

RC
0102

보안 과제(), 일반 과제(V) / 공개(), 비공개() 발간등록번호()
농식품기술개발사업 제1차 연도 2019 보고서

발간등록번호

11-1543000-002796-01

과제명
ICT를
융합한
버섯재배용
컨테이너형
스마트팜

ICT를 융합한 버섯재배용 컨테이너형 스마트팜

최종보고서

2019.7.1

주관연구기관 / 에스아이티

소관부처명
전문기관명

농림
축산
식품부

농림축산식품부

(전문기관) 농림식품기술기획평가원

<제출문>

제 출 문

농림축산식품부 장관 귀하

본 보고서를 “ICT를 융합한 버섯재배용 컨테이너형 스마트팜”(개발기간 : 2018. 12 .21 ~ 2019. 3.20)과제의 최종보고서로 제출합니다.

2019 . 07 . 1 .

주관연구기관명 :에스아이티	(대표자)하창수	(인)
협동연구기관명 :	(대표자)	(인)
참여기관명 :	(대표자)	(인)

주관연구책임자 : 하창수
협동연구책임자 :
참여기관책임자 :

국가연구개발사업의 관리 등에 관한 규정 제18조에 따라
보고서 열람에 동의합니다.

<보고서 요약서>

보고서 요약서

과제고유번호	RC0102	해 당 단 계 연 구 기 간	3개월	단 계 구 분	(해당단계)/ (총 단 계)
연구사업명	단 위 사 업	농식품기술개발사업			
	사 업 명	ICT 를 융합한 버섯재배용 도시형 스마트팜 사업화 기획 연구			
연구과제명	대 과 제 명	(해당 없음)			
	세부 과제명	○ 전문가 활용 컨설팅 시행 ○ 농기평 기술평가 시행			
연구책임자	해당단계 참여연구원 수	총: 1 명 내부: 1 명 외부: 명	해당단계 연구개발비	정부: 2 천원 민간: 천원 계: 2 천원	
	총 연구기간 참여연구원 수	총: 명 내부: 명 외부: 명	총 연구개발비	정부: 천원 민간: 천원 계: 천원	
연구기관명 및 소속부서명	에스아이티			참여기업명	
국제공동연구	상대국명:			상대국 연구기관명:	
위탁연구	연구기관명:			연구책임자:	

※ 국내외의 기술개발 현황은 연구개발계획서에 기재한 내용으로 같음

연구개발성과의 보안등급 및 사유	없음
-------------------------	----

9대 성과 등록·기탁번호

구분	논문	특허	보고서 원문	연구시설 ·장비	기술요약 정보	소프트 웨어	화합물	생명자원		신품종	
								생명 정보	생물 자원	정보	실물
등록·기탁 번호											










국가과학기술종합정보시스템에 등록된 연구시설·장비 현황

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

ICT 를 융합한 버섯재배용 도시형 스마트팜 사업화 기획 연구

<p>개념도</p>	
<p>설명 내용</p>	<p>본 과제의 대상 기술은 “버섯재배용 컨테이너형 버티컬 팜(Vertical Farm) 기술”에 관한 것이며, 상세하게는, 버섯을 재배하기 위한 시스템을 제어하고 버섯 재배환경을 실시간으로 모니터링하여 데이터를 저장 및 분석하며 성장조건에 맞는 엘이디의 조명 또는 펄스, 작동 시간을 조절할 수 있는 버섯재배용 컨테이너형 버티컬 팜(Vertical Farm) 기술에 관한 것이다.</p> <p>버티컬 팜(Vertical Farm)은 성장조건을 맞춰 식물을 재배하는 것으로, 도시농업 또는 식물공장(plant factory)으로도 불리며, 빛·온도·습도·산도·이산화탄소·배양액·공기순환 등을 자동으로 조절하여 식물을 재배하는 시스템이다.</p>

<요약문>


<p>연구의 목적 및 내용</p>	<p>○ (배경) 도시에서 농업이 가능하며, 10평이하 실내에서 농업이 가능한 컨테이너형 표고버섯 수직재배 시스템으로 내부 환경조건은 자동제어되며 온도, 습도, 이산화탄소 및 에너지 절약형 LED시스템을 적용하였음</p> <p>○ (목적) 노인, 장애인, 여성, 청소년등 도심에서 농업이 가능하며 농업 창업으로 매출 1억원 달성가능한 버섯재배용 컨테이너형 스마트팜으로 미래식량확보 및 기후 변화에 대비한 혁신적인 스마트팜 임.</p>																			
<p>연구개발성과</p>	<p>온도 관리</p>	<p>Compressor(압축기), Condenser(응축기), Evaporator(증발기), Expansion(팽창밸브) 등 공조시스템을 응용하여 4계절 일정한 온도를 실내에서유지하여 표고버섯을 4계절 재배 가능한 시스템 개발</p>																		
<p>식물 공장 개발</p>	<p>컨테이너 사이즈 폭(3M) X 길이(6M) X 높이(2.5H) 식물공장으로 개발하여 컨테이너 내부 우레탄 단열재를 사용하여 외부의 온도 변화에 대한 열침입을 방지하며, 비바람, 태풍 등 외부 요인에대한 기후변화에도 안전한 농업이 가능한 상품임</p>																			
<p>에너지 절약</p>	<p>환경 컨트롤러 모듈 개발로 LED PULSE 제어를 통한 에너지를 절약할 수 있으며 온도, 습도, 이산화탄소 제어가 가능함.</p>																			
<p>농업 상품 다각화</p>	<p>스마트팜 설비는 농업상품을 다각화 하여 다양한 콘텐츠 개발이 가능한 상품으로 치유농업센터, 커피숍, 치매예방센터로 활용하여, 스마트팜을 기본으로 한 다양한 콘텐츠 개발이 가능한 상품임.</p>																			
<p>연구개발성과의 활용계획 (기대효과)</p>	<table border="1" style="width:100%; text-align:center;"> <tr> <td data-bbox="438 1108 805 1176"> <p>스마트팜 개인별 배지 대여점 (대상: 장애인, 노인, 일반인)</p> </td> <td data-bbox="805 1108 1077 1176"> <p>버섯 배지 판매 (카트리지형)</p> </td> <td colspan="3" data-bbox="1077 1108 1364 1176"> <p>심리상담 치료실 운용</p> </td> </tr> <tr> <td data-bbox="438 1176 805 1512">  </td> <td data-bbox="805 1176 1077 1512">  </td> <td colspan="3" data-bbox="1077 1176 1364 1512">  </td> </tr> <tr> <td data-bbox="438 1512 805 1691"> <p>스마트팜 버섯배지를 개인별 대여받아 컨테이너 실내에서 표고버섯을 스마트팜으로 재배활동으로 심리 치료와 동시에 치유 농업 실현</p> </td> <td data-bbox="805 1512 1077 1691"> <p>버섯배지를 가정용으로 판매하여 베란다에서 재배 가능함 (판매 단가 :1만원)</p> </td> <td colspan="3" data-bbox="1077 1512 1364 1691"> <p>심리 상담실을 운영하여 장애인, 노인, 청소년들에게 정신 건강치유, 사회적 재활 교육을 통하여 치유농업 실현 (회원제 운영)</p> </td> </tr> </table>					<p>스마트팜 개인별 배지 대여점 (대상: 장애인, 노인, 일반인)</p>	<p>버섯 배지 판매 (카트리지형)</p>	<p>심리상담 치료실 운용</p>								<p>스마트팜 버섯배지를 개인별 대여받아 컨테이너 실내에서 표고버섯을 스마트팜으로 재배활동으로 심리 치료와 동시에 치유 농업 실현</p>	<p>버섯배지를 가정용으로 판매하여 베란다에서 재배 가능함 (판매 단가 :1만원)</p>	<p>심리 상담실을 운영하여 장애인, 노인, 청소년들에게 정신 건강치유, 사회적 재활 교육을 통하여 치유농업 실현 (회원제 운영)</p>		
<p>스마트팜 개인별 배지 대여점 (대상: 장애인, 노인, 일반인)</p>	<p>버섯 배지 판매 (카트리지형)</p>	<p>심리상담 치료실 운용</p>																		
																				
<p>스마트팜 버섯배지를 개인별 대여받아 컨테이너 실내에서 표고버섯을 스마트팜으로 재배활동으로 심리 치료와 동시에 치유 농업 실현</p>	<p>버섯배지를 가정용으로 판매하여 베란다에서 재배 가능함 (판매 단가 :1만원)</p>	<p>심리 상담실을 운영하여 장애인, 노인, 청소년들에게 정신 건강치유, 사회적 재활 교육을 통하여 치유농업 실현 (회원제 운영)</p>																		
<p>국문핵심어 (5개 이내)</p>	<p>스마트 팜</p>	<p>공조시스템</p>	<p>정보통신</p>	<p>버섯</p>	<p>도시농업</p>															
<p>영문핵심어 (5개 이내)</p>	<p>smart farm</p>	<p>H.V.A.C</p>	<p>ICT</p>	<p>mushroom</p>	<p>SMART CITY</p>															

<본문목차>

< 목 차 >

1. 연구개발과제의 개요
2. 연구수행 내용 및 결과
3. 목표 달성도 및 관련 분야 기여도
4. 연구결과의 활용 계획 등
붙임. 참고 문헌

1. 연구개발과제의 개요

제품명	컨테이너형 스마트팜 : 전자동 환경 제어 시스템 구축
목표	ICT를 접목한 이동형 컨테이너를 이용하여 버섯재배에 필요한 환경 요소(온도, 습도, CO ₂)를 자동 제어 가능하며, 농업 지식이 부족한 귀농인, 여성, 고령자, 장애인 등 누구나 쉽게 농업활동이 가능하며, 연매출 1억원 달성 가능한 컨테이너형 Vertical Farm
신기술 확보 내용	<ul style="list-style-type: none"> - 환경 부분의 온도, 습도, CO₂, 풍량을 원격으로 제어하는 환경 컨트롤러 모듈 개발 - LED PULSE 제어로 생육 생산성 향상 및 에너지 절감 효과 - 표고 버섯재배용 컨테이너형 스마트팜을 응용한 Vertical Farm 구현
제어 시스템 개요	

본 기술은 '컨테이너형 VERTICAL FARM(송화버섯)'으로서 송화버섯을 재배할 수 있는 컨테이너를 이용한 모듈형 스마트팜 재배시스템이다. LED 조명 시스템, 공조 시스템, 양액공급시스템 등을 통합 제어하는 중앙 자동 제어시스템으로 구성되어 실시간 식물공장 운영에 대한 환경 및 시스템 데이터 저장 및 분석이 가능하다. 제어 관리기능으로 각각의 LED 조명 파장, Pulse, 빛의 Duty time 등의 LED광 환경 자동 제어를 통해 적은 면적에서 균일한 송화버섯을 재배할 수 있는 것이 특징이다.

<표1-기술의 내용>

핵심기술	기술 효과
Vertical Farm 제어 시스템	<ul style="list-style-type: none"> • LED조명 시스템, 공조시스템, 양액공급시스템 등을 통합 제어하는 중앙 자동 제어시스템 • 실시간 식물공장 운영에 대한 환경 및 시스템 데이터 저장 및 분석 • 제어 관리기능으로 각각의 LED조명 파장, Pluse, 빛의 Duty time 등 LED광 환경 자동 제어
에너지 절감 LED Pulse 제어 기술	<ul style="list-style-type: none"> • 최적의 식물성장용 LED 파장 구현으로 성장촉진 증대 효과 • 에너지 절감 LED Pulse 제어기술 적용 • LED 발열 제어 알고리즘 개발로 자체 발열 문제 해결 • 고효율 LED 광소자를 사용하여 식물성장촉진 • 낮은 유지보수 비용으로 운영비 절감 • 컨트롤러 전원부에서 AC 220V 전원을 DC 40~48V 전압을 전환시켜 LED bar에 전원 공급 • 전원부와 광원부가 분리되어 있어 발열로 인한 식물에 직접적인 영향을 최소화 • 태양광 발전, 풍력 발전 등의 신재생에너지를 하나의 컨트롤러에서 통합 제어 가능 • 짧은 시간 동안 ON/OFF하는 LED Pulse 파장 제어기술 및 Duty time 조정 기술로 에너지 절약 가능(국내 최초 식물공장용 제품 ETL Test Lab CANADA/USA 인증)
Vertical Farm 응용분야: 수경재배시스템	<ul style="list-style-type: none"> • LED 전원 컨트롤러, 식물성장용 LED bar, 재배배드, 정식판, 양액공급 탱크를 이용하여 양액공급시스템 개발 • 환경제어 SW 및 컨트롤러, 에너지 절약형 컨트롤러, LED bar 기술을 이용하여 소중형 식물공장에 수경재배를 가능하게 함

출처 : 자사 제출 자료

가. 국외 식물공장 기술동향

식물공장은 1950년대 유럽에서 시작되었고, 최초의 식물공장은 1957년 덴마크의 크리스텐센(Christensen) 농장에서 크레스(cress; 새싹채소 일종)를 컨베이어 시스템으로 재배한 것이라고 알려져 있다. 이 농장은 평면식 시설에서 태양광을 주로 이용하면서 인공 광원으로 보광하는 형태의 식물공장이었으며, 파종 후 1주일 만에 새싹채소를 출하하였다.

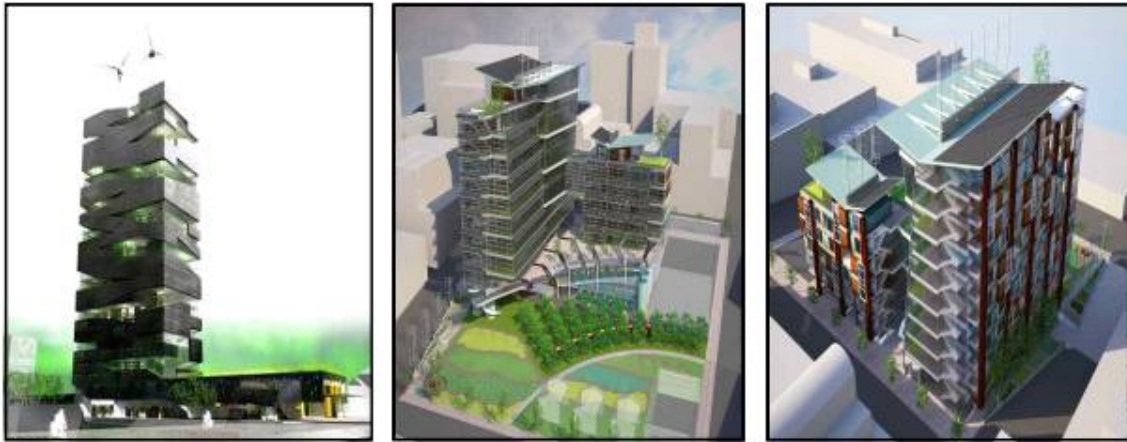
1960년대 들어서서는 평면식보다 생산성이 높은 입체식 식물공장 개발이 시도되어 오스트리아의 루스나(Ruthner)사에서 빌딩 형태의 입체식 자동 식물공장을 최초로 개발하였다. 이 시설의 조명은 태양광과 고압나트륨 램프를 병행하였고, 식물의 생장에 따른 주간 이동을 위하여 타워식 입체상하 이동형으로 설계하였다.

유럽은 주로 자동화설비를 갖춘 유리온실 형태로서 엽채류·허브·과채류 생산 및 신품종 육종 등 다양한 작물을 생산하거나 품종을 개발하는데 이용하고 있다. 네덜란드는 자연광 식물공장을 자동화로 전환하고 있으며, 신재생에너지 이용 및 에너지 절감 관점에서 새로운 개념의 식물생산시스템을 제시하며 세계의 식물공장 생산기술을 선도하고 있고, 스웨덴의 Agritech Innovation 사에서 개발한 스웨데포닉(Swedeponic)이라는 채소·허브용 엽채류를 생산하는 식물공장이 유럽 전역에 설치되어 실용화되고 있으며, 벨기에 Hortiplan사에서 개발된 재배베드 자동이송시스템 개발에 의해 완전 자동화된 채소류 식물공장시스템을 저가로 설치하여 운영하는 회사도 증가하는 추세이다.



<그림 1-2> Swedeponic 시스템 사용 사례(영국 Lincolnshire Heerbs 식물공장)

미국에서는 1960년대에 제너럴 일렉트릭(General Electric)사에서 완전제어형 식물공장의 연구를 시작했으며, 이어 General Mills, General Food, Phytopharm 등이 식물공장의 사업화를 시도했으나 채산성이 맞지 않아 1990년대 전반에 중단되었고, 최근에는 도심에 위치한 고층 빌딩형 식물공장(Vertical Farm) 위주의 연구개발이 진행 중이다.



<그림 1-5> 다양한 형태의 식물공장(미국)

일본에서는 1970년대부터 식물공장 연구를 활발하게 진행하였고, 완전제어형 식물공장은 1974년에 히타치 제작소 중앙연구소에서 시도하였는데, 상업화가 용이한 샐러드용 채소를 재배하면서 정밀한 식물성장 데이터를 측정하는 등 기초자료 확보에 주력하고 있다. 이곳에서 식물공장의 기초 데이터를 확보한 일본은 1985년에 실용화 연구를 위해 태양광 이용형과 완전제어형이라는 두 가지 형태의 실제 생산설비를 이용한 연구를 진행하였으며, 1985년에 “회전식 양상추 식물공장”을 쓰쿠바 국제과학박람회에 전시하였다.

일본의 식물공장 산업은 2008년 글로벌 금융위기 이후 미래 신성장동력산업으로서 육성하고 있으며, 농림수산성에서는 식물공장 건설사업자에게 보조금을 지원하고 있고, 경제산업성에서는 식물공장 관련 기술 개발에 대한 보조금 지원이 활발하게 추진 중이다.

일본은 후쿠시마 원전사고 이후 대규모 식물공장의 필요성을 크게 인식하고 있으며, 원전사고에 의한 오염지역에 식물공장을 건설·운영하는 것을 지역의 부흥 수단으로 인식하고 있다. 또한 지자체와 연계한 장애인, 노인 일자리 창출 목적으로도 식물공장 사업을 추진하기도 한다. 현재 식물공장 사업에 진출한 회사로는 큐피드페이, 야채공방, 페어리엔젤, 스웨데포닉큐슈, 카메오카플랜트 등이 있다.



<그림 1-4> 홍보용 식물공장(일본)



<그림 1-5> 상업적 식물공장(일본)

<표 1-1> 일본의 식물공장 업체 사례

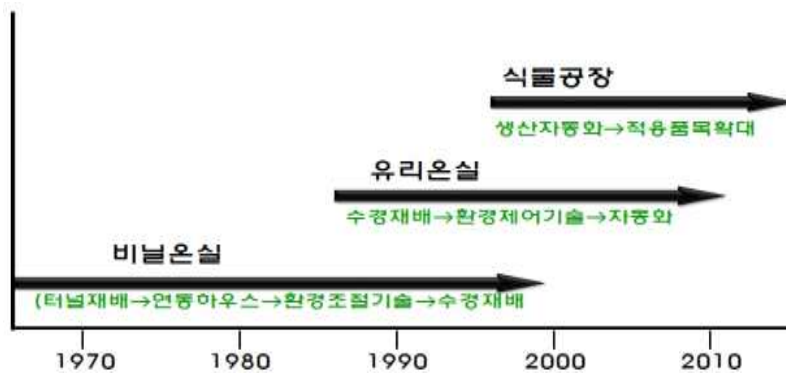
업체명	설치 연도	주요품목	면적 (m ²)	생산량 (톤/년)	인력 (명)	사업현황
사회복지법인 큐피드·페이	2003	리프양상추	596	37~55	7	·장애인 고용 목적으로 설립 ·지역 레스토랑, 슈퍼 대상 판매(연매출 1~1.5억 엔) ·리프양상추를 70g에 198엔에 판매 중 ·최근 지역 학교급식 납품에 집중
야채 공방	2008	리프양상추	-	26~28	6	·지역 노인/장애인 고용을 위해 설립 ·설치비 절감을 위해 일반 형광등 사용 ·'사라다 테뷔' 브랜드로 판매 중(연매출 8천만 엔 수준) ·칼슘 고탍유 채소 개발에
그린 플레이어 고코점	2006	양상추, 상추 그린리프, 바질, 파슬리	200	8.5	-	·동일 건물 내 생산공장과 판매점포를 운영 → 야채 생산과 점포판매가 일체화된 형태로 사업 ·식물공장 재배기술 이전 사업도 진행, 연매출 1,500만 엔
(유)도쿄 드립	1997	리프양상추, 톨로로사, 샐러드 야채	499	28	10	·매출의 78%는 스키전문점이나 도시락/샌드위치 체인점, 23%는 인터넷 판매로 구성 ·노지재배를 병행하여 식물공장의 손익을 맞추고 있음 ·연매출은 5천만 엔 내외
㈜페어리 엔젤	2008	양상추, 상추, 미즈나, 로콜라 등	2870	252	46	·일반 소매용으로 70%, 업무용으로 30% 판매 - 대량소비처는 출하 리스크를 고려해 판매하지 않음 ·생산 회전수를 올리기 위해 60g으로 크기를 줄여 판매 ·연매출 3억 엔 수준이었으나 2012년 5월부터 사업중단
㈜라프란타	2004	샐러드 야채, 허브	1200	98	28	·Olympus 사내식당 및 지역병원 1개소와 제휴판매 중 ·양상추 3종과 허브만 생산 판매(연매출 1.1억 엔) - 양상추는 40일, 허브는 20일 단위로 수확
스웨데포닉 큐슈	1997	파슬리 바질	3300	144	16	·총 5억 엔 투자/설치, 허브류 하루 6,000포트 생산 ·전국 백화점, 슈퍼 판매 중이나 최근 손익이 급격히 악화 - 전국판매로 운송비 비중이 높아 운송비 절감을 위해 거 래치 조정을 시도중
카메오카 플렌트	2007	프릴양상추, 모코양상추, 로메인 등	2868	350	30	·형광등을 사용, 재배면적은 단수가 많아 25,200m ² ·다이마루 코토점, 레스토랑, 오키라 호텔, 브라이언 호텔, 그란비아 호텔에 판매하며 연매출은 7억 엔
하이텍 하뉴	1996	샐러드 야채, 리프양상추	499	24	9	·고압나트륨 램프 사용(설치비는 1.4억 엔) ·마르히토, 서미트, 스즈키아 등 소매점/식품 가공 메이커 스즈키아메이커리에 납품 중(상품화율 90%) ·연 10회 수확, 연매출 4천만 엔으로 수지 균형
하이텍팜	1992	리프양상추, 프릴양상추	400	21	4	·고압나트륨 램프 사용(설치비용은 1.2억 엔) ·소매점, 도매점, 식품업체 납품 ·상품화율 90%, 연매출 2,400만 엔으로 수지 균형

나. 국내 식물공장 기술현황

국내 식물공장은 1990년대 초 유리온실 보급으로 양액재배 기술이 발전되었고, 1996년 농촌진흥청에서 재배시험을 착수하여 수경재배 기술이 도입되었다. 이 후 연중생산이 가능한 재배환경 기술이 적용되어 1993년에 육묘공장 산업화는 수경재배 기술을 국산화하는 근간이 되었다.

농촌진흥청에서는 2004년도에 수평형 식물공장의 요소기술을 개발하여 250㎡ 규모의 수평형 식물공장을 운영하였으며, 2009년에는 컨테이너 식물공장을 개발하여 남극 세종기지에 설치하였다. 최근에는 농촌진흥청, 민간연구소 및 산업체에서 여러 가지 형태의 식물공장을 설치하여 운영 중이다.

2009년부터 시작한 수직형 식물공장 생산 자동화 시스템 개발은 수평적 개념에서 수직적 개념으로 넘어가는 단계이며, 이와 같은 단계적인 발전은 향후 빌딩형 식물공장 실용화의 기초 기반기술이 될 것으로 보인다.



<그림 1-6> 국내 식물공장 발전 단계

*출처: 식물공장의 동향과 전망(2009, 한국농촌경제연구원)

우리나라에서 인공광형 식물공장을 가장 먼저 운영한 곳은 민간기업체인 농업법인회사 인성테크이며, 엘이디(LED)를 사용한 인공광형 다단식 식물공장으로서, 생산물은 백화점 및 슈퍼마켓으로 유통하고 일부는 자체 샐러드바를 운영하면서 소비하고 있다.



<그림 1-7> 수평형 식물공장(농촌진흥청) <그림 1-8> 다단식 식물공장(인성테크)

재)전주생물소재연구소에서는 완전폐쇄형 식물공장을 연구하여 엘이디(LED)를 광원으로 하여 인삼과 고추냉이(와사비) 재배에 성공하였으며, 연구소에서 운영하는 식물공장에서는 결구상추 등 엽채류와 인삼 등 특용작물을 연구하고 있다.

특히 4년근 인삼을 18개월 내에 재배한 실적이 있으며, 최근에는 국내에서 처음으로 시도되는 완전폐쇄형 식물공장이라 할 수 있는 시설을 갖추어 상추, 양상추, 시금치 등 엽채류를 비롯하여 인삼 등을 실증재배하는 시설로 이용하고 있다.

국내 식물공장 사업과 관련된 업체는 크게 나누어 재배시스템 개발업체, 영농업체, 식품업체, 건설업체의 영역으로 구분할 수 있다.

재배시스템 개발업체는 엘이디(LED)광, 센서, 재배시스템 등을 식물공장에 접목하고 있는 업체들로서 현재 시장 확대를 주도하고 있으며, 이들은 국내 보급용 소형 식물공장시스템, 해외 수출용 컨테이너형 식물공장 등을 개발·생산 중이다. 특히 식물공장의 시설 설치비가 높아 판매 부진으로 연계되기 때문에 시설 설치비 인하에 큰 비중을 뒤 기술개발에 집중하고 있다. 주요 업체로는 인성테크, 와이즈센싱, LG CNC, 카스트친환경농업기술, 오디텍, 하루, 세기교역상사, 유양디앤유 등이다.

식품업체는 안전하고 안정적인 식자재 확보를 목적으로 식물공장을 이용하고 있으나, 작물 재배기술 부족과 높은 시설비로 인해 적극적으로 추진하고 있지는 못한 실정이며, 주요 업체는 롯데, CJ, 현대그린푸드, 농심 등이다.

건설업체는 아파트 고급화를 위한 비포마켓(Before Market) 용도의 식물공장을 추진 중에 있다. 일부 기업은 식물공장 하우스 건설을 플랜트 사업으로 추진하고 있으며,

관련 업체는 포스코 건설, 태종씨앤아이, 두원산업 등이다.

2013년 하반기에 엘이디(LED) 가격이 하락할 전망으로 식물공장 사업의 확대 가능성

에 대해 기대가 높아 동부팜한농 등 기업들이 대규모 식물공장 건설 추진을 계획 중에 있는 것으로 알려져 있다.

다. 분석범위

1) 분석대상

본 분석에서는 버섯재배용 컨테이너 버티컬 팜 기술 분야의 특허에 관련하여 출원공개 또는 출원 등록된 한국, 미국, 일본, 유럽특허에 대해 특허정보 DB인 'WIPS ON'의 검색을 통해 얻은 데이터를 분석 대상으로 하였다.

2) 기술분류체계

본 분석에서는 버섯재배용 컨테이너 버티컬팜 기술에 대해 조명 시스템 및 공조시스템, 양액공급시스템을 통합 제어하는 중앙 집중식 자동 제어 시스템 기술(AA), 실시간 식물공장 운영에 대한 환경 및 시스템 데이터 저장 및 분석시스템 기술(AB), 각각의 LED의 파장 및 펄스(Pulse), 작동주기 시간을 조절하는 LED광 환경 자동 제어기술(AC)를 중분류로 선정하였다.

대분류 (분류코드)	중분류 (분류코드)
버섯재배용 컨테이너 버티컬팜 기술 (A)	LED의 파장 및 펄스(Pulse), 작동주기 시간을 조절하고, LED 조명 시스템 및 공조시스템, 양액공급시스템을 통합으로 제어하는 자동 제어기술 (AA)
	식물공장 운영 환경에 대한 실시간 모니터링 기술 (AB)

3) 검색식

본 보고서에 사용된 검색식은 각 분야별로 도출된 키워드를 바탕으로 각각의 기술에 대해 가능한 넓은 범위의 기술이 검색되도록 검색식을 수립하였다.

대분류 (분류코드)	중분류 (분류코드)	검색식
버섯재배용 컨테이너 버티컬 팜 기술 (A)	LED의 파장 및 펄스(Pulse), 작동주기 시간을 조절하고, LED 조명 시스템 및 공조시스템, 양액공급시스템을 통합으로 제어하는 자동 제어기술 (AA)	((버티컬* 버티칼* 수직* vertical* 컨테이너* container* 도시* urban* 스마트* smart* 식물* plant*) adj2 (팜* 농장* 농업* farm* agriculture* 공장* 팩토리* factor*)) and (조명* 엘이디* LED* 공조* (heat* and ventilat* and condition*)) ((양액* 수경*) adj2 (공급* 재배*)) hydroponic*) and (자동* 제어* control*)
	식물공장 운영 환경에 대한 실시간 모니터링 기술 (AB)	((버티컬* 버티칼* 수직* vertical* 컨테이너* container* 도시* urban* 스마트* smart* 식물* plant*) adj2 (팜* 농장* 농업* farm* agriculture* 공장* 팩토리* factor*)) and (모니터링* monitoring)

4) 검색결과

중분류 (분류코드)	한국	미국	일본	유럽	총합
LED의 파장 및 펄스(Pulse), 작동주기 시간을 조절하고, LED 조명 시스템 및 공조시스템, 양액공급시스템을 통합으로 제어하는 자동 제어기술 (AA)	981	1,563	1,989	645	5,178
실시간 식물공장 운영에 대한 환경 모니터링 및 시스템 데이터 저장 및 분석 시스템 기술 (AB)	657	305	2,223	615	3,800
합계					

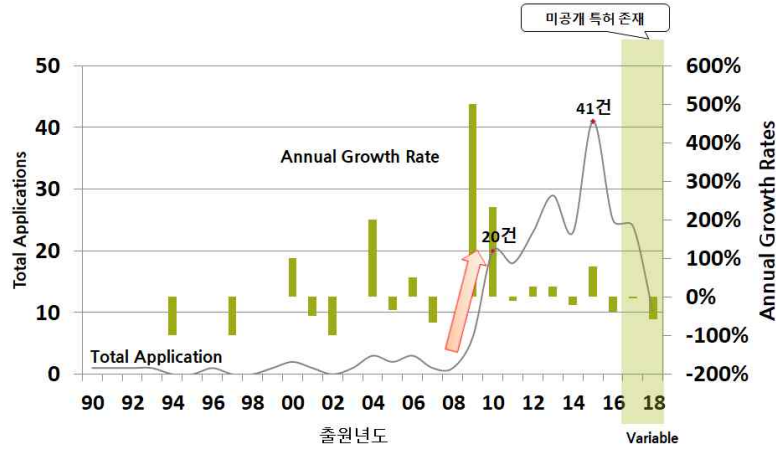
5) 유효특허 선별 결과

중분류 (분류코드)	한국	미국	일본	유럽	총합
LED의 파장 및 펄스(Pulse), 작동주기 시간을 조절하고, LED 조명 시스템 및 공조시스템, 양액공급시스템을 통합으로 제어하는 자동 제어기술 (AA)	99	40	3	1	143
실시간 식물공장 운영에 대한 환경 모니터링 및 시스템 데이터 저장 및 분석 시스템 기술 (AB)	63	1	13	1	78
합계					

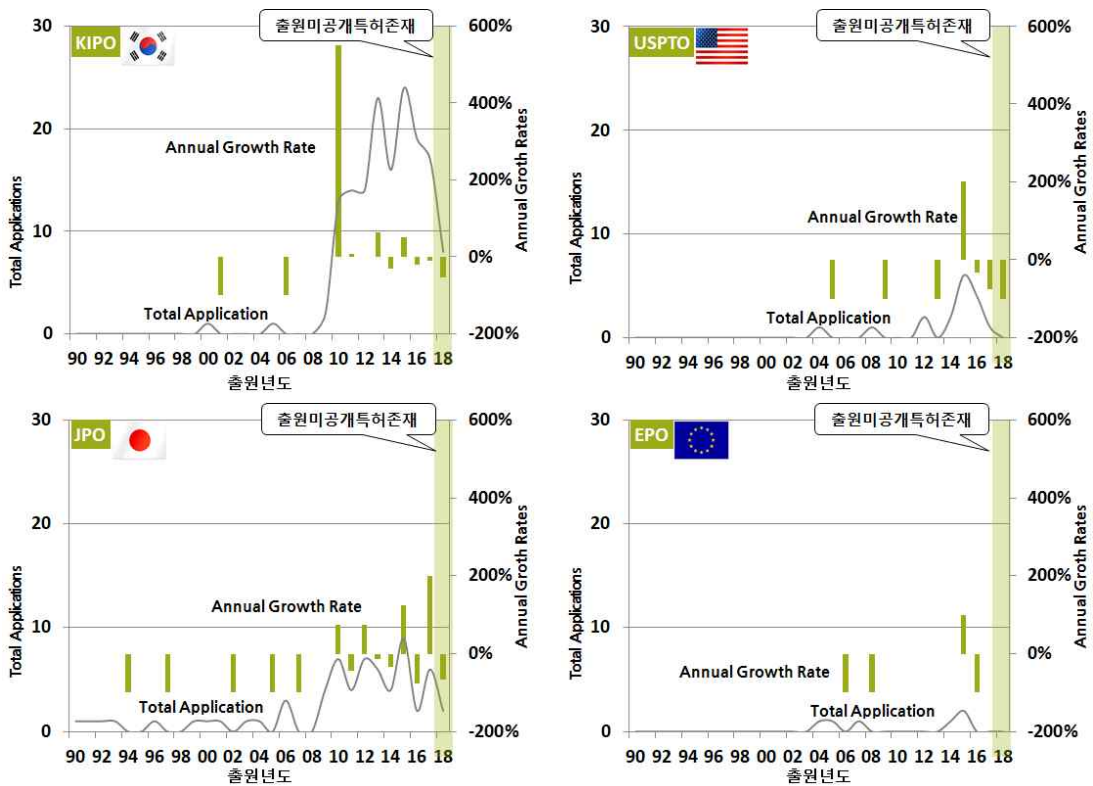
라. 특허동향

1) 국가별 Landscape

① 주요출원국 전체 연도별 특허동향



<그림 3-1> 연도별 출원동향



<그림 3-2> 주요시장국 연도별 출원동향

버섯재배용 컨테이너 버티컬 팜 기술 분야의 연도별 전체 특허동향을 살펴보면, 연도별 특허 건수는 2008년까지는 출원이 미미하게 지속되다가 2010년에 20건으로 급격하게 상승세를 보이기 시작하여, 2015년에 41건으로 최다출원이 나타나고 있다.

한국의 경우, 2009년까지 출원이 거의 이루어지지 않다가 2010년 13건을 출원하며 상승세를 나타내기 시작했고, 2013년 23건, 2015년 24건으로 최다 출원이 나타나고 있다.

미국의 경우, 출원건수가 5건 내외로 출원이 미미하고, 일본의 경우, 2010년 이후 10건 이내로 출원이 꾸준히 이뤄지고 있다.

유럽의 경우, 2005년 이후 출원이 이뤄졌으나 주요출원국 중에서 출원활동이 가장 미미하다.

주요출원국 모두 공통적으로 2000년 이후 출원이 꾸준히 이뤄지기 시작하여 한국에서는 2010년 이후 급격히 증가하였으므로 미공개 특허가 존재하는 구간인 2017년~2018년에도 상승세가 이어질 것으로 판단된다.

② 기술성장단계 파악



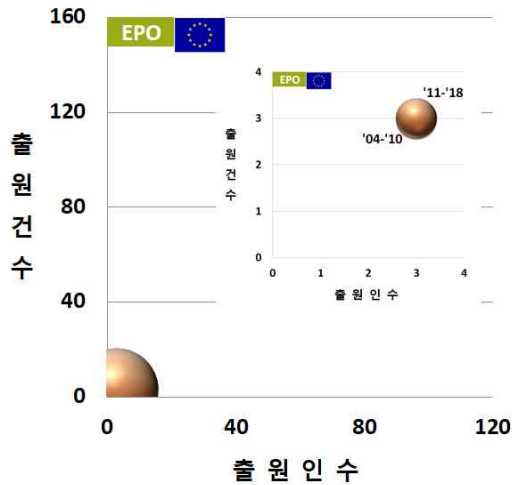
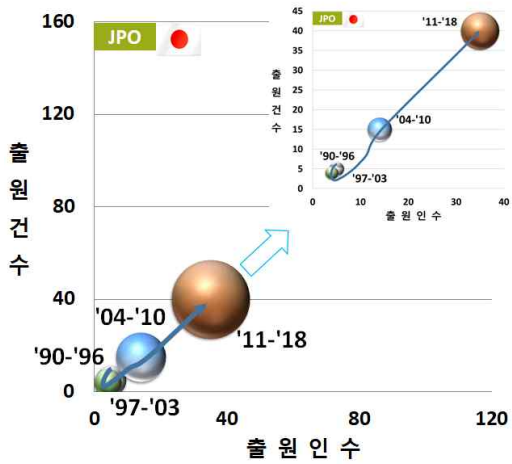
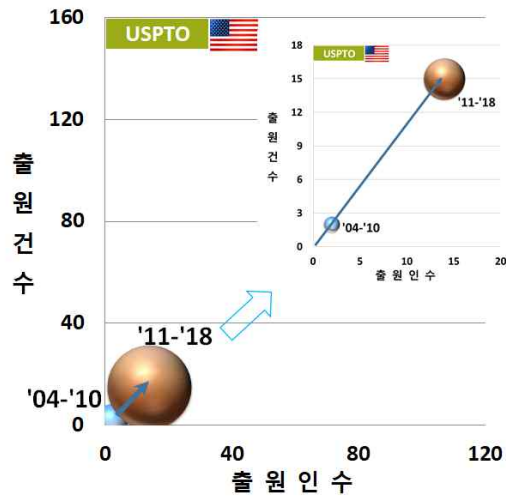
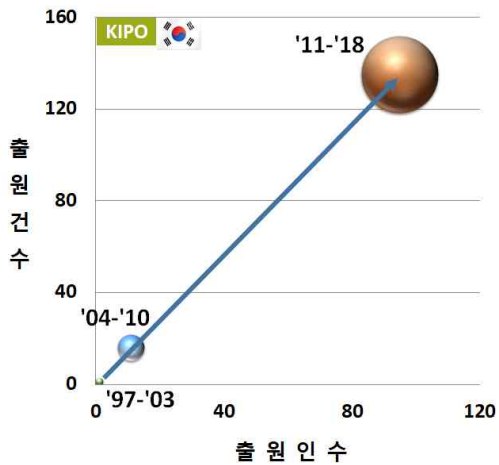
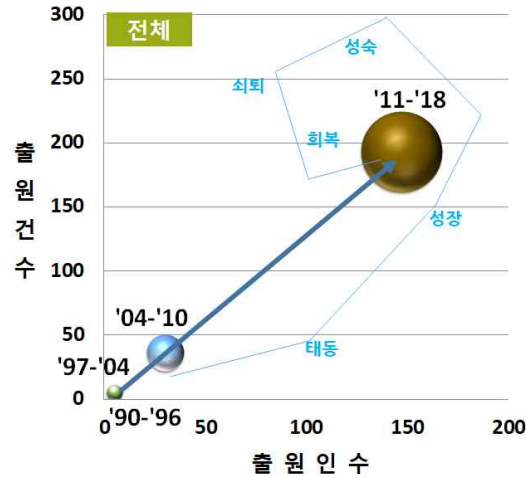
구간	년도	구간	년도
1구간	1990 - 1996	3구간	2004 - 2010
2구간	1997 - 2003	4구간	2011 - 2018

<그림 3-3> 기술성장단계 구간별 의미

기술성장단계는 전체 출원 기간의 일정 구간을 나누어 각 구간별 출원건수(특허건수)와 출원인수(특허권자수)를 2차원 버블 차트로 구현한 것으로 버블의 크기는 출원건수에 비례한다. 출원건수는 기술개발의 활동정도를 나타내고, 출원인수의 증가는 시장의 신규진입자가 증가하는 것을 의미하며, 출원건수와 출원인수가 모두 증가 시 해당기술 분야의 시장이 커지고 있다는 것을 의미한다.

태동기 및 성장기 단계에서는 출원인과 출원건수가 활발하게 진행되는 단계로, 연구 활동이 활발한 것을 판단할 수 있으며, 성숙기 단계는 출원건수 및 출원인의 증가율이 낮아지면서 시장진입 비중이 적어지는 단계이다. 쇠퇴기 단계는 출원인 뿐 아니라 출원건수도 감소하여 해당기술의 시장이 위축되는 단계로 해석할 수 있다. 회복기 단계는 원천기술을 이용하여 현 시장에 맞는 기술들이 다시 개발되어 새로운 아이디어와 함께 시장이 재형성되는 단계로 볼 수 있다.

모든 출원국은 속지주의 원칙, 즉 동일한 발명에 대하여 상이한 국가에서 획득한 특허는 각각 독립적으로 해당국가의 법률에 따라 존속·소멸한다는 원칙에 따라 독립적으로 권리의 효력이 발생하기 때문에, 해당출원국가에 특허출원한다는 것은 해당 시장에서 권리를 이행하려는 의지가 있다고 볼 수 있다. 이에 출원국가별로 해당기술의 시장 및 개발현황을 비교해봄으로써, 어느 시장이 활발한지, 기술개발형성이 어디까지 진행되었는지 판단할 수 있다. 주요 시장국과 국내 상황을 비교하여 주요 시장국 대비 국내의 기술개발단계의 위치, 수준 등을 판단할 수 있다. 해당 기술이 태동기 및 성장기 단계에 위치하는 것이 연구개발의 성공가능성 측면에서 의미가 있으며, 최근 신규 시장 진입자 분석과 함께 모니터링 하는 것이 분석의 정확성을 높일 수 있다. 각 출원국가별로 출원건수의 기준을 동일하게 적용하여 비교하는 것이 필요하다.



<그림 3-4> 주요시장국별 기술성장단계

본 과제 기술인 버섯재배용 컨테이너 버티컬 팜 기술 분야는 전체적으로 1990년부터 2018년까지의 기간 동안 태동기를 거쳐서 현재는 성장기의 단계에 있는 것으로 판단된다.

한국 및 일본의 경우 1990년부터 2018년까지의 기간 동안 태동기를 거쳐서 현재는

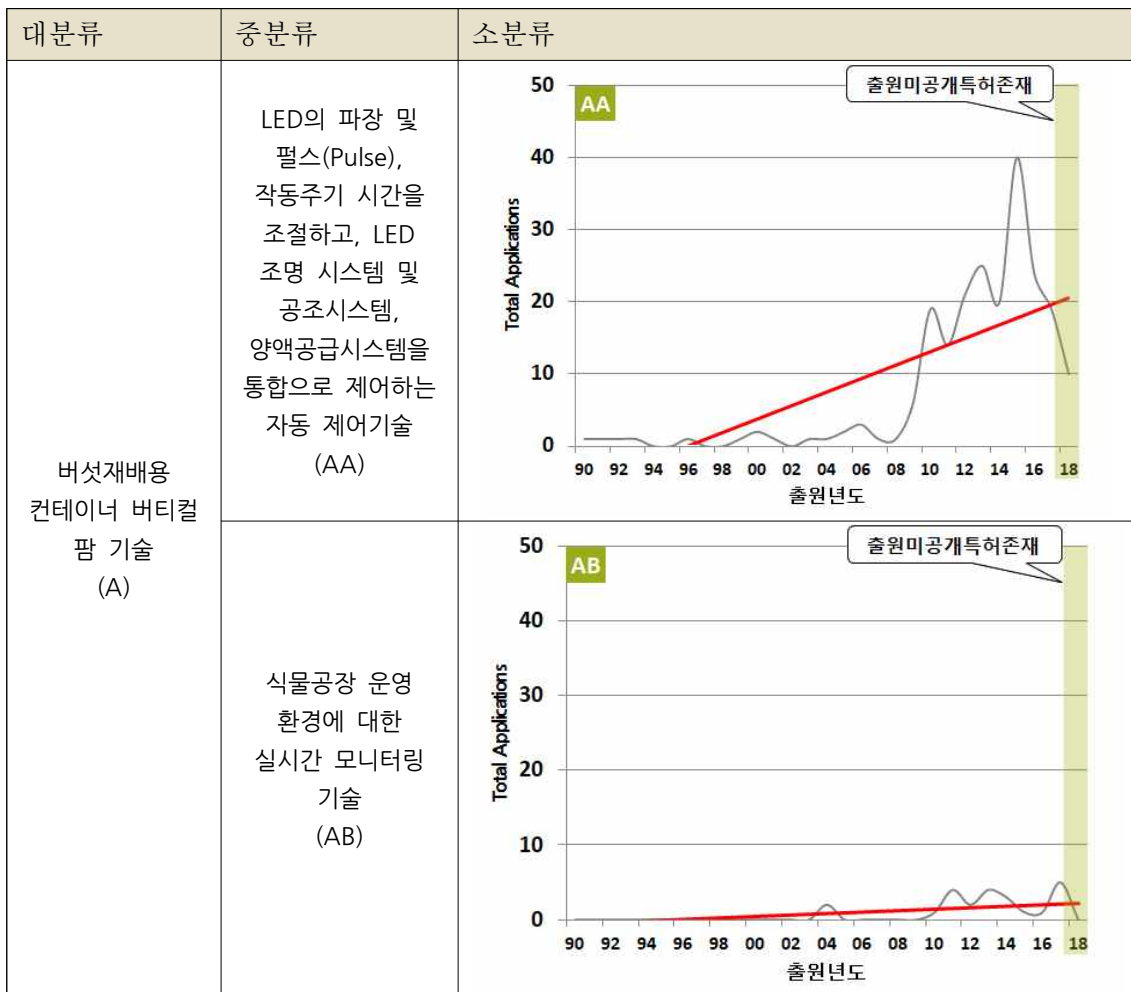
성장기의 단계에 있는 것으로 판단된다.

미국 및 유럽의 경우 3구간(2004년~2010년)에 비해 4구간(2011년~2018년)에서의 출원 건수 및 출원인수가 증가하여 태동기를 거쳐서 성장기의 단계에 있는 것으로 보이지만, 출원건수 및 출원인수가 미미하여 태동기에 있는 것으로 판단된다.

2) 세부기술별 Landscape

① 세부기술별 추세선을 통한 출원증가율 분석

<표 2-1> 세부기술별 추세선 분석

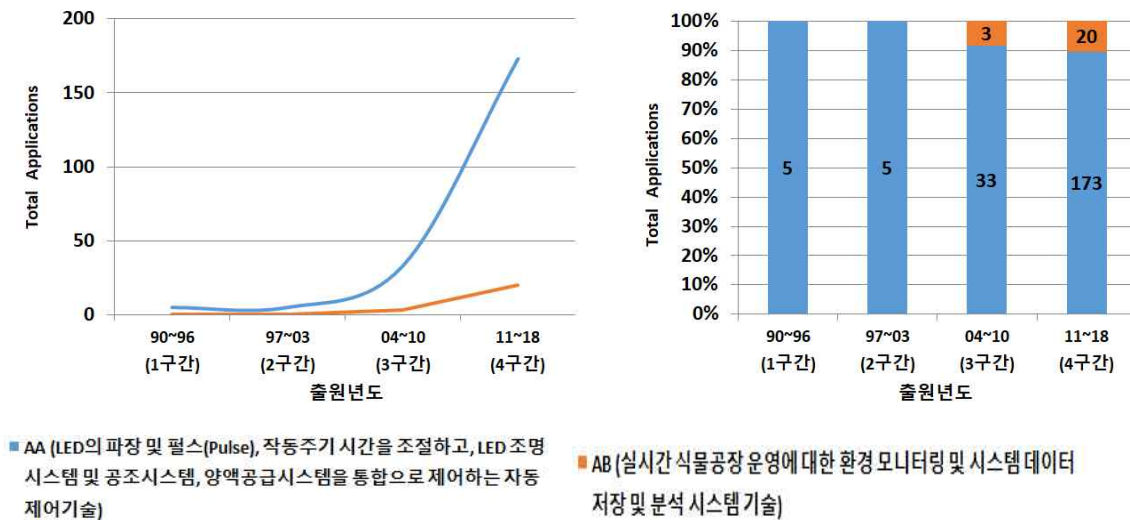


본 과제 기술인 버섯재배용 컨테이너 버티컬 팜 기술 특허는 기술분야별로 모두 뚜렷한 출원 증가세를 나타내고 있다.

AA(LED의 파장 및 펄스(Pulse), 작동주기 시간을 조절하고, LED 조명 시스템 및 공조시스템, 양액공급시스템을 통합으로 제어하는 자동 제어기술) 분야는 AB(식물공장

운영환경에 대한 실시간 모니터링 기술) 분야에 비해 출원 증가세가 조금 더 일찍 나타나기 시작하고 더욱 급격하게 증가하는 모습을 나타내고 있다.

② 세부기술별 기술점유율 변화 추이



<그림 3-5> 세부기술별 기술점유율 변화 추이

전 구간에서 AA(LED의 파장 및 펄스(Pulse), 작동주기 시간을 조절하고, LED 조명 시스템 및 공조시스템, 양액공급시스템을 통합으로 제어하는 자동 제어기술) 분야의 점유율이 더욱 높게 나타나고, 3구간(2004년~2010년)부터 비율의 격차가 많이 벌어지는 것으로 보아 AA(LED의 파장 및 펄스(Pulse), 작동주기 시간을 조절하고, LED 조명 시스템 및 공조시스템, 양액공급시스템을 통합으로 제어하는 자동 제어기술) 분야의 출원이 증가하는 경향을 보이고 있다.

③ 세부기술별 IP출원국 분석



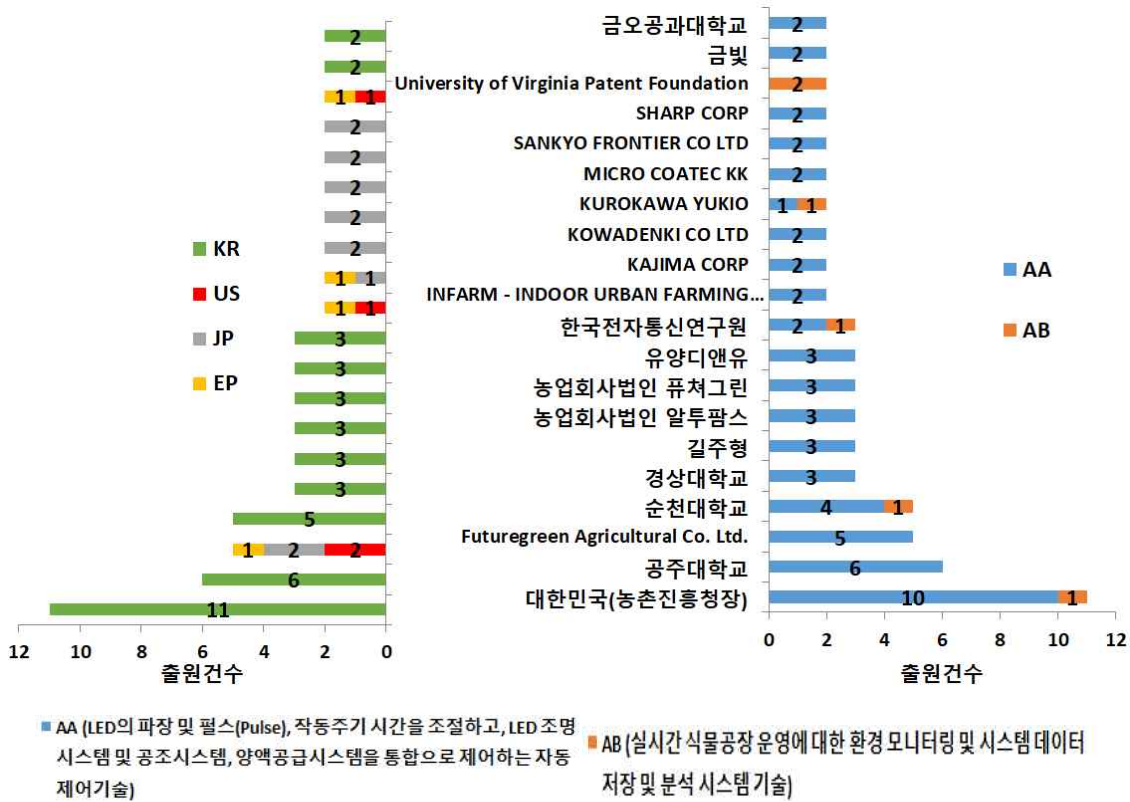
<그림 3-6> 세부기술별 IP출원국

모든 출원국에서 AA(LED의 파장 및 펄스(Pulse), 작동주기 시간을 조절하고, LED 조명 시스템 및 공조시스템, 양액공급시스템을 통합으로 제어하는 자동 제어기술) 분야가 AB(식물공장 운영환경에 대한 실시간 모니터링 기술) 분야에 비해 출원이 많이 나타나고 있다.

AA(LED의 파장 및 펄스(Pulse), 작동주기 시간을 조절하고, LED 조명 시스템 및 공조시스템, 양액공급시스템을 통합으로 제어하는 자동 제어기술) 분야는 한국이 134건으로 가장 많은 출원을 나타냈으며, 이어서 일본이 60건 이상의 출원을 나타냈다.

AB(식물공장 운영환경에 대한 실시간 모니터링 기술) 분야의 출원은 한국이 18건으로 가장 많은 출원이 나타났고, 미국, 일본, 유럽에서는 5건 미만의 출원이 나타났다.

④ 상위 20 출원인 분석



<그림 3-7> 상위 20 출원인 출원분포

버섯재배용 컨테이너 버티컬 팜 기술 분야의 상위 출원인 중 가장 많은 출원활동을 나타낸 것은 대한민국 농촌진흥청이고, 그 뒤를 이어서 공주대학교 산학협력단, Futuregreen Agricultural, 순천대학교 산학협력단, 경상대학교 산학협력단, 농업회사법인 알투팜스, 퓨처그린 등이 상위 출원인으로 나타났다.

가장 많은 출원을 나타낸 대한민국 농촌진흥청의 국가별 출원분포를 보면, 한국에서만 11건을 출원하였으며, 11건 중 10건은 AA(LED의 파장 및 펄스(Pulse), 작동주기 시간을 조절하고, LED 조명 시스템 및 공조시스템, 양액공급시스템을 통합으로 제어하는 자동 제어기술) 분야의 출원이고, 1건은 AB(식물공장 운영환경에 대한 실시간 모니터링 기술) 분야의 출원이다.

상위 출원인 2위인 공주대학교 산학협력단의 경우, 한국에서의 출원활동이 6건으로 AA(LED의 파장 및 펄스(Pulse), 작동주기 시간을 조절하고, LED 조명 시스템 및 공조시스템, 양액공급시스템을 통합으로 제어하는 자동 제어기술) 분야에서의 출원만 이루어 졌다.

상위 출원인 3위인 Futuregreen Agricultural사는 한국을 제외한 일본(2건), 미국(2건),

유럽(1건)에서 출원을 하였고, AA(LED의 파장 및 펄스(Pulse), 작동주기 시간을 조절하고, LED 조명 시스템 및 공조시스템, 양액공급시스템을 통합으로 제어하는 자동 제어 기술) 분야에서의 출원만 이뤄졌다.

3) 결론

본 과제기술인 버섯재배용 컨테이너 버티컬 팜 기술 분야의 특허출원동향을 살펴본 결과, 현재 과제기술 분야의 세계시장은 성장기에 해당하는 것으로 나타났다.

모든 주요출원국에서 2010년 이후 출원건수가 급격히 증가하거나 꾸준히 이뤄지는 것을 보였으며, 한국은 2013년 23건, 2015년 24건으로 최다 출원이 나타났으며, 일본은 2010년 이후 꾸준히 출원이 이뤄지고 있다.

출원활동이 활발한 상위 출원인으로는 대한민국 농촌진흥청이고, 그 뒤를 이어서 공주대학교 산학협력단, Futuregreen Agricultural, 순천대학교 산학협력단, 경상대학교 산학협력단, 농업회사법인 알투팜스, 퓨처그린 등이 나타나고 있는데, 이들 상위 출원인의 국적은 대부분 한국 국적이다.

특허출원동향을 종합하여 보면, 본 과제기술 분야의 특허출원활동이 전 세계에서 공통적으로 최근인 2010년대에 급격하게 상승세를 보이기 시작하거나 꾸준히 이뤄지는 시점이다.

따라서 버섯재배용 컨테이너 버티컬 팜 기술 분야는 현재 전 세계적으로 기술개발이 이루어지고 있고, 향후 지속적으로 기술개발이 활발하게 이어질 것으로 판단된다.

4) 컨테이너형 스마트팜 가격 경쟁력

■ 배지 구매비용

- 송화버섯 종균을 접종한 배지의 구매단가 : 3,600원/개
- 배지 필요 수량 : 1,750개
- 배지 교체 주기 : 3주기(3개월)

⇒ 연간 배지 비용 : 25,200,000원

■ 운영관리비용

- 전기세(온도조절 냉난방 공조 및 인공광원 조사) : 600,000원/월
- 인건비(시스템 관리 및 배지교체, 수확, 포장 작업 등) : 1,000,000원/월
- 기타 관리비 : 300,000원/월

⇒ 연간 운영관리비용 : 22,800,000원

다. 컨테이너형 스마트팜을 활용한 송화버섯 생산량 및 매출액

■ 생산량

- 1주기 생산량 : 배지수량 1,750개 × 250g/개 = 437.5kg
- 1주기 소요기간 : 30일(약 1개월)

⇒ 연간 생산량 : 5,250kg

■ 매출액

- 연간 생산량 : 5,250kg
- 평균단가 : (일반품)13,000원/kg, (상품)16,000원/kg

* 2018년말 기준

⇒ 연간 매출액 : 68,250,000원

* 일반품의 평균단가를 적용하여 산출

라. 수익성 분석 결과

- 일반 컨테이너 3M×6M 재배동 2+제어동 1 type의 버섯재배시스템을 활용한 송화버섯 생산·판매에 따른 예상 수익은 다음과 같이 나타남.

- 연간 매출액 : 68,250,000원
- 연간 투입비용 계 : 48,000,000원

⇒ 연간 수익 : 20,250,000원 (매출액 대비 수익률 29.7%)

■ 연간 손익계산서

마. 연간 추정 손익계산서


(단위 : 천원)

과 목	금 액	상세내역	비고(%)
매출액	68,250	437.5kg/월×13,000원/kg×12월	100.0
매출원가	25,200	배지 1,750개×3,600원/개×4	36.9
매출이익	43,050		63.1
판매관리비	22,800		33.4
수도광열비	7,200	월 600,000원×12월	10.5
인건비	12,000	월 1,000,000원×12월	17.6
기타관리비	3,600	월 300,000원×12월	5.3
영업이익	20,250		29.7

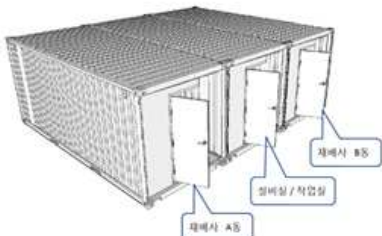
- 투자비용(부가세 포함 시 1억 1,000만원)의 회수시점은 약 3.7년(3년 6개월)으로 예상됨.

2. 연구수행 내용 및 결과

주요 부품 개발 내용

다단 적재 (단층, 복층) (VERTICAL FARM)	내부 조명:LED 조명	제어 컴퓨터	공조부품 (히터펌프)
			

본 기술은 ‘컨테이너형 VERTICAL FARM(송화버섯)’으로서 송화버섯을 재배할 수 있는 컨테이너를 이용한 모듈형 스마트팜 재배시스템이다. LED 조명 시스템, 공조 시스템, 양액공급시스템 등을 통합 제어하는 중앙 자동 제어시스템으로 구성되어 실시간 식물공장 운영에 대한 환경 및 시스템 데이터 저장 및 분석이 가능하다. 제어 관리기능으로 각각의 LED 조명 파장, Pulse, 빛의 Duty time 등의 LED광 환경 자동 제어를 통해 적은 면적에서 균일한 표고 버섯을 재배할 수 있는 것이 특징이다.

기술명	제품형태	사업모델	비고
컨테이너형 VERTICAL FARM	 <p>① TypeA:3m×6m×2.5m (배지1,700개) ② TypeB:3m×10m×2.5m (배지3,000개) ③ 수출형:2.4m×12m×2.8m(배지3,500개) ④ 2층,3층 다단 적제로 수직농업 구현</p>	제품 판매 제품 임대 사업 버섯 유통사업	

컨테이너형 Vertical Farm은 H/W 및 S/W로 구성된 제품으로 표고버섯 재배농가에 보급되는 방식으로 사업화가 진행될 것으로 예상할 수 있으며, 부수적인 사업모델로 제품 임대 사업 및 버섯 유통 사업으로 사업다각화 예정

결과 내용

버티컬 팜(Vertical Farm)은 성장조건을 맞춰 식물을 재배하는 것으로, 도시농업 또는 식물공장(plant factory)으로도 불리며, 빛·온도·습도·산도·이산화탄소·배양액·공기순환 등을 자동으로 조절하여 식물을 재배하는 시스템이다.

버티컬 팜(Vertical Farm)은 작물 생육정보와 환경정보에 대한 데이터를 기반으로 최적의 생육환경을 조성하여 식물을 재배하며 기후변화와 관계없이 사계절 안정적으로 채소를 공급하고, 외부와 차단되기 때문에 농약을 칠 필요도 없어 완벽한 무공해 먹거리를 생산하고 자동화된 시스템 속에서 지속적으로 생산한다는 점에서 산업적으로 큰 의의를 가진다.

식물공장은 1950년대 유럽에서 시작되었고, 최초의 식물공장은 1957년 덴마크의 크리스텐센(Christensen) 농장에서 크레스(cress; 새싹채소 일종)를 컨베이어 시스템으로 재배한 것이라고 알려져 있다. 이 농장은 평면식 시설에서 태양광을 주로 이용하면서 인공 광원으로 보광하는 형태의 식물공장이었으며, 파종 후 1주일 만에 새싹채소를 출하하였다. 1960년대 들어서서는 평면식보다 생산성이 높은 입체식 식물공장 개발이 시도되어 오스트리아의 루스나(Ruthner)사에서 빌딩 형태의 입체식 자동 식물공장을 최초로 개발하였다. 이 시설의 조명은 태양광과 고압나트륨 램프를 병행하였고, 식물의 성장에 따른 주간 이동을 위하여 타워식 입체상하이동형으로 설계하였다.

유럽은 주로 자동화설비를 갖춘 유리온실 형태로서 엽채류·허브·과채류 생산 및 신품종 육종 등 다양한 작물을 생산하거나 품종을 개발하는데 이용하고 있다. 네덜란드는 자연광 식물공장을 자동화로 전환하고 있으며, 신재생에너지 이용 및 에너지 절감 관점에서 새로운 개념의 식물생산시스템을 제시하며 세계의 식물공장 생산기술을 선도하고 있고, 스웨덴의 Agritech Innovation 사에서 개발한 스웨데포닉(Swedeponic)이라는 채소·허브용 엽채류를 생산하는 식물공장이 유럽 전역에 설치되어 실용화되고 있으며, 벨기에 Hortiplan사에서 개발된 재배베드 자동이송 시스템 개발에 의해 완전 자동화된 채소류 식물공장시스템을 저가로 설치하여 운영하는 회사도 증가하는 추세이다

○ 사업화성과 및 매출실적

- 사업화 성과

항목	세부항목			성 과	
사업화 성과	매출액	개발제품	개발 후 현재까지	억원	
			향후 3년간 매출	3 억원	
		관련제품	개발 후 현재까지	억원	
			향후 3년간 매출	억원	
	시장 점유율	개발제품	개발 후 현재까지	국내 : 90 % 국외 : %	
			향후 3년간 매출	국내 : 100 % 국외 : %	
		관련제품	개발 후 현재까지	국내 : % 국외 : %	
			향후 3년간 매출	국내 : % 국외 : %	
	세계시장 경쟁력 순위	현재 제품 세계시장 경쟁력 순위			100 위
		3년 후 제품 세계 시장경쟁력 순위			10 위

- 사업화 계획 및 매출 실적

항 목	세부 항목	성 과			
사업화 계획	사업화 소요기간(년)	3년			
	소요예산(백만원)	300			
	예상 매출규모 (억원)	현재까지	3년후	5년후	
		0	3	6	
	시장 점유율	단위(%)	현재까지	3년후	5년후
		국내	0%	1%	3%
		국외			
	향후 관련기술, 제품을 응용한 타 모델, 제품 개발계획	식물공장 제조업 , ESS저장장치를 이용한 스마트팜			
무역 수지 개선 효과	(단위: 억원)	현재	3년후	5년후	
	수입대체(내수)				
	수 출				

3. 목표 달성도 및 관련 분야 기여도

가. 목표

도시형 건물에서 컨테이너형 내부에 온도, 습도, CO2, 조도를 원격제어를 통하여 컨테이너 내부에서 버섯을 전자동 시스템으로 재배하는 최첨단 스마트팜 개발

나. 목표 달성여부

버섯생육에 필수적인 요소인 환기, 온도, 습도, 이산화탄소 의 농도 등을 효과적으로 컨트롤하는 ICT를 이용한 자동제어 시스템 개발

다. 목표 미달성 시 원인(사유) 및 차후대책(후속연구의 필요성 등)

- 전문가 활용 컨설팅 실시 완료
- 농기평 기술평가 실시 완료

4. 연구결과의 활용 계획 등

- 사회적 농업 실현 및 노인 일자리 창출

스마트팜 개인별 배지 대여점 (대상: 장애인, 노인, 일반인)	버섯 배지 판매 (카트리지형)	심리상담 치료실 운용
		
<p>스마트팜 버섯배지를 개인별 대여받아 컨테이너 실내에서 표고버섯을 스마트팜으로 재배활동으로 심리 치료와 동시에 치유 농업 실현</p>	<p>버섯배지를 가정용으로 판매하여 베란다에서 재배 가능함 (판매 단가 :1만원)</p>	<p>심리 상담실을 운영하여 장애인, 노인, 청소년들에게 정신 건강치유, 사회적 재활 교육을 통하여 치유농업 실현 (회원제 운영)</p>

1) 기대 산출물

ㄱ) 수혜자에게 미치는 영향

학교 숲, 텃밭 정원 활동 효과 : YTN 폭력성 .식습관 개선

적대감	공격성	분노
18% ↓	20% ↓	19% ↓

ㄴ) 국내 연구 사례

교도소수형자 대상 (출처: 성인 여성 및 청소년 .2011~2013)

불안감	대인예인성	우울감
61% ↓	55% ↓	56% ↓

ㄷ) 노인 대상 (65세 노인 ,텃밭활동중심 2013)

우울감	총콜레스테롤	체지방률
41% ↓	4% ↓	7% ↓

ㄹ) 암환자대상 (2013)

자아통합감향상	불안감 감소	우울감 감소
9% ↑	11% ↓	12% ↓

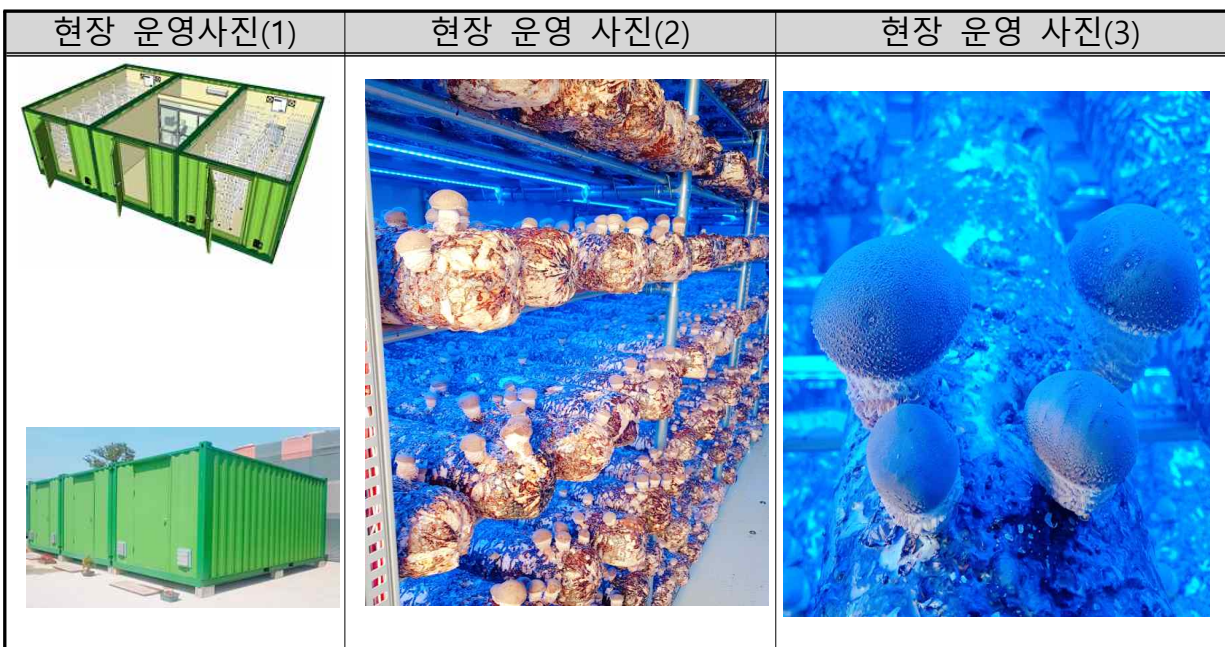
3) 소셜 임팩트 : 사회 변화 효과

ㄱ) 농업 체험 ㄴ) 심리 치유 ㄷ) 지역다문화 여성 취, 창업 기회 제공

ㄹ) 스쿨팜 치유 농업

ㅁ) 10평 이하의 전국단위의 스마트팜 치유센터 실현

3) 현장 운영 사진



<참고문헌>

1. 농림식품부, 2018년 ICT융복합확산-스마트팜 시설보급사업 개요
2. DATA NET, 'KT, 전남 보성 버섯재배 돔하우스 스마트팜 실증단지 개소', 2017.6.15.
3. MBN 생생정보통, '버섯 마을을 만든 부부의 귀농 성장기', 2018.3.16.
4. SM-Food 홈페이지(<http://www.sm-food.co.kr/>)
5. 국립산림과학원, 산림과학정보관 연구자료 258호
6. 국립산림과학원, '표고버섯 산업의 실태와 전망', 2013.9.15.
7. 국립산림과학원, 표고버섯 소비 트렌드 분석, 2019.9.15.
8. 네이버광고(<https://searchad.naver.com/>)
9. 농림축산식품부, '스마트 팜 확산성과 구체화되기 시작', 2016.6.24.
10. 농식품수출정보(<https://www.kati.net/>)
11. 농촌경제연구원, 2016~2017년 11월 임업관찰(표고버섯), 2016~2017.12
12. 농촌진흥원, 농축산물 소득자료집
13. 디자인파머스 홈페이지(<http://picdeer.com/designfarmers>)
14. 사람인(<http://www.saramin.co.kr>)
15. 산림청, 임산물생산조사
16. 산림청, 임산물수출입통계
17. 산림청, 임업통계연보
18. 소곤소곤 전북일상, '컨테이너로 똑똑한 농사를 디자인하다', 2019.1.13.
19. ㈜엑스트림팜 홈페이지(<http://x-farm.kr/>)
20. 중도일보, '풍년만드는 스마트팜... 백송고는 1년 내내 '제철', 2016.4.18.
21. 익산열린신문, '세계 최초 전자동화 표고버섯 재배 성공', 2017.4.7.
22. 천고송 홈페이지(<http://skymushroom.com/>)
23. 키프리스(www.kipris.or.kr/)
24. 통계청, 농림어업총조사
25. 한겨레, '도심서 표고버섯 농사를 짓는다', 2018.12.10.
26. 한국농촌경제연구원, 2019 농업전망