상으로 합치기 위한 소프트웨어
- ③ 촬영영상을 저장 관리하기 위한 데이터베이스

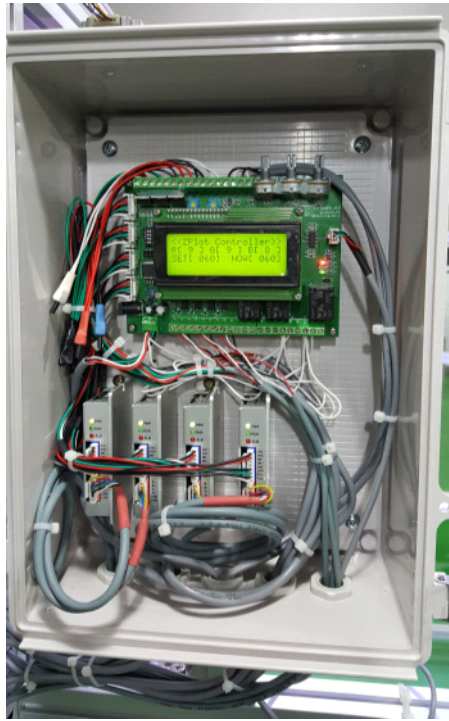
나. 작물촬영 영상촬영장치의 동작

- ① 재배베드를 영상촬영장치에 입고
- ② 재배베드의 영상을 촬영하기 위한 위치 맞춤
- ③ 재배베드 상부 촬영
- ④ 재배베드 하부 촬영

다. 작물촬영 영상촬영장치의 사진



<작물 사진 촬영장치>

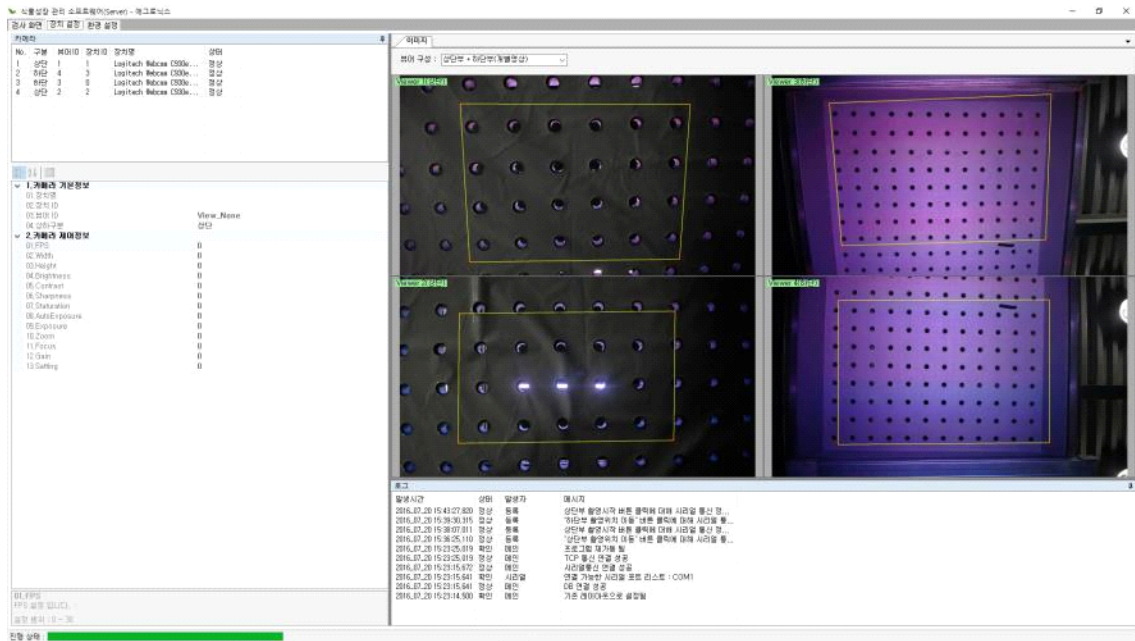


<조명 색상 조절 및 제어장치>

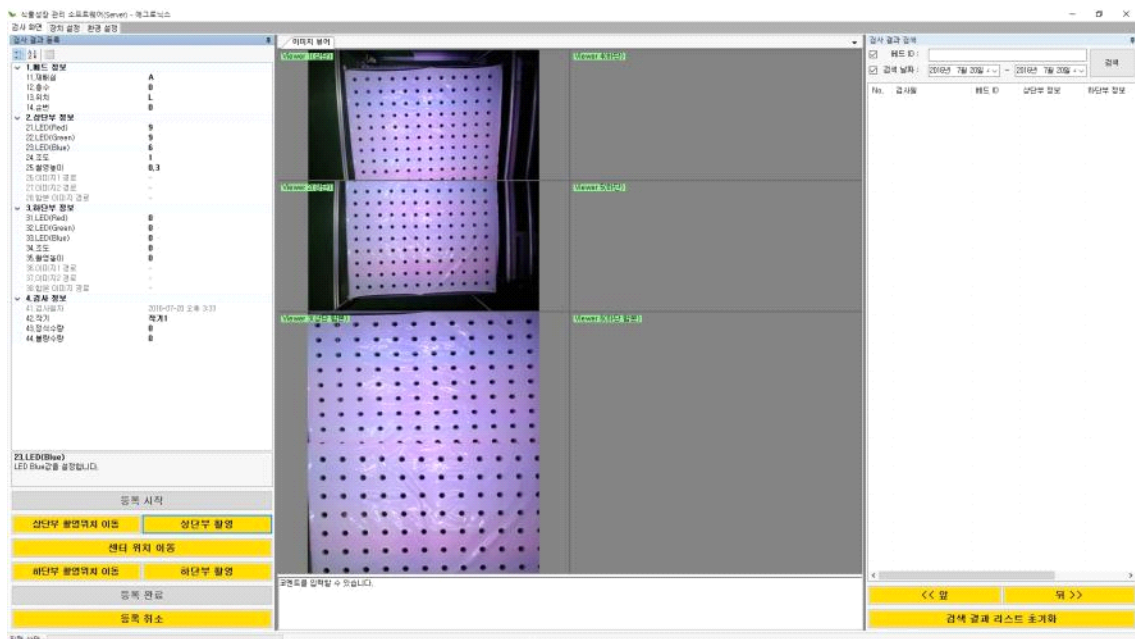


<소프트웨어 제어 컴퓨터>

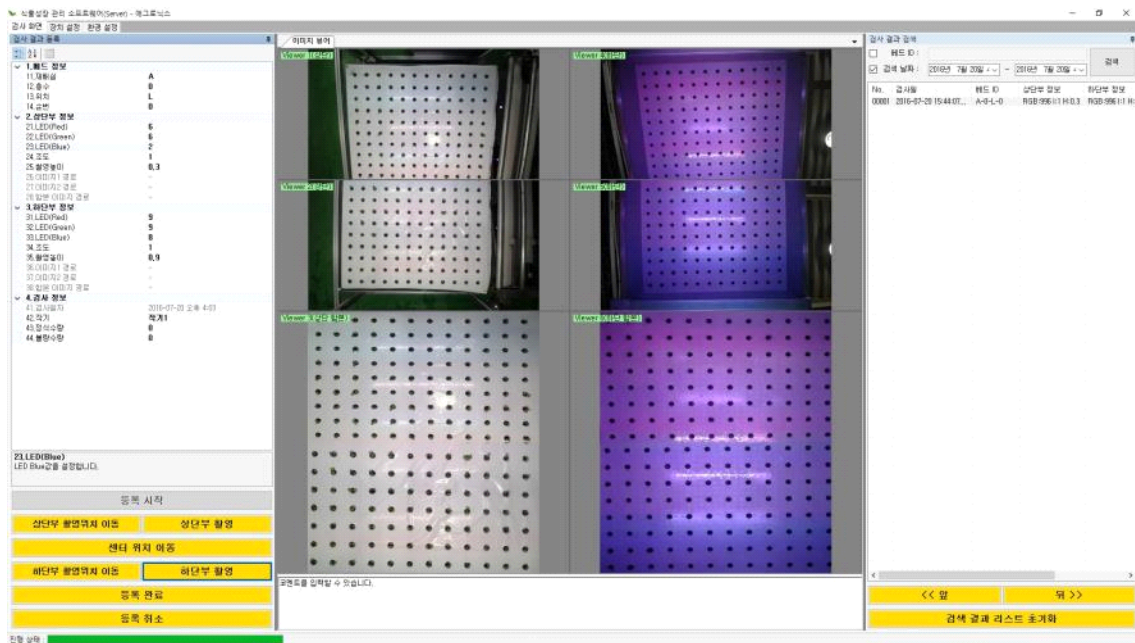
라. 작물촬영 영상촬영장치의 구동 소프트웨어 사진



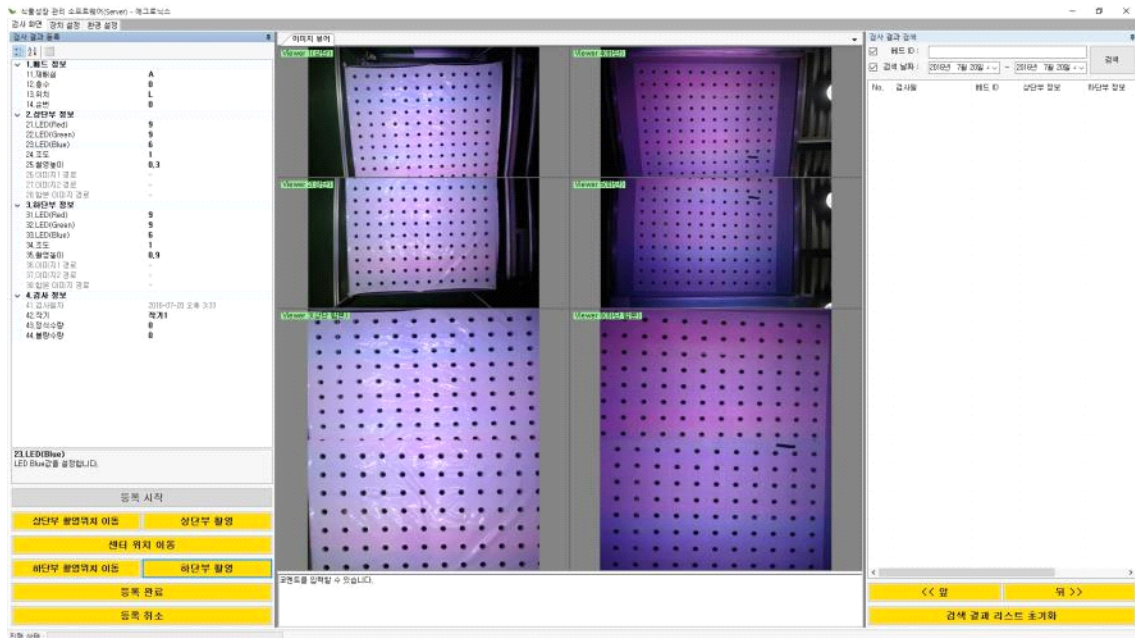
< 촬영 영상 설정 화면 >



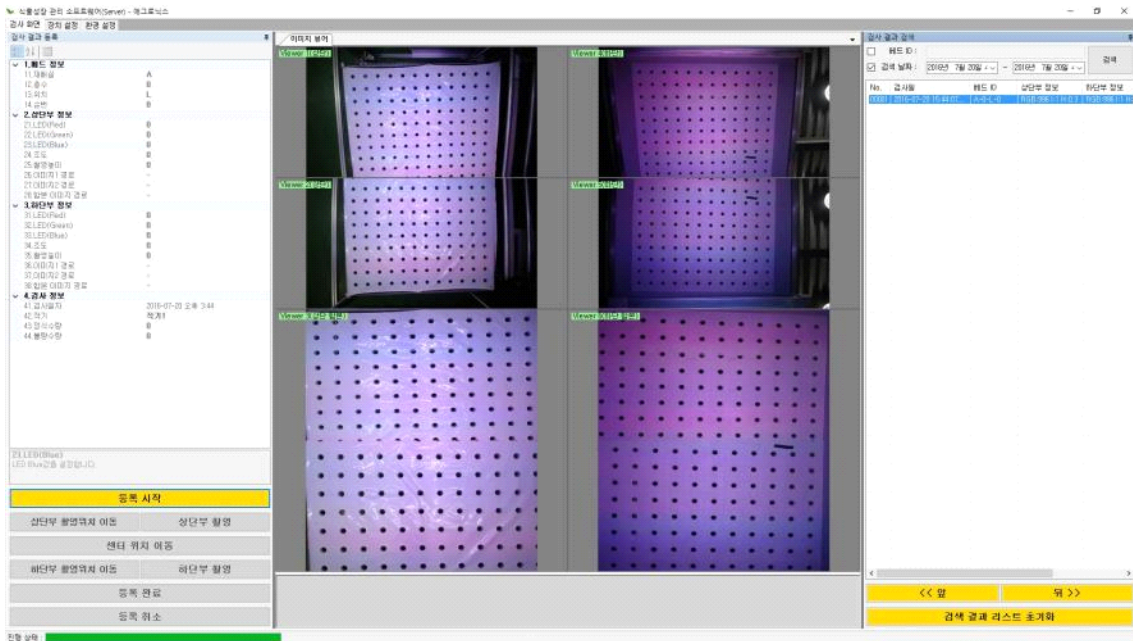
< 상부베드 영상촬영 화면 >



< 다른 색 조명을 이용해서 재배베드 상부를 촬영한 화면 >



< 재배베드 하부 촬영화면 >



< 저장한 사진 불러오기 >

### (3) 재배동 시설 감시 장치

재배동 내 문제사항을 감시할 수 있도록 재배동 전체를 볼 수 있는 위치에 감시 IP CCTV를 설치하였다.



<식물공장 내 설치된 IP 카메라 캡처 화면>

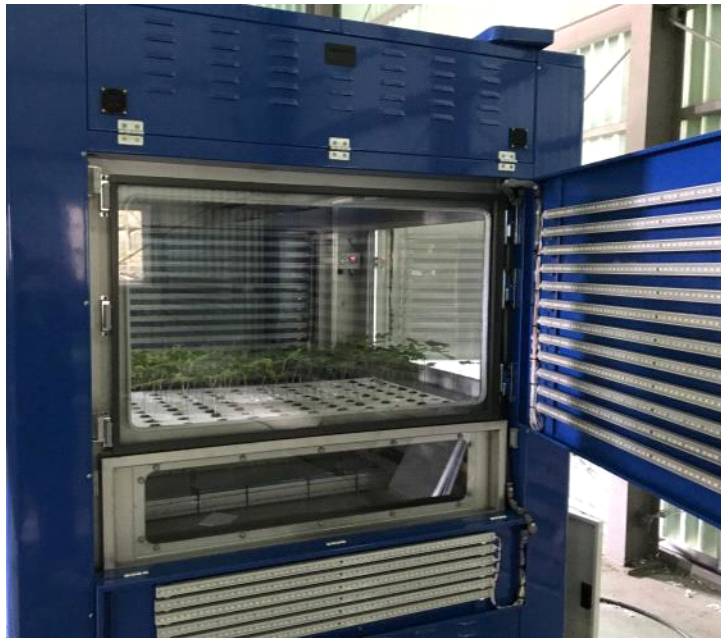
#### (4) 그로우스 챔버 개발

본 연구를 통해서 개발된 그로우스 챔버는 식물체의 지상부와 지하부를 다른 환경을 조성할 수 있다는 특징이 있다. 그로우스 챔버는 기존에도 식물체 연구를 위해서 많이 사용되고 있었지만 이 같은 특징을 가진 그로우스 챔버는 유일하다(특허 1015635630000). 본 연구를 통해서 개발된 그로우스 챔버의 특징은 다음과 같다.

- 본 연구를 통해서 개발된 그로우스 챔버의 특징

- ① 지상부와 지하부에 다른 환경조건(온도, 습도, 조도, 관수방식 등) 제공
- ② 다양한 조명 조건 설정 (R, G, B 별도 조정)
- ③ 다양한 관수방식 제공 (분무, 샤워, 담액 등)
- ④ 폭넓은 온도 조절 범위 (10℃ ~ 70℃)
- ⑤ 재배베드를 그대로 활용 가능

기존의 그로우스 챔버들은 상하부가 다른 환경조건을 설정하기 어려웠기 때문에 근채류 연구에는 적합하지 않았다. 그러나 상기의 특징들로 인해서 본 연구에서 개발된 그로우스 챔버를 활용하면 인삼과 같은 약용식물이나 당근 같은 근채류 연구를 위해서 활용할 수 있다.



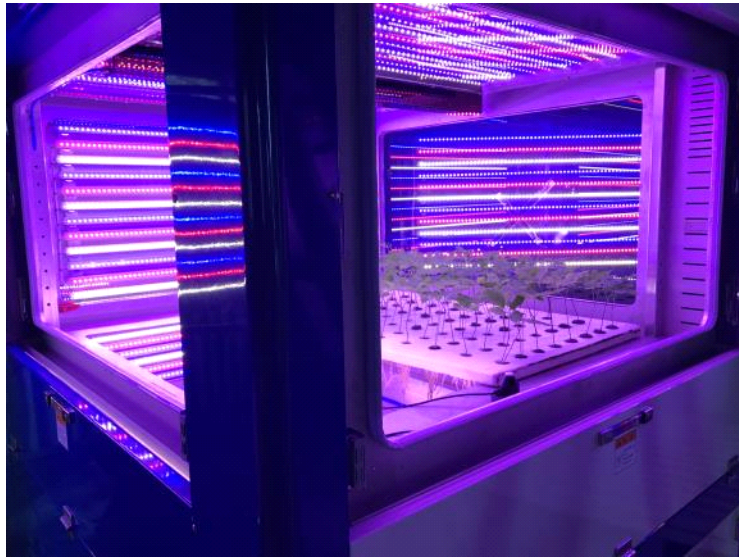
< 그로우스 챔버의 정면 문을 개방한 모습 >



< 그로우스 챔버 상부에 조명을 켜진 모습 >



< 그로우스 챔버의 제어판 >

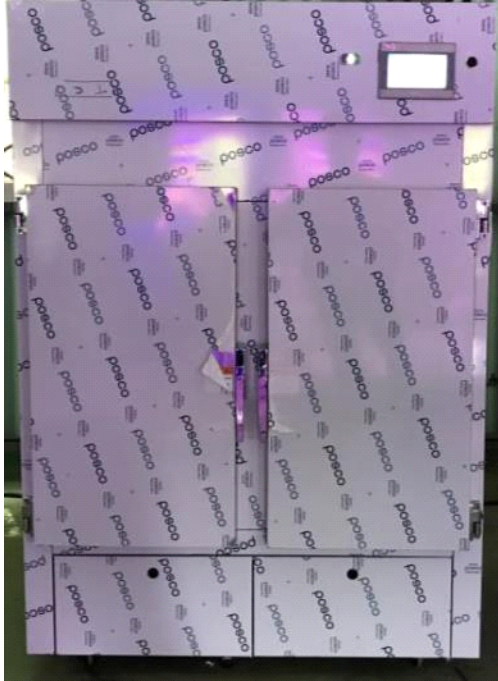


< 그로우스 챔버의 상부 조명을 켜진 모습 >

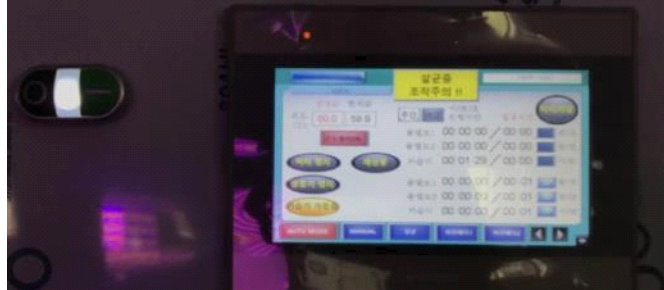
#### (5) 인삼종자 개갑기 개발

인삼종자 개갑기는 인삼 종자가 발아 가능한 상태로 만들어주는 장치이다. 인삼 열매인 진생 베리로부터 채집된 종자는 미숙상태이기 때문에 발아가 불가능한 상태이다. 그렇기 때문에 종자가 완숙되어 발아 가능한 상태로 성장시키는 것을 개갑이라고 하며, 농가에서는 개갑을 위해서 모래 속에 묻어 둔 종자에 주기적으로 물을 부어준다. 이 작업이 어려운 것은 아니지만 상당히 귀찮은 작업이다. 이 같은 문제를 해결하기 위해서 본 장치는 자동으로 인삼종자에 물을 줄뿐만 아니라, 좀 더 원활한 개갑을 위해서 온도조절과 공기순환 기능을 갖추고 있다. 또한 장비내의 소독을 위해서 온도를 70℃ 이상으로 유지할 수 있다.





< 인삼 종자 개갑기 >



< 개갑기 조작 패널 >

#### (6) 인삼종자 발아기 개발

인삼 육묘를 위해서 개갑된 씨앗을 바로 파종하는 것 보다는 발아된 씨앗을 파종하는 것이 생장율이 높다. 그러나 인삼은 발아율이 낮고 발아과정에서 곰팡이 등 균에 의한 해가 비교적 많은 작물이기 때문에 청정환경에서 발아 시킨 싹을 이용하여 육묘하는 것이 유리하다. 이를 위해서 본 연구를 통해서 인삼종자 발아기를 개발하였다.



< 종자 발아기 >

## 2. 연구 성과

### 1) 학술지 및 저널 논문

구분	제 목	학회	발표일
논문	수경인삼 식물공장 사례를 통한 ICT 기반 스마트 팜 팩토리 시스템	한국통신학회 논문지	2015.04.30
학술지	ICT 기반 스마트 팜 팩토리 통합 플랫폼에 관한 연구	한국통신학회	2015.01.22
학술지	식물성장 영상정보를 이용한 스마트 팜 팩토리 피노믹스 시스템에 관한 연구	한국통신학회	2016.01.21
학술지	스마트 팜 팩토리를 위한 IoT 플랫폼 연구	한국통신학회	2016.01.21
학술지	수경재배(분무경)에서 특이적으로 발견되는 검은뿌리병의 원인균 규명	한국육종학회	2016.06.30
학술지	스마트 팜 운영을 위한 통합관리 플랫폼에 관한 연구	한국정보처리 학회	2017.04.28

### 2) 특허

구분	출원등록명	출원등록번호	산업재산 권종류	출원등록일
등록	녹색 두채류를 포함한 새싹 재배방법	1015747070000	특허	2015.05.22
출원	광촉매 살균정화장치	1020150110405	특허	2015.08.15
등록	작물성장을 위한 최적 환경점 도출을 위한 작물재배장치	1015635630000	특허	2015.04.01
출원	작물재배를 위한 최적의 환경요소 값 도출방법	1020150045962	특허	2015.04.01
출원	태양광 병용형 식물공장 시스템	1020150045960	특허	2015.04.01
등록	바실러스 모자펜시스 케이제이에스-3 균주 또는 이의 배양물을 이용한 임삼의 청정재배방법	1015635680000	특허	2015.04.01
등록	수경재배를 위한 모듈형 재배장치	1015968880000	특허	2015.08.05
등록	녹색 두채류를 포함한 새싹 재배장치	1015616580000	특허	2015.10.20
출원	빛살형 프레임과 섬유베드를 활용한 수경 재배대	1020170086007	특허	2017.07.06
등록	뿌리작물 재배용 흡수체가 분할된 수경재배 베드	1016589090000	특허	2016.09.13

### 3. 사업화 성과

#### 1) 사업화성과 및 매출실적

항목	세부항목			성 과	
사업화 성과	매출액	개발제품	개발후 현재까지	4억원	
			향후 3년간 매출	15억원	
		관련제품	개발후 현재까지	6억원	
			향후 3년간 매출	20억원	
	시장 점유율	개발제품	개발후 현재까지	국내 : 10% 국외 : 1%	
			향후 3년간 매출	국내 : 40% 국외 : 10%	
		관련제품	개발후 현재까지	국내 : 3% 국외 : 1%	
			향후 3년간 매출	국내 : 6% 국외 : 2%	
	세계시장 경쟁력 순위	현재 제품 세계시장 경쟁력 순위			10 위
		3년 후 제품 세계 시장경쟁력 순위			7 위

#### 2) 사업화 계획

항 목	세부 항목		성 과		
사업화 계획	사업화 소요기간(년)		2		
	소요예산(백만원)		300		
	예상 매출규모 (억원)		현재까지	3년후	5년후
			4	25	70
	시장 점유율	단위(%)	현재까지	3년후	5년후
		국내	4	2	1
		국외	10	7	5
향후 관련기술, 제품을 응용한 타 모델, 제품 개발계획		- 완전 자동 양액기 - 태양광 병용형 식물공장			
무역 수지 개선 효과	(단위: 억원)		현재	3년후	5년후
	수입대체(내수)		수입 없음	수입 없음	수입 없음
	수 출		0	15	60

#### 3) 연구 결과를 활용한 다양한 형태의 식물공장 개발 및 판매

본 연구를 통해서 축적된 노하우(know-how)를 이용해서 다양한 형태의 식물공장을 개발하여 판매하였으며, (주) 애그로닉스의 식물공장에서 재배된 인삼을 활용하여 제품화하였다. 사업화 성과는 다음과 같다.

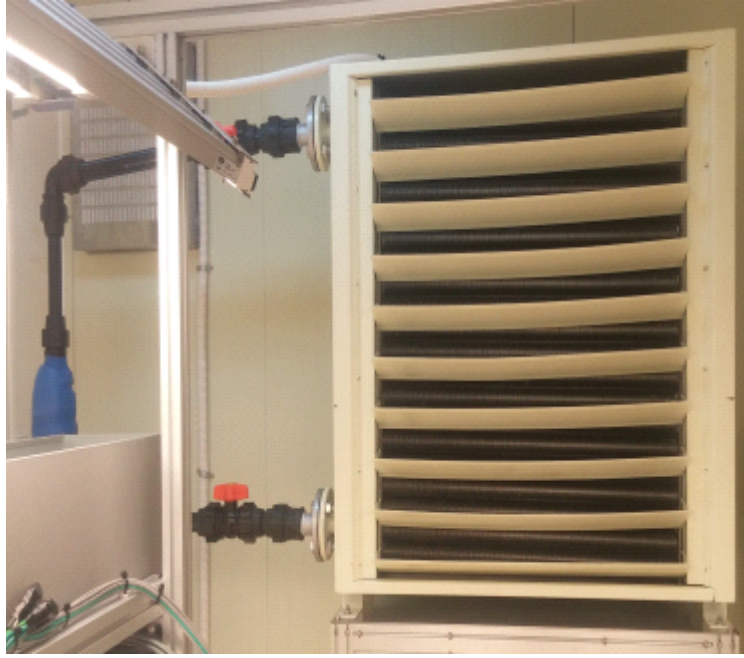
구분	품명	가격	판매시기	설명	비고
장치	돛형 식물공장	1억 1천	2014.10	인삼 재배용	상업용
	해양심층수 활용 식물공장	1억 1천	2015.12	딸기 재배용	실증시설
	태양광 병용형 식물공장	4천 5백	2017.08	딸기 재배용	실증시설
	실내용 식물 재배장치	2천3백 × 2	2016.05	엽채류 재배용	상업용
인삼	인삼 원물		연중	주로 명절 선물용, 2017년 계약재배	
	인삼 잎		연중	화장품 원료	
	인삼 베이스 차(tea)		연중	인삼과 허브 혼합	
	Compound K		연중	약품용	

### (1) 해양심층수를 활용한 딸기 재배용 식물공장

본 연구에서는 주변 환경을 활용하여 식물공장의 에너지 비용을 절감할 수 있음을 입증하였다. 특히 본 연구에서는 식물공장의 열원으로 해양심층수를 활용하는데, 해양심층수는 연평균 기온이 2℃ 정도로 일정하기 때문에 식물공장의 냉방비를 절감할 수 있다. 해양심층수를 활용할 경우 대표적인 저온 작물인 딸기를 여름철에 냉방비 지출 없이 재배가 가능하다. (주) 에그로닉스에서는 해양심층수를 활용한 식물공장의 효용성을 입증하기 위해서 (주) 강원심층수와 (주) 대교 D&S와 협력으로 실증 모델을 강원도 고성군에 딸기 재배용 식물공장 실증 모델을 설치하였다.

해양심층수를 활용한 식물공장의 형태는 다음과 같다.

- 면적: 약 10평 규모
- 광원: 완전인공광형 (LED)
- 냉난방 시스템: 냉방은 해수 열교환기를 사용하며, 난방은 LED 발열이용
- 재배작물: 딸기 전용
- 재배방식: 수경 재배 (무기배지 + 양액)



<열교환기>



<해양심층수를 활용한 딸기 재배 식물공장 내부>



<실증 시설에서 재배중인 딸기의 크기 비교>

## (2) 태양광 병용형 식물공장

태양광 병용형 식물공장은 완전 인공광형 식물공장의 경우 상대적으로 부족한 광량으로 인해서 재배할 수 있는 작물이 제한되는 문제점을 극복하기 위해서 개발하였다. 이론적으로는 식물공장 내에서 모든 작물을 재배할 수 있다하더라도, 실제에 있어서는 엽채류나 인삼 등 비교적 적은 광량을 요구하는 작물로 한정된다. 이것은 태양에 비해서 LED 등 인공광원은 광량이 부족하기 때문이다. LED를 이용해서 광량을 많이 요구하는 작물을 재배할 경우 상당한 양의 LED가 설치되어야 하고, 이는 결국 초기 시설비와 운영비의 증가로 이어진다. 이 같은 문제를 해결하기 위해서 태양광과 인공광을 같이 사용하는 형태의 식물공장을 개발하였다.

### ① 태양광 병용형 식물공장의 구성

- 구조: 3 x 6 (m) 컨테이너
  - ▶ 양 측면은 강화유리로 개방된 구조
- 광원
  - ▶ 주광원: 자연광
  - ▶ 보조광원: LED (4개)
- 재배형태
  - ▶ 수경재배 (NFT)
  - ▶ 5단 6열

### ② 태양광 병용형 식물공장의 장점

- 풍부한 광량으로 인해서 인공광형 식물공장에서 운영비 문제로 재배하기 어려운 딸기, 토마토, 파프리카 같은 과채류도 재배가능
- 자외선의 살균효과로 인해서 폐쇄형 식물공장 보다 곰팡이 등의 병해에 강함



< 컨테이너 타입 태양광 병용형 식물공장 >



< 컨테이너 타입 태양광 병용형 식물공장 내 딸기가 이식된 모습>

### ③ 태양광 병용형 식물공장의 단점

- 난방원료로 전기를 사용할 경우 운영비용이 올라감
- 그러나 제작시 단열처리에 주의를 기울이면 운영비 부담을 상당히 줄일 수 있음

### (3) 돔형 인삼재배 식물공장

돔형 인삼재배 식물공장은 100평 규모로 인삼을 재배하기 위해서 경주 울동에 제작된 시설이다.



< 돔형 인삼 재배 식물공장 >

#### (4) 실내용 작물재배기

실내용 작물재배기는 연중 계절에 관계없이 엽채류를 재배할 수 있는 장치이다. 관수방식으로 NFT를 사용하며, 온도 자동 조절 기능들이 포함되어 있다.





< A사 식당에서 운영중인 실내용 재배기 >



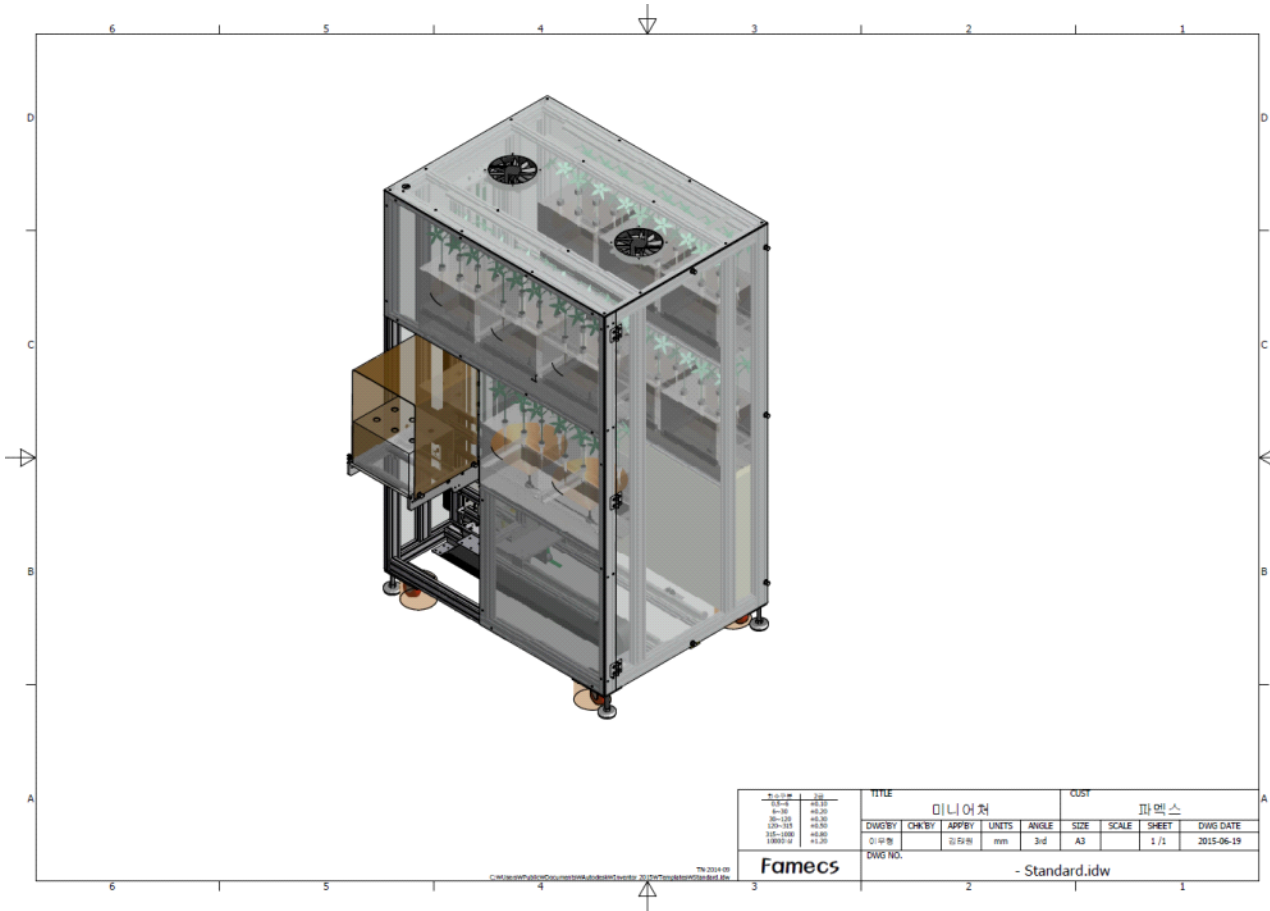
< 실내용 재배기 내 작물이 자라는 모습 >

##### (5) 식물공장 미니어처 제작

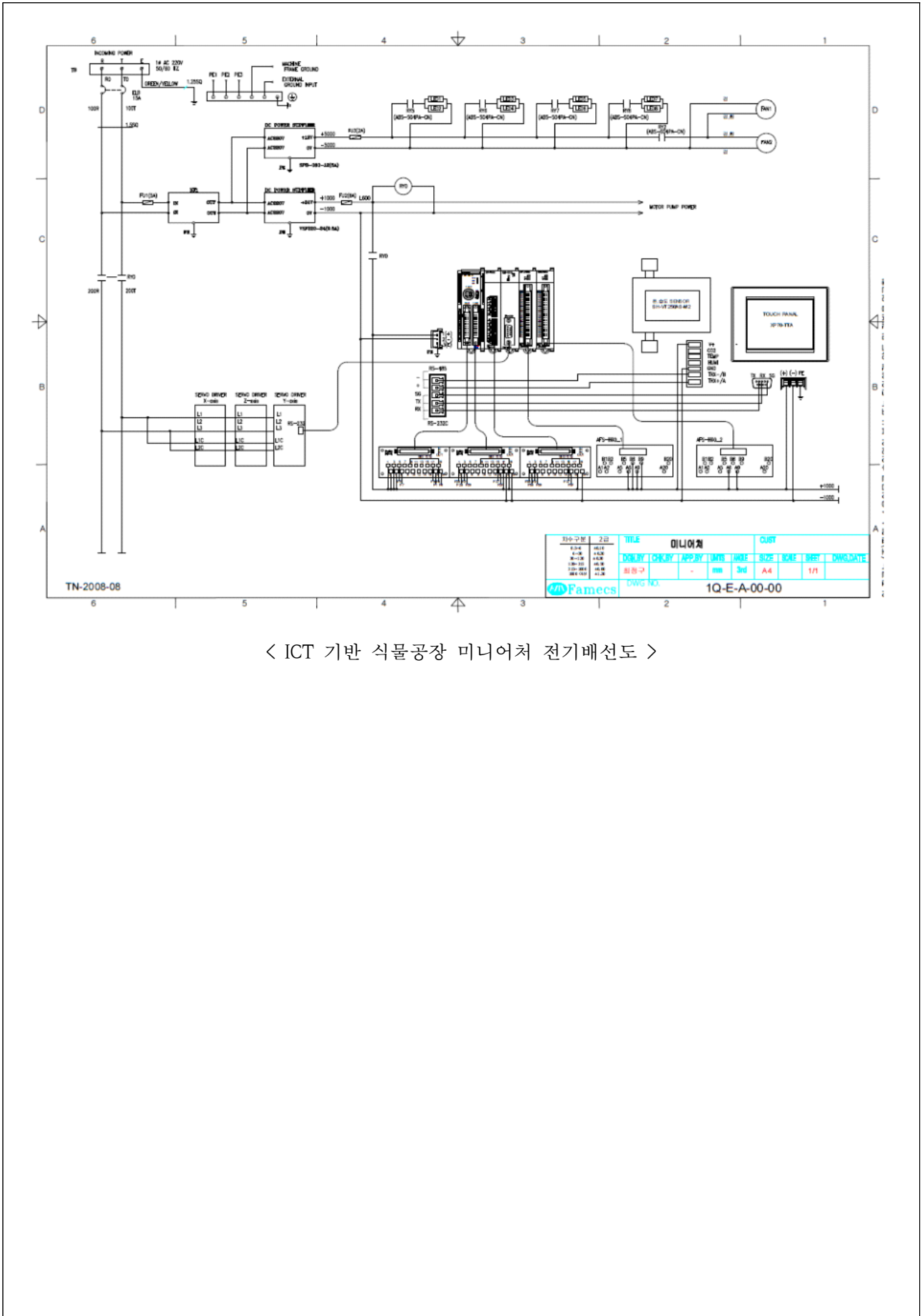
각종 전시회 및 박람회에 ICT 기술이 융합된 식물공장 미니어처 시스템을 전시하여 기술 개발의 내용과 성과에 대하여 홍보할 목적으로 개발되었다.

개발된 미니어처 시스템은 다음과 같다.

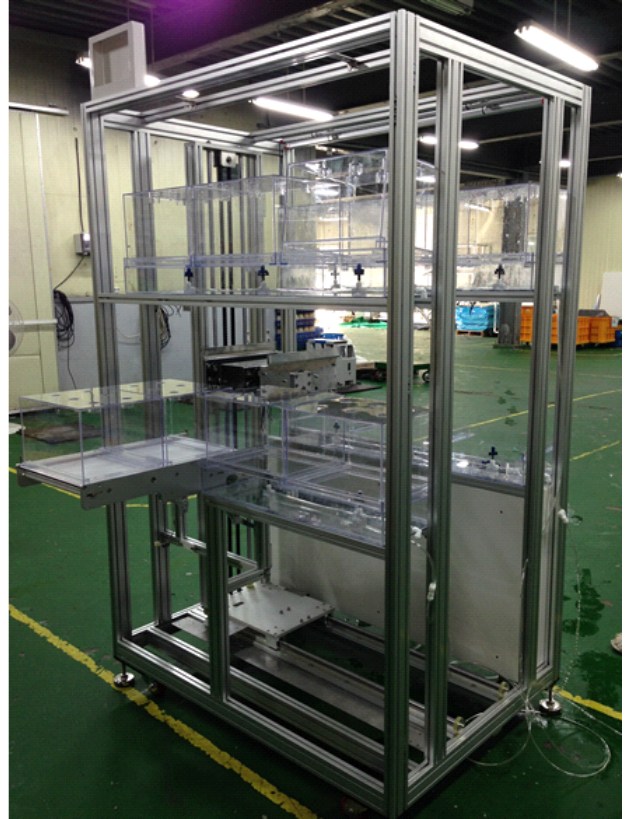
- 내부장치들은 투명 아크릴로 설계되어 관수 동작이 보일 수 있도록 설계
- 관수는 실제와 동일한 방식으로 분무경을 선택함
- 실제와 유사한 형태로 재배대를 입출고



< ICT 기반 식물공장 미니어처 설계도 >



< ICT 기반 식물공장 미니서버 전기배선도 >



< ICT 기반 식물공장 미니어처 구조물 외형 >

(6) ㈜ 애그로닉스에서 생산된 인삼을 활용한 제품들

- ① 청정수경인삼: 명절 선물용으로 잎과 진생베리가 열려있는 채로 판매



< 생산된 2년 근 수경인삼 >



< ㈜ 애그로닉스에서 재배된 수정인삼 >

- ② 동결건조인삼: 선물용으로 개발되었으며, 수정청정인삼을 동결건조하여 가지고 다니면서 먹을 수 있는 형태로 개발된 제품



< 동결건조 인삼 제품 >

- ③ PGK-1: 청정수정인삼으로부터 추출된 특이사포닌인 Compound K와 기타 진세노사이드 추출물로 제약원료로 개발됨. ㈜ 동방메디칼에 판매하였음.

④ 차(茶)류 제품 개발: 인삼을 베이스로 한 여러 형태의 블렌딩 차를 개발



#### 4. 목표달성도 및 관련분야 기여도

코드번호	D-061
------	-------

##### 1. 목표달성도

다음은 연구계획서에서 달성하고자 제시한 목표들이다. 아래 표는 각 목표들에 대한 목표달성도이다.

##### 1) 식물공장 센서 정보 수집 기술 개발

- ① 식물공장 센서 정보 수집 USN 시스템 개발
- ② 식물공장 USN 인프라 구축

##### 2) ICT 기반 통합 운영 플랫폼 개발

- ③ 식물공장 운영 Database 개발
- ④ 센서 데이터 미들웨어 시스템 개발
- ⑤ 식물공장 생산정보, 환경정보 운영 및 관리 시스템 개발
- ⑥ 식물공장 빅데이터 정보 수집 및 분석 기술개발

##### 3) 식물공장 통합 모니터링 시스템 개발

- ⑦ Full HD급 CCTV 영상녹화 및 검색 시스템 구축
- ⑧ 식물공장 영상취득 하드웨어 개발
- ⑨ 웹 및 App 기반 UI 개발

##### 4) 식물공장 표준재배 기술 개발

- ⑩ 모종 표준화를 위한 재배기술 개발
- ⑪ 표준 원재료 생산을 위한 재배기술 개발
- ⑫ 성장 촉진을 위한 환경조건 기술 개발

##### 5) 식물공장 시스템 녹색기술 인증 및 녹색기술 제품 인증

- ⑬ 식물공장 시스템 녹색기술 인증 (T090402, 7개 항목)
- ⑭ 녹색기술 제품 인증 (수경인삼 원물 및 기능성 식품, 원료 의약품 등)

목표	세부목표	달성도 (%)	비고
1)	①	100	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 식물공장의 환경정보를 수집하기 위한 통합 센서 모듈을 개발하였음</li> <li>- 통합 센서 모듈은 센서 확장을 용이하기 위해서 새로운 센서를 단순히 "Plug In" 형태로 장착 가능하도록 구성</li> <li>- 각각의 통합 센서 모듈들은 센서 네트워크에서 AP 역할을 수행하기 때문에 일부 센서가 고장 나더라도 전체 네트워크에는 영향을 주지 않음</li> </ul>

	②	100	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 각 통합 센서 모듈들을 그룹화하여 수집한 정보를 송수신 할 수 있도록 데이터 수집기를 개발하였음</li> <li>- 데이터 수집기와 통합 센서 모듈들은 ZigBee를 이용한 무선통신을 수행하기 때문에 네트워크 형상 변화가 자유로움</li> </ul>
	목표 달성도	100	
2)	③	100	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 식물공장 내 환경정보 수집을 위한 데이터베이스가 구축되었음</li> <li>- 작물(종자)의 이력을 관리하기 위한 논리적 및 물리적 스키마 설계</li> <li>- 관리(재배)자 관리를 위한 논리적 및 물리적 스키마 설계</li> </ul>
	④	100	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 데이터 수집기로부터 데이터를 전송 받아서 데이터베이스에 데이터를 저장하는 미들웨어 개발</li> <li>- 미들웨어는 전송된 데이터를 파싱 및 필터링 수행</li> <li>- 특정 데이터 수집기 및 통합 센서 모듈들과 통신</li> </ul>
	⑤	100	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 환경정보 수집 및 운영을 위한 웹 기반 관리시스템 개발</li> <li>- 생산(정식 및 수확) 정보를 관리하기 위한 웹 기반 관리시스템 개발</li> <li>- 식물공장 내 각 재배동을 관리하기 위한 데스크 탑 기반 통합 관리 프로그램 개발</li> </ul>
	⑥	85	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 각 작기별 환경정보 비교/분석 프로그램 개발</li> <li>- 각 재배동별 환경정보 및 생산량 비교 프로그램 개발</li> <li>- 빅 데이터 분석 기능은 미비 (일년에 3번 수집되는 정형적 데이터로는 빅 데이터 분석에 한계)</li> </ul>
	목표 달성도	96.25	
3)	⑦	100	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 식물공장 내 각 재배베드를 관찰할 수 있는 카메라 설치 (셔틀에 장착)</li> <li>- 식물공장 전체를 감시할 수 있는 IP 카메라 설치</li> <li>- 식물공장 내부 영상을 검색하는 것은 사실상 큰 의미가 없음</li> </ul>
	⑧	85	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 각 베드별 영상 촬영 시스템 개발</li> <li>- 자동 문제점 분석 기능은 취약</li> </ul>
	⑨	100	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 웹 기반, 안드로이드 기반, iOS 기반 모니터링 앱 개발</li> </ul>
	목표 달성도	95	
4)	⑩	100	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 식물공장에 최적화된 수경인삼 재배 기술 개발</li> <li>- 기존에 알려진 방법(농업실용화 재단에서 보급)과 양액 조성비, 작물 성장 시기별 온도 및 습도 관리 기술 개선</li> <li>- 프로바이오틱스 균을 이용한 병해 관리 기술 특허</li> </ul>
	⑪	95	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 진세노사이드 함량 최대 시기 분석으로 식의약 원료용 인삼의 수확시기 조절</li> </ul>
	⑫	95	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 성장속도 개선을 위한 다양한 조명 실험 (LED 파장별 실험,</li> </ul>



			IR을 적용한 실험 등) - 성장 촉진 실험을 위한 그로우스 챔버 개발 - 인삼의 성장 촉진 실험을 위해서는 1~2년의 실험으로는 부족
	목표 달성도	96.66	
5)	⑬	50	- 녹색제품인증을 위한 교육 수료
	⑭	70	- 수경청정인삼을 원료로한 특이 사포닌인 Compound K 추출 및 제품화
	목표 달성도	60	
전체 목표 달성도		89.6	

## 2. 관련분야 기여도

본 과제의 목표는 식물공장에 ICT 기반 플랫폼 구축을 통해서 청정 수경인삼을 효과적으로 생산하는 것이 목표다. 본 목표 외에도 청정 수경인삼 재배를 위한 연구를 통해서 다양한 실적을 이루어 냈으며, 또한 사업화를 통해서 식물공장이 나아가야 할 방향성을 제시하였다. 아래 표는 분야별 기여도를 나타낸 것이다.

구분	분야	기여도 (%)	세부 설명
ICT	식물공장 관리 ICT 플랫폼	80	- 식물공장 내에서 ZigBee를 이용한 센서 네트워크의 우수성 입증 • 기존 연구들에서 농업 시설 내 높은 습도와 작물이 자랄수록 전파 방해요소가 많아서 무선 통신이 적합하지 않은 것으로 알려져 있었음 - 많은 연구들에서 식물공장자체에 관한 연구는 진행되었으나, 식물공장 관리용 플랫폼에 관한 연구는 많지 않음 - 단순히 식물공장 내 환경 정보뿐만 아니라 작물의 품질 향상에 필요한 총체적인 관리 포인트를 제시
첨단 농업	수경인삼 재배 기술	90	- 기존 농업실용화 재단 등에서 개발한 방법보다 선행된 기술 개발 - 실제 다년간 상업 시설에서 수경인삼을 재배하면서 축적된 기술을 기반으로 작성
	첨단 농업	80	- 작물의 품종 개량 및 특정 유용성분 강화 실험을 위한 다수의 장비 개발 - 특히 본 과제를 통해 개발된 그로우스 챔버는 기존의 것들과는 달리 뿌리부와 엽부에 다른 조건으로 작물 재배 실험이 가능 (특허등록) - 기존 작물 영상 촬영 장치들은 개개의 작물을 하나씩 촬영하였으나, 본 과제를 통해서 개발된 영상 촬영 장치는 전체 베드를 한 번에 촬영할 수 있음

시설	식물공장의 사업화 방향	80	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 본 과제를 통해서 축적된 노하우를 활용하여 주변 환경을 이용하여 운영비를 낮출 수 있는 식물공장의 실증 모델들을 개발하였음</li> <li>- 식물공장이 다양한 형태로 발전할 수 있음을 입증</li> </ul>

## 5. 연구결과의 활용계획

코드번호	D-07
------	------

### 1. 활용계획

본 과제의 주 연구기관과 참여연구기관이 모두 중소기업이기 때문에 연구결과들은 가능한 상품화하여 사업화할 계획이다. 다음은 본 과제를 통해서 개발된 핵심기술에 대한 활용계획이다.

개발 기술 명	활 용 계 획
식물공장 통합 모니터링 시스템	- 상업용 식물공장뿐만 아니라 컨테이너 형 식물공장이나 실내용 식물공장에도 적용가능 하도록 개선할 계획임 - 상품성 강화 후 단독 시스템으로 사업화
컨테이너 형 태양광 병용형 식물공장	- 카타르, 수단 등 중동 국가를 상대로 수출 - 현재 논의 중
해양심층수를 활용한 식물공장	- 해양심층수 뿐만 아니라 다양한 주변환경을 적용할 수 있는 식물공장을 개발
작물성장을 위한 최적 환경점 도출을 위한 작물재배장치	- 학교, 연구소 등 식물기초연구를 필요로 하는 곳에 상품 판매
인삼 종자 개갑기	- 기능 개선 후 인삼 농가 등에 보급
인삼 육묘 장치	- 새싹삼 판매 업체 또는 전문 육묘장에 판매

### 2. 후속연구의 필요성

식물공장을 완벽하게 통합제어하기 위해서는 양액기 같은 핵심장비들을 통합제어 가능하다. 통합제어가 필요한 이유는 보다 정확한 제어가 가능해야 더욱 안정적으로 고품질의 작물을 더 많은 생산을 할 수 있다.

본 기관에서는 양액기를 다음과 같은 방식으로 개발할 계획이다.

- 오픈 소스 하드웨어(Open Source Hardware)를 활용하여 양액기의 생산단가를 낮추고 개발시간을 단축

- 오픈 소스 하드웨어를 활용하여 다양한 형태의 양액기를 개발
  - ▶ 소형 양액기를 개발하여 실내용 재배기나 연구용으로 활용 가능하도록 개발
  
- 컴퓨터 기반의 제어가 가능한 양액기 개발
  - ▶ 현재 대부분의 양액기는 작물 성장 상태에 따라 재배자가 pH와 EC 값을 조정해야하나, 컴퓨터 기반으로 제어를 할 경우 작물 선택만으로도 컴퓨터에서 스케줄링 가능

## 6. 연구과정에서 수집한 해외과학기술정보

코드번호

D-08

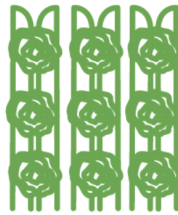
### 1. Freight Farm

- 주로 컨테이너 타입 식물공장을 제작하는 미국 업체
- 특징은 작물을 수직으로 재배



#### SEEDLING AREA

Our TIG-welded stainless steel workbench is outfitted with a custom seedling growth area. Unlike traditional farming, here you can plant and harvest while standing up.



#### VERTICAL CROP COLUMNS

The 2017 LGM™ has up to 4,500 growing sites throughout 256 lightweight crop columns. Plus, our overhead track makes moving columns easy.



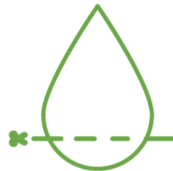
#### AUTOMATION SYSTEM

The farmhand® platform allows farmers to automate functions using real-time data from sensors and in-farm cameras. Control your LGM™ remotely at your convenience.



#### LED ARRAY

High efficiency LED lights in the seedling and mature growth areas provide crops with only the optimal wavelengths of light required for photosynthesis.



#### IRRIGATION SYSTEM

The LGM™ uses 90% less water than traditional farming methods. Our closed-loop hydroponic system delivers nutrient-rich water directly to the plants' roots.



#### CONTROLLED ENVIRONMENT

The LGM™ is equipped with environmental sensors that monitor water, climate, and lighting conditions in the farm. Farmers can control target levels using farmhand®.

< Freight Farm의 특징 >

## INPUT



125 kWh / day  
Electricity



5 gal / day  
Water



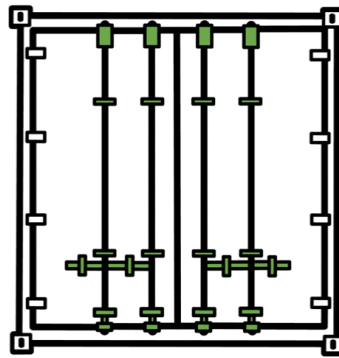
\$300 / month  
Nutrients



15-20 hrs / week  
Labor

**365** day  
Season extension

**R-16**  
Insulation



**50-80**°F  
Internal temperature

**7,424** PPF  
LED array



500 Full Head /week  
1,000 Mini Head /week  
Lettuce

or



60-100 lbs /week  
Hearty Greens

or



35-80 lbs /week  
Herbs

## OUTPUT

< Freight Farm의 사양 >

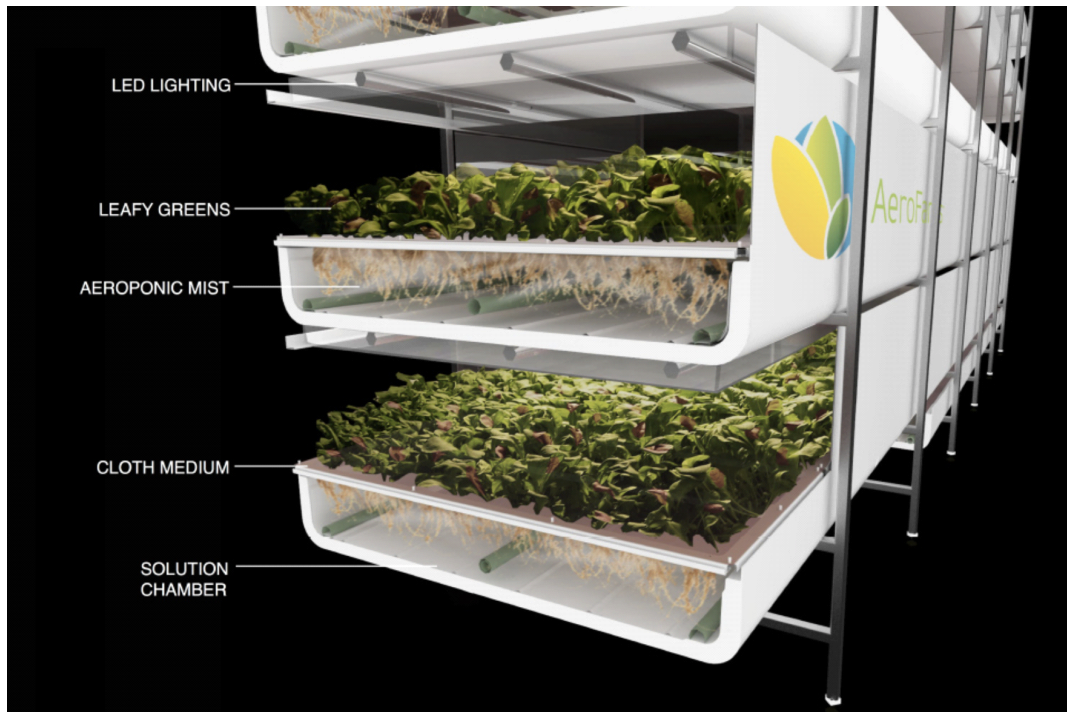
## 2. Aero Farm

- 6,500m<sup>2</sup> 공간에서 수경재배를 하는 미국 업체



< Aero Farm의 작물재배 모습 >

- 자신들만의 기술로 기존 수경재배 대비 물의 사용량을 95% 절약할 수 있다고 함



< Aero Farm의 작물재배 시스템 구조 >

- 스마트 LED 조명을 이용하여 각 식물공장마다 다른 형태의 스펙트럼, 강도, 주파수를 정확하게 제공



< Aero Farm에서 재배중인 작물 >

- 다른 상업 농장에 비해서 평방피트 당 130배 넘는 생산성을 보임



7. 연구개발결과의 보안등급

	코드번호	D-09
○ 해당없음		

8. 국가과학기술종합정보시스템에 등록된 연구시설·장비 현황

구입 기관	연구시설/ 연구장비명	규격 (모델명)	수량	구입 연월일	코드번호		비고 (설치 장소)	NTIS장비 등록번호
					구입 가격 (천원)	구입처 (전화번호)		

9. 연구개발과제 수행에 따른 연구실 등의 안전조치 이행실적

	코드번호	D-11
○ 해당 없음		

## 10. 연구개발과제의 대표적 연구실적

번호	구분 (논문 /특허 /기타)	논문명/특허명/기타	소속 기관명	역할	논문게재지/ 특허등록국 가	코드번호		D-12	
						Impact Factor	논문게재일 /특허등록일	사사여부 (단독사사 또는 중복사사)	특기사항 (SCI여부/인 용횟수 등)
1	논문	수경인삼의 식물공장 사례를 통한 ICT 기반 스마트 팜 팩토리 시스템	(주) 에그로닉 스	주저자	한국통신학 회논문지		2015.04.30	단독사사	
2	학술 대회	ICT 기반 스마트 팜 팩토리 통합 플랫폼에 관한 연구	(주) 에그로닉 스	주저자	한국통신학 회 2015동계 학술대회		2015.01.22	단독사사	
3	학술 대회	식물성장 영상정보를 이용한 스마트 팜 팩토리 피노닉스 시스템에 관한 연구	(주) 에그로닉 스	주저자	한국통신학 회 2016 동계학술대 회		2016.01.21	단독사사	
4	학술 대회	스마트 팜 팩토리를 위한 IoT 플랫폼 연구	(주) 에그로닉 스	주저자	한국통신학 회 2016 동계학술대 회		2016.01.21	단독사사	
5	학술 대회	수경재배(분무경)에 서 특이적으로 발견되는 검은 뿌리병의 원인균 규명	(주) 에그로닉 스	주저자	2016 한국육종학 회		2016.06.30	단독사사	
6	학술 대회	스마트 팜 운영을 위한 통합 관리 플랫폼에 관한 연구	(주) 에그로닉 스	주저자	2017 한국정보처 리학회 춘계학술발 표대회		2017.04.28	단독사사	
7	특허	작물성장을 위한 최적 환경점 도출을 위한 작물재배장치	(주) 에그로닉 스	출원인	특허청		2015.10.21.	단독사사	
8	특허	녹색 두채류를 포함한 새싹 재배장치	(주) 에그로닉 스	출원인	특허청		2015.10.13.	단독사사	
9	특허	수경재배를 위한 모듈형 재배장치	(주) 에그로닉 스	출원인	특허청		2016.02.17.	단독사사	
10	특허	녹색두채류를 포함한 새싹	(주) 에그로닉	출원인	특허청		2016.02.17.	단독사사	

		재배방법 바실러스 모자벤시스 케이제이에스-3 균주 또는 이의 배양물을 이용한 인삼의 청정 재배방법	스  (주) 에그로닉 스	출원인	특허청		2015.10.21.	공동사사	
12	특허	뿌리작물 재배용 흡수체가 분할된 수경재배 베드	(주) 에그로닉 스	출원인	특허청		2016.09.23	단독사사	
13	프로 그램 등록	Agromon	(주) 에그로닉 스	저작자	한국저작권 위원회		2017.02.27.	단독사사	
14	프로 그램 등록	그린 데이터 컬렉팅 시스템	(주) 에그로닉 스	저작자	한국저작권 위원회		2016.05.11.	단독사사	
15	프로 그램 등록	FAMonitoring	(주) 에그로닉 스	저작자	한국저작권 위원회		2017.09.11	단독사사	

## 11. 기타사항

	코드번호	D-13
○ 없음		

## 12. 참고문헌

	코드번호	D-14
○ 없음		

## 수경인삼 재배 매뉴얼

### 1. 수경인삼 재배일정

본 자료는 ICT 기술을 활용한 식물공장에서 인삼의 재배시 묘삼의 구매요령부터 인삼의 수확까지 전 과정에 대한 방법 및 절차에 대하여 기술한다. 본 자료는 본 시설과 유사한 형태의 시설에 적용될 수 있다.

### 2. 작부체계

인삼을 수경으로 재배하는 경우 통상 1년근(묘삼) 또는 2년근(재목이)을 사용한다. 일반적으로 노지에서 인삼을 재배하는 경우는 인삼 종자의 채종, 개갑, 파종, 재배(1~6년), 수확 단계로 거치는 작부체계를 가진다. 그러나 현재 수경재배를 이용한 인삼재배는 1년 이상의 재배에 부적합하며, 채종, 개갑, 파종 단계를 생략하고, 노지에서 재배한 1년근(또는 2년근) 인삼을 사용하여 2년(또는 3년근) 인삼을 재배하는 것이 보편적이다.

### 3. 정식 전 준비

#### 3.1. 묘삼 구매



<우량 묘삼의 예시.(체형이 곧고 길이가 15cm 이상이며 1주 평균 무게가 0.9g 이상)>

[묘삼 구매 시 선정 기준]

구분		형태	길이	무게
정식 가능 묘삼	우량 기준 묘삼	뇌두가 건실하고 체형이 곧음	뿌리 길이가 15cm 이상	850종(850본/750g) 이내
최저 기준 묘삼	뿌리 길이가 10cm 내외	850~1,250종/채(750g)		
정식 불가 묘삼		뇌두 및 체형이 불량		
		이미 출아 된 개체		
		몸통이 짧은 짤은 개체		
		상처 입은 개체		
		병증 및 적변이 있는 것		

※ “종”은 해당 인삼의 개체 수를 의미하는 단위

인삼의 수경재배를 위한 묘삼 구입 시 노지재배와 시설재배 묘삼은 형태와 성질에서 차이가 있기 때문에 구입 시 이를 고려하여야 한다. 일반적으로 노지에서 재배된 인삼은 충분한 광량과 외부환경에 노출된 채로 재배되어 병충해에 대한 저항성은 큰 편이나, 생육이 좋지 못하거나 형태가 고르지 않은 경우가 많다. 시설재배 인삼은 형태가 고르고 생육은 좋으나 병충해에 대한 저항성이 낮을 수 있다.

묘삼(또는 재목이)의 구입적기는 봄과 가을이다. 가을에는 인삼의 잎이 황변한 후 뇌두가 충실해지는 휴면(bud dormancy)에 들어간 직후인 11월 상순에서 12월 상순에 구매가 가능하다. 따라서 가을철에 묘삼을 구매하기 위해서는 11월 이전에 직접 농가를 방문하여 인삼의 상태를 확인한 후 구매를 위한 계약을 진행하고, 땅이 얼기 전 묘삼을 채굴하여야 한다. 일반적으로 인삼의 병충해가 가장 많이 생기는 여름 철(6~8월)이 지난 후 8월 말에서 9월 초에 방문하여 인삼의 상태를 확인한 후 사전 계약을 진행 후, 10월 중순부터 11월 초에 재방문하여 최종 상태를 확인 후 구매하는 것이 좋다. 사전계약 시 계약서류를 준비하여 필요한 수량을 미리 제시하여야 안정적으로 필요한 수량을 구매할 수 있다. 사전계약 시 물품공급계약서, 청구서 그리고 견적서를 준비하여 작성할 수 있도록 한다. 만약 11월 이전에 인삼의 상태를 확인하지 못하거나 땅이 얼어 인삼의 채굴이 불가능할 경우 이듬해 봄철에 구매한다. 봄철의 경우 2월 초부터 미리 구매의사를 밝히고, 3월 상순부터 말까지 농가를 직접 방문하여 인삼의 상태를 확인 후 구매하여야 하며, 구매시기가 늦어질수록 저온 저장하여도 인삼이 조기 출아할 가능성이 높아지므로 땅이 녹는 시기를 확인하여 3월 중순에서 하순 이전에 구매한다.

묘삼구매 시 농가를 방문하여 묘삼에 병충해의 흔적이 있는지 전체적으로 확인한다. 묘삼의 상태를 확인 할 때는 뇌두의 건실rk 유무 및 체형의 곧음을 필히 확인하여야 한다. 이때 묘삼의 길이는 15cm 이상이고 1주 평균 무게가 0.9g 이상으로 1채(750g)에 850종 이내 인 것을 우량 묘삼으로 판별할 수 있다. 우량 묘삼의 기준에는 못 미치더라도 뇌두가 건실하고 체형이 곧으면서 묘삼의 길이가 10cm 내외이며 1주 평균 무게가 0.6g 이상이면 정식 가능한 최소기준이라고 할 수 있다. 만일 묘삼을 확보하지 못할 경

우 최소기준에 맞춰서 구매할 수 있다. 기타 2년근(재목이)의 경우 재배환경 및 품종에 따라 그 모습과 형태 그리고 무게가 크게 달라 구매기준을 정하는 것이 어렵다.

### 3.2. 묘삼 보관 방법

[묘삼 구매 후 순차적 저온 저장 및 저장 일수 ]

온도	4~6℃(예냉)	3℃	-1℃	-5℃
저장일수	2주	3일	4일	최종온도

농가에서 구매한 묘삼을 1년 간 사용하기 위해서는 구매 직후 저온 저장한다. 일반적으로 농가에서는 묘삼을 채굴하여 이듬 해 봄에 정식하기 위해서 약 3 ~ 4개월 저온 저장한다. 그러나 식물공장의 경우 1년에 3작기 이상 인삼을 재배하기 때문에 이듬해 여름과 가을에 정식하기 위한 묘삼을 장기 보관하여야 한다. 특히 가을에 구매한 묘삼은 눈 휴면을 위한 저온감응 처리 전으로 반드시 약 한달 간의 저온 저장 하여야 뇌두가 정상적으로 출아되니 반드시 저온저장 하여야 한다.

저온저장 시 온도를 점진적으로 낮추어야 한다. 급격하게 온도가 변하게 되면 인삼의 뇌두(rhizome) 세포가 파괴되어 정식 후에 정상적으로 출아되지 않아 재배가 불가능하니 위의 표 [묘삼 구매 후 순차적으로 저온 저장 및 저장 일수]를 참고하여 저온 저장하여야한다.

양질의 인삼을 재배하기 위해서는 봄철에 구매한 묘삼과 가을철에 구매한 묘삼의 정식시기를 달리하는 것이 좋다. 가을철에 구매한 인삼은 앞서 이야기 한바와 같이 저온 감응(눈 휴면) 처리 전이므로 비교적 장기 저장이 가능하나 봄철에 구매한 인삼은 저온 감응이 충분히 되어있어 장기저장이 어렵다. 그러므로 3 ~ 7월 이전에 정식할 묘삼은 봄철에 구매한 것을 사용하고, 6월 이후에 정식할 묘삼은 저온 저장 중인 가을철에 구매한 묘삼을 사용하는 것이 좋으며 구매 전부터 재배기간에 따른 묘삼을 계산하여 구매하여야 바람직하다.

구매 한 묘삼을 장기보관하기 위해서는 소량씩 재포장하는 것이 바람직하다. 묘삼 구매 시 일반적으로 사과박스의 크기에 약 20~30채 정도의 양을 포장하여 전달받게 된다. 이를 그대로 저온 저장하면 묘삼의 무게로 인한 눌림으로 인해 묘삼이 부패하거나 상할 가능성이 높다. 이를 방지하기 위해 채반형태의 바구니에 소량 포장하여 수분관리를 위한 신문지와 같은 종이로 포장을 하거나 비닐을 이용하여 포장 후 보관하는 것이 바람직하다. 혹 저장고의 공간 문제로 소포장이 불가능 할 경우 구매한 묘삼을 꺼내어 신문지와 같은 종이를 층층이 넣어주어 수분관리와 무게에 의한 짓눌림 방지를 해주고 저장기간 동안 박스의 방향을 바꿔주는 등의 관리가 필요로 한다.

#### 4. 수경인삼 재배일정

[ 1작기 수경인삼 재배 일정 ]

절차	담당			결과물
	판매 기획(기)	재배(재)	시설(시)	
기획 (5일)	프로젝트 기획			프로젝트 기획서 (기)
준비 (15일)	재고 확인		시설점검	물품 체크리스트 (기) 품의서 (기) 시설점검 체크리스트 (시)
		묘삼 순화, 스폰지 침지	소독, 청소	묘삼 순화 계획서 (재) 소독 및 청소 일지 (시)
			시운전	시운전 결과 보고서 (시)
정식 (14일)		묘삼 세척 및 소독		
		정식		정식 결과보고서 (재)
재배 (90일)		생육 상태 조사	시설점검	생육상태 보고서 (재) 시설점검 보고서 (시)
수확 (14일)		수확, 세척		
		보관		보관 현황 보고서 (재)
보고 (5일)	결과 보고			결과 보고서 (기)

수인삼의 최적의 환경조건을 맞춰주기 위해 관찰과 기록이 필요합니다. 프로젝트 별 환경조건에 따른 결과로 지속적인 수인삼 연구개발을 진행합니다.



< 수인삼에게 필요한 5대 환경조건 >

목록		내용			
빛	광량	평균 80mol(25cm높이 기준)			
	조사시간	주간: 22시~9시(11시간), 야간: 9시~22시(13시간)			
온도	설정	주간: 21~23도, 야간: 23~24도			
습도	설정	주간: 70~75%, 야간: 80~85%			
물	관수주기	주간: 15분마다 50초(약 150ml), 야간: 30분마다 50초(약 150ml)			
양분	양액 (7일 소요량)	비료명	화학식	단위	소요량(x100)
		질산칼슘(4수염)	Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> · 4H <sub>2</sub> O	kg/600L	28.35 kg
		질산칼륨	KNO <sub>3</sub>	“	4.95 kg
		킬레이트 철	Fe-EDTA	g/600L	664.5 g
		질산칼륨	KNO <sub>3</sub>	kg/600L	10.2 kg
		질산암모늄	NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	“	2.4 kg
		제1인산칼륨	KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	“	4.05 kg
		황산마그네슘	MgSO <sub>4</sub> · 7H <sub>2</sub> O	“	14.85 kg
		붕산	H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub>	g/600L	75 g
		황산망간	MnSO <sub>4</sub> · 4H <sub>2</sub> O	“	60 g
		황산아연	ZnSO <sub>4</sub> · 7H <sub>2</sub> O	“	6 g
		황산구리	CuSO <sub>4</sub> · 5H <sub>2</sub> O	“	6 g
		몰리브덴산나트륨	Na <sub>2</sub> MoO <sub>4</sub> · 2H <sub>2</sub> O	“	1.5 g



## 5. 정식준비

### [ 생육담당 ]

#### 5.1. 순화일정표 작성

※ ‘순화’란 겨울잠을 자고 있는 묘삼을 깨우는 일입니다. 갑자기 온도가 높아지면 묘삼이 상하거나 죽기 때문에 겨울에서 봄이 오듯 서서히 온도를 높여 실온상태에 적응할 수 있게 합니다.

##### ① 절차 (총 14일 소요)



##### ② 순화계획서 작성

- 양식에 맞춰 작성합니다.
- 묘삼 구매시 작물의 품종, 묘삼측정값, 품종의 특징 및 유의사항 등 재배에 필요한 여러 정보들을 미리 정리해 둔다.
- 여러 가지 보관방법 및 보관일에 따라 묘삼의 성장에 큰 영향을 미치기 때문에 작물 보관정보는 자세히 기입 한다.

##### ③ 순화일정표 양식

담당자	목록	무게	0°C 저장고	4°C 저장고	10°C 저장고
000	1일차	10.92kg	00/00~00/00	00/00~00/00	00/00~00/00
000	2일차	10.92kg	00/00~00/00	00/00~00/00	00/00~00/00
000	3일차	10.92kg	00/00~00/00	00/00~00/00	00/00~00/00
000	4일차	10.92kg	00/00~00/00	00/00~00/00	00/00~00/00
000	5일차	10.92kg	00/00~00/00	00/00~00/00	00/00~00/00

## 5.2. 순화

### ① 1일 묘삼량 추정

1일 필요 묘삼량을 계산합니다. 박스가 15kg(20채)로 되어있어 계산 필요하며, 재배1동 정식에 필요한 묘삼수 총 55,296주입니다. 묘삼은 박스 상태로 10℃ 저장고에 보관되어 있습니다. (묘삼 750g을 1채로 부름)



< -3℃ 저장고에 보관중인 묘삼 >

묘삼 순화량은 다음 공식에 의하여 계산한다.

- 1박스 중량 16.5kg, 실 중량은 15kg / 10주 단위로 10회 조사한 평균값 1주당 약 0.9g
- 1주당 평균무게 0.9g x 정식 필요개수55,296주(288베드 x 192주) = 49.7kg
- 불량묘삼 예측 10% 약 4.9kg를 추가 / 총 순화해야할 묘삼은 54.6kg
- 5일간 정식, 따라서 1일 필요량은 10.92kg (약 57~58베드 정식)

### ② 순화할 묘삼 담기

- 온도가 서서히 높아지게 되면 습기가 차거나 이슬이 맺힐 수 있으며, 이때 묘삼에 곰팡이가 발생할 가능성이 커집니다. 따라서 박스를 열어 바구니에 담아서 순화합니다.
- 넓게 펼쳐 겹치지 않게 하며 담당자는 안전하게 순화할 수 있도록 매일 상태를 확인합니다.

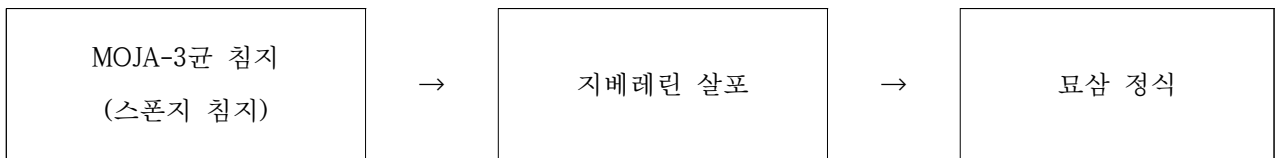
### ③ 묘삼순화

- 순화단계에 맞는 저장고를 찾아 1일 필요량 단위로 저장을 합니다.
- 저장고 문 옆에 기록을 해서 누구나 순화중임을 인지할 수 있게 공지합니다.

### 5.3. MOJA-3균 스폰지 침지와 지베레린 살포

※ ‘MOJA-3균’ 은 묘삼의 면역력을 높여주고, ‘지베레린’ 은 묘삼이 잠에서 빨리 깨어날 수 있도록 해 주는 역할을 합니다. 묘삼 정식시 사용할 스폰지에 24시간 ‘MOJA-3균’ 희석액을 침지시키는 것은 정식후 묘삼에 서서히 스며들게 해주는 효과가 있으며, 정식 전 ‘지베레린’ 을 묘삼 너두부분에 살포하여 잠에서 깨어날 수 있도록 촉진시켜 묘삼이 빨리 자라나게 도와줍니다.

#### ① 절차 (총 1일 소요)

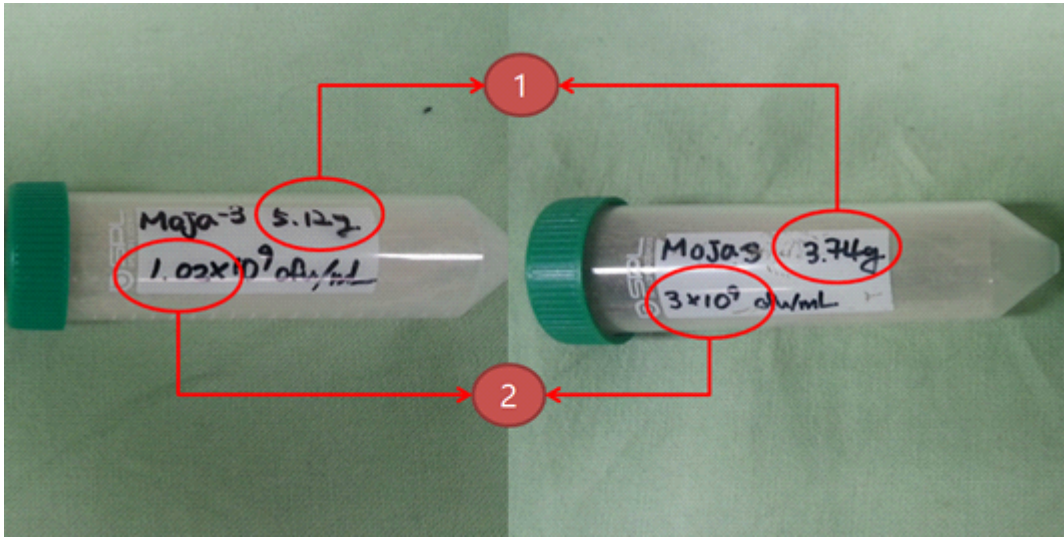


#### ② 점검표

no	목록	상세내용	담당	check	
				일자	O,X
1	MOJA-3균	스폰지 침지시 사용	000	/	
2	지베레린	묘삼 살포시 사용	000	/	
3	양동이	스폰지를 침지할 통	000	/	
4	스폰지		000	/	

#### ③ MOJA-3균 희석방법 및 스폰지 침지

- 희석 및 보관: 측정 가능한 범위 내 물 희석 후 사용 및 잔여분 보관
- 보관방법: MOJA-3균 분말: 실온보관, 희석용액: 냉동보관(-3℃)
- 침지: 희석액을 만든 후 스폰지를 담은 양동이에 잠길 정도로 부어서 침지(24시간)
- MOJA-3균 희석방법



< MOJA-3균 함량표기 >

- ① 희석 시 담겨있는 무게의 1/10으로 진행
- ②  $1.03 \times 10^9$ 은 물0.3L 희석 (1.03 기준, 숫자 높아지면 같은 비율로 물 배율 높임)  
 $3 \times 10^9$ 은 3배 높아졌으니 물0.3L x 3 = 0.9L 희석

방법	sample 1(사진 좌측 MOJA-3균)	sample 2(사진 우측 MOJA-3균)
step 1	MOJA-3균0.51g + 물0.3L 희석	MOJA-3균0.37g + 물0.9L 희석
step 2	1시간 상온보관(유산균 활성화)	
step 3	희석용액0.1L + 물20L 희석	희석용액0.1L + 물20L 희석
step 4	1시간 상온보관	

- \* 희석방법: MOJA-3균을 물에 용해 후 막대로 섞음
- \* 샘플 1:  $1.02 \times 10^9$  cfu/ml로 배양, 원심분리 농축건조 5.12g
- \* 샘플 2:  $3.00 \times 10^9$  cfu/ml로 배양, 원심분리 농축건조 3.74g

#### ④ 지베레린 희석방법 및 살포

- 아래 방법으로 희석액을 만들어 스프레이에 담습니다.
- 묘삼 정식 전 세척된 묘삼의 너두부분에 지베레린을 뿌려줍니다. 잠을 깨우는 효과를 보기 위해 묘삼 너두 부분에 뿌려줌

[ 시설담당 ]

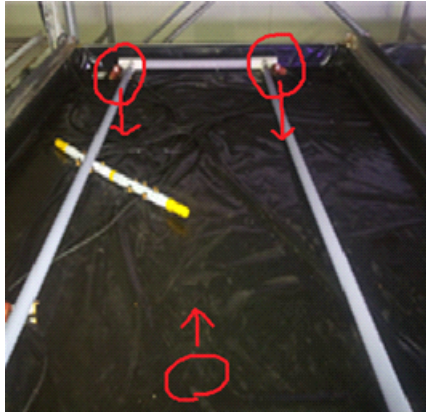
① 시설 점검표

시설점검은 수인삼 정식 전 재배동의 시설물 및 환경조건에 대한 사전 점검을 의미합니다. 정식 후 재배동에 불필요한 출입 없게 사전에 교체해야 할 소모품을 교환하고 시설들을 점검합니다.

[시설 점검표 예시]

no	목록		상세내용	점검자	check	
					일자	O,X
1	빛	LED	ON*	000	/	
2			색 변화는 없는가?	000	/	
3			베드 중앙 광*(85~90mol)	000	/	
4			베드 사이드 광(40~90mol)	000	/	
5			LED간격 20cm	000	/	
6			보호캡 습기 여부	000	/	
7		누전차단기합	물기 멧힘 여부	000	/	
8	물	노즐	물 살포 여부	000	/	
9			*노즐 위치	000	/	
10		배수관	누수 여부	000	/	
11	온도	냉방기	센서 작동	000	/	
12			작동 여부	000	/	
13	습도	가습기	센서 작동	000	/	
14			작동 여부	000	/	
15	시설	양액기	작동 여부	000	/	
16		셔틀	센서 작동	000	/	
17			작동 여부	000	/	
18	기타	반사판	구베(블록)경사각 (15도)	000	/	
19		베드	베드 상단 필름 부착상태	000	/	
20			파손 여부	000	/	
이슈						

- LED ON: OFF 일 경우 2가지 check, 1)LED자체 문제, 2)누전
- 광 측정 방법: mol측정기로 베드 중앙, 사이드를 측정 함
- 하부베드 노즐위치: 3개 노즐과 위치는 가운데로 향함, 아래 그림 참조

광 측정 mol 현황			하부베드 노즐 위치
53	82	42	
59	91	47	
49	78	40	

② 소독 & 청소

[위생상태 점검표]

no	목록	상세내용	담당	check	
				일자	O,X
1	락스	22L 사용 (재배1동 기준)	000	/	
2	장갑	라텍스, 면장갑 등	000	/	
3	수세미, 밀대	10개씩 준비	000	/	
4	물 호스(80m)	물 세척시 필요	000	/	
5	장화, 앞치마, 토시	작업 인원수 대로 준비	000	/	

[재배동 내부 세척 점검표]

목록		일정	작업자	비고
상부베드	배출	00/00 ~ 00/00	000	
	세척	00/00 ~ 00/00	000, 000, 000, 000	
하부베드	세척	00/00 ~ 00/00	000, 000, 000, 000	
	입고	00/00 ~ 00/00	000	
바닥 청소		00/00 ~ 00/00	000, 000	
소독		00/00 ~ 00/00	000	

< 상부 베드 >

- 녹조, 잎, 뿌리 잔재 등 윗부분, 커버 사이에 낀 이물질을 제거합니다.
- 재배동에서 배출, 1개씩 수세미와 물로 세척합니다.



< 상부베드 세척사진 >

< 하부 베드 >

- 뿌리잔재, 양액 찌꺼기, 고인 물 등 이물질을 제거합니다.
- 재배동 안에서 물을 뿌리며 밀대와 솔로 세척합니다.



< 하부베드 세척사진과 세척전, 세척후 사진 >

- 바닥청소: 녹물, 이물질 등을 제거하고 바닥을 물청소 합니다.
- 소독: 재배동 내 물통에 물 600L + 락스 22L를 섞어 사용 (\*현재는 소독 희석액을 한번에 관수, 희석액이 소진 될 때까지 틀어 놓음)

## 5.4. 시운전

수경인삼 정식 전 재배동의 시설물과 환경조건이 정상적으로 운영되는지 사전에 시범운영함으로써 안전한 재배환경을 체크 합니다. 24시간 운영함으로써 환경조건에 대한 모니터링, 관수량 등을 점검합니다.

### ① 프로그램 설정

- 관수 프로그램, 주&야간 LED설정, 냉방기, 가습기 설정을 진행합니다.
- 관련 내용은 각각의 ‘작동 매뉴얼’ 을 참고하시기 바랍니다.

*온도 설정하기 (재배동 입구 옆에 설치된 제어판)	
	<p>①온도 설정값을 확인 후 변경합니다.</p>
	<p>①메뉴 2번째 ‘PARAMETER’를 누릅니다.                  ②시간설정을 눌러 시간대별 온도를 설정.                  ③온도 숫자를 클릭, 숫자를 설정합니다.                  (24.0도 -&gt; 240 입력)</p>
	<p>①메뉴 2번째 ‘PARAMETER’를 누릅니다.                  ②ON주기: 설정온도가 시작되는 시간                  ③OFF주기: 설정온도가 꺼지는 시간</p>



\*습도 설정하기 (재배동 입구 옆에 설치된 제어판)



- ② 습도 설정값에 숫자를 클릭합니다.  
(65% -> 65입력)

\*LED 설정하기 (사무실 재배동 제어컴퓨터 내 제어프로그램 화면)

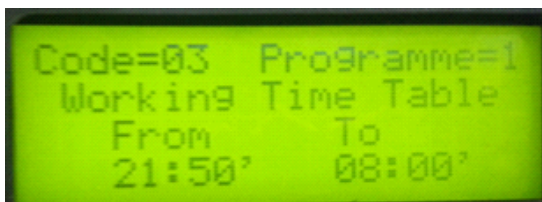


- ① 재배동 방 번호입니다.  
(재배1동 -> ROOM1)
- ② LED ON/OFF 시간을 설정합니다.
- ③ 'LOAD' 버튼을 누르면 현재 시간을 불러옵니다.
- ④ 'SAVE'를 누르면 왼쪽 ON/OFF 시간이 저장되며 운영됩니다.
- ⑤ '강제ON'은 지금 현재 시간에 재배동에 LED를 켭니다. (방문객이나 대표님 지시 사항 있을 때만 활용)

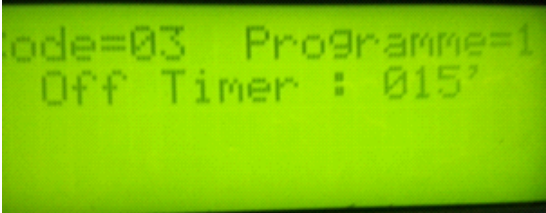
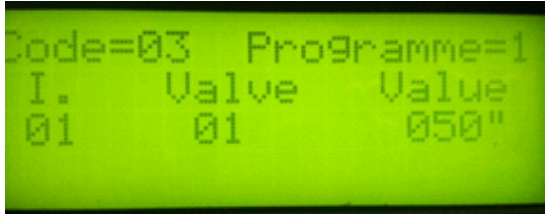

\*관수주기 설정하기 (재배동 관수탱크 앞 제어판)



- \*코드 선택  
C를 누르면 깜빡임, 코드를 입력합니다.  
'3' 입력후 'ENT' 누릅니다.



- \*관수시간 설정  
'ENT' 누르면 시간변경 가능,  
관수시간 입력한 후 'ENT' 누르며 이동,  
모두 입력 후 '↑' 누릅니다.

	<p>*관수 쉬는 시간 설정 ‘ENT’ 누르면 시간변경 가능, 시간설정하고 ‘ENT’ 누른 후 모두 입력 후 ‘↑’ 누릅니다.</p>
	<p>*관수분사 시간 설정 ‘ENT’ 누르면 시간변경 가능, 시간설정하고 ‘ENT’ 누른 후 모두 입력 후 ‘↑’ 누릅니다. (입력종료)</p>
	<p>*코드 선택 ‘P’를 누르면 다음 프로그램으로 이동해서 입력이 가능합니다.</p>

② 점검표 작성

no	목록		상세내용	점검자	check	
					일자	O,X
1	빛	광량	53 mol    82 mol    42 mol	000	/	
			59 mol    91 mol    47mol			
			49 mol    78 mol    40 mol			
2			주간: 22시 ~ 09시	000	/	
3			야간: 09시 ~ 22시	000	/	
4	물	관수주기	주간: 15분간격 50초 분사	000	/	
5			야간: 15분간격 50초 분사	000	/	
6	온도	냉방기	23도 설정	000	/	
7	습도	가습기	off	000	/	
이슈	<p>* 검은뿌리 곰팡이(thielaviopsis)균의 감염을 막기 위한 온도 조정: 평소 21도 -&gt; 현재 23도 (2도 상승)</p> <p>* 습도 낮추기 위해 가습기 조정: 평소 on (80%설정) -&gt; 현재 off</p> <p>* 습도 낮추기 위해 관수주기 조정: 평소 10분간격 50초 -&gt; 현재 15분 간격 50초</p>					

## 6. 묘삼세척




※ ‘묘삼세척’은 땅에서 재배된 묘삼에 묻어있는 흙이나 이물질을 세척해서 깨끗한 상태로 정식하기 위한 작업입니다. 기존 수돗물이나 이산화염소수보다 살균효과를 높이고 신선도를 유지하기 위해 ‘오존수’로 세척을 진행합니다.

### 6.1. 세척 전 준비작업

세척전 아래와 같이 준비작업 list를 check 합니다.

no	목록	상세내용	담당	check	
				일자	O,X
1	순화된 묘삼	1일 정식분량	000	/	
2	오존수생성기	동작여부	000	/	
3	바구니	1일 정식량 기준으로 준비 (1묶음 100개, 10개 묶음 약 5베드)	000	/	
4	양동이		000	/	
5	한지		000	/	

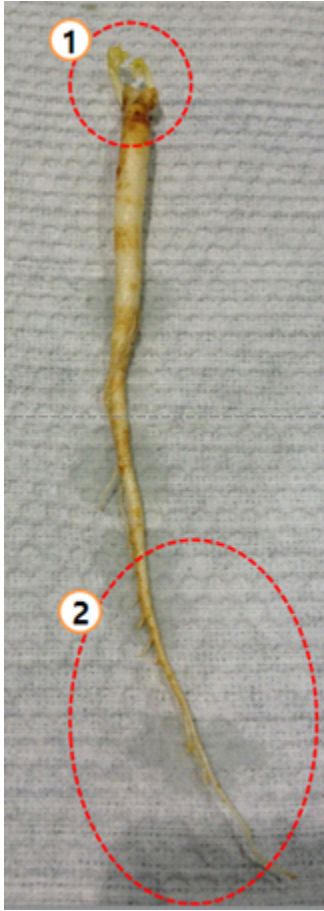

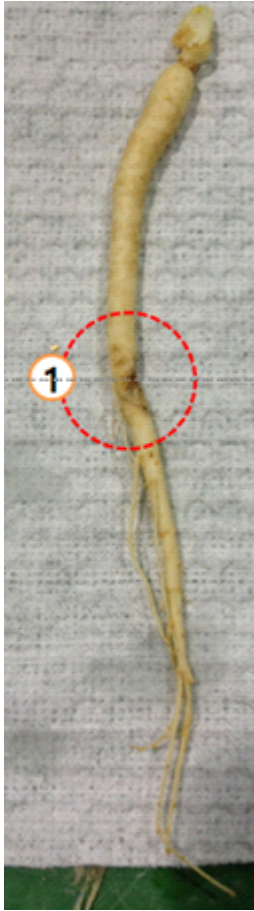
묘삼을 오존수생성기로 세척합니다.

		
<p>① 시험동 기계실에 있는 오존수생성기를 작동합니다. (농도 0.4ppm 맞춰져 있음)</p>	<p>② 오존수를 묘삼에 뿌려 흙, 이물질을 제거합니다. (약 10분간 세척)</p>	<p>③ 세척작업 중 불량묘삼은 분류합니다. (*정식 작업 중 불량묘삼 2차 분류 진행)</p>

\* 농진청에서는 2ppm으로 10분간 세척해야 세척효과가 있다고 함, 하지만 사람이 직접 작업하는 환경에서는 위험 수치이며, 향후 효과적인 세척 위해 적절한 농도 및 세척장치 필요함

6.2. 묘삼 선별

[ 정상묘삼 ]

		
<p>① 뇌두 약간 출아, 정식하기 좋음 ② 상처없고 끝뿌리까지 깔끔</p>	<p>①②해 입었으나 짓무른 흔적 아님, 괜찮음</p>	<p>① 손상이 있으나 크지 않아 괜찮음</p>

[ 불량요삼 ]

		
<p>① 뇌두 출아시 손상, 회복불가</p>	<p>① 물렁하게 짓무름</p>	<p>① 동체 손상이 큼</p>
		
<p>① 끝뿌리 짓무름</p>	<p>① 끝뿌리 짓무름</p>	<p>① 뇌두 손상</p>

\*끝뿌리 짓무름이 심하지 않을 경우 제거후 정식 가능.



## 7. 양액 제조

### 7.1. 양액제조

- ‘농촌진흥청 국립원예특작과학원 인삼과’의 김용범박사 특허 ‘청정수삼 및 인삼 엽 생산방법’에 근거, 양액을 양액구성표와 같이 구성
- 향후 비료양 조절시 경남농업기술원 양액재배연구실 양액기준표 기준으로 구성(\*양액구성후 반드시 EC: 0.5mS, pH: 5.7을 유지)
- 양액구성표 (재배동 수인삼 양액기준)

구분	비료명	화학식	단위	소요량(×100)
A액	질산칼슘(4수염)	Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> · 4H <sub>2</sub> O	kg/600L	28.35 kg
	질산칼륨	KNO <sub>3</sub>	"	4.95 kg
	질산암모늄	NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	"	.
	킬레이트 철	Fe-EDTA	g/600L	664.5 g
B액	질산칼륨	KNO <sub>3</sub>	kg/600L	10.2 kg
	질산암모늄	NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	"	2.4 kg
	제1인산칼륨	KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	"	4.05 kg
	황산마그네슘	MgSO <sub>4</sub> · 7H <sub>2</sub> O	"	14.85 kg
	붕산	H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub>	g/600L	75 g
	황산망간	MnSO <sub>4</sub> · 4H <sub>2</sub> O	"	60 g
	황산아연	ZnSO <sub>4</sub> · 7H <sub>2</sub> O	"	6 g
	황산구리	CuSO <sub>4</sub> · 5H <sub>2</sub> O	"	6 g
	몰리브덴산나트륨	Na <sub>2</sub> MoO <sub>4</sub> · 2H <sub>2</sub> O	"	1.5 g

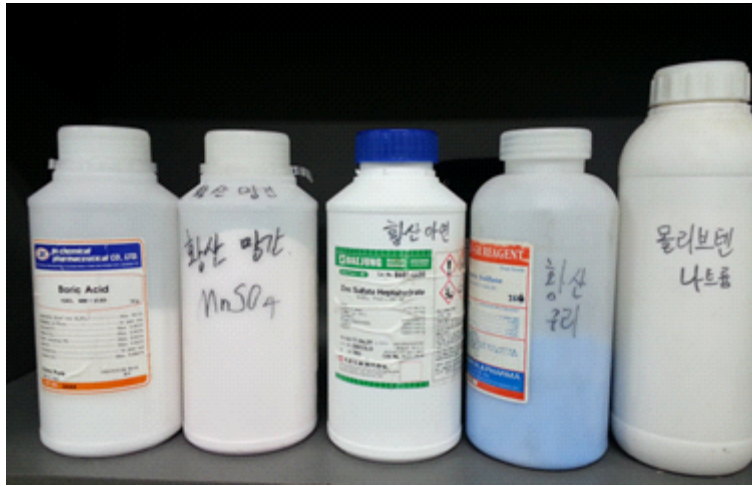
[ 측량 기구 ]

	
<p>미량저울 (g단위 미량측량)</p>	<p>일반저울(kg단위 측량)</p>

[ 양액 비료 1 ] (참고 보관용)

		
<p>질산칼슘(4수염)</p>	<p>질산칼륨</p>	<p>질산암모늄</p>
		
<p>킬레이트 철</p>	<p>제1인산칼륨</p>	<p>황산마그네슘</p>

[ 양액 비료 2 ] (사무실 보관)



붕산, 황산망간, 황산아연, 황산구리, 몰리브덴산나트륨



## 8. 정식

### 8.1. 정식 준비

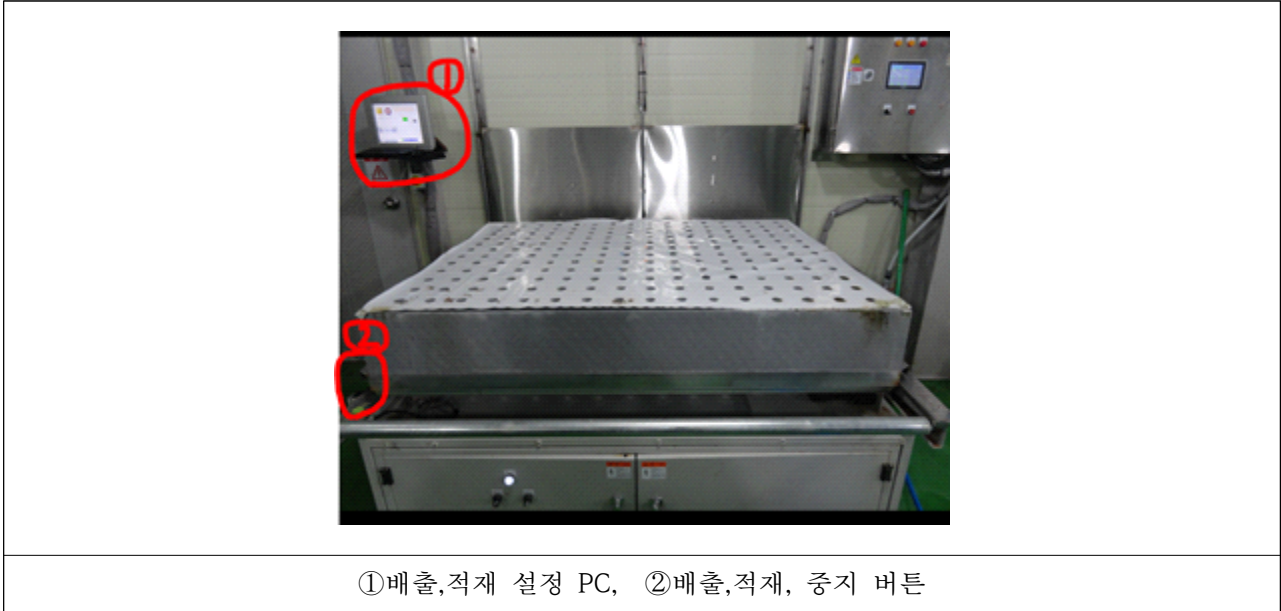
#### [ 정식준비 점검표 작성 ]

no	목록	상세내용	담당	check	
				일자	O,X
1	묘삼	순화된 묘삼 확인	000	/	
2	침지된 스폰지	56,000개 수량 확인	000	/	
3	지베레린 희석액	스프레이에 담긴 지베레린 희석액 (묘삼 발아촉진)	000	/	
4	의자	정식 투입인원수 만큼 의자	000	/	
5	작업 테이블	베드를 놓을 작업테이블	000	/	
6	앞치마, 토시, 장화	인원수 맞게 준비	000	/	
7	라텍스 장갑	정식시 필요한 위생장갑	000	/	

- 정식일별 필요인원표(이전 정식작업 평균값, 근무시간 1日8시간 기준)

총정식일	1일 정식량	필요인원	1인 1일 평균정식량	내용
5일	58베드	6명	9.6베드	1베드 3명 작업, 양쪽배출 활용
9일	35베드	4명	8.7베드	1베드 4명 작업, 한쪽 배출
12일	24베드	3명	8베드	1베드 3명 작업, 한쪽 배출

8.2. 묘삼 심기


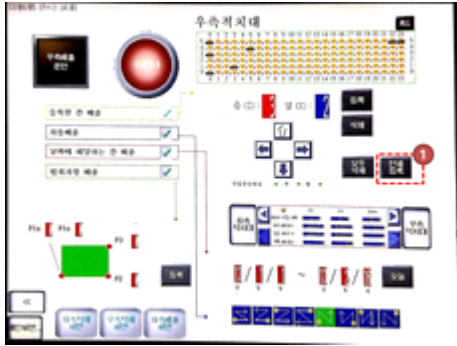
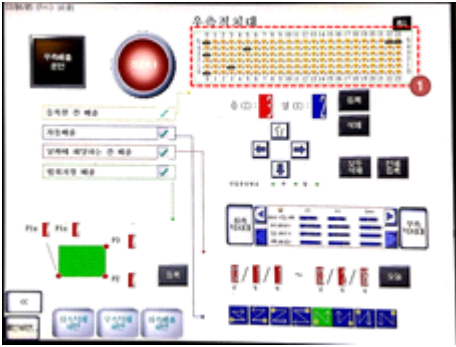
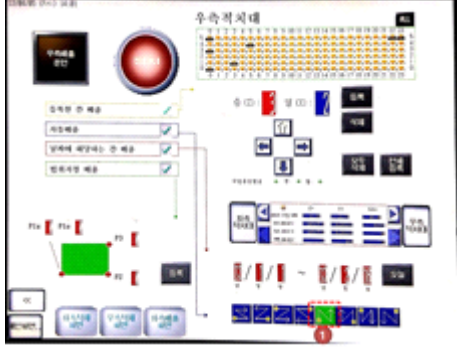


① 적재 설정



- 재배동 좌측베드 배출의 운전을 설정합니다.

<p>① 좌측운전&gt; '배출운전' 선택</p>	<p>② '전체등록' 버튼을 3초간 꾹 누름</p>
<p>③ 베드 표시색이 검은색-&gt;노란색 변함</p>	<p>④ 배출순서 메뉴 선택(1단6열부터 메뉴)</p>

- 재배동 우측베드 배출의 운전을 설정합니다.

	
<p>⑤ 우측운전&gt; '배출운전' 선택</p>	<p>⑥ '전체등록' 버튼을 3초간 꾹 누름</p>
	
<p>⑦ 베드 표시색이 검은색-&gt;노란색 변함</p>	<p>⑧ 배출 순서 메뉴 선택(1단6열부터 메뉴)</p>

- 통합운전으로 전체운전을 설정합니다.

	
<p>⑨ '통합운전' 선택</p>	<p>⑩아래 4개 선택표시 후 '전체운전' 선택</p>

- 정식 과정

- 정식을 끝낸 후 입고된 베드의 구역만 LED설정(불을 킴)을 해 놓습니다.



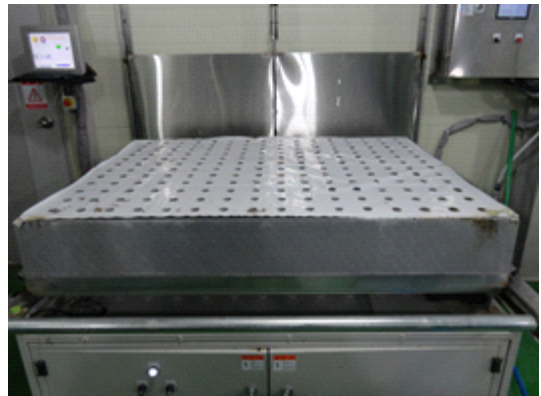
① 세척한 묘삼 준비



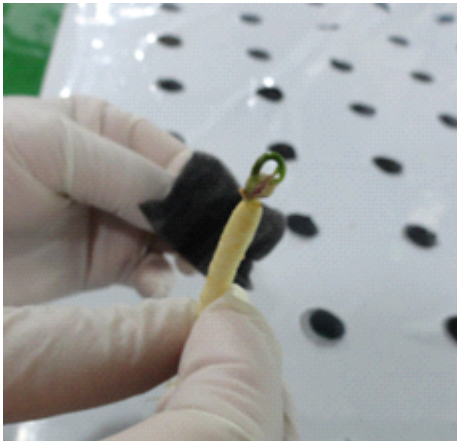
② 너두에 '지베레린' 처리를 합니다.(분사)



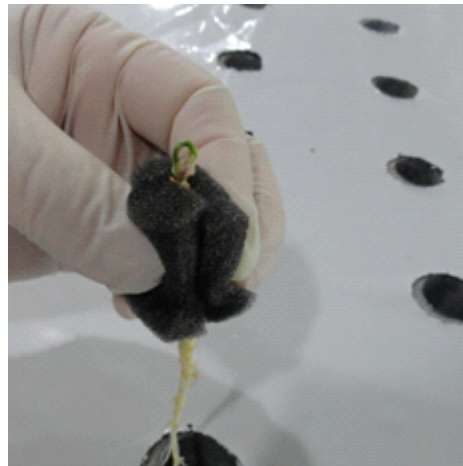
③ 레버 '자동', '배출' 버튼 누름



④ 빈 베드 배출



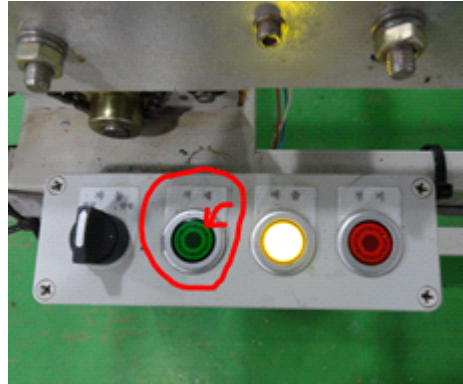
⑤ 스폰지와 묘삼



⑥ 스폰지 끝에 너두만 나오게 감쌌



⑦ 베드 구멍에 모두 끼움



⑧ '적재' 버튼을 누름, 베드 들어감

## 9. 재배

### 9.1. 생육조사





#### ① 생육조사 계획서 작성

- 조사 횟수, 조사항목 등 생육조사 기본 원칙을 세웁니다.
- 생육조사의 목적을 자세히 기입합니다.

목적1	조사목적		LED종류별 묘삼의 생육상태를 비교
	조사 베드	환경	적색LED설치
		위치	2-R-1단1열, 2-R-4단2열
	비교 베드	환경	백색LED(T5)
위치		2-R-2단4열, 2-R-6단22열	

#### ② 생육조사

- 생육조사에 필요한 준비물을 준비합니다.
- 생육조사판, 자, 캘리퍼스, 조사양식, 펜, 촬영라벨, 카메라, 라텍스장갑

	
30cm자	캘리퍼스
	
촬영라벨	미량저울

※ 데이터의 신뢰성을 주기 위해 촬영일, 눈금자, 무게 등을 사진 속에 담는다.

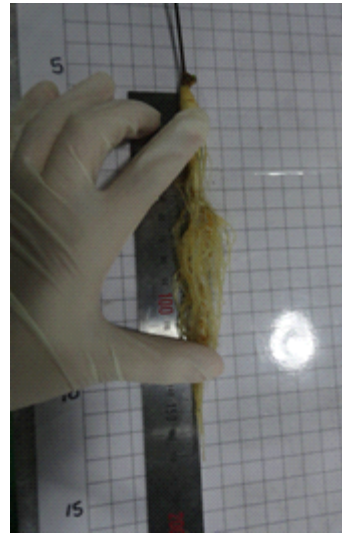
- 아래와 같은 순서로 생육조사할 베드를 꺼냅니다.

	
<p>① 조사할 베드를 꺼냅니다.</p>	<p>② 좌측베드 경우 좌측운전 &gt; 수동운전 클릭</p>
	
<p>③ 화면에서 '좌측수동운전' 클릭</p>	<p>④ 꺼낼 베드 열,단 입력후 'ENT'클릭</p>
	
<p>⑤ 꺼낼 베드 확인 후 '배출' 누름</p>	<p>⑥ '배출' 버튼색 바뀌며 설정완료</p>
	
<p>⑦ '배출' 버튼을 누름</p>	<p>⑧ 원하는 위치 베드가 나옴</p>

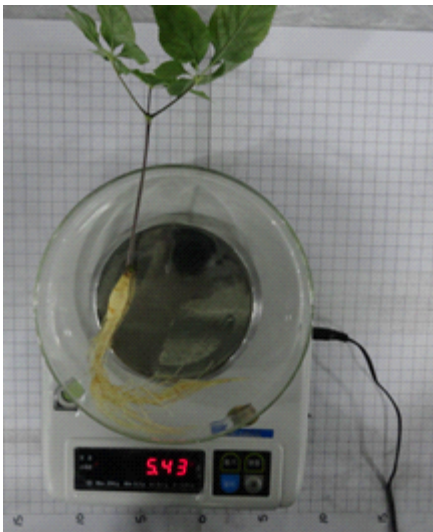
- 계획서에 기록된 위치의 수인삼을 꺼낸 후 생육조사판에 올려놓습니다.



① '초장' 을 측정합니다.  
앞끝부터 너두까지를 측정합니다.



② '근장' 을 측정합니다.  
너두부터 뿌리끝까지 측정합니다.




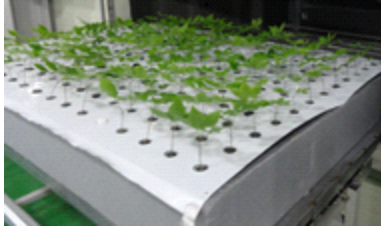
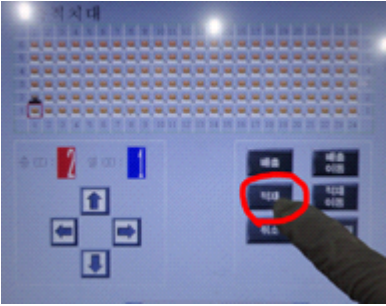
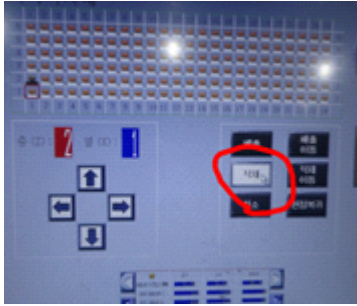



③ '생체중' 을 측정합니다.  
담는그릇을 뺀 개체순수 무게를 잹니다.



④ '근경' 을 측정합니다.  
가장 두꺼운 부분을 측정합니다.



- 조사가 끝난 수인삼은 씻은 후 원래 있던 베드에 재정식합니다.

	
<p>① ‘적재’ 버튼을 누름</p>	<p>② 베드가 들어감</p>
	
<p>③ 수동운전 &gt; 적재버튼을 누름</p>	<p>④ ‘적재’ 버튼 색이 바뀜</p>
	
<p>⑤ 셔틀이 베드를 넣을 위치 앞 확인</p>	<p>⑥ ‘적재’ 버튼을 한번 더 누름</p>
	<p>* 적재를 누른 후 셔틀이 베드를 넣을 위치 ‘앞’ 까지 이동합니다. * 위치가 정확한지 1번 확인한 후에 다시 ‘적재’ 버튼을 누르면 베드 적재가 완료됩니다.</p>
<p>⑦ 베드를 밀어넣는 것 확인</p>	

## 10. 수확

### 1) 수확계획서


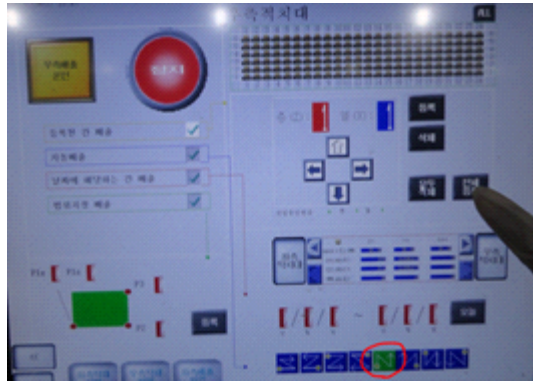
- 수확 1일 절차: 당일 수확, 세척 및 보관까지 진행합니다.

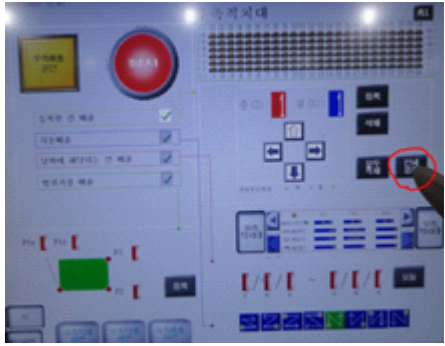
수확	→	세척	→	보관 (4℃)	→	뒷정리
9:00~15:30		15:30~17:30		17:30		18:00

- 점검표: 필요한 물품을 사전에 점검 할 수 있어야 함

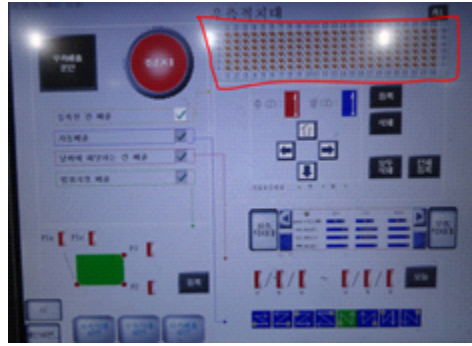
no	목록	상세내용	담당	check	
				일자	O,X
1	수확표	수확한 데이터를 입력	000	/	
2	빨강바구니,라벨지	수확, 세척한 수인삼 담는 용도	000	/	
3	한지(35cmx48cm)	보관시 뿌리부분 덮어 수분유지	000	/	
4	저울	무게를 측정할 저울	000	/	
5	기록양식, 펜	베드별 수확상태 기록	000	/	
6	물호스, 의자	수인삼 세척장비	000	/	
7	양동이, 재배박스	세척시 물을 담아 사용	000	/	
8	비닐	파삼, 폐스폰지 담을 용도	000	/	
9	앞치마, 토시, 장화	인원수 맞게 준비(방수)	000	/	
10	라텍스 장갑	정식시 필요한 위생장갑	000	/	

- 수확 시 베드배출을 순서대로 진행합니다.

	
① '배출운전' 버튼 클릭	② 배출방식을 설정



③ ‘전체등록’ 을 3초간 누름



④ 우측상단 베드전체 선택됨(베드색 변함)



⑤ 메인에서 ‘통합운전’ 누름



⑥ 4개 메뉴 선택 확인



⑦ ‘전체운전’ 누름



⑧ 4개 버튼 활성화(색 변화)확인

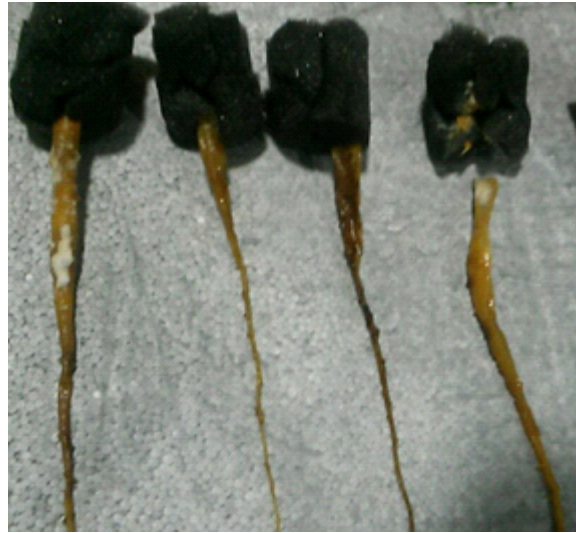
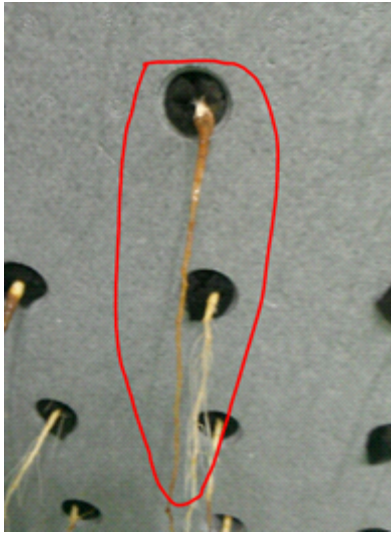
- '수확표' 작성

**4 작기**  
**재배1등 1단 수확계산표 (작)**

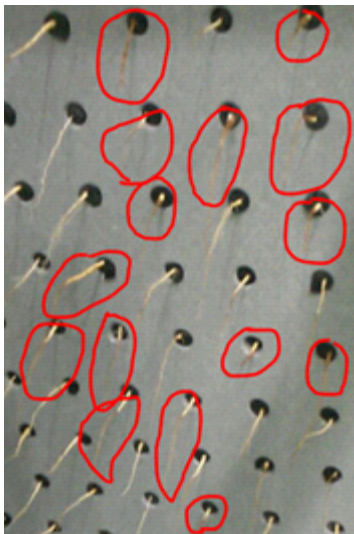
재배1등	농업소득	수확수	수	수확량	수량수	수량 수/작물수	수량/작물수
1.1	0801	110	80	180			
1.2	0802	181	11	795	20	145	04.28
1.3	0803	158	34	580			
1.4	0804	181	9	795	25	195	04.28
1.5	0805	171	19	795	28	215	04.28
1.6	0806	177	15	645	5	40	04.28
1.7	0807	161	31	595	11	80	04.28
1.8	0808	162	30	560	2	20	04.28
1.9	0809	161	29	675	14	110	04.28
1.20	0810	176	16	770	13	110	04.28
1.11	0811	176	16	715	20	145	04.28
1.12	0812	164	28	695	15	125	04.28
1.13	0813	220	47	115			
1.14	0814	158	34	715			
1.15	0815	179	13	625			
1.16	0816	178	16	775			
1.17	0817	285	6	675	10	85	04.28
1.18	0818	151	19	520			
1.19	0819	178	14	880			
1.20	0820	184	8	775	18	150	04.28
1.21	0821	176	16	820			
1.22	0822	182	10	865	13	120	04.28
1.23	0823	111	31	775			
1.24	0824	115	27	720			

- ① 상품 될 수 없는 개체(병들고 죽은 개체)
- ② 전체 수확 수 (=192주 - 죽은수)
- ③ 총 무게
- ④ 상품수 (원물, 수인삼포유 등)
- ⑤ 상품별 총 무게
- ⑥ 수확일자

- 병해 수인삼



① 뿌리무름병



② 뿌리끝썩음병





③ 곰팡이, 물러짐

- 베드 내 수인삼 수확

	
<p>① 수인삼을 다 뽑아 베드위에 나열</p>	<p>② 나열한 수인삼을 스폰지와 분리</p>
	
<p>③ 분리하면서 크기별 분류(상,중,하,파삼)</p>	<p>④ 분류별 무게측정</p>

- 수확 후 분류된 수인삼 세척

	
<p>① 재배박스에 물을 채움</p>	<p>② 수인삼을 물로 세척</p>

## 11. 처리 및 보관

### 1) 정상 인삼 상(上)

- 원물 상품, 세척 후 보관
- 2주 후 분리해서 뿌리 휴면 진행

상태			수확 즉시		수확 2주 후		
			1차	2차	3차	4차	5차
정상	상	잎	세척	보관 (4℃)	분리	건조	보관(4℃)
		뿌리				휴면	보관(0℃)

### 2) 정상 인삼 중(中), 하(下)

- 뿌리와 잎을 분리해서 각각 처리함
- 잎과 줄기는 건조 후 분말화, 뿌리는 세척 후 활성화 진행
- 下제품은 잎, 뿌리 분리 후 모두 건조

상태			수확 즉시				
			1차	2차	3차	4차	5차
정상	중	잎	분리	세척	건조	분말	보관(4℃)
		뿌리		세척	->	활성화	보관(4℃)
	하	잎	분리	세척	건조	분말	보관(4℃)
		뿌리		세척	건조	분말	보관(4℃)

### 3) 뿌리썩음 감염주

- 뿌리와 잎을 분리해서 각각 처리함
- 잎과 줄기는 건조 후 분말화, 뿌리는 세척 후 활성화 진행
- 下제품은 잎, 뿌리 분리 후 모두 건조

상태			수확 즉시				
			1차	2차	3차	4차	5차
뿌리 썩음 감염	상,중	잎	분리	세척	건조	분말	보관(4℃)
		뿌리		세척	->	활성화	보관(4℃)
	하	잎	분리	세척	건조	분말	보관(4℃)
		뿌리		세척	->	분말	보관(4℃)

4) 라벨이 붙은 바구니를 저온저장고(4℃)에 보관.

- 저온저장고 보관 전 저장고 상태를 확인합니다.
- 바구니 바닥에 한지를 깔고 수인삼을 담습니다.
- 위에 한지를 덮어 물을 적셔줍니다. (수인삼 뿌리의 수분을 유지하기 위함)
- 수인삼의 잎은 물기 있으면 썩음, 뿌리부분만 수분 유지할 수 있도록 함.



①수인삼에 한지를 덮고 스프레이 살포



②저장고에 교차로 쌓아서 보관함



## 12. 보고

- 기간별 생산현황 양식에 맞추어 기록합니다.

no	위치	정식기간	수확기간	총 재배일	정식수량(주)	생산(주)	생존율(%)	총 무게(g)	1주당 무게(g)
1	14년 2작기 (재배1동)	14/05/30-14/06/09	14/07/28-14/08/08	59-60	53,012	48,662	91.8	83,925	1.72
2	14년 1작기 (재배3동)	14/04/07-14/04/11	14/07/08-14/07/18	92-102	55,104	52,394	95.1	183,460	3.50
3	14년 1작기 (재배2동)	14/03/11-14/03/13	14/06/16-14/07/01	97-112	54,336	42,333	77.9	159,690	3.77
4	14년 1작기 (재배1동)	14/02/12-14/02/14	14/04/28-14/05/09	75-86	55,296	48,386	87.5	177,030	3.66
5	13년 3작기	13/10/11-13/10/18	14/01/12-14/01/27	93-108	165,888	151,675	91.4	671,135	4.42
6	13년 2작기	13/06/24-13/07/01	13/09/07-13/09/24	75-92	165,888	154,484	93.2	353,655	2.29
7	13년 1작기	13/02/25-13/03/11	13/04/30-13/05/15	64-79	165,888	—	—	—	—

# 물 품 공 급 계 약 서

공 급 받 는 자	상 호		공 급 자	이 름	
	계 약 일	20 년 00 월 00 일		연 락 처	
	납품기일	20 년 00 월 00 일		주 소	00시 00군 00면 00길
	납품장소				
공급가액 (부가가치세 포함) : 금			₩		원정

상세 내역					
<p>-품 명: 묘삼( 1년생 인삼)          -구매 수량: 00 채(1채= 750g)          -단가: 00000원/ 채          -품종: 재래종          -비고:</p> <p style="text-align: center;">* 입금은행: 00은행 000-000-00000 예금주(000)</p>					
총 금액[VAT 포함] (원)			₩		
<p>*계약금, 중도금 및 잔금은 발주서 또는 견적서에 명시하며 본 계약서에 금액 기재합니다.          *본계약서에 명시된부분은공급자및공급받는자에의해확인된사항입니다.          *공급자및공급받는자는본계약서의내용을충실히이행해야합니다.</p>					
계약금(50%)	₩	중도금	₩	잔금	₩
공 급 자(담당자) 성 명					(인)
공급 받는자 (담당자) 성 명					(인)

[서식 2]

## 청 구 서

1. 금 액 : 금 원정 (₩ )
2. 품 목 : 묘삼 (품종 : 재래종)
3. 생 산 자 :
4. 계 좌 번 호 : oo은행 000-0000-0000
5. 주민등록번호 : 000000-0XXXXXX
6. 농 가 주 소 :

상기와 같이 금액을 청구합니다.

청구자(생산자) : (인)

20 년 월 일

# 견 적 서

품명	규격	수량	단가	금액	비고
묘삼-1년생인삼 (품종: 재래종)	채		000원	000원	
합 계				000원	

상기와 같이 견적 합니다.

20 년 월 일

견적자 주소 :  
성명 : (인)

상기인이 자가생산함을 증명함.