

국내 시설원예 산업을 연계하기 위한 스마트 팜 기술 탐색

전략기술연구본부

권기현



CONTENTS

01

연구의 필요성 및 배경



02

연구의 목표 및 내용



03

적용 공정 및 기술



04

기대 효과



05

활용 방안



연구의 필요성 - 바이오 사업현황

바이오 산업 현황(국내외)

국내

- 건강기능식품 국내 시장규모는 '15년 약 21억 달러(2조 3,291억 원)로 '14년 약 18억 달러(2조 52억 원) 전년대비 16.2%가 증가
- 2011년 이후 지속적인 성장세를 나타내고 있음

국외

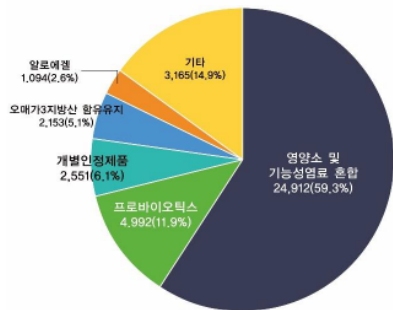
- 세계 건강기능식품 시장 규모는 1,179억 달러(약 131조 원, 2015년 기준) 규모로 추산됨
- 연평균 7.3% 성장하여 1,677억 달러(약 187조 원, 2020년)에 이를 것으로 전망됨
[미국 : 404억 달러(약 45조 원, 점유율 34.3%), 중국 : 163억 달러(약 18조 원, 점유율 13.8%), 일본 : 109억 달러(약 12조 원, 점유율 9.2%), 한국 : 21억 달러]

(바이오 자원/소재 국내·외 시장 현황 및 전망)

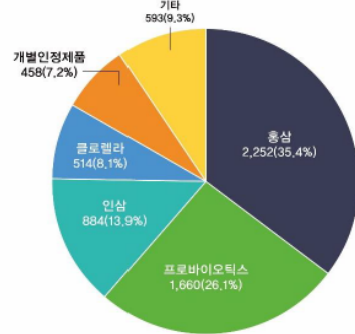
(단위: 백만불)

구분/년도	'12년	'13년	'14년	'15년	'16년	성장률(%)	
						CAGR	
국내시장	바이오자원/신소재	59,298	70,030	82,706	97,676	115,365	18.1
	친환경농업용품	262	274	386	299	312	4.5
	기능성 화장품	14,858	16,642	18,639	20,875	23,400	12.1
세계시장	바이오자원/신소재	3,007,760	3,383,729	2,806,696	4,817,849	5,420,000	12.5
	친환경농업용품	18,052	20,019	22,241	24,684	27,448	11.2
	기능성 화장품	3,899	4,047	4,200	4,358	4,522	3.78

수입액



수출액



(출처: 식품의약품 통계연보, 식품의약품안전처, 연구성과실용화진흥원, 2015~2016)

연구의 필요성 - 기술환경 요소

1. 스마트 팜(시설원예, 정밀농업)은 온실 통합 모니터링 시스템을 통하여 작물의 생육을 위해 온실 내부의 환경을 제어하고 실시간 센싱 정보(온실 환경 : 온도, 습도, Co2, 광량 등)를 저장하는 시스템을 구축·운영하고 있으나, 온실 제어 시스템이 작물의 생육·생장에 미치는 영향에 대한 데이터 취득 방법은 전문 재배사·농민이 수작업을 통해 기록하고 있어, 정량적인 성장 데이터 수집 시스템이 필요함
2. 온실 통합 환경 제어에 따른 내부 환경 변화 수치를 실시간 저장하는 빅데이터 시스템 구축을 진행하고 있으나, 실제 작물이 성장하는 정보는 데이터화 하지 못하여, 지능형 서비스 모델 개발은 불가능함
3. 농식품 유통과정의 품질 및 이력관리 부재에 따른 **경제적 손실(농식품 폐기·손실을 25%이상, 연간 7조원 이상)** 감소와 먹을거리의 안전성 확보를 위하여 생산, 유통, 판매, 소비 전 과정에서의 품질 및 유통 상황 정보를 실시간으로 모니터링하고 제어할 수 있는 유통기술이 필요함

1. 국내에서 시설원예 조건에서 생산성을 향상시키기 위한 활용기술이 부족한 상태이며, 단위공정별 적용 시 복합공정을 적용하는 기술보다 효율이 떨어지는 경향이 있으므로 **발아부터 생육 중 생장 촉진 공정 및 통합된 시스템 고도화 기술개발 필요**

2. 현재 국내의 농식품 이력관리 체계는 생산관련 이력정보만을 제공하고 있으며 농식품의 유통과정의 품질 정보는 제공하고 있지 못함. 또한 현재 각 부처별 독립적인 이력관리 체계를 가지고 있으며 소비자들이 직관적 사용에 어려움이 있음

* 축산물 이력제(농림축산식품부, 12자리), 수산물 이력제(해양수산부, 13자리), 식품이력제(식품의약품안전처, 18자리)

3. 천연·유기농 바이오제품 시장이 전 세계적으로 급격한 성장 추세를 이어가고 있음

- 항노화, 건강을 지키려는 소비자가 늘면서 특화식물 기반의 수요가 급증
- 기존 농산물의 막연한 컨셉을 넘어 원료/유형별로 효능강화형 세분 제품들이 출시되고 있음
- 국내 천연화장품 매출은 1조6,029억원(12.0%), 100억 원 이상 업체(97.3%)가 대부분 차지

1. 대내·외 산업 환경변화 및 적용 첨단 기술발전에 발맞추어 지역의 미래 먹거리를 지속적으로 확보할 수 있도록 새로운 지역경제 발전확장모델로 전환 필요
2. AI와 IoT 핵심기술을 기반으로 제4차 산업혁명에 대한 산업계의 관심 증대
 - 정보 추상화에 초점을 맞추면서, 객체의 구현보다는 기능 수행으로 전통적인 산업의 애로사항을 해결하는 새로운 방법론으로 대두
3. 환경제어 및 바이오 융합 기술을 활용한 효능성분을 활용한 특화식물의 기능 강화성 소재는 국가 농생명 바이오산업의 창조경영에 필수적 요소임
4. 최근에는 섭취, 피부에 활용 등이 가능한 미용 식품 개발 분야가 폭발적인 성장세를 보이고 있어 생물 자원의 수요는 나고야 의정서 발효 시점에서 더욱 증가할 것으로 예상됨. 이에 따라 소비자 니즈에 부합하고 원료 생물자원 수입을 대처 할 수 있는 농산 부산물의 활용도를 제고할 수 있는 연구가 필요한 시점임

1. ABC(AI·Bigdata·Cloud) 기술 기반을 융합한 스마트 팜의 고부가 전략산업으로 확장하기 위해서는 다양한 분야에 기술 융합과 고도화 및 전문화가 요구되지만 발아, 생육, 안전, 생산비용, 노동력 등의 기술적 우위확보가 중요한 요소임
2. 작물별 온실 통합환경 제어 데이터 부족→기업 별 자체 DB 확보에 노력하고 있으나 개별 농가에서 한시적으로 데이터 취득으로 인한 데이터 분석 불가
3. 시설원예의 핵심기술인 센서, 생육환경제어 관련 단위 장치나 핵심 부품이 주로 수입 제품을 활용하고 있으며, **국내 기업**의 경우 일부 부품이나 단순한 센서를 생산하고 있는 실정이며, 국내기술발전과 기업 성장을 통한 **기술 고도화** 및 **전문화**가 필요함

1. 온실에서 사용되는 정밀 에너지 제어 기술의 부족, 실증테스트베드의 경우 단기간에만 지원되어 실제 상용화 수준에는 미흡함

- 시설원에 생육환경 유지를 위해서는 혹서기 및 혹한기 상황에서 요구되는 에너지의 생산/재활용/분배 및 재생산 등 과정에서의 효율적인 네트워크 운영이 필수적이거나 국내 스마트팜 시스템에서는 구축되지 않은 상태임

2. 종자의 발아, 성장성 향상을 위한 기업 자체 개발 능력 부족, 온실 내 원수/양액/폐액/환경제어 등의 에너지 소비에 따른 작물 생육상태 정량화 기술 필요

3. 생육정보 정량화 및 빅데이터 가공을 통한 ICT융합기술 개발·실증으로 스마트 팜 ICT 기업 및 농가 소득향상을 위한 서비스 기술 실증을 통한 관련 시장 촉진 필요

바이오 사업현황 – 국외

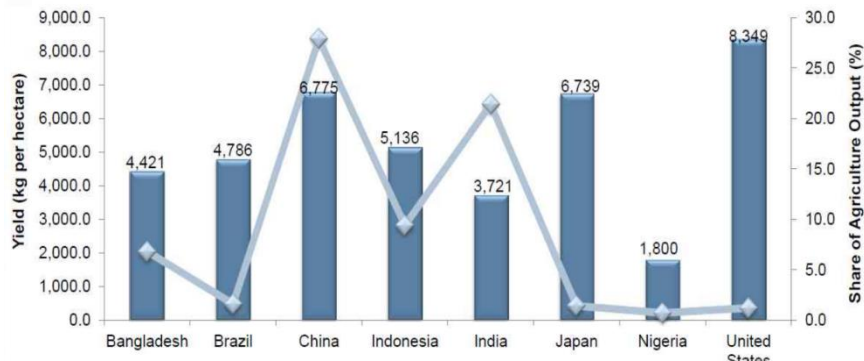
국가	대응방안
미국	<ul style="list-style-type: none"> · 국가바이오 경제 청사진 실천을 위한 생명연구자원 분야별 연구개발 강화 · 생물자원 분야는 비영리 기관이나 상업적 영역에서 글로벌 거버넌스 확보 노력
EU	<ul style="list-style-type: none"> · Horizon2020 재조명을 통해 생명연구자원 인프라 구축 및 나고야의정서 대응방안 마련 · 식량안보, 지속가능한 농업, 어업 및 해양연구를 위한 유럽전체 생물자원의 정보화 및 관리기능 강화 (EMBRC, ELXR 등)
일본	<ul style="list-style-type: none"> · 정부차원의 생명연구자원에 대한 프로젝트 수행 및 해외 자원에 대한 산업계 이용 확대 · 문무과학성 주도 '국가 생물자원 프로젝트(NBRP)' 통한 생물자원에 대한 체계적 수집, 보존 및 제공 체제 정비 및 생물다양성 국가전략(12-20) 지속적 추진을 통한 보전 및 확보 체계 강화
중국	<ul style="list-style-type: none"> · 정부차원의 유전자원 관리 및 안전에 관한 입법 추진과 사막화 방지 연구센터 추진 · 국무원과 화의는 중국이 풍부한 유전자원에 대해 관련법이 기술발전에 대해 뒤쳐져 이에 대한 법안 마련 강구

바이오 사업현황 - 국내

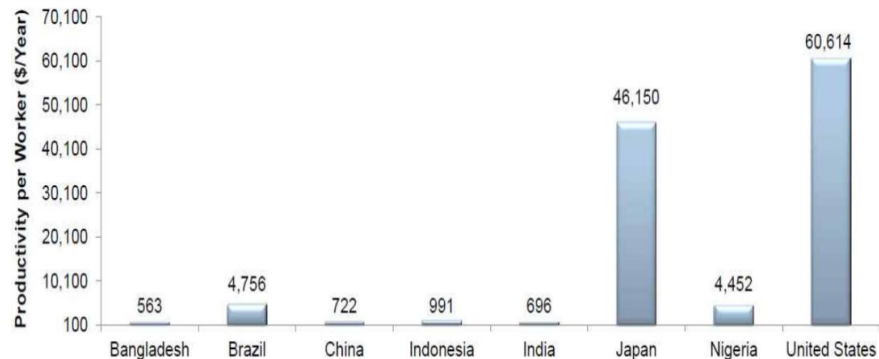
제조사	상품명	특징
CJ제일제당	팻다운 파워번 마스터	체지방 감소 및 체내 에너지 생성에 도움 (주성분 가르시니아캄보지아추출물)
	이너비 잇뷰티	피부건강(주성분 히알루론산, 고농축 사과와 레드자몽 과즙)
대상	오(Eau)스튜디오	스트레스해소, 긴장완화, 피로회복 (주성분 홍초, 테아닌, 아르기닌 타우린)
한국야쿠르트	Look 팻 스타핑	지방합성 억제 (주성분 유산균, 판두라틴, 가르시니아캄보지아추출물)
	콜라겐화이트	보습(피쉬콜라겐과 식이섬유)
코카콜라	태양의 마테차	체지방 분해 다이어트 및 노화 방지(주성분 마테잎)
현대약품	미에로뷰티엔	건조한 피부 도움 및 몸매관리(주성분 N-아세틸 글루코사민)
아모레퍼시픽	비비(V=B)	피부 콜라겐 보충(저분자 콜라겐)

스마트 팜 산출물 및 효용성 비교

스마트팜 산출물

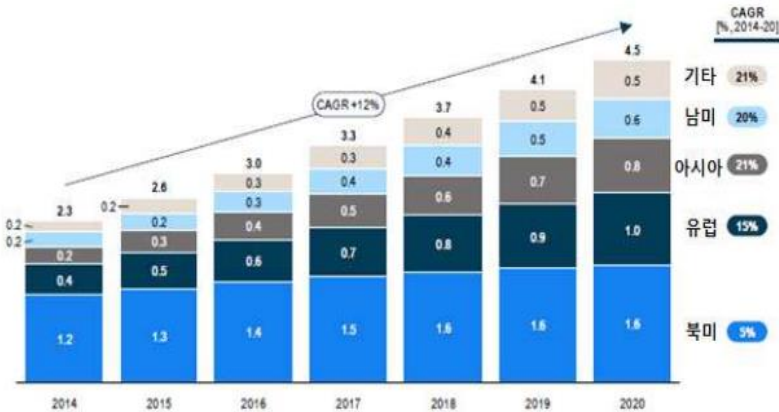


스마트팜 효용성



스마트팜을 통한 산출물 및 부가가치 비율에서 미국이 가장 높은 것으로 분석되었으며, 아시아 지역에서는 일본의 영향력이 매우 높은 것으로 나타남

세계정밀농업 스마트 팜 시장 동향



기술분야	시장 전망
Markets and Markets	'15년 30억 달러, '22년 78.7억 달러 / 연평균 13.47% 성장 ('16~'22년)
Grand View Research	'16년 30.3억 달러, '25년 102.3억 달러 / 연평균 14.2% 성장 ('14~'25년)
Research and Markets	'16년 31.8억 달러, '22년 70억 달러 / 연평균 12.14% 성장 ('17~'22년)
Orian Research	'16년 33.6억 달러, '23년 70억 달러 / 연평균 15.25% 성장 ('16~'23년)
BCC Research	'16년 33억 달러, '21년 59억 달러 / 연평균 12.4% 성장 ('16~'21년)
Allied market research	'22년 78억 달러 / 연평균 14.9% 성장 ('16~'22년)

· (출처) Business opportunities in Precision Farming: Will big data feed the world in the future, Roland Berger(2015, 7)

독일 컨설팅기업 Roland Berger에 따르면 정밀농업 세계시장은 27.3억 달러*(14년)이며, 연평균 12% 성장하여 '20년에는 53.3억 달러로 시장규모가 지속적으로 성장할 것으로 전망됨

- 전체 시장에서 북미 지역 52.1%, 유럽 지역 17.4%로 정밀농업 시장을 선도* ('14년 기준)
- 북미와 유럽 지역은 농업인들의 전문성이 높고 ICT 기술에 대한 적응과 교육 의지가 높아 정밀농업이 타 지역에 비해 빠르게 정착하고 시장을 형성

* 유럽 지역이 북미 지역에 비해 시장규모가 1/3 수준인 것은 대규모 경작지가 적은 것이 큰 요인으로 분석

- 아시아, 남미 등 개발도상국은 정밀농업이 초기 단계에 있지만 연평균 20% 내외로 성장할 것으로 전망

국내 스마트 팜 시장 동향

스마트 농업분야 관련 국내시장규모 및 전망

(단위: 억 달러, %)

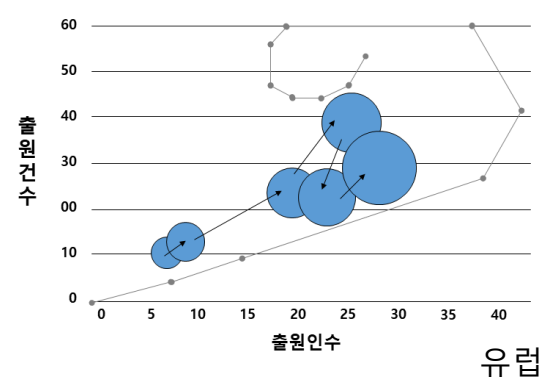
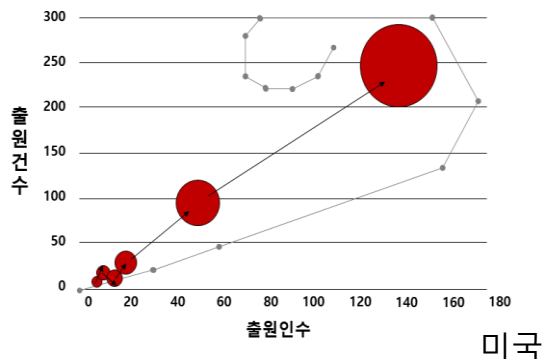
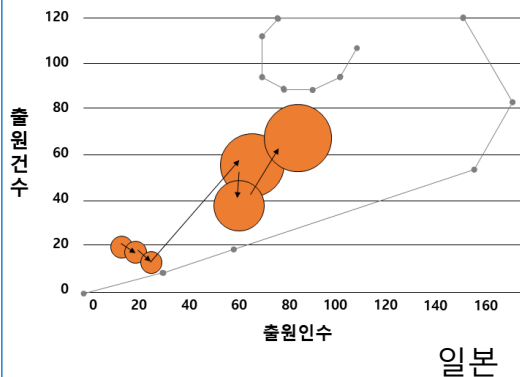
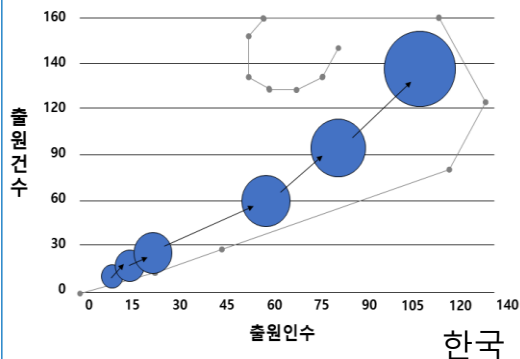
구분	'15	'16	'17	'18	'19	'20	CAGR ('13~'15)
스마트팜	16,251	17,340	18,502	19,741	21,064	22,475	6.7
식물공장	1,800	2,759	2,944	3,141	3,352	3,575	53.3
지능형 농작업기	18,000	21,600	23,047	24,591	26,239	27,997	20
합계	36,051	41,699	44,493	47,474	50,655	54,048	14.5

○ 국내 스마트 농업 생산 관련 시장은 '12년 2조 4,295억 원에서 **연평균 14.5%씩** 성장하여 '20년 기준 5조 4,048억 원 규모가 될 것으로 전망함 (중소·중견기업 기술로드맵 '17~'19)

- '12년 스마트팜 생산 시스템 관련시장은 1조 3,378억 원으로 전체 시장의 약 55%를 차지함
- '12년 지능형 농작업기 관련 시장은 전체 시장의 약 42%를 차지하고 있으나, 연평균 20%씩 성장하여 '20년 기준 약 52%의 점유율을 차지할 것으로 전망함
- 식물공장 관련 시장은 시장 형성 초기 단계로 '12년 500억 규모에서 연평균 53.3%씩 성장하여 '20년 기준 3,576억 원으로 성장할 것으로 전망함

국내외 특허 동향 - 스마트팜 기술성장 단계

스마트팜 기술성장 단계



국내 스마트팜 기술에 대한 특허 출원동향 구간별 분석에 따르면, 1~3구간에 비해 4~6구간 간 출원건수가 급격히 증가하는 것으로 파악됨

미국은 정밀제어 분야 스마트팜 관련 특허출원 빈도가 4~6구간에 이르러 비약적으로 증가하고 있으며, 이를 통해 미국 내 기술도입에 따른 성장 가능성 확인 가능

일본 스마트팜 기술에 대한 특허 출원동향 구간별 분석에 따르면, 1~3구간('93~'04년) 내에는 출원인수 및 출원건수가 감소하나, 이후('05~'16년) 출원인수 및 출원건수가 지속적인 증감추세를 보임

유럽에서의 스마트팜 기술 출원동향은 국내·외 출원동향과는 달리 4~6구간 내에서 출원인 및 출원건수가 증감하는 추세를 보임

연구 및 성과목표

연구목표

ABC(AI·Bigdata·Cloud)기술기반 고부가제품
(Health & Skin care Products) 상용화구축



성과목표

생산유발매출 777억원, 고용 116명, 지식재산권 28건,
국내외논문 18건, 제품 4건

총괄 : ICT 융합 생육 환경 제어 상용화

육묘 생육환경 고도화

생육촉진/지표물질 증강

In house 복합환경제어 시스템

품질모니터링 상용기술



세부2 : 바이오 융합소재 및 제품 개발

바이오소재 제조 공정 고도화

헬스케어제품 생산공정 및 시스템 확립

지표물질 기반 건기식품 개발

복합물질 활용한 코스메틱용 소재 실용화

세부1 : 생육정보 서비스 플랫폼 상용화

In house 생육환경 수집 및 DB구축

생육작물 생육정보 추출기술 고도화

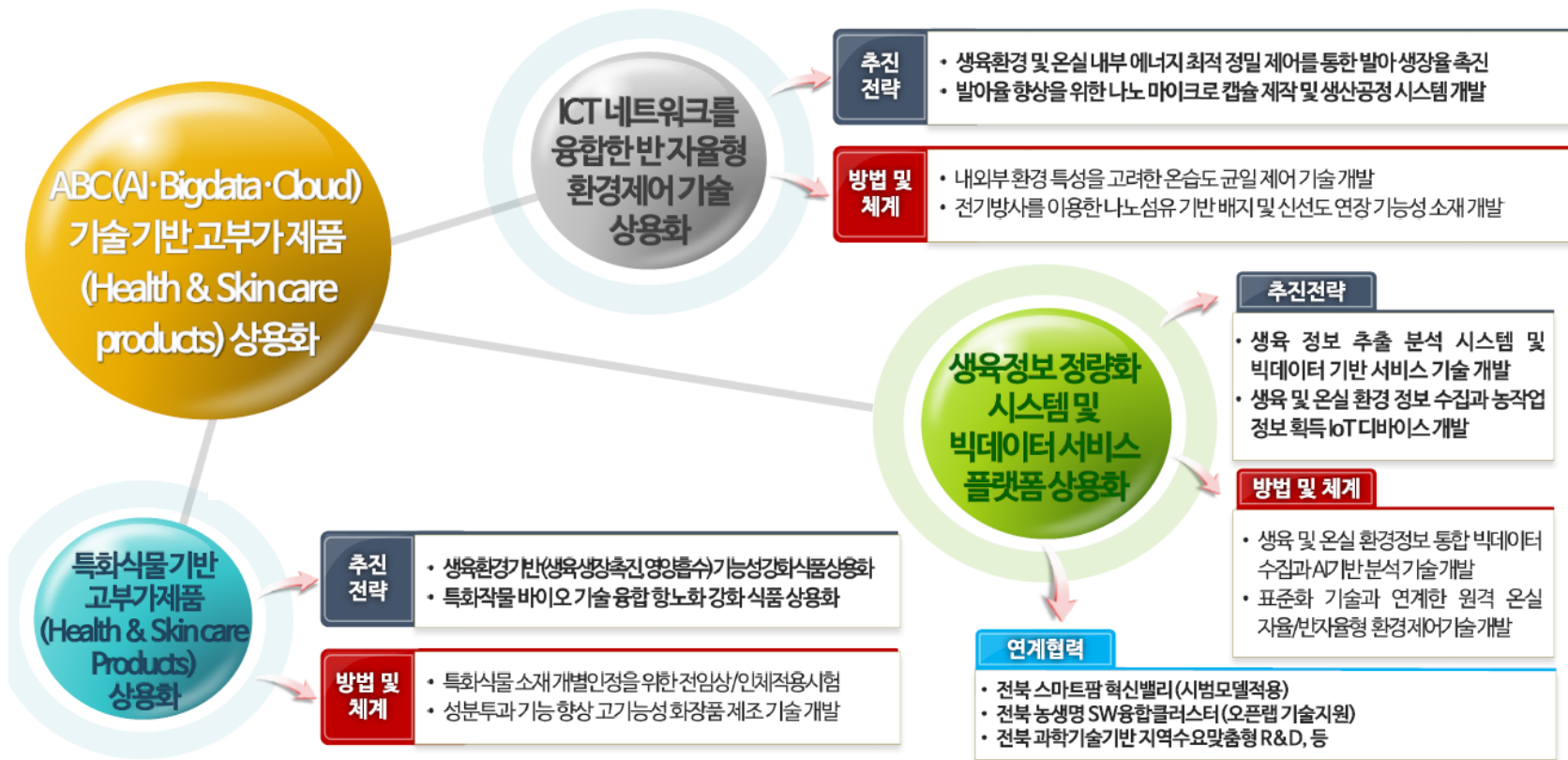
빅데이터 취득/분석/서비스 상용화

ICT기업/생산농가 서비스 상용화

분야별 핵심 협업 추진도



핵심기술별 추진전략 및 방법/체계



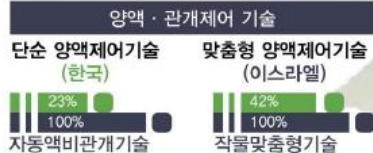
국내외 핵심 개발 기술 비교

■ 국내외 스마트팜 시스템 핵심기술 비교

생육환경제어기술



생육모델을위한 빅데이터기반서비스



밭아울 및 생육 촉진 기술

농작업 관리기술



스마트작업관리기술



에너지네트워크 정밀제어기술

국내외 기술수준 기술수준 및 격차



현재기술격차 45%
 → 본 사업 완료 후 10%

특화작물 친환경 융합소재

- Biofood, 미래 Probiotic, 타겟형 강화식품
- 고령화 및 노인성 질환 극복 소재 식품
- 정신건강 및 특수 기능성 맞춤형 바이오 식품
- 공정 및 시스템(초임계 이산화탄소, 초고압)
- 화수 및 수용화(마이크로 에멀전, 나노 분말, 유동층 건조, 드럼건조 등)
- 나노 코팅 및 융합기술

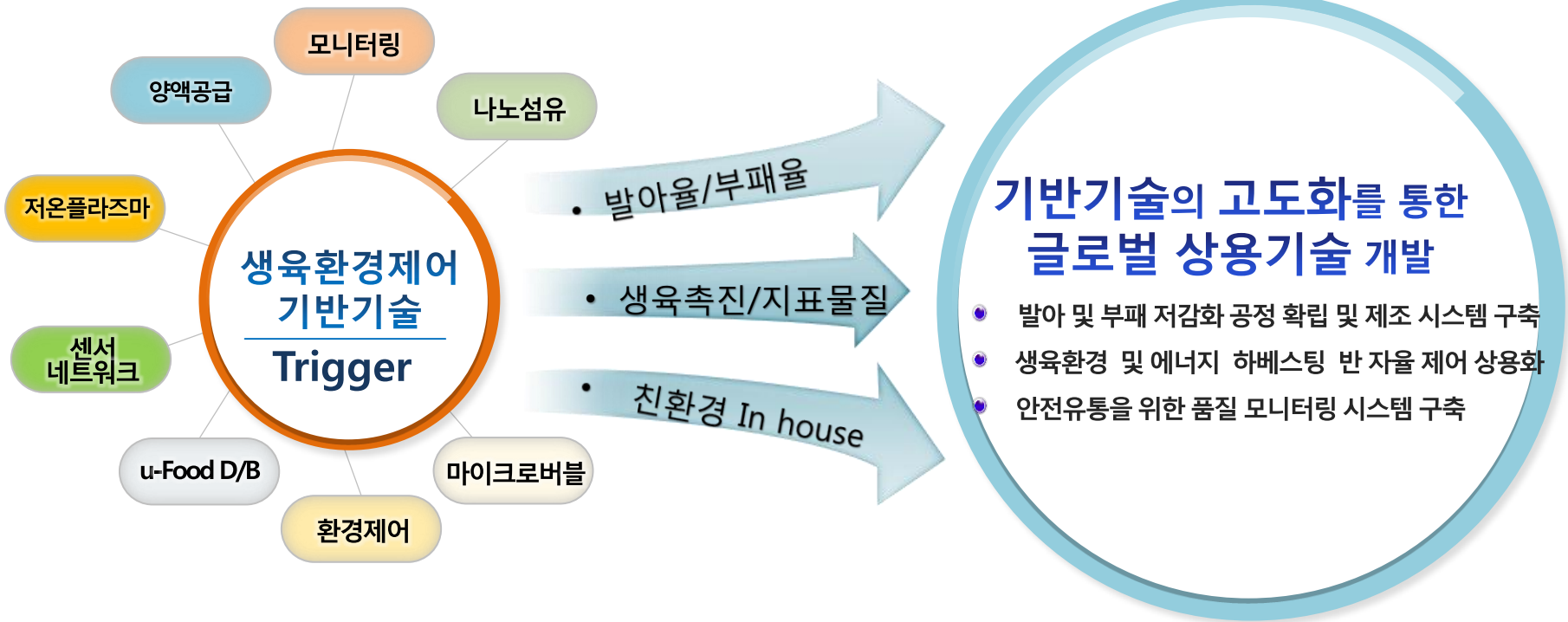
단계별 바이오 산업 핵심 개발 기술

ABC(AI·Bigdata·Cloud) 기술 기반
고부가 제품 (Health & Skin care products) 상용화

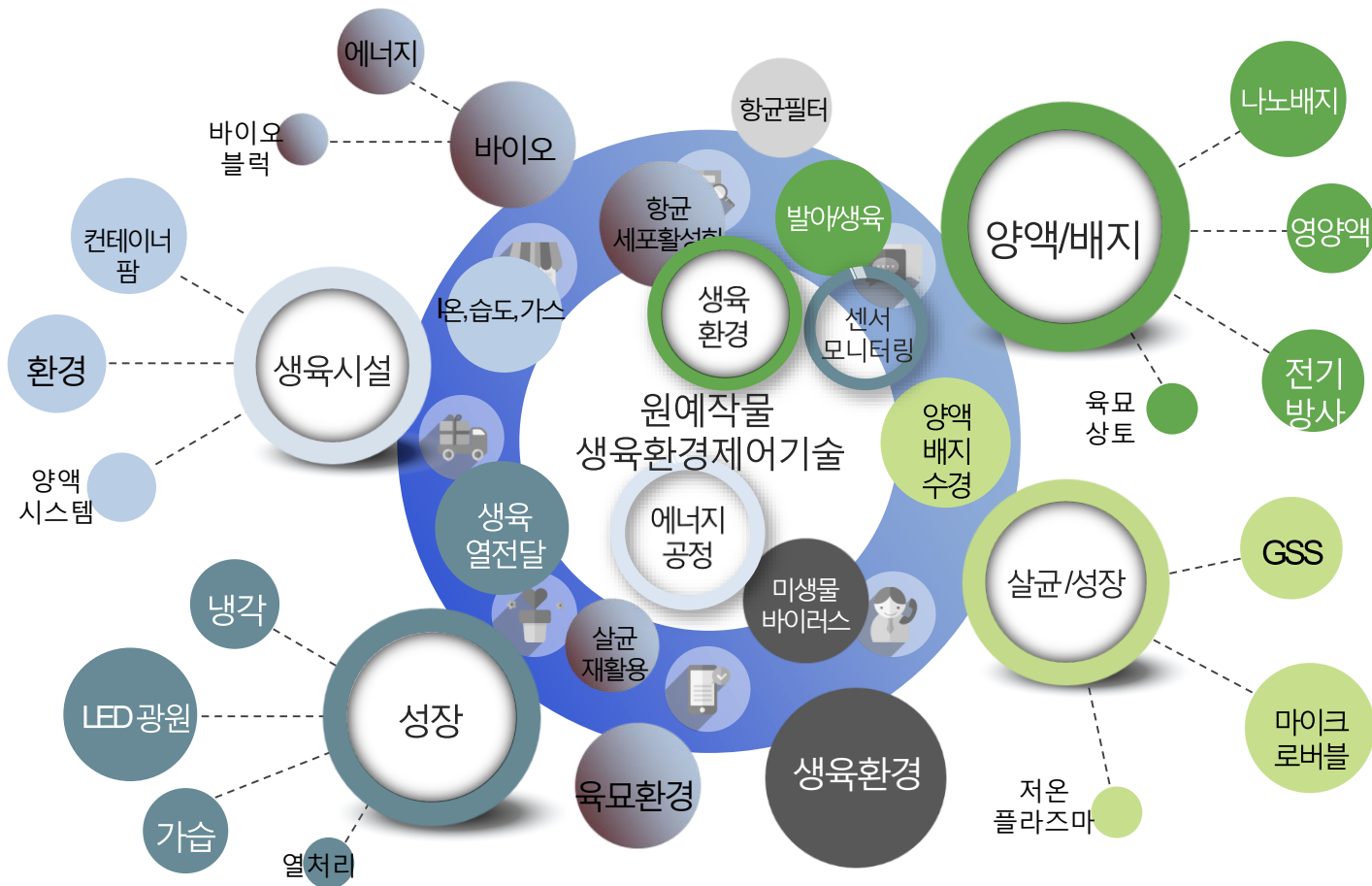
특화식물 생산 자동화 시스템을 통한
바이오 제품 생산 기술 개발

특화작물 활용한 고부가 바이오
생산 자동화/소재/물류/수출기지 구축





개발 단위공정 및 기술



주요공정별 개발목표

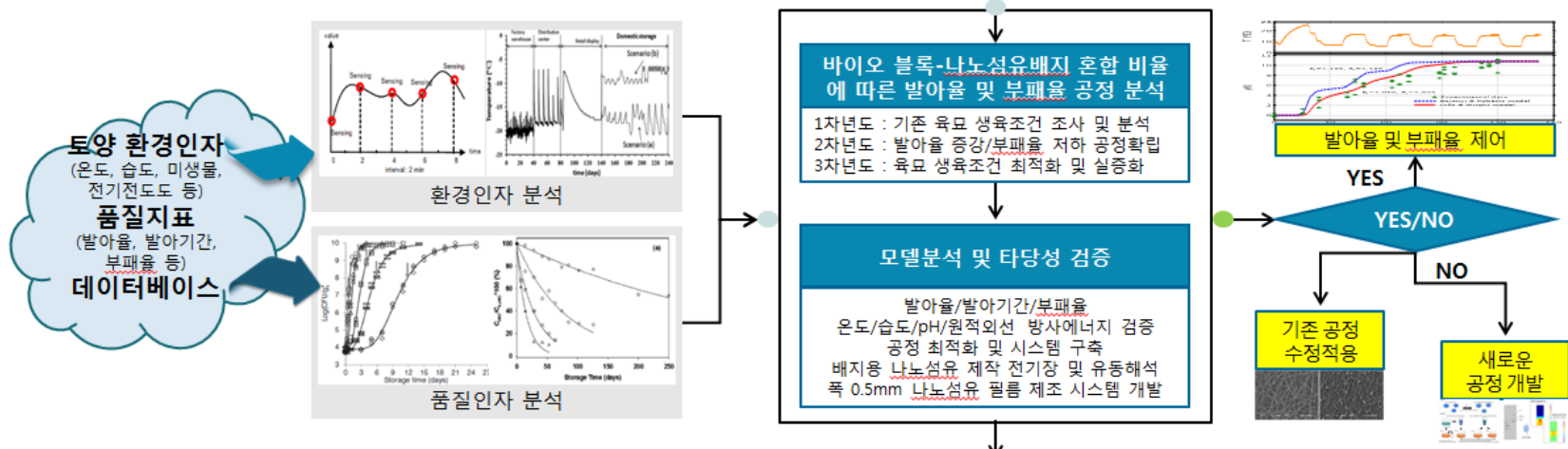
주요공정	단위공정	현황 및 현장에서 문제점	개발 할 기술 및 제품	기술개발 목표
육묘	육 묘	육묘 영양배지 - 육묘 후 영양 공급 중단으로 발아율 저하	나노 섬유 배지 제조 및 캡슐화 - 육묘 기간 영양 공급 및 가습유지	<ul style="list-style-type: none"> · 발아율 95% 이상 · 발아 손실을 10%이하 · 육묘 부패율 10%이하 · 생육축진 25%이상 · 생육기간 20% 증가 · 유효 지표물질 10% 증가 · 양액 내 항균 $\leq 10^3$ 이하 · 온실 내 항균 $\leq 10^3$ 이하
발아	발 아	발아율 향상 - 상토 호흡저하 및 부패로 인한 발아율 저하	바이오 블록 및 나노 항균 필름 - 원적외선 방사율 ≥ 0.905 - 나노 항균 필름 항균력 $\leq 10^3$	
특화작물 생육축진	양액흡수	양액 및 수경재배 흡수/양액 오염 - 생육환경 - 양액 및 수경 액 오염	바이오 블록/저온 플라즈마/스크린필터 - 원적외선 방사 에너지 $3.56 \times 10^3 \text{ w/m}^2 \cdot \mu\text{m}$ - 저온 플라즈마	<ul style="list-style-type: none"> · 온실 내 강제 나노 가습공정 시스템 개발(95% 균일가습) · 온실 내 공조 항균 및 제어 시스템 개발(청정도 10,000) · 양액 항균 공정 및 시스템구축(원적외선, 마이크로버블, 저온 플라즈마) · 양액 재활용(70%) 및 재순환 공정(오염도 95% 제거) 및 시스템 구축(스크린필터, clo2) · 온실 및 생육 환경제어 프로그램 개발 및 시스템 구축(센서네트워크, 실시간 모니터링, 인식을 95%이상, 데이터 안정을 95% 이상)
	생육축진	생육기간 최소화 - 기존 생육기간 최소화 - 복합공정 적용 전무 - 성장 축진 공정 요구	마이크로버블/바이오 블록/열전소자 - 마이크로 버블 10um 이상 - 방사율 ≥ 0.905	
	LED 광원	특정 파장 광원/발생열 - 외피 열화상 및 내부 온도상승-에너지 소비 - 생육 중 광원 손실 20% 이상	가시광선영역 파장/PCM - 반자율형 광원 조사 공정 및 시스템 - 0, 5, 10도 PCM 및 열전소자 적용 열원 제어	
온실내부 환경제어	환경제어	온도/습도/가스/미세먼지/균일제어 - 기존 온실 내 환경은 단순 온도/습도/가스 - 센서 감지에 의한 셋팅 단순 On/Off	복합환경 센서 및 제어 프로그램 - 반자율형 온실 환경 센서 개발 - 온실 복합환경 제어 시스템 구축	
	양액환경	물리적/생물학적/화학적 - 양액 물리적/생물학적/화학적 처리기술전무 - 주기적 Haccp 기준관리 수준처리	양액 및 수경 복합환경관리 제어 시스템 - pH, ORP, 미생물, 버블 사이즈, 탁도, BOD, COD, 양액농도 등 측정/분석/관리 시스템 구축	
	CPS	온실 및 양액 등 생육환경 제어 부족 - 기존 온실 내 환경은 복합환경제어 부족 - 반 자율형 융합환경제어 공정 및 시스템 수입	온실 내 생육환경 반자율 시스템 구현 - 외기 환경/내부 공조환경/양액환경 등을 통합하여 온실내 생육환경 반 자율형 제어	

선행기술 및 핵심개발기술

상토 및 육묘 환경 변화에 대응한 발아 및 부패 절감 기술

육묘 생육공정 기술 고도화

- ▶ 특화작물의 육묘 환경 조건이 온도/습도/미생물/공기 통기성/영양공급 등의 융합 솔루션 모델 기술
- ▶ 발아율 증강을 위한 공정 분석 및 고도화/발아배지용 나노 섬유 제조공정 설계 및 구축



최종성과목표

발아율 90%이상, 부패율 10%이하

선행기술 및 핵심개발기술

생육환경 내 복합처리 기술을 활용한 생육촉진 및 지표물질 증가

생육환경 기술 융합화

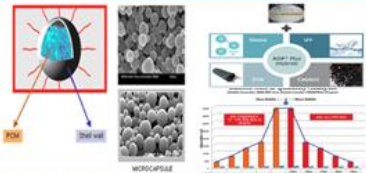
- ▶ 특화작물의 생육기반에서 복합공정을 적용한 생육 촉진 및 환경제어 기술
- ▶ 대기온도/수온/습도/pH/가스/BOD/COD/ORP/탁도/EC/공정 확립 및 실용화

바이오 블록(10)



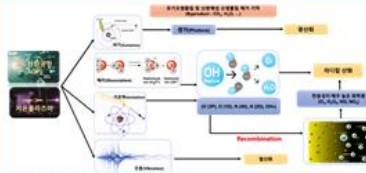
방사 에너지 : $3.56 \times 10^3 \text{ w/m}^2 \cdot \text{um}$
 방사율 : 0.926 um
 음이온 : 114 ION/cc
 기능 : 물의 활성화(물분자→Cluster), 온열 및 발한효과로 혈관확장/신진대사촉진, 모세혈관현상에 의한 대사활동 생육 촉진, 음이온과 융합시 항균 및 물질분해

Hybrid Bubble(5)



나노 및 마이크로버블 평균 입경 $20 \sim 40 \mu\text{m}$
 양액 원시표준액 pH 6.0 ± 0.2 , EC 1.0 ± 0.2
 양액 /마이크로 버블 공급주기 5, 15, 30분
 Hybrid 버블 소멸시 발생하는 초음파/음압/고열 등이 미치는 기능 분석
 마이크로 버블 제조 후 유지 지속시간
 기능 : 생물 생육/촉진/영양흡수/살균

저온 플라즈마(5)



기능 : 이온/전자/라디칼/UV 등의 구성원 소로 물리 화학적 자극으로 세포활성화, 살균
 기존 O3 방식 → 글로우 방식 OH Radical
 활성자유전자와 물의 반응

- $e_{aq}^- + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H} \cdot + \cdot\text{OH}$
- $e_{aq}^- + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}^- + \text{OH}^-$
- $e_{aq}^- + \text{O}_2 \rightarrow \text{O}_2^-$

LED 광(10)



성상용 LED 450~660nm(Red, Blue)
 광합성이 가능한 거리 및 광원을 활용한 생장촉진과 성장 메커니즘 규명
 LED 발광판 바이오 블록 적용 발열체
 LED 파도라마 공정 분석 및 성장 스펙트럼 구축

최종성과목표

생육속도 30%이상, 지표물질 20%이상

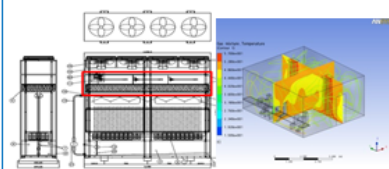
선행기술 및 핵심개발기술

생육환경 내 복합처리 기술을 활용한 온실 내외 환경 제어

In house 환경 기술 융합화

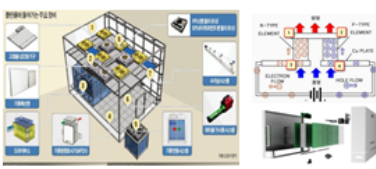
- ▶ 특화작물의 In house 환경 제어를 위한 단위 공정 확립 및 융합 환경제어 기술
- ▶ 온도/습도/가스/미세먼지/미생물/공정 확립 및 실용화

강제증발식 가습시스템



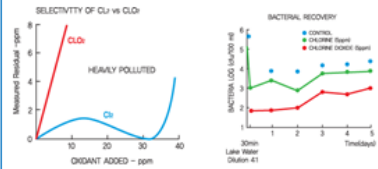
In house 내 가습 능력 RH 90-97%
 In house 환경 내 무결로 및 균일 가습 80-95% 유지
 In house 내부 오존분석 및 미생물 제거율 측정
 기능 : 내부 적정 가습과 살균을 통한 친환경 특화작물 생육조건 활성화

항균필터/공조/에너지



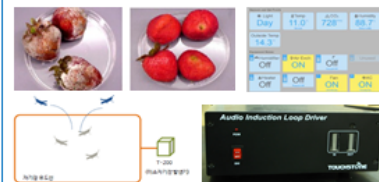
In house 시설 기준 공정 분석 및 최적화 iQ/OQ/PA 전격성 및 HACCP 기준제시
 청정실 Calss : 10,000-100,000 중족
 날하균 및 외부 유입 미세먼지 제어 공정 확립과 항균필터 시스템으로 부유 미생물 제거기술 확립 $\leq 10^3$
 In house 열전소자 및 PCM, ESS 적용 에너지 하베스팅 구현

폐양액/양액순환/살균



양액 살균 및 재활용 70% 이상(ClO2, 바이오블록)
 폐양액 처리 시스템 100%(마이크로 스크린필터/저온 플라즈마)
 배양액 살균 처리 시스템 99.9% 이상 제어
 양액 및 폐양액, 배지액 살균 및 소독 공정 확립 및 시스템 개발
 산화력, pH 범위, 적용-미생물 분석

병충해 및 ClO2



병충해 방지용 PEMF(Pulsed Electro Magnetic Field)로 미세 자기장발생기준 확립
 펄스형태에 의한 병충해 절감 및 발생비율 최소화 공정 개발
 내부 병충해 및 부유 미생물 정보 분석 및 제어 프로그램 구축

최종성과목표

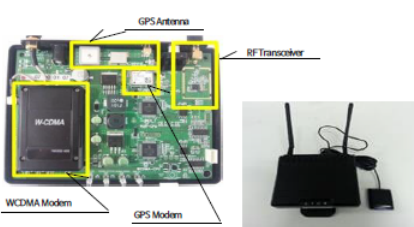
가습 95%이상, 오염도 95% 제거, 양액 재활용 70%

특화작물 생육 환경 제어를 위한 센서/센서네트워크

센서 및 네트워크 기술 융합화

- ▶ **센서태그의 정보와 In house 환경 및 에너지 네트워크 정보를 수집하여 서버에 실시간 송수신**
- ▶ Sensor Network을 통한 다양한 센서태그와 연동, 200개 센서 및 태그 제어(물리적/생물학적/화학적 네트워크)

선행연구



입출력 신호주파수 424~433 MHz
송수신 데이터 속도 2.4~32 kbps
수신감도 -121 dBm

Communication Unit 고도화

전원을 ON/OFF할 수 있는 기능



1

ON/OFF 스위치

전원 연동 ON/OFF 신호 버튼을 추가하여, 반자동형 운영관리
시간에 컨트롤 시스템의 동작을 제어할 수 있게 변경

공유기술



In house 에 장착 가능하도록 안테나 업그레이드



2

안테나 업그레이드

외부유입 공기, In house 환경 내부에 거치하여 육묘/대기 /양액/기타 위치에 설치된 센서 데이터를 원활히 송수신할 수 있도록 변경

GPS백업 배터리 추가



3

GPS 백업 배터리

GPS백업 배터리를 추가하여, 컨트롤유닛 초기 구동시 빠른 이송/적재/동작 등 위치 파악가능

최종성과목표

✓ 데이터 안정성 95%, 네트워크 인식율 80%

✓ 물리/생물/화학적 요소 네트워크

✓ 국산화

특화작물 생산 및 생육 이력관리 지능형 플랫폼 개발

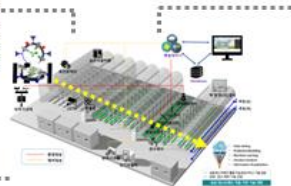
생산 및 생육관리 기술 융합화

- ▶ GIS/LBS 기술을 이용 육묘/생육의 재배이력에서부터 IoT기반 In house 환경 전과정에 걸친 데이터 수집 및 이력정보 관리
- ▶ 소비자 및 관리자가 실시간 검색이 가능한 웹과 모바일 기반으로 구현

GIS/LBS기반 식품 원재료 생산이력 관리/ IoT 기반 생육환경 실시간 모니터링

바이오 팜 생육 위치 정보

- 전자 지도를 통한 지적정보 관리



In house 환경 모니터링

- Sensor Monitoring(온도/습도/일사/가스)
- Data Collection



바이오 팜 생산 및 유통 물류 관리

- GIS를 활용한 육묘 및 생산지 위치
- 특화 작물별 생산지 위치 표출
- 바이오 팜 규모별 정밀한 생산지 관리



생육환경 모니터링 관리

- 양액 및 작물 정보 이력관리
- 환경 제어 정보 데이터 수집 및 관리

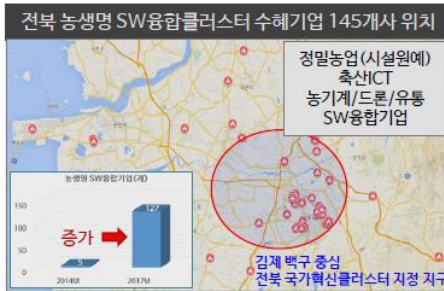


최종성과목표

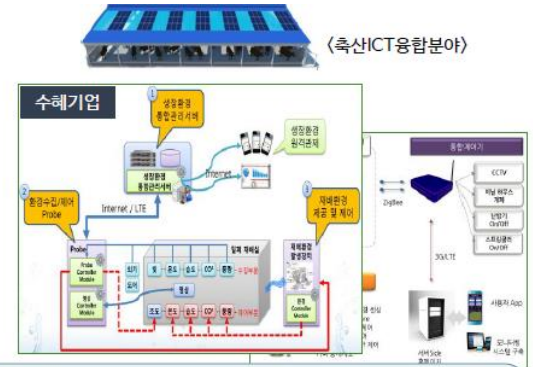
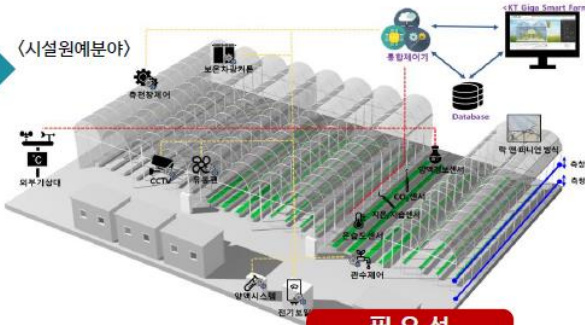
- ✓ GIS/LBS기반 바이오 팜 소재 원재료 생산 이력 관리 시스템 및 생육환경 실시간 모니터링 플랫폼

선행기술 및 핵심개발기술

■ 산업적 측면 (농생명 ICT융합산업)



85%



빅데이터분석기술/인공지능기술/정밀제어기술/생산성향상기술/ICT융합기술

생육정보 정량화 시스템 및 빅데이터 서비스 플랫폼 상용화

- 작물 4D 스캐닝시스템 생육정보추출 기술개발
- 온실환경정보수집 빅데이터 DB 구축
- 빅데이터 취득, 분석, 서비스 기술
- ICT기업/농가를 위한 서비스 플랫폼 기술

ICT 네트워크를 융합한 반 자율형 환경제어 기술 상용화

- 발아, 생장성 향상을 위한 에너지제어 기술
- 원수/양액/폐액 재활용 기술 개발
- 환경 특성을 고려한 온습도 균일 제어 기술
- ESS, PCM, Peltier 등 에너지네트워킹 기술

전북 국가혁신클러스터 R&D 사업

빅데이터 분석기술, 인공지능서비스기술, 시스템 정밀제어기술, 임베디드시스템 기술, ABC(AI, Bigdata, Cloud) 고도화, 농생명 융합소재 상용화

- 작물별 온실 통합환경 제어 데이터 부족 → 기업 별 자체 DB 확보에 노력(개별 농가 활용)
- 온실에서 사용되는 정밀 에너지 제어 기술의 부족, 실증테스트베드의 경우 단기간 지원 → 종자의 발아, 생장 정량화 기술, 빅데이터 분석 개발의 한계성
- 온실 내 원수/양액/폐액/환경제어 등의 에너지 소비에 따른 작물 생육상태 정량화 기술 필요 → KIST SFS융합연구단 자체개발 : 2D영상을 통한 생장점 분석 방법 → 농진청 : 외산 제품 이용, 작물의 3D 영상 생성 방법으로 생육상태 모니터링, 데이터 비공개
- 농진청 : 한국형 스마트팜 3.0추진 중, 세계1위 프리마 : 빅데이터 기반의 스마트팜 서비스 모델 운용



선행기술 및 핵심개발기술

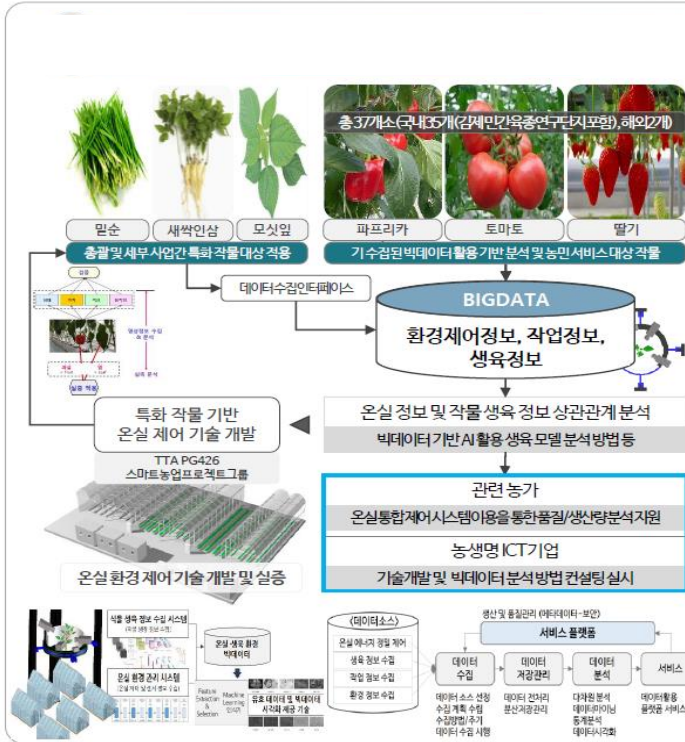
온실 환경 제어에 따른 작물의 생육/영양 성장의 상관관계 분석 → 정량화 기술

온실 환경 데이터

- 환경데이터: 온습도, CO2, 풍속, 일사량, EC, pH 등 26개
- 제어데이터: 천측장, 커튼, 배기팬, 유동팬, 난방, 양액 등 21개

날짜	시간	온도	습도	CO2	일사량	EC	pH	천측장	커튼	배기팬	유동팬	난방	양액
2023-01-01	08:00	15.2	65.0	400	1200	1.5	6.5	0	100	0	0	0	0
2023-01-01	09:00	16.5	68.0	450	1500	1.5	6.5	0	100	0	0	0	0
2023-01-01	10:00	18.0	70.0	500	1800	1.5	6.5	0	100	0	0	0	0
2023-01-01	11:00	19.5	72.0	550	2100	1.5	6.5	0	100	0	0	0	0
2023-01-01	12:00	21.0	75.0	600	2400	1.5	6.5	0	100	0	0	0	0
2023-01-01	13:00	22.5	78.0	650	2700	1.5	6.5	0	100	0	0	0	0
2023-01-01	14:00	24.0	80.0	700	3000	1.5	6.5	0	100	0	0	0	0
2023-01-01	15:00	25.5	82.0	750	3300	1.5	6.5	0	100	0	0	0	0
2023-01-01	16:00	27.0	85.0	800	3600	1.5	6.5	0	100	0	0	0	0
2023-01-01	17:00	28.5	88.0	850	3900	1.5	6.5	0	100	0	0	0	0
2023-01-01	18:00	30.0	90.0	900	4200	1.5	6.5	0	100	0	0	0	0
2023-01-01	19:00	31.5	92.0	950	4500	1.5	6.5	0	100	0	0	0	0
2023-01-01	20:00	33.0	95.0	1000	4800	1.5	6.5	0	100	0	0	0	0
2023-01-01	21:00	34.5	98.0	1050	5100	1.5	6.5	0	100	0	0	0	0
2023-01-01	22:00	36.0	100.0	1100	5400	1.5	6.5	0	100	0	0	0	0
2023-01-01	23:00	37.5	102.0	1150	5700	1.5	6.5	0	100	0	0	0	0
2023-01-02	00:00	39.0	105.0	1200	6000	1.5	6.5	0	100	0	0	0	0
2023-01-02	01:00	40.5	108.0	1250	6300	1.5	6.5	0	100	0	0	0	0
2023-01-02	02:00	42.0	110.0	1300	6600	1.5	6.5	0	100	0	0	0	0
2023-01-02	03:00	43.5	112.0	1350	6900	1.5	6.5	0	100	0	0	0	0
2023-01-02	04:00	45.0	115.0	1400	7200	1.5	6.5	0	100	0	0	0	0
2023-01-02	05:00	46.5	118.0	1450	7500	1.5	6.5	0	100	0	0	0	0
2023-01-02	06:00	48.0	120.0	1500	7800	1.5	6.5	0	100	0	0	0	0
2023-01-02	07:00	49.5	122.0	1550	8100	1.5	6.5	0	100	0	0	0	0
2023-01-02	08:00	51.0	125.0	1600	8400	1.5	6.5	0	100	0	0	0	0
2023-01-02	09:00	52.5	128.0	1650	8700	1.5	6.5	0	100	0	0	0	0
2023-01-02	10:00	54.0	130.0	1700	9000	1.5	6.5	0	100	0	0	0	0
2023-01-02	11:00	55.5	132.0	1750	9300	1.5	6.5	0	100	0	0	0	0
2023-01-02	12:00	57.0	135.0	1800	9600	1.5	6.5	0	100	0	0	0	0
2023-01-02	13:00	58.5	138.0	1850	9900	1.5	6.5	0	100	0	0	0	0
2023-01-02	14:00	60.0	140.0	1900	10200	1.5	6.5	0	100	0	0	0	0
2023-01-02	15:00	61.5	142.0	1950	10500	1.5	6.5	0	100	0	0	0	0
2023-01-02	16:00	63.0	145.0	2000	10800	1.5	6.5	0	100	0	0	0	0
2023-01-02	17:00	64.5	148.0	2050	11100	1.5	6.5	0	100	0	0	0	0
2023-01-02	18:00	66.0	150.0	2100	11400	1.5	6.5	0	100	0	0	0	0
2023-01-02	19:00	67.5	152.0	2150	11700	1.5	6.5	0	100	0	0	0	0
2023-01-02	20:00	69.0	155.0	2200	12000	1.5	6.5	0	100	0	0	0	0
2023-01-02	21:00	70.5	158.0	2250	12300	1.5	6.5	0	100	0	0	0	0
2023-01-02	22:00	72.0	160.0	2300	12600	1.5	6.5	0	100	0	0	0	0
2023-01-02	23:00	73.5	162.0	2350	12900	1.5	6.5	0	100	0	0	0	0
2023-01-03	00:00	75.0	165.0	2400	13200	1.5	6.5	0	100	0	0	0	0
2023-01-03	01:00	76.5	168.0	2450	13500	1.5	6.5	0	100	0	0	0	0
2023-01-03	02:00	78.0	170.0	2500	13800	1.5	6.5	0	100	0	0	0	0
2023-01-03	03:00	79.5	172.0	2550	14100	1.5	6.5	0	100	0	0	0	0
2023-01-03	04:00	81.0	175.0	2600	14400	1.5	6.5	0	100	0	0	0	0
2023-01-03	05:00	82.5	178.0	2650	14700	1.5	6.5	0	100	0	0	0	0
2023-01-03	06:00	84.0	180.0	2700	15000	1.5	6.5	0	100	0	0	0	0
2023-01-03	07:00	85.5	182.0	2750	15300	1.5	6.5	0	100	0	0	0	0
2023-01-03	08:00	87.0	185.0	2800	15600	1.5	6.5	0	100	0	0	0	0
2023-01-03	09:00	88.5	188.0	2850	15900	1.5	6.5	0	100	0	0	0	0
2023-01-03	10:00	90.0	190.0	2900	16200	1.5	6.5	0	100	0	0	0	0
2023-01-03	11:00	91.5	192.0	2950	16500	1.5	6.5	0	100	0	0	0	0
2023-01-03	12:00	93.0	195.0	3000	16800	1.5	6.5	0	100	0	0	0	0
2023-01-03	13:00	94.5	198.0	3050	17100	1.5	6.5	0	100	0	0	0	0
2023-01-03	14:00	96.0	200.0	3100	17400	1.5	6.5	0	100	0	0	0	0
2023-01-03	15:00	97.5	202.0	3150	17700	1.5	6.5	0	100	0	0	0	0
2023-01-03	16:00	99.0	205.0	3200	18000	1.5	6.5	0	100	0	0	0	0
2023-01-03	17:00	100.5	208.0	3250	18300	1.5	6.5	0	100	0	0	0	0
2023-01-03	18:00	102.0	210.0	3300	18600	1.5	6.5	0	100	0	0	0	0
2023-01-03	19:00	103.5	212.0	3350	18900	1.5	6.5	0	100	0	0	0	0
2023-01-03	20:00	105.0	215.0	3400	19200	1.5	6.5	0	100	0	0	0	0
2023-01-03	21:00	106.5	218.0	3450	19500	1.5	6.5	0	100	0	0	0	0
2023-01-03	22:00	108.0	220.0	3500	19800	1.5	6.5	0	100	0	0	0	0
2023-01-03	23:00	109.5	222.0	3550	20100	1.5	6.5	0	100	0	0	0	0
2023-01-04	00:00	111.0	225.0	3600	20400	1.5	6.5	0	100	0	0	0	0
2023-01-04	01:00	112.5	228.0	3650	20700	1.5	6.5	0	100	0	0	0	0
2023-01-04	02:00	114.0	230.0	3700	21000	1.5	6.5	0	100	0	0	0	0
2023-01-04	03:00	115.5	232.0	3750	21300	1.5	6.5	0	100	0	0	0	0
2023-01-04	04:00	117.0	235.0	3800	21600	1.5	6.5	0	100	0	0	0	0
2023-01-04	05:00	118.5	238.0	3850	21900	1.5	6.5	0	100	0	0	0	0
2023-01-04	06:00	120.0	240.0	3900	22200	1.5	6.5	0	100	0	0	0	0
2023-01-04	07:00	121.5	242.0	3950	22500	1.5	6.5	0	100	0	0	0	0
2023-01-04	08:00	123.0	245.0	4000	22800	1.5	6.5	0	100	0	0	0	0
2023-01-04	09:00	124.5	248.0	4050	23100	1.5	6.5	0	100	0	0	0	0
2023-01-04	10:00	126.0	250.0	4100	23400	1.5	6.5	0	100	0	0	0	0
2023-01-04	11:00	127.5	252.0	4150	23700	1.5	6.5	0	100	0	0	0	0
2023-01-04	12:00	129.0	255.0	4200	24000	1.5	6.5	0	100	0	0	0	0
2023-01-04	13:00	130.5	258.0	4250	24300	1.5	6.5	0	100	0	0	0	0
2023-01-04	14:00	132.0	260.0	4300	24600	1.5	6.5	0	100	0	0	0	0
2023-01-04	15:00	133.5	262.0	4350	24900	1.5	6.5	0	100	0	0	0	0
2023-01-04	16:00	135.0	265.0	4400	25200	1.5	6.5	0	100	0	0	0	0
2023-01-04	17:00	136.5	268.0	4450	25500	1.5	6.5	0	100	0	0	0	0
2023-01-04	18:00	138.0	270.0	4500	25800	1.5	6.5	0	100	0	0	0	0
2023-01-04	19:00	139.5	272.0	4550	26100	1.5	6.5	0	100	0	0	0	0
2023-01-04	20:00	141.0	275.0	4600	26400	1.5	6.5	0	100	0	0	0	0
2023-01-04	21:00	142.5	278.0	4650	26700	1.5	6.5	0	100	0	0	0	0
2023-01-04	22:00	144.0	280.0	4700	27000	1.5	6.5	0	100	0	0	0	0
2023-01-04	23:00	145.5	282.0	4750	27300	1.5	6.5	0	100	0	0	0	0
2023-01-05	00:00	147.0	285.0	4800	27600	1.5	6.5	0	100	0	0	0	0
2023-01-05	01:00	148.5	288.0	4850	27900	1.5	6.5	0	100	0	0	0	0
2023-01-05	02:00	150.0	290.0	4900	28200	1.5	6.5	0	100	0	0	0	0
2023-01-05	03:00	151.5	292.0	4950	28500	1.5	6.5	0	100	0	0	0	0
2023-01-05	04:00	153.0	295.0	5000	28800	1.5	6.5	0	100	0	0	0	0
2023-01-05	05:00	154.5	298.0	5050	29100	1.5	6.5	0	100	0	0	0	0
2023-01-05	06:00	156.0	300.0	5100	29400	1.5	6.5	0	100	0	0	0	0
2023-01-05	07:00	157.5	302.0	5150	29700	1.5	6.5	0	100	0	0	0	0
2023-01-05	08:00	159.0	305.0	5200	30000	1.5	6.5	0	100	0	0	0	0
2023-01-05	09:00	160.5	308.0	5250	30300	1.5	6.5	0	100	0	0	0	0
2023-01-05													

선행기술 및 핵심개발기술



개발 기술의 지식재산권 보유 현황

발명의 명칭	출원(등록)번호	출원일	출원인
식물 생장 모니터링 장치 및 방법	10-2017-0175317	17.12.19	KETI
병충해용 카메라 데이터용 음성인식 기술	C-2017-000791	17.01.09	
딤러닝을 이용한 작물 병충해 검출 및 진단 방법	10-2016-0150275	16.11.11	JBNU
농작물 병충해 영상관리 및 데이터베이스 시스템	C-2016-025000	16.10.25	
온실 환경을 제어하기 위한 온실용 복합허브장치	10-2016-0136201	16.10.20	KITECH
효율적인 작업을 위한 동선 판단 시스템 및 방법	10-2017-0010855	17.01.24	
SC주출물을 유효성분으로 포괄하는 화장료 조성물	10-1217764	12.12.26	WKU
TAN출물 유효성분으로 포괄하는 고분자면역용 결빙방지제 조성물 및 이를 이용한 조성물	10-170850	17.01.23	
저온 환경에서 F1세대 유전자 무효화 및 생장 저해 방지 기술	16-0175997	16.12.21	(주)SSL
IoT 기반 온실 환경 관리 시스템	18-0071481	18.06.21	

초분광 카메라 및 분석 기술

- 파장 범위: 400 ~ 1000nm
- 슬릿 폭: 50μm default
- 슬릿 길이: 14.2mm
- 이미지 크기: max 6.15(spectral) x 14.2(spatial)mm
- No astigmatism: smile < 1.5μm, keystone < 1μm
- 공간 해상도: 1920 픽셀
- 분광 해상도: 1080

빅데이터 수집 및 분석 플랫폼 (splunk)

온실 수질 데이터 항목

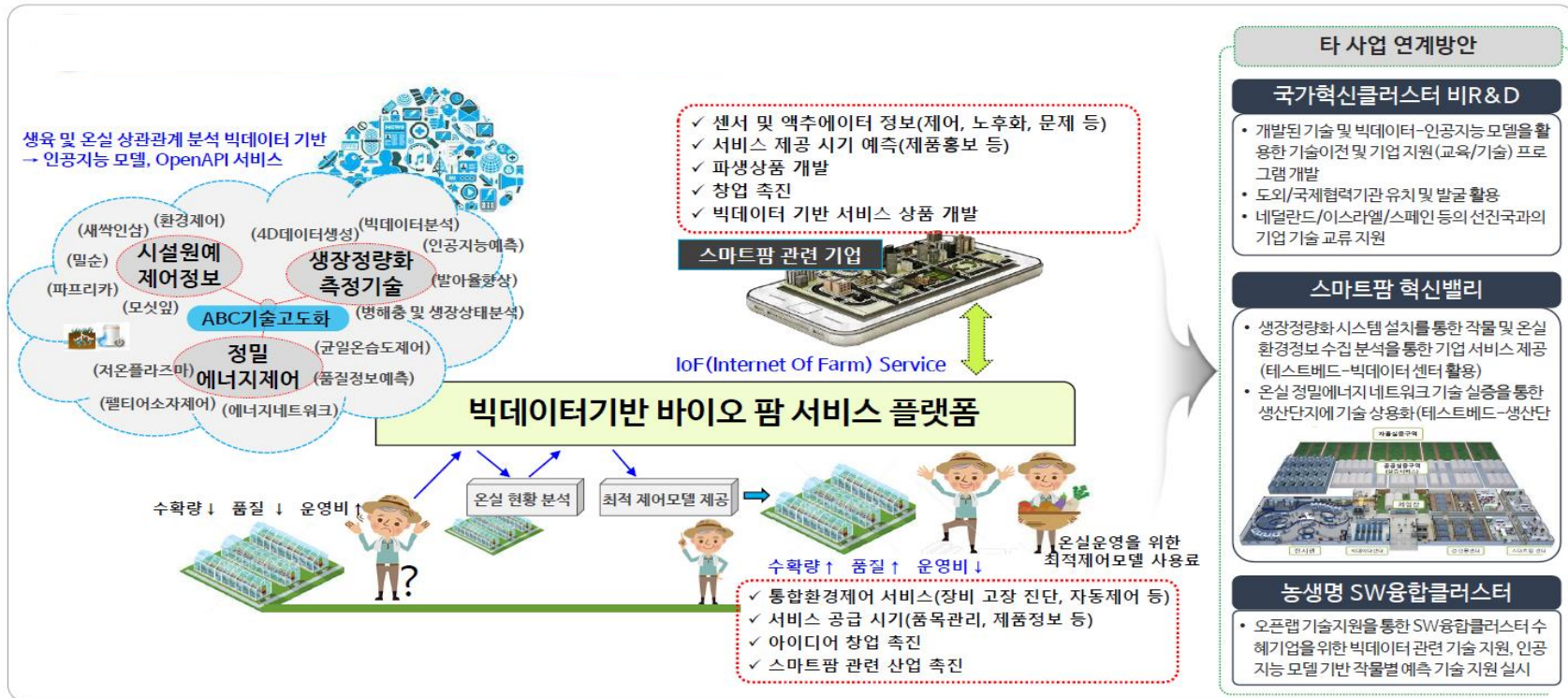
미가공 데이터	가공 데이터
<ul style="list-style-type: none"> 온도(Temperature) 습도(Humidity) 조도(Illumination) CO₂(Carbon Dioxide) 지온(Soil Temperature) 배지 무게(Medium Weight) 배액량(Amount of Drainage) 배액 EC(Electric Conductivity) 배액 pH(Acidity) 	<ul style="list-style-type: none"> 이슬점(Dew Point) HD(Humidity Deficit) VPD(Vapor Pressure Deficit) DSF(Dose Size Factor) 급액량(Amount of Nutrient Solution Supply) 배액량(Amount of Drainage) 급액시간(Nutrient Solution Supply Time) 배액 EC(The Number of Nutrient Solution Supply)

데이터 수집 온실 현황 (해외 포함)

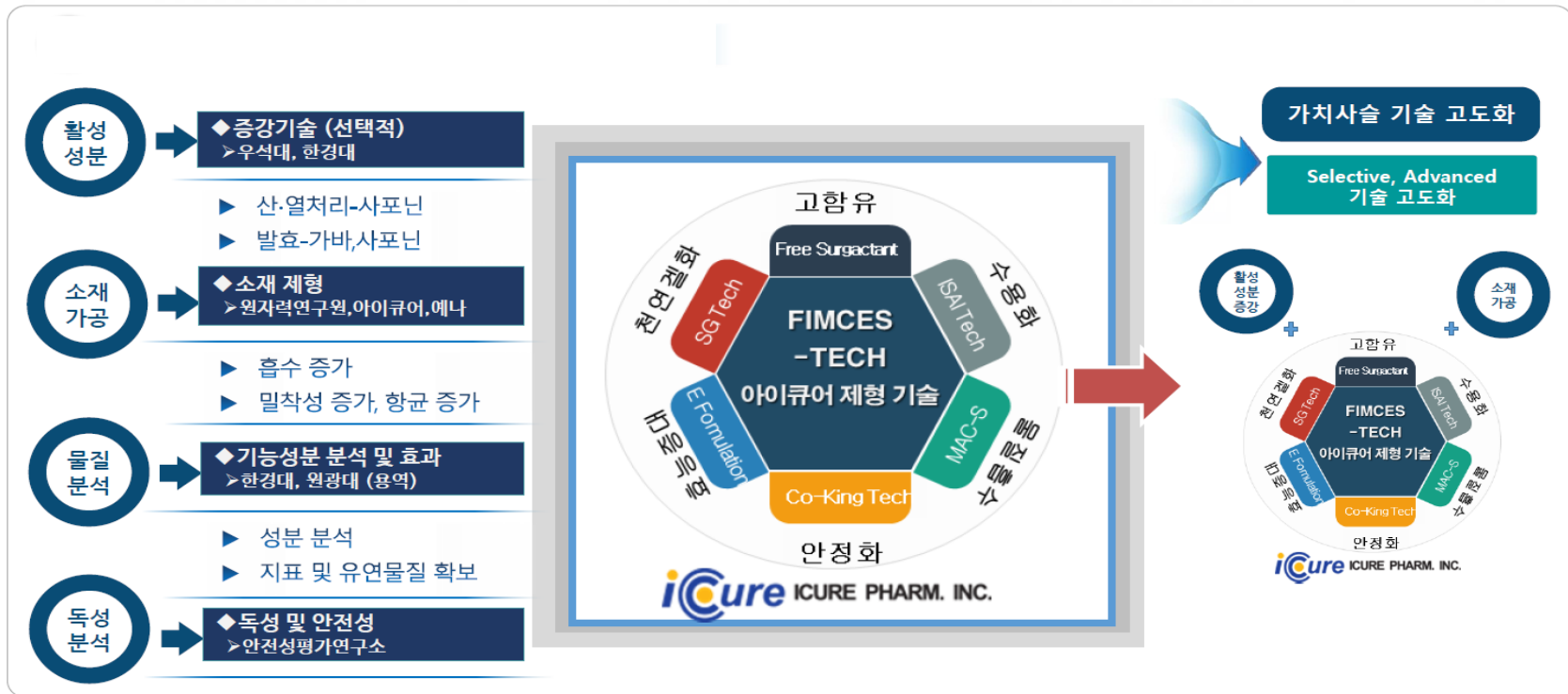
미스트를 활용한 VPD 제어 실험 (사건연구)

날짜	VPD 조절 이후에 따른 온도, 습도, 엽면 속량(단위 cm)	VPD 제어 범위			
6월 1일	9.5×17	11~18.5	8 ~ 13	11 ~ 10	
6월 24일	10~18	11~19.5	11.5	18.5	12 ~ 2

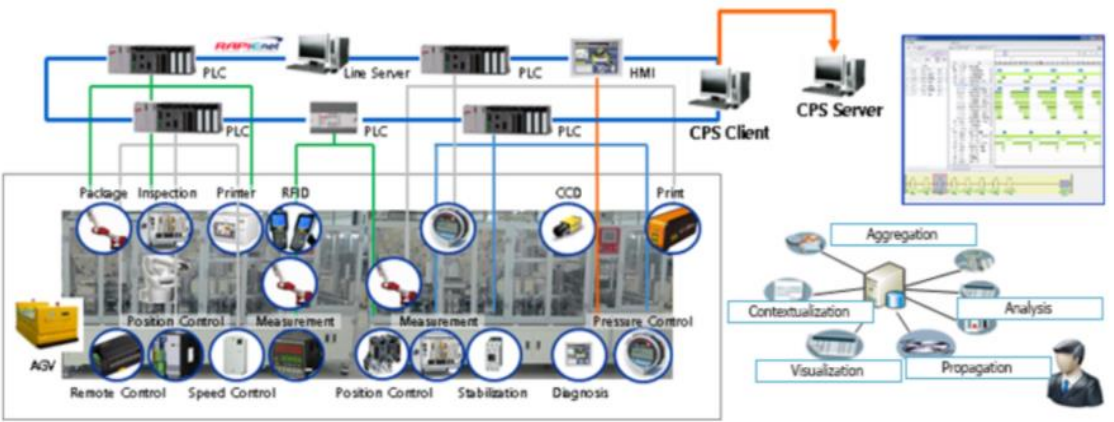
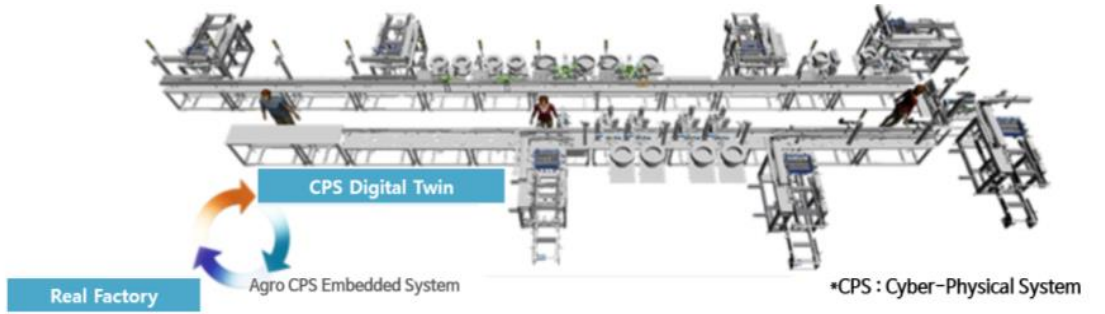
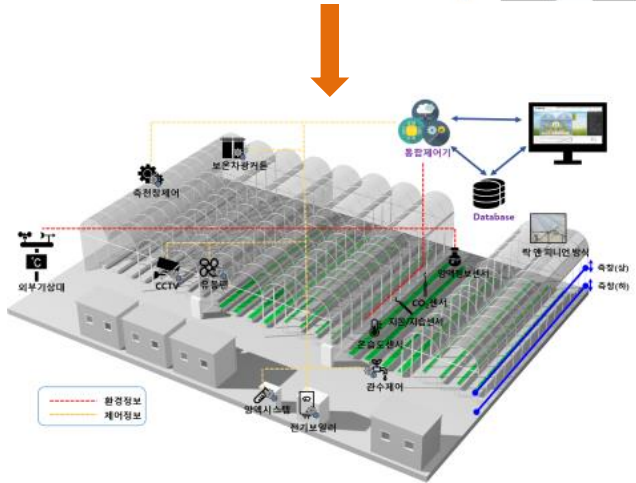
선행기술 및 핵심개발기술



선행기술 및 핵심개발기술



향후 미래 원예작물의 생육 시스템



기대효과

기술적 측면

1. 생육환경 및 제어를 통한 고부가 가치 작물 생산기술 확립
2. 고부가 바이오 식품 및 소재 분야에서 독립적 기술 확립과 산업적 활성화 플랫폼 구축
3. 국제적 경쟁력이 가능한 ABC 기술 기반 수출 모델 상용화 핵심기술 도출
4. 생육정보 수집 시스템을 실증 농가에 설치 운영함으로써 빅데이터 수집 및 분석 서비스 개발 기술 구현

경제/산업적 측면

1. 소비가 가능한 지역과 생산이 가능한 지역의 클러스터 융합으로 농산물 산업의 글로벌 경쟁력 확보
2. 선도적인 바이오 소재 산업으로 농산물 연관 산업 활성화, 신시장 개척, 수출유망기업 지방기업 육성
3. 농산물 수출 거점 지역 조성으로 인한 지역 경제 활성화와 지속 가능한 농생명 산업으로 확대
4. 농생명 자원의 경제적 시장예측과 산업발전전망은 하기와 같이 분류하여, 세계시장이 전망되며, 국내 수요 및 공급 전망 또한 생산, 수입, 수출, 내수면에서 예측됨

사회/문화적 측면

1. 국내외적으로 건강증진 및 웰빙을 추구하는 사회적 비용의 크게 증가하고 바이오·헬스케어산업이 미래 동력산업으로 부상하고 있음.
2. 나노 기술과 S/W 기술이 융합된 새로운 시장 창출뿐만 아니라, 농식품 분야에 새로운 시장이 개척 될 가능성이 높음
3. 농생명 ICT융합 기업(농생명 SW융합클러스터 수혜기업 정보 활용)을 위한 빅데이터 분석·시각화 서비스 기술 운영 가능

- 소비가 가능한 지역과 생산이 가능한 지역의 클러스터 융합으로 농산물 산업의 글로벌 경쟁력 확보함으로써 선도적인 바이오 소재 산업으로 농산물 연관 산업 활성화, 신시장 개척, 수출유망기업 지방기업 육성, 농산물 수출 거점 지역 조성으로 인한 지역 경제 활성화와 지속 가능한 농생명 산업으로 확대
- 농생명 산업 신규진출을 통한 고용환경 개선 및 미래 고용 요구도 증대에 기여
- 특화식물 유용성분의 고부가가치 창조를 통한 농생명 산업의 수출증가 가속화에 기여
- 다양한 세그먼트별 원료소재 생산을 통한 경기변동에 따른 시장충격 완화 가능
- 고가형/중저가형 특화식물 소재 생산을 통한 농생명 융합 중심 산업생태계 조성 가능
- 농생명자원의 활용범위를 고부가가치 화장품, 건강식품, 의료기기가공분야로 넓힘으로써 농가 판로 확대
- 생명공학기술과 전통자원의 창조융합을 통한 국가과학기술의 국제적 선양 가능



감사합니다