

발간등록번호

11-1543000-001434-01

2016

식물공장 종장기 정책 수립 방안 연구 최종보고서



제 출 문

농림축산식품부 장관 귀하

본 보고서를 귀 부처와 체결한 「식물공장 중장기 정책 수립 방안 연구」에
관한 연구용역의 최종보고서로 제출합니다.

2016년 11월

연구 지원 기관	농림축산식품부
연구 수행 기관	충남대학교산학협력단
연구 책임자	박종석(충남대학교)
공동 연구자	손정익(서울대학교), 이종원(경북대학교), 이준구(전북대학교) 황승재(경상대학교), 오명민(충북대학교)

●● 목 차

I. 요약문	001
II. 식물공장 국내외 현황 및 실태분석	008
1. 국내 식물공장 현황 및 소개	008
2. 국외 식물공장 현황 및 소개	028
III. 식물공장 육성을 위한 정부 정책 및 제도 정립	046
1. 식물공장 육성 추진 배경과 필요성	046
2. 식물공장 육성을 위한 정책 및 제도 현황과 문제점	048
3. 국외 식물공장 육성을 위한 지원 정책 현황	051
4. 식물공장 산업육성을 위한 제도화 방안	056
IV. 식물공장 관련 교육 및 전문인력 양성 방향	061
1. 식물공장 융합지식 보유 전문인력 양성의 필요성	061
2. 식물공장 전문인력 양성의 문제점 도출	063
3. 현 식물공장 교육 및 인력 양성의 현황	067
4. 새로운 식물공장 전문인력 교육의 방향성 제시	071
V. 식물공장 기술개발 R&D 방향 재정립	075
1. 국내 식물공장 R&D 현황 분석	075
2. 국내 식물공장 기술분야별 R&D 목표	076
3. 식물공장 세부 기술분야별 R&D 중장기 로드맵	077
4. 식물공장 R&D의 미래 방향 설정	080
5. 식물공장 R&D의 산업화 기여를 위한 제언	083
VI. 식물공장 산업체 활성화, 사업화 및 수출방안	084
1. 식물공장 관련 산업 동향	084
2. 식물공장 산업체 활성화 방안	085
3. 식물공장 국내 사업화 대상 기술	086
4. 식물공장 국내 기술경쟁력 분석	090
5. 식물공장 국내 사업화 문제점	092
6. 식물공장 국내 사업화 발전 전망	098
7. 식물공장 국내 사업화 발전 방안	100
8. 식물공장 해외 수출화 사업 방안	101
VII. 식물공장 기술을 이용한 비즈니스 모델(BM) 개발	105
1. 도시내 소형 식물공장을 이용한 BM	106
2. 새싹삼 생산/판매 식물공장 BM	108
3. 아쿠아파밍 기술을 이용한 태양광 이용형 식물공장 BM	110
4. 천연물 신의약 소재 약용작물 생산 식물공장 BM	113
5. 컨테이너형 식물공장 렌탈 서비스 사업	115

I. 요약문

1. 식물공장 국내외 현황 및 실태분석

●● 바이오웍스

- 실평수 60평, 다수의 샐러드용 엽채류 생산, 지역 파머스마켓 납품, 틱번의 문제, 소규모에 의한 원가 상승, 유통확보 어려움, 현재 경제성은 ± 0 수준, 교육 프로그램 운영 예정, 확장희망

●● 미래원

- 실평수 약 250평 규모 대형 식물공장, 다수의 엽채류 생산, 이식 후 35~42일 후 수확, 롯데마트, 코스트코 등에 납품 자사 유통망 이용, 경제성 확보 상태

●● Next A

- 수경삼 생산, 묘삼 이식 후 3개월간 재배, 년 4작기, 식물공장내 환경제어를 통한 작물의 특정지표 성분 강화 재배연구, 유통 확보 문제, 식의약 원료의 대량 공급 희망

●● 만나CEA

- 신선 채소류의 아쿠아팜 재배방식에 의한 30~40종의 엽채류 생산, BtoC 유통으로 2,700명 회원확보, 시설 과채류로 확대 및 노지 3만평 확보하여 유기농 확대 계획

●● 애그로닉스

- 실평수 220평(6단 재배시스템), 수경삼(2년근) 생산, 2015년 2.3억원 매출, 채산성에 맞는 작물 선정의 어려움, 수경삼의 낮은 시장 경쟁력

●● 맥스포

- 실평수 80평, 센서 네트워크를 이용한 제어분석(HW-시스템), 2015년 175억원 매출, 식물공장 재배시스템 기술 확보 목표

●● 알가팜텍

- 실재배평수 10평(8단재배), 다수의 엽채류 생산, 전용 홈페이지를 이용한 BtoC 판매, 재배기술 향상을 통한 확장 계획

●● 베지텍스

- 엽채류 생산, 유통의 어려움, 가동률 저하, 품종전환 유통의 돌파구 모색 중

●● 국내 기타

- 식물공장 시스템 지원 업체로 인성테크, 파루, 한국과기산업, 세기교역 등이 국내 및 해외사업 주도

●● 일본

- 2015년 기준으로 인공광 이용형 식물공장이 약 191개소가 있으며, 흑자를 내고 있는 곳은 약 20.6%, 수지 균형인 곳은 약 23.5%, 적자가 55% 수준임. 80%가 엽채류를 생산하고 있으며, 일본식물공장 산업협회(사)를 중심으로 정책건의 및 국제규격화 표준화, 생산자 지원사업, 정보수집, 보급 확대사업, 공통기반 기술개발사업 등을 진행하고 있음

●● 대만

- 아시아에서 2번째로 많은 식물공장을 보유하고 있으며, 협회를 중심으로 보급을 확장하였으며 LED기술을 기반으로 재배기술과 결합하여 발전함. 시민 홍보를 통한 식물공장 인식이 매우 좋음

●● 미국과 유럽

- LED를 이용한 베이비리프, 샐러드채소, 새싹순, 식물유래 백신 등을 생산하는 법인 50여곳 운영 중. 높은 신선채소가격을 기반으로 빠르게 안정화되고 있으며 초기비용 지원을 위한 투자사 또는 클라우드 펀딩 시장의 큰 관심. 작물의 다변화, 규모화를 통한 생산원가 절감 노력. 미국의 경우 식물공장 생산물은 'US오가닉'으로 판매 가능

2. 식물공장 육성을 위한 정부 정책 및 제도 정립

●● 식물공장 육성 추진 배경과 필요성

- 이상 기후에 따른 농작물의 안정적 생산과 고품질 작물 생산이 미래 농업의 해결 과제
- 식물공장은 이에 대한 대안이 될 수 있으며 일본, 미국, 유럽 등 선진국에서 집중적 투자가 이루어지고 있음
- 국내에서는 품질과 다양성, 소비자의 인식 등에서 시장요구를 만족시키지 못함
- 농업의 패러다임 변화와 식물공장 시장성 및 산업화를 도모하기 위한 체계적인 제도적 장치가 시급

●● 식물공장 육성을 위한 정책 및 제도 현황과 문제점

- 식물공장 관련 육성법, 제도 등이 별도로 없는 실정
- 식물공장은 농업인지 공업인지에 대한 법과 제도적 해석이 없이 집중적 정책 지원 대상에 제외
- 산발적인 기술개발 지원 정책만 이뤄지고 있음

●● 국외 식물공장 육성을 위한 지원 정책 현황

- 일본 : 2008년부터 경제산업성과 농림수산성이 협업하여 체계적인 식물공장 활성화 정책을 시행하고 있으며, 그 결과 2016년 현재 200여개의 식물공장이 운영중
- 중국 : 도시로 인구 밀집에 따른 식량 공급난 해소를 위해 식물공장 산업화를 추진 중에 있으며 중장기 R&D 프로젝트를 국가연구기관을 중심으로 시행중
- 대만 : 식물공장의 성공적인 비즈니스 모델 창출이 가능할 것으로 판단하고 식물공장 협의체를 구성을 지원하여 협의체 위주의 식물공장 산업화를 추구하고 있음
- 네덜란드 : 타분야의 신기술을 식물공장에 적용할 수 있는 환경을 만들고, 보조금 지급 및 세금 할인 정책, 기술 표준화를 중점적으로 시행하고 있음

●● 식물공장 산업 육성을 위한 제도 정립

- 식물공장 관련 법 정립 필요 : 식물공장의 산업분류에 대한 정부의 입장정리가 필요하며 그에 따른 추가적인 제도 정립 및 대책이 강구되어야함
- 식물공장 생산물 인증제 도입 : 식물공장 생산물의 특수성을 이해하고 농산물품질관리법에 따른 기능성 및 효능 표시를 포함한 고유의 인증마크의 신설이 필요함

●● 식물공장 육성을 위한 지원 정책

[산업]초기설비투자비 지원	[기술]식물공장 기술개발 연구사업 지원
[산업]식물공장 운영 기업 지원	[기술]지방자치단체 중심 식물공장 연구사업 추진
[산업]유통업체 식물공장 산업 참여 유도	[기술]식물공장 관련 협의체 구성 지원
[산업]식물공장 산업화 및 수출 지원	[교육]소비자 인식 전환 홍보
[산업]식물공장 전후방 산업 연계 확대	[교육]전문인력 양성 지원

3. 식물공장 관련 교육 및 전문인력 양성 방향

●● 식물공장 융합지식 보유 전문인력 양성의 필요성

- 다학제간 융합지식(식물생리학, 농학, 공학) 보유 전문인력 부족에 대한 공감대 확대
- 식물공장 R&D 및 운영관련 전문인력 부족이 해결해야 할 상위요구도로 조사됨
- 직접 운영 이외에 유통, 기술 특허화, 제품디자인 등 포괄적 기본 교육 필요

●● 현 식물공장 교육 및 전문인력 양성의 현황 및 문제점

- 농촌진흥청, 각 거점 식물공장 운영사업단(전북, 경북) 등에서 산발적으로 제한된 커리큘럼을 이용하여 부정기적 교육 실시
- 전북 LED농생명융합연구센터 및 대구경북권 식물공장 생태계 구축사업이 가장 진보된 전문인력양성 교육프로그램으로 판단되나 상시교육으로서의 역할 미비
- 시스템, 환경조절, 식물과학 등의 통합적 지식 함양 교육 측면 미비
- 인력의 수준별(연구인력, 보조인력, 관리인력, 일반인 및 귀농자 등) 커리큘럼 미비 및 교육 후 인증시스템 등 구축 필요
- 새로운 신산업 동력으로서 식물공장의 지속가능성을 위한 교육예산 미비

●● 식물공장 교육 및 인력양성 사업의 새로운 방향 설정

- 인력양성 기관의 전문화 및 지역 거점화
 - 대경권, 서남권, 중부권의 3개 지역의 내실있는 교육장소 설정 및 예산지원
- 교육 영역별 차별화된 전문가풀 구축 및 세부 전문 교육 영역의 상세 설정(구조설비, 식물생리, 환경조절, 유통디자인, 지적재산권 등)
- 도시농업과 연계 등 사회적 역할 증대
 - 사회적 취약층에 대한 재할 및 재교육 프로그램으로서 활용 가능
 - 농촌 고령화 대비, 도심속 체험, 지속적인 일자리 창출의 정부 정책과 연계 가능

●● 운영 커리큘럼의 다양화 및 체계화

- 식물공장 재배환경 계측 및 환경설비 제어 인력양성 프로그램
- 식물공장 식물재배 및 재배환경관리 고급인력양성 프로그램
- IT, BT, ET 기술 융합 R&D 전문 기술자를 위한 고급인력양성 프로그램
- 식물공장의 사회적 역할 증대를 위한 교육 프로그램(청년창업, 원예치료, 퇴직자 재교육 등)
- NCS 연계 식물공장의 실질적 실무지식 보유 인력양성 프로그램

●● 성공적 인력양성의 기대효과

- 이론교육과 현장 실무교육을 이수한 실질 준전문가 인력을 배출함으로써 현장적응에 필요한 시간 단축 및 생산물의 품질향상 가능
- 거점 교육기관의 설치로 각 지역별 관련 산업의 선도역할 담당 가능
- 교육 협의체 구성으로 거점 교육기관별 정보의 공동 활용 및 교육효과 극대화 가능(공동 커리큘럼, 광원 기술의 표준화, 신규 개발 기술의 신속한 전파 등)

4. 식물공장 기술개발 R&D 방향 재정립

●● 식물공장 기술개발 현황

- 그간 국내에서 식물공장의 기반 기술 개발 및 실용화 연구가 수행되었지만 체계적으로 진행되지 못함
- 식물공장의 산업화를 위한 보편적인 핵심 기술 및 통합 기술의 확립을 위한 체계적인 R&D 전략 수립이 필요함
- 최근 농림수산물기획평가원 및 농촌진흥청에 의하여 식물공장 기술개발 방향에 대한 연구보고서가 제출된 바 있음

●● 식물공장 기술 동향

- 최근 일본, 미국, 유럽 등을 중심으로 실용화 식물공장의 표준화 연구, 식물공장 산업화 기술, GM작물 생산, 기능성 물질 및 식의약품 원료 생산 기술, 자연광 식물공장에 대한 기술 개발이 체계적으로 진행되었음
- 국내에서도 식물공장의 기술 분야 별 전망, 세부적 목표 및 추진방향을 제시한 바 있지만, 기술개발이 충분히 진행되고 있지 않은 실정임

●● 식물공장 기술 발전

- 식물공장 구조 및 자재의 표준화, 작업공정 지능화, 복합센싱 이용 실시간 작물 모니터링, 식물공장 전용 광원 및 조명시스템, 작물생산성 및 기능성 증대를 위한 광조절, 순환식 재배를 위한 양수분 최적 관리, 에너지 절감/최적 복합환경제어, 생육정보 기반 재배 최적화, 기능성 물질 향상, 자연광 식물공장의 에너지 절감 및 재배 등이 중요하게 전망됨

●● 식물공장 기술 개발

- 단기적으로는 수직형 식물공장의 비즈니스 모델 개발이며 인공광 및 자연광 이용형 식물공장에 대해서 적용해야 하며, 중기적으로는 목적지향형 식물공장의 패키지화 기술 개발, 장기적으로는 미래전략형 식물공장의 차세대 모델 개발이 필요함
- 식물공장 기술은 궁극적으로 식물생산, 첨단/IT 분야, 도시농업/실내농업, 바이오/건강산업, 인간의 삶의 질 향상, 각종 융복합 산업에 적용될 것임

●● 식물공장 R&D 정책에 고려할 사항

- 국내외 환경변화에 대응한 R&D 방향의 재정립, 실용형 및 미래 전략형 식물공장 R&D 방안 제시, 범부처 협력을 통한 체계적인 R&D 정책 수립 필요함

5. 식물공장 산업체 활성화, 사업화 및 수출방안

●● 식물공장 산업체 활성화 방안

- 식물공장 시장 확대방안 모색
- 시설 규격화 및 표준화를 통한 초기비용 저감
- 식물공장 수출을 위한 관련 업체 간의 컨소시엄 지원
- 성공사례를 통한 귀농 모델 보급

●● 식물공장 국내 사업화 발전 방안

- 식물공장 운영에 관련된 법률제도 확인
- 도시의 지하공간, 폐공간을 이용하여 식물공장 구축시 건축기본법, 소방법의 규제완화
- 식물공장에서 농산물을 생산시 농업용 전기에 대한 명확한 요율기준과 판단기준 마련
- 식물공장에서 특용작물(인삼)을 생산할 시 현행법상 노지재배작물만 판매할 수 있도록 인정
- 의약소재 향정신성 작물에 대한 재배시 식물공장의 특성상 노지재배보다 보완성이 확보된 시설이나 현행 법상 재배허가 신청 시 식물공장과 같은 시설재배에 대한 허가규정 신설
- 유전자변형생물체의 국가 간 이동 등에 관한 법률관련 LMO 작물재배 및 가공 수출시 승인조건 완화

●● 식물공장에서 기술의 수출 방안

- 국가 및 지자체의 전폭적인 지원(기술개발 등의 자금, 정책적 지원 등)
- 중동, 동남아 등 농업기술 발달이 부진하고 농업 환경이 열악한 국가에 수출을 타깃화 하고 시장조사(국가별 선호 작물, 선호 작물에 대한 재배기술 개발, 지역에 적합한 적정 식물공장 형태 선별, 식물공장 설치 직후 누구나 재배가 가능 하도록 재배방법 매뉴얼화)
- 국내의 식물공장 관련 기술 노하우 구체화(인공광 기술, 육묘 및 육종 기술 등 강점 분야를 더욱 발달시키고, 센싱 기술 등 미성숙한 분야를 증진시킴과 동시에 운영비용 절감 기술 개발)
- 수익형 식물공장 사업 및 기초 사업 연계를 위한 방안 마련(교육 프로그램용 식물공장 개발, 체험학습용 식물공장 개발, 패스트푸드, 패밀리 레스토랑 등의 식당 및 마트용 식물공장 개발, 대기업, 학교급식용 식물공장 하드웨어 및 재배 시스템 개발, 가정용 및 인테리어용 식물공장 개발 등)
- 마케팅 전략 구체화(농업환경이 열악한 중동 등의 사막국가, 몽고, 캐나다 등에 대한 판매전략 구체화 및 기능성, 의약품, GM작물 상품화)

6. 식물공장 기술을 이용한 비즈니스 모델(BM) 개발

●● 도시내 소형 식물공장을 이용한 BM

- 개요 : 자투리 공간 활용 소규모 식물공장 BM(10~20평)
- 대상 : 청년 및 소규모 창업자
- 조건 : 재배기술지원팀, 마케팅 지원 필요
- 대상작물 : 허브, 새싹, 루꼴라 등(마트 비판매작물)
- 마켓 : 레스토랑, 호텔
- 성공 key : 심플한 실내 환경제어 및 재배 장치 구현, 판매처의 웨프 또는 주방장과 상의하여 신작물 도입 및 맞춤형 품목 선정, 10평 기준 식물공장 5개를 기본으로 1유닛을 구성하여 1개팀(3명)이 주 2회씩 관리 수확 납품하는 구조, 5개 소형 식물공장을 근접시켜 물류 관리 용이

●● 스프라우트 삼 생산/판매 식물공장 BM

- 개요 : 중소규모 식물공장 BM(12~30평)
- 대상 : 청년 및 소규모 창업자
- 조건 : 재배기술지원팀, 마케팅 지원 필요
- 대상작물 : 새싹삼, 수경 삼
- 마켓 : 레스토랑, 호텔, 주스전문점, 공판장
- 성공 key : 인삼종자의 개갑처리 및 배 성숙 기술 필요, 후속 종자의 안정적인 공급이 중요함, 종자 또는 묘삼 저장기술 필요, 새싹삼의 기능성 성분 및 잔류농약 분석 필요

●● 아쿠아 파밍 기술을 이용한 스마트팜 BM

- 개요 : 스마트팜을 이용한 식물공장 BM(500평)
- 대상 : 스마트팜 종사자, 신규 희망자,
- 조건 : 유기인증 취득기술 및 유기인증 수준의 재배기술 지원 필요
- 대상작물 : 30~50종의 엽채 및 허브류
- 마켓 : BtoC 회원제 판매
- 성공 key : 양어시스템과 결합된 수경재배시스템 확립, 홈페이지에서 IP카메라로 현장을 항상 공개 회원 모집을 위한 노하우

●● 천연물 식의약 소재생산 식물공장 BM

- 개요 : 식의약 소재의 원천생산 식물공장 BM(300평)
- 대상 : 제약회사, 식물유래 원료 생산기업
- 조건 : 초기 대자본 필요, 목표물질을 이용한 사업화 플랜이 명확해야 함
- 대상작물 : 기능성을 갖춘 모든 식물(고기능성 약용작물, 최종산물 이용 업체 직접 작물선정)
- 마켓 : BtoC 회원제 판매
- 성공 key : 안정적 재배기술, 전량 기업체 매수, 안정적 원료생산을 위해 필드생산 병행 필요

●● 컨테이너형 식물공장 렌탈 서비스 사업

- 개요 : 식물공장 신사업 추진 시, Test bed 시스템 제공
- 대상 : 재배 시스템 공급 회사
- 시스템 : 20피트 컨테이너형 식물공장(재배단 3단, 환경제어기, 양액재배 기본시스템, 인공광원(형광등, LED), NFT 수경재배방식, 냉난방, 발아 육묘공간)
- 성공 key : 안정적 HW 구축 기술, 작물재배 기술 컨설팅 제공

II. 식물공장 국내외 현황 및 실태분석

1. 국내 식물공장 현황 및 실태분석

●● 국내

1) 농업회사법인(주)바이오웍스

회사연혁

- 2011년 11월 23일 농업회사법인(주)바이오웍스 설립
- 2014년 11월 03일 식물공장시범확산사업 협약(경북테크노파크)
- 2014년 12월 06일 IoT 기반 미래형농업 기술기반 기술개발 발전방향 워크숍 수료
- 2015년 03월 15일 안동식물공장 설계 완료
- 2015년 04월 15일 안동식물공장, 신축공사 도급 계약
- 2015년 04월 30일 대구가톨릭대학교 식물공장 인력양성 프로그램 수료
- 2015년 05월 15일 안동식물공장 건축 완료
- 2015년 05월 30일 시험재배 시작(저칼륨, 저질산)
- 2015년 05월 하이크린® 채소 상표 등록
- 2015년 06월 24일 농촌진흥청 기술상담
- 2015년 09월 15일 칼륨, 나트륨 분석(식약처 지정 연구원)
- 2015년 10월 특허출원(저칼륨 채소재배 장치)
- 2015년 11월 25일 홈페이지 및 쇼핑몰 구축

회사구조

- 주식회사, 농업회사법인

회사목표

- 브랜드화된 식물공장 기능성 채소 생산과 유통의 선구자

회사자산

- 3억

식물공장 관련

- 주 생산 품목 : 엽채류(찰스, 컬티그린, 케일, 루콜라, 바질)
- 생산량 : 하루 10kg, 300kg/월
- 생산 시설 및 시스템 : 완전제어형 식물공장, NFT 수경재배 시스템
- 노동력 개요 : 운영인력 2명(대표 1명, 직원 1명)
- 판매처 : 지역 농협 파머스 마켓(4곳)
- 초기 설치비 : 240,000,000원, 4,000,000원/평당
- 면적 : 총면적 = 188m², 실제생산 면적 = 140m²

회사 경영 상 가장 어려운점

- 운영비 부족(인건비)
- 마케팅(판매)

- 소규모로 인한 원가 상승
- 재배 기술(팁번 발생)

정부가 제도적으로 지원 했으면 하는 점

- 규모화 지원 자금 필요 → 생산원가 저하
- 시설 매입 후 재 임대 사업 필요

새로운 비즈니스 모델을 제시하고자 한다면

- 비즈니스 모델명 : 조직배양을 활용한 ‘생강’ 무병묘 생산
- 비즈니스 구조
 - 경북 안동 ‘생강’ 주산지(전국 생산의 56% 3,000농가)
 - 경북 무병묘 생산시설 없음(경남 (주)프랜토피아조직배양연구소 상업적 생산)
 - 조직배양(기내 배양) → 배양실(식물공장)
 - 플라스틱 하우스 순화 후 종묘 생산
 - 종묘 판매
 - 무병 종자생산(마, 생강)
 - 안동대학교 산학협력
 - 소요 비용 : 약 1억(클린벤치, 배양기 및 기자재, 25평 조직배양실)
 - 생산 계획 : 10만본/연간
 - 판매 계획 : 매출액 약 2억(지역 생산 농가 판매, 수입대체 효과)

2) 미래원

회사연혁

- 2004년 10월 회사설립
- 2014년 11월 새싹채소전용 생산공장 준공
- 2014년 12월 새싹채소공장, 물류센터 신축
- 2015년 03월 농산물 전처리 작업장 증축
- 2015년 04월 1차 식물공장 신축(60평/양산 검증용)
- 2015년 04월 HACCP적용업소 지정
- 2015년 05월 2차 식물공장 신축 및 1차 식물공장 폐쇄
- 2015년 05월 신선편이 가공공장 및 파프리카 전용 작업장 신축
- 2015년 05월 사무동(농식품연구소)신축

회사구조

- 주식회사

회사목표

- 샐러드 및 특수채소 농산물 분야 국내 점유율 1위, 안정적인 지속경영 구축

회사자산

- 13,483백만원

식물공장 관련

- 주 생산 품목 : 엽채류 및 허브류
- 생산량(생산CAPA) : 35.4ton/년
- 노지 대비 생산효율 : 48배(8단 재배, 재배기간 35일(노지 70일), 정식거리 1.5배 밀식, 노지대비 여름과 겨울철 생산(2배) : $82 \times 1.5 \times 2 = 48$ 배)
- 생산 시설 및 시스템 : 완전 밀폐형 담액식 식물공장 통합 제어시스템 구축
 - 공조, 양액 순환, 식물성장용 LED
- 노동력 개요 : 총원 7명(팀장 1명 포함)
- 판매처 : 롯데마트, 코스트코 외
- 초기 설치비 : 전체비용(1,790,000,000원, 6,965,000원/평당)
- 면적 : 총면적 849m², 실제생산 면적 : 654m², 재배 단수 98단

표 2-1. 회사 수익구조(식물공장 파트)

지출항목		지출 내역		항목		수입내역	
전	력 비		9,000,000	매	출 총 액		46,200,000
양	액 비 료 값		900,000	영	업 이 익		5,700,000
총	자 값		1,300,000	순	이 익		2,300,000
수	dot 물 값		800,000				
포	장 비		500,000				
운영소모품(기타자재)			3,000,000				

판매비 또는 물류비	7,000,000
인건비(타인 고용비)	9,000,000
감가상각비(20년)	9,000,000
합	계 40,500,000

회사 경영 상 가장 어려운 점(식물공장 관련)

- 초기 운영시의 식물공장 운영 노하우 부족
- 식물공장 초기 투자비용의 부담감

정부가 제도적으로 지원 했으면 하는 점

- 관련 법규 문제
 - 식물공장 인허가 규제 개선
(농지법 기준 고정식 온실, 버섯재배사 등에 대한 내용은 있으나 식물공장에 대한 내용이 없음)
 - 가) 국가법령정보센터 → 농지법 검색 → 농지법 클릭 → 제32조(용도구역에서의 행위 제한) → 3항의 대통령령의 내용
 - 관련 공무원의 식물공장 개념 이해 및 법규 관련 명확한 지원

지원금 정책(식물공장 사업 희망자 및 연구개발 관련)

- 식물공장 사업 추진 희망자에 대한 보조금 지원 제도
- 요소기술 개발비용에 대한 연구개발비 지원 활성화(공조, 센서, 고효율 LED, 모니터링 및 진단시스템 등)

새로운 비즈니스 모델을 제시하고자 한다면

- 비즈니스 모델명 : 한국형 식물공장 양산 시스템 구축
- 비즈니스 구조
 - 기존의 일본 식물공장 기술을 탈피한 경영 경쟁력이 있는 저가의 한국형 식물공장을 개발하여 재배품질이 우수한 엽채류를 생산/판매를 통한 국내 식물공장의 활성화 및 이로 인한 수출 판로 개척
- 소요 비용 : 22억원(400평 규모, 5,500,000원/평)
- 생산 계획 : 엽채류 기준 15,000포기/일 이상
- 판매 계획 : 전량 기존 바이어에 공급

3) 주식회사 넥스트에이(NEXT A Co., Ltd)

회사연혁

- 대 표 : 주종문
- 연 혁 : 2016년 4월 14일 주식회사 넥스트에이 설립
2016년 6월 1일 증자(자본금 2억원)

회사구조

- 주식회사

회사목표

- 도심내 도시농업 식물공장의 설치와 운영
- 식물공장에서 인삼 등 고부가 가치작물의 표준화된 재배기술 개발
- 식물공장에서 조건 변화를 통한 기능성 물질 강화 재배기술 개발

회사자산

- 자본금 2억원

식물공장 관련

- 도심내 체험형 식물공장시스템 운영(12평)
- 재배작물 : 인삼 및 엽채류 등

회사 경영 상 가장 어려운 점

- 판로 확보의 문제
 - 식물공장에서 생산된 제품은 결국 농산물이고 농산물은 시간의 경과에 따라 상품성이 급격하게 떨어짐
 - 식물공장의 경제성 확보를 위해서는 식물공장에서 생산된 농산물이 상품성을 유지하고 있을 때 바로 유통이 되어야 하는데 적절한 유통이 어려움
 - 대부분 식물공장의 규모가 크지 않아 유통채널과의 협의가 어려움. 유통채널 역시 일정량이 되지 않으면 물류비도 나오지 않기 때문에 유통이 어려움

정부가 제도적으로 지원 했으면 하는 점

- 식물공장 생산 농산물의 유통을 지원할 수 있는 조직
 - 한국버섯수출사업단(KMC)나 주식회사 농산과 같이 식물공장에서 생산되는 농산물을 책임지고 유통할 수 있는 마케팅조직이 필요함
- 첨단온실신축지원사업과 같이 식물공장 초기설치비 장기적인 융자지원
 - 식물공장은 초기설치비용이 일반적인 온실에 비해 상당히 높은 편이라 식물공장 사업자에게 부담이 큼. 특히 원활한 판로개척과 단위면적당 투자비용을 낮추어 경제성을 확보하려면 대규모 식물공장을 설치해야 하는데 이런 경우 투자비용이 너무 높아 추진이 어렵기 때문에 대규모 식물공장의 설치운영을 위해 첨단 온실 신축지원사업과 같은 장기적인 융자지원이 필요함

새로운 비즈니스 모델을 제시하고자 한다면

- 비즈니스 모델명 1 : 도심내 체험형 식물공장
- 비즈니스 구조
 - 도심내 레스토랑 및 소규모 채소매장과 연계한 소규모 식물공장을 설립하여, 초·중고 학생들이 식물재배

의 전과정을 체험할 수 있도록하며, 직장인들에게는 도심내 텃밭개념으로 운영하고자 함
 · 비즈니스 모델 2 : 식물공장의 표준화 생산을 통한 천연물 소재화 및 제품화



그림 2-1. 비즈니스 구조

· 소요 비용 : 상기 Agronics 모델의 경우 현재까지 투자된 비용 약 30억

4) 만나CEA

표 2-2. 만나CEA 세부내용

구분		세부내용
기업 일반 현황	소재지	충북 진천군 이월면 진광로 698
	업체유형	재배시스템 개발업체, 영농업체, 식품업체, 건설업체 등
	설립연도	2012년
	식물공장 사업 연관성	식물공장운영, 공조시스템, 광원, IT, 종자, 식물 등
식물 공장 구조 운영 현황	연구개발 조직	연구소 독립운영 계획
	연도별 매출액	최근 회원 2,700여명으로 꾸준히 증가 중(2016년 4월 기준) 45,000원×2,700 = 1.2억원/월
	식물공장 이용형태	태양광 병용형(유리온실 및 필름온실)
	식물공장 전체면적/규모	9,800m ² , 2,900평 800평 유리온실 3동, 단동 필름온실 4동, 연동필름온실 3동 건설완료(과채류 생산용), 중산리 인근 3만평 노지 확보
	식물공장 재배단수	1단, 2단(하단 형광등 육묘재배)
	식물 재배면적	1호 2,500m ² (800평), 2호 2,500m ² (800평), 3호 5,200m ² (1,500평)
	재배시스템(재배방식)	양어수를 이용한 유기 양액 순환식 수경재배 시스템(아쿠아포닉스 농법)

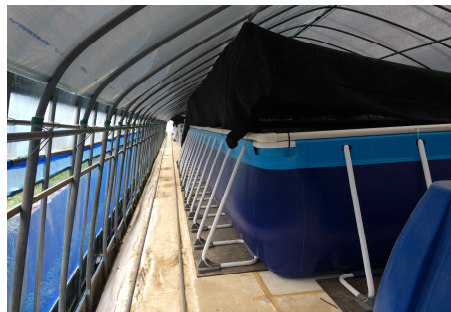


그림 2-2. 유리온실 수경재배 시스템 및 양어수조

표 2-2. 만나CEA 세부내용

구분	세부내용	
식물공장은 영현 관련	주요 재배작물	잎줄기채소, 허브, 샐러드채소(약 50종)
	작물재배 기간	육묘 이식 후 약 35일
	재배 양액 종류	유기양액(양식어) 배양액 EC 0.4-0.5 dS/m, pH는 조절하지 않음
	온습도 관리 방법	복합환경제어
	이산화탄소 공급여부 (공급농도 $\mu\text{mol}\cdot\text{mol}^{-1}$)	액화탄산가스 시비
	공조시스템 설치여부 광도 및 광주기	온수난방 및 순환팬
	연간 작물 생산량	200-250ton/년
	단위면적당 생산량	0.1ton
상품 판매 경로 (현재 주 판매처)	BtoC(SNS 및 홈페이지 회원관리 후 1달 4회 약 500g 정도의 신선채소를 패키지 하여 배송)	

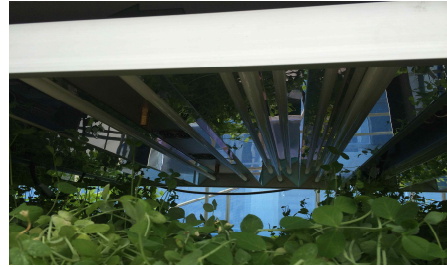


그림 2-3. 상토를 이용한 재배방식 및 재배베드 하단에 설치된 인공광 이용재배 장치

표 2-2. 만나CEA 세부내용

구분		세부내용
재배관련	기업만의 특별한 재배기술	아쿠아포닉스 농법을 통한 유기인증기술
	재배하고 싶은 관심작물	한국콜마, 콜마파마, 대한화장품 산업연구원 등 화장품 및 제약업체와 함께 새로운 원료작물재배, 딸기, 토마토, 파프리카 도입예정
인력관리	종사자 현황	전병태, 박아론, 노한열, 전종욱, 윤섭, 이나라, 여인성 외 일용직 지속적 채용
	종사자 작업내용	CEO, CEO, Marketer, Senior Engineer, Creative Director, 디자이너, 연구원
식물공장 운영현황	식물공장 건축비용	기존 유리온실을 임대하여 설비추가 수리함 (기초배관80,000,000원+환경제어설비10,000,000원+1,000,000원+10,000,000원)
	재배시스템 설치비용	104,500,000원+190,000,000원+27,500,000원+10,000,000원 (재배베드, 양액 시스템 등)
	식물공장 운영비용	인공광원, 에어컨, 환기 팬 등 전기세
	총 식물공장 투자비	580,200,000원



그림 2-4. 상토 분리 후 세척과정을 거쳐 최종 포장된 모듬(500g)

표 2-2. 만나CEA 세부내용

구분	세부내용
<p>사업 및 기술 현황</p>	<p>지식재산권</p> <ul style="list-style-type: none"> · 인조광을 이용한 식물재배장치(10-2013-0000674) · 식물재배장치 및 방법(10-2013-0024525) · 식물을 이용한 백신용 항원 생산 장치 및 방법(10-2013-0018520) · 식물재배시스템 및 그 제작 방법(10-2013-0006544) · 하이브리드 분무경 재배 시스템 및 방법(10-2013-0006544) · 분무경 재배시스템(10-2013-0000678) · 식물재배장치 및 작동방법(10-2013-0117380) · 조명냉각시스템을 구비하는 식물공장용 식물재배장치(10-2014-0035915) · 부유식식물재배장치(10-2016-0040975) · 아쿠아포닉스(10-1370075) · 바이오 필터 및 작동방법(10-2013-0096004) · 온라인을 이용한 작물재배 관리 방법(10-2013-0024511) · 식물성 기능물질 추출방법(10-2014-0036943) · 인공조명의 자동 높이 조절이 가능한 식물공장용 식물 재배장치(10-2014-0037170) · 자연광 및 인공광을 이용하는 다층 식물 재배 시스템(10-2014-0108242) · 농업용 조명 모듈(10-2016-0040965) · 다층 식물 재배장치(10-2016-0040969)
<p>기타 사항</p>	<ul style="list-style-type: none"> · 새로운 비즈니스 모델 - 회원제 신선식품 생산 품목을 업체류에서 과채류로 확장 · 카카오 그룹의 투자를 받았음(100억원)



그림 2-5. 필름온실에서 다단재배 실험모습 및 만나CEA방문 기념사진

5) 애그로닉스(주)

표 2-3. 애그로닉스(주) 세부내용

구분	세부내용				
기업 일반 현황	기업명	애그로닉스(주)			
	소재지	울산광역시 울주군 삼동면 은현작동로 507번지			
	기업형태	주식회사/중소기업			
	기업인증	벤처기업, 기업부설연구소			
	업체유형	재배생산(수경인삼), 식물공장 시스템 개발			
	설립연도	2011년 7월 7일			
	사업 연관성	식물공장운영 사업(재배 생산, 제조 및 판매)			
	연구개발 조직	스마트팜기술연구소 : 식물재배시스템 연구 및 ICT 융합 바이오테크연구소 : 천연물소재 연구 개발(식물공장 재배작물 등)			
	연도별 매출액 (단위 : 백만원)	2011	5	2014	251
		2012	9	2015	237
2013		30	2016	208	
연도별 종사자 수 (단위 : 명)	2011	0	2014	17	
	2012	4	2015	24	
	2013	8	2016	24	
식물 공장 운영 현황	구조 관련	식물공장 이용형태	태양광 이용형, 태양광 병용형, 완전제어형 태양광 이용형(1동), 완전제어형(1동)		
		전체면적/규모	735m ² (25m×35m), 220평		
	자재 관련	재배단수	6단		
		식물 재배면적 (재배시스템(재배방식))	1,658m ² 수경재배		
자재 관련	자재 종류	건축구조물 : 철골 베드 : 864개 생육관리 자재 : 양액기, 관수기 등 탱크 : 3개 관수장치 : 1개			
	인공광원 종류	LED			
	인공광원 갯수	5,000개			
	인공광원 구입처	자체발주 및 제작			

표 2-3. 애그로닉스(주) 세부내용

구분	세부내용	
재배관련	주요 재배작물	인삼(2년근)
	작물재배 기간	3~4개월
	재배 양액 종류	근채류용(인삼용)
	온습도 관리 방법	자동제어
	이산화탄소 공급여부	무
	공조시스템 설치여부	유
	광도 및 광주기	100~150 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ /8~12시간
	연간 작물 생산량	1.5ton
	단위면적당 생산량	1베드 : 1.5kg
	상품 판매 경로 (현재 주 판매처)	자체유통, 가공품 온라인 판매
	기업만의 특별한 재배기술	환경제어를 통한 재배기술 보유
		기능성 엽채류 및 특이 약용작물
	인력관리	종사자 현황
종사자 작업내용		연구직 12명/생산 2명/일반 9명
경제성	식물공장 건축비용	20억 원
	재배시스템 설치비용	10억 원(재배베드, 양액 시스템, 광원 등)
	인공광원 비용	1억 원
	식물공장 운영비용	답변 어려움
	연간 인건비 지출 비용	답변 어려움
	총 식물공장 투자비	20억 원
사업 및 기술 현황	현재 식물공장 관련 보유기술	인삼과 관련된 재배장치 및 재배기술 보유(광원, 관수, 영양성분)
	현재 식물공장 관련 향후 관심 기술	상용화 가능한 기능성 엽채류 재배기술
	지식재산권	특허관련 23건
	식물공장 사업 및 기술개발 장애 사항	초기 투자비용에 맞는 채산성 있는 작물의 선정 어려움 생산된 제품의 시장의 가격 경쟁력이 크지 않음



그림 2-6. 애그로닉스(주) 인삼 수경재배 식물공장 내부

6) 맥스포

표 2-4. 맥스포 세부내용

구 분		세 부 내 용				
기업 일반 현황	기업명	주식회사 맥스포				
	소재지	경기도 용인시 처인구 양지면 반정로 48				
	기업형태	중소기업				
	기업인증	녹색기술인증, GS(소프트웨어품질인증), 경영혁신형/기술혁신형 중소기업인증				
	설립연도	2002년 9월 27일				
	사업 연관성	Sensor Network을 통한 식물생장 제어 및 분석				
	연구개발 조직	본 기업 부설연구소내 H/W, M/W, S/W, QC 등 연구인력 15명 상주				
	연도별 매출액 (단위 : 백만원)	2011	21,633	2014	21,554	
		2012	26,995	2015	17,575	
		2013	20,734	2016	-	
연도별 종사자 수 (단위 : 명)	2011	28	2014	33		
	2012	28	2015	32		
	2013	31	2016	34		
식물 공장 운영 현황	식물공장 이용형태	인공광/태양광 병용				
	구조 관련	재배단수	7단/5단			
	식물 재배면적	80평				
	재배시스템(재배방식)	수경재배				
	자재 관련	자재 종류	재배베드 : 고내식강(Zn-3% Mg-2.5% Al) 구조 : (6칸×4단×2열×32주/Bay) (6칸×8단×2열×32주/Bay)			
		인공광원 종류	형광등LED(R,B)			
		인공광원 갯수	형광등288EA/LED14EA			
인공광원 구입처	현진 조명					

표 2-4. 맥스포 세부내용

구분		세부내용		
재배관련	주요 재배작물	엽채류		
	작물재배 기간	약3주		
	재배 양액 종류	야마자키 양액 처방액		
	온습도 관리 방법	지열 보일러		
	이산화탄소 공급여부	없음		
	공조시스템 설치여부	없음		
	광도 및 광주기	형광등 150 LED 250 광주기 10H/14H		
식물공장 운영현황	인력관리	종사자 현황	3명	
		종사자 작업내용	엽채류 재배시험 및 제품 개발	
	경제성	재배시스템 설치비용	약 7억	
		인공광원 비용	약 2억	
		식물공장 운영비용	1,400만원/년	
	총 식물공장 투자비	약 14억		
사업 및 기술현황	현재 식물공장 관련 보유기술	지식재산권 참조		
	지식재산권	<ul style="list-style-type: none"> · 유비쿼터스 센서 네트워크를 이용한 LED 광량 제어 시스템 및 그 방법 (10-1299991) · 식물공장의 생산량 예측 방법(10-1392279) · 광 병용형 식물 재배 시스템(10-1451701) · 개폐형 차양을 구비하는 온실 시스템(10-1530303) 		

7) 알가팜텍

표 2-5. 알가팜텍 세부내용

구분		세부내용			
기업 일반 현황	기업명	농업회사법인주식회사알가팜텍			
	소재지	경기도 파주시 소라지로 95-46			
	기업형태	주식회사			
	기업인증	무농약, GAP			
	업체유형	농업			
	설립연도	2015년			
	사업 연관성	매우 연관			
	연구개발 조직	전담연구부서 존재			
	연도별 매출액 (단위 : 백만원)	2011	-	2014	-
		2012	-	2015	15
2013		-	2016	25	
연도별 종사자 수 (단위 : 명)	2011	-	2014	-	
	2012	-	2015	1	
	2013	-	2016	2	
식물 공장 운영 현황	구조 관련	식물공장 이용형태	인공광 이용형		
		전체면적/규모	34.9평		
		재배단수	8		
		식물 재배면적	9.0평(8단 71.9평)		
	자재 관련	재배시스템(재배방식)	NFT방식		
		자재 종류	재배대 : PVC 배지 : 스폰지		
		인공광원 종류	LED		
		인공광원 갯수	LED 바 312개		
인공광원 구입처	(주)지엔				

표 2-5. 알가팜텍 세부내용

구분	세부내용	
재배관련	주요 재배작물	엽채류
	작물재배 기간	년간, 5~6주 소요/주기
	재배 양액 종류	직접 제조 사용 또는 시판용 상용 구입 사용
	온습도 관리 방법	항온항습기를 이용한 온습도 조절
	이산화탄소 공급여부	공급
	공조시스템 설치여부	설치함
	광도 및 광주기	185~300 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$, 14시간/일
	연간 작물 생산량	3,600kg
	단위면적당 생산량	평당 400kg/평·년
	상품 판매 경로 (현재 주 판매처)	인터넷쇼핑몰, 전문 식당, 인적네트워크
식물공장 운영현황	기업만의 특별한 재배기술	모바일랙을 활용한 고밀도 밀식재배, 대용량 집약적 육묘 재배
	종사자 현황	마케팅/경영 1명, 재배 관리자 1명, 포장 1명, 수확 1명
	종사자 작업내용	제품 수확 및 포장, 양액 조제 및 재배실 청소 등
	식물공장 건축비용	임대, 패널 전기 공사비 4천만원 소요
	재배시스템 설치비용	9천만원
	인공광원 비용	2천 3백만원
	식물공장 운영비용	월 400만원
	연간 인건비 지출 비용	5,400만원(경영진 인건비 포함)
	총 식물공장 투자비	1.3억
	사업 및 기술현황	현재 식물공장 관련 보유기술
	현재 식물공장 관련 향후 관심 기술	자동화(수확, 포장), 기능성 채소 개발, 유통기술개발
	지식재산권	특허(출원 중), 상표권
	식물공장 사업 및 기술개발 장애 사항	판로 및 소비자의 식물공장 제품 인식 미흡 고인건비, 기능성채소 개발인력 부족

8) 베지텍스

식물공장 관련

- 건물형태 : 조립식 판넬 구조(버섯재배사를 인공광형 식물공장으로 개조)
- 재배 면적 및 품목 : 594m², 청치마 상추웨이브 양상추
- 재배방식 : NFT 8단(길이12m×높이4m), 양액 순환 재이용(무살균)
- 인공광원 : 3파장 형광등
- 수확방식 : 재배판넬을 로프로 한쪽으로 모아 수확, 작업능률 향상
- 수확량 : 500봉지/일, 매주 5회 수확×1봉지=60g, 현재 가동률 50~60%
- 가격 : 출고 950원/봉지, 판매(하나로클럽) 1,200원/봉지
- 판매 : 고양시 소재 하나로클럽, 초등학교(생산량의 60%)
- 운영비(추산) : 인건비(30~40%), 전력비(20~30%)
 - * 농사용전기 이용, 8.13일 첫 출하, 운영비는 향후 가동 및 판매율 높인 후 재분석 필요

애로 사항

- (생산) 수확량의 40%는 판매 미진(* 판로 확보가 최대의 관건)
- (재배) 틱번 발생을 방지하기 위한 배양액 관리기술 미흡
- (품종) 식물공장 전용품종 필요
- (시설) 재배판넬이송 및 수확 자동화, 지열 등 에너지 장치도입 필요



그림 2-7. 베지텍스 식물공장 내부

표 2-6. 국내식물공장현황

순번	기업명	대표자	주소	분야
1	고려과학	김동열	경남 진주시 문산읍 월아산로 991 성장동 104호	시스템 공급
2	넥스트에이(Next A)	주종문	경기 용인시 기흥구 동백중앙로 225-6 B119호	식물공장 운영
3	농심엔지니어링(주)	유영호	서울 동작구 여의대방로 112	시스템 공급
4	다인바이오(주)	이제현	경기 성남시 중원구 사기막골로45길 14	광원 및 시스템
5	다이시스(주)	김기환	대구 남구 명덕로 104 아이씨티파크 3관 604호	시스템 공급
6	대농바이오영농조합법인	황성현	경기 광주시 초월읍 지월리 8	식물공장 운영
7	맥스포(주)	황성일	경기 용인시 처인구 양지면 반정로 48	시스템 공급
8	베지샵(주)	장준호	인천 남동구 문화로145길 49	시스템 자재
9	베지텍스(주)	김종은	경기 고양시 일산 서구 구산동 1739 디이에프동	식물공장 운영
10	삼미르영농조합법인	하익근	경남 밀양시 북북면 대항길 124	식물공장 운영
11	성광엘이디(주)		경기 이천시 대산로 288번길 STK BLG413	광원 LED
12	세기교역상사	송호석	충북 진천군 이월면 신월리 337-30	시스템 공급
13	세이프푸드(주)	정순태	충남 당진시 송악읍 수성동 822-27	식물공장 운영
14	식물공장LED포유	최지은	대구 남구 이천동 491-56	시스템 공급
15	신안그린테크(주)	장승호	전남 순천시 인월동 58-24	
16	씨더스(주)	조성환	대전 유성구 테크노1로 11-3 배재대학교 대덕산학협력관	시스템 자재
17	아이팜(주)	이상훈	용인 기흥구 덕영대로 2022	식물공장 운영
18	애그로닉스(주)	강성구	부산 해운대구 선수촌로 177번길 28	식물공장 운영
19	에이치엔엘(주)	나규동	대구 달성군 다사읍 죽곡리 824-3 성원빌딩 2층	시스템 공급
20	엔버엠(주)	권태호	전북 완주군 봉동읍 완주산단5로 87	식물공장 운영 및 시스템 공급
21	엔싱(주)	김혜연	서울 서초구 나루터로82 5F	센서 및 시스템 공급
22	웰리큐	진우권	경북 영천시 대창면 강회리 315-4	식물공장 운영
23	와이즈센싱(주)	엄정식	경기 용인시 기흥구 상갈동 199	센서 및 시스템 공급

표 2-6. 국내식물공장현황

순번	기업명	대표자	주소	분야
24	유비엔(주)	안은기	대구 남구 명덕로 104, 403호 대구디지털산업진흥원 별관	시스템 공급
25	유앙디앤유(주)	김상옥	경기 화성시 팔탄면 울암길 223	시스템 공급
26	이로운 식물나라	김창원	경북 군위읍 삼령리 279	식물공장 운영
27	인성테크(주)	김인수	경기 용인시 수지구 죽전동 1177-1	시스템 공급
28	참이엔지(주)	이현주	경북 경산시 와촌면 대경로 996-1	시스템 공급
29	LED농생명융합기술 연구센터	홍창희	전북 익산시 고봉로 79(마동) 전북대학교 특성화 캠퍼스	식물공장 운영 및 R&D
30	제주바이오팜(주)	최운국	대구 달서구 대천동 891-5 대구TP신기술산업지원센터 2동 206호	시스템 공급
31	청토엘이디 도시농업식물공장(주)	육승일	대구 수성구 지범로 145 B201	식물공장 운영
32	청품식물공장	이아름	경북 김천시 조마면 강곡리 902	식물공장 운영
33	카스트엔지니어링(주)	박후원	경북 구미시 구평동 387-1	시스템 공급
34	코스모텍(주)	이우세	대구 달성군 다사읍 서재리 37-7	시스템 공급
35	태종(주)	정종선	광주 광산구 수등로 261-18	시스템 공급
36	티피에스(주)	이원근	대구 달서구 성서공단북로 261	식물공장 운영
37	파루(주)	강문식	전남 순천시 서면 선평리 42-2	시스템 공급
38	파맥스(주)	박환기	경남 양산시 용당동 30-1	시스템 공급
39	현진테크	김현귀	경북 칠곡군 기산면 행정2길 118-26	시스템 공급

2. 국외 식물공장 현황 및 소개

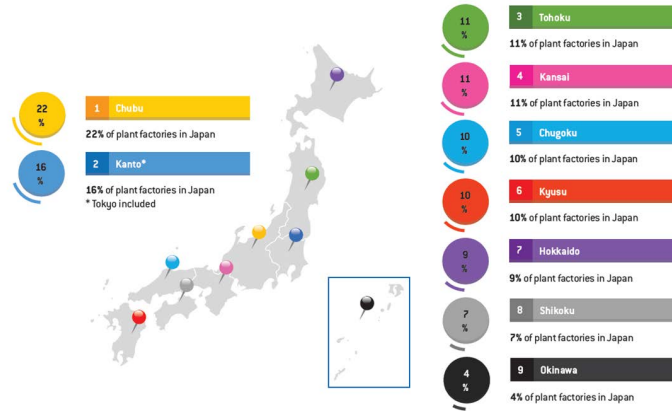


그림 2-8. 일본 지역별 식물공장 분포 비율

국외

가. 일본

1) 칸사이철강공업

설립

· 1946년 10월 10일

위치

· 효고현 오자키시

사업내용

· 강철제품 가공 및 판매, 식물공장산 기능성 식물을 활용한 기능성 식품 제조 및 판매

관련분야 주요 사업, 실적 및 특징

- 식물공장산 아이스플랜트를 활용한 기능성식품
- 아이스플랜트에 포함된 피니톨(pinitol, 혈당치제어)을 배합한 임신부대상 엽산 공급 기능성식품
- 인공광형 식물공장에서 재배한 아이스플랜트의 제품화 및 직판



그림 2-9. 칸사이철강공업 주요제품

2) 어드벤스드어그리 주식회사

설립

- 2006년

위치

- 시가현 나가하마시

사업내용

- 식물공장 설계 및 시공
- 3파장 와이드밴드 LED 판매
- 스트레스 부하형 재배장치 판매
- 기능성 식물로부터의 천연기능성분생성 및 판매
- 식물공장산 채소 생산 및 판매

관련분야 주요 사업, 실적 및 특징

- 조명기술을 활용한 식물공장산 식물을 활용한 라이프사이언스까지 연계된 자사 생태계를 구축
- 한국 태연친환경(주)에 기술이전 및 협력관계 있음 (현재 태연친환경은 도산)
- 식물공장산 아이스플랜트를 활용한 건강기능식품 개발
 - 주요 제품명 : glacitol(글라시톨)
 - ㄱ) 스트레스 재배기술을 통한 식물체내 glacitol(당조절기능)성분이 집적된 아이스플랜트 '생산-제품화-직판'
 - ㄴ) 혈당치가 높은 사람 대상



그림 2-10. 어드벤스드어그리 주식회사 주요제품

3) 산신금속

설립

- 1967년 4월

위치

- 오사카부 센보쿠군

사업내용

- 금속을 활용한 공간창조

관련분야 주요 사업, 실적 및 특징

- 프론티어 사업부에서 식물공장 시스템 사업 진행
- : 오사카부립대학 식물공장연구센터 컨소시엄멤버, M식수경재배와 네오플랜터 개발 및 판매, 재배단 및 시설 구조물 제작
- 대형 및 고단식 식물공장용 프레임 설치
- : 오사카부립대학 식물공장 연구센터 C21동, KiMiDoRi, Green Clocks, 스프레드 1호 및 2호 등



그림 2-11. 산신금속

4) M식 수경재배연구소

설립

- 1971년

위치

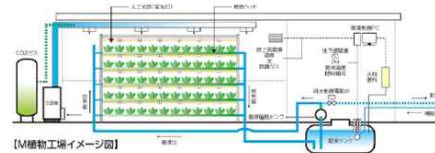
- 아이치현 야토미시

사업내용

- 수경재배 및 식물공장의 재배관련 제품 개발 및 판매
- 수경재배 및 식물공장 시스템 개발, 연구, 교육
- 수경재배 채소 생산 및 판매

관련분야 주요 사업, 실적 및 특징

- 그린팩토리M(식물공장 시스템)
- : 형광등 기반 완전제어형 식물공장, 경제성을 고려한 심플설계, 높은 식물선택 자유도, PC 통한 생산관리



M式水耕による植物工場生産技術 (提供事例)

小規模植物工場	完全閉鎖型	太陽光利用型
0.5坪タイプ		
設備伊勢型	設備30坪用型	

栽培工程 (小型植物工場・Mini野菜栽培の場合)

播種工程 (育苗施設)	育苗エリア	栽培エリア	収穫・出荷段階
フロンティア施設に播種し育苗室にて管理いたします。	育苗室で緑化・育成します。	栽培エリアにて栽培(1ヶ月も100%に生育し採り上げ可能です)。	栽培エリアから多量採りにするこの施設では収穫・出荷までの作業も全て自動化されています。
フロンティア施設 2坪	1坪	1坪	無農薬 2坪
三日月 1坪	1坪	1坪	無農薬 2坪
サカタ 3坪	1坪	1坪	無農薬 2坪

그림 2-12. 그린팩토리M(위), M식 수경재배연구소(아래)

5) 에스펙, 에스펙믹

설립

- 1988년

위치

- 아이치현 니와군

사업내용

- 환경창조 : 조림, 수변경관, 환경복원
- 환경모니터링 : 식물생산시스템 및 식물공장 시스템, 환경계측기기

관련분야 주요 사업, 실적 및 특징

- 인공광 및 태양광형 식물재배 시스템 개발 및 실증시설 운영
- 실증시설 운영 통한 채소 재배 및 판매, 판로 개척을 통한 상업화 시설에 필요한 노하우축적 다양한
- 규모 및 목적의 식물공장 시스템 시스템 납품 실적
- 오사카부립대학 식물공장연구센터, Green Clocks, KiMiDoRi, Dr. vegetable 등의 대학, 연구소, 상업용 시설

시설면적 및 생산량(오사카부립대학 식물공장연구센터 C21동 다단식 재배실)

- 규모 : 철근콘크리트층 구조, 총 바닥면적 70m²
- 생산능력 : 252포기/일(엽채류(상추 등))
- 생산시설 : 재배실(15단×12라인), 형광등, LED 혼용

시설면적 및 생산량(하네다 랩)

- 규모 : 총 바닥면적 100m²
- 생산능력 : 200포기/일(엽채류(상추 등))
- 생산시설 : 재배실(5단×5라인), 형광등LED 혼용, 해양심층수 활용



그림 2-13. 에스펙, 에스펙믹

6) Green Clocks

설립

- 2013년 설립, 2014년 9월 가동

위치

- 오사카부 사카이시

사업내용

- 생산 및 판매, 식물공장 연구, 개발, 설계, 판매, 감정, 식물공장사업의 컨설팅 등

관련분야 주요 사업, 실적 및 특징

- 개발된 연구기술의 실증 및 판매
- 우량묘 진단기술, 자동 이식시스템, 배터리타입 자주식 반송장치
- 산학연계기업을 통한 출자
 - 이토전기, 에스팩, 덴소, 산신금속공업, 반슈신용금고, VF어그리, 그린클록스 오사카신용금고
 - 기기 및 설비 등의 제조업, 환경계측, IT, 채소 유통, 상사, 금융 등 다양한 이업종의 산학연계 기업과 오사카부립대학과 연계협정을 체결하여 시설정비에서 실증, 평가 사업까지 실시

시설면적 및 생산량

- 규모 : 철근콘크리트 2층구조, 총 바닥면적 1,300m²
- 사업비 : 7억엔, 경제산업성 이노베이션 거점입지 추진사업 보조율 2/3 활용
- 생산능력 : 5,000포기/일((엽채류(상추 등))
- 생산시설 : 육묘실(15단×2라인), 재배실(18단×4라인, 16단×2라인)
LED(육묘실 1,200개, 재배실 11,232개)

주요설비

- 그린클록 기술을 통한 묘진단 로봇(세계최초)
- 육묘 단계에서 시계유전자의 활성도에 기인한 우량묘 자동선별과 이식 작업을 조합한 로봇
- 자주식 반송 로봇, 자동 반송 라인(일본 최초)
- 배터리 구동의 자주식 반송 로봇도입 및 재배 실내의 자동반송 시스템을 통한 무인화 실현
- LED광원
- FR탑재된 식물재배용 광원(필립스 Green Power LED)



그림 2-14. Green Clocks

7) 닥터 베지터블

설립

- 2015년 3월 1일

위치

- 동경 치요다구

사업내용

- 저칼륨 채소 프랜차이즈 운영사업
- 저칼륨 채소, 과일등의 생산, 가공, 매입, 판매
- 식물공장 시설과 설비의 기획, 설계, 시공, 감리, 판매

관련분야 주요 사업, 실적 및 특징

- 저칼륨 상추 생산 : 만성 신장질환자 대상
 - 만성 신장질환자들은 체내 칼륨의 배출이 어려워 채소 및 과일 섭취를 통해 칼륨농도가 높아지면 고칼륨혈증을 일으키기 쉬우므로 이들에게 도움
 - 세계적으로 혈액투석환자 증가추세
- 저칼륨상추 재배기술을 통한 프랜차이즈 운영
- 일본내 식물공장 5곳과 계약 및 운영 : 동경, 치바현, 사이타마현, 교토부, 카가와현
- 프랜차이즈를 통한 전국 판매 : 백화점, 슈퍼마켓 등
- 상품 : 상시판매(저칼륨 상추), 계절 한정 판매(저칼륨 메론), 연구개발중(저칼륨 토마토, 딸기)

시설면적 및 생산량

- 생산능력 : 사이타마현 공장(4,600포기/일), 치바현 공장(4,000포기/일)교토부 공장(1,440포기/일), 카가와현 공장(4,800포기/일), 동경도 공장(2,500포기/일)

8) Green land

설립

- 2014년 4월

위치

- 후쿠이현 오바마시

사업내용

- 식물공장 스텝 위탁교육
- 식물공장 스타트업, 운영, 연구, 설비개선 컨설팅
- 식물공장산 채소 생산 및 판매

관련분야 주요 사업, 실적 및 특징

- 세계최초 인공광형 식물공장에서의 결구상추 생산
- 저칼륨상추 재배기술을 통한 프랜차이즈 운영
- 반사판을 활용한 광효율 극대화

시설 면적 및 생산량

- 규모 : 1,300m²
- 생산능력 : 7,000포기/일(엽채류(결구상추, 상추 등))
- 생산시설 : 재배실(12단×18라인)
- 고용인원 : 20명



그림 2-15. Green land

9) KiMiDoRi

설립

- 2014년 4월

위치

- 후쿠이현 오바마시

사업내용

- 식물공장을 통한 채소 등의 생산 및 판매
- 식물공장사업의 컨설팅

관련분야 주요 사업, 실적 및 특징

- 식물공장에서의 안전한 채소생산 및 판매
- 고용증진을 통한 재해 후 지역사회 부흥 유도목적

시설 면적 및 생산량

- 규모 : 대지 5,000m², 건축 2,500m²
- 생산능력 : 8,000포기/일(엽채류(상추, 허브 등), 시교법을 통한 상추 고속재배)
- 생산시설 : 4재배실(8단×8라인/실), 형광등(2재배실), LED(2재배실)
- 고용인원 : 25명
- 안전성검사 : 모든 채소에 대해서 방사능 검사



그림 2-16. KiMiDoRi

10) 주식회사 인터내셔널리 로컬(INLOCO)

설립

- 2008년 8월 8일

위치

- 오키나와현 이토만시

사업내용

- 식물공장 설비 판매 및 프랜차이즈 사업, 식물공장 채소의 생산 및 판매

관련분야 주요 사업, 실적 및 특징

- 흑자운영 실증(시스템운영 및 생산)을 통한 컨설팅 및 프랜차이즈 사업

시설면적 및 생산량

- 규모 : 200m²
- 재배작물 : 아이스플랜트, 베이비리프, 허브 등
- 고용인원 : 13명
- 납품처 : 홍콩, 오키나와현 및 동경의 대형 유통마켓 및 슈퍼

목적에 따른 식물공장 운용

- 1공장 : 생산 및 판매 목적(동경, 홍콩)
- 2공장 : 직원 및 프랜차이즈 연수 및 훈련
- 3공장 : 상품 개발 및 실증, 연구
- 4공장 : 대형 유통마켓에 병설하여 광고, 생산, 판매 활용

최근 연구시설

- 아쿠아포닉스 실증
- 컨테이너타입 딸기재배
- 태양광활용 과채류생산
- 태양광발전 및 축전기술 활용



그림 2-17. 주식회사 인터내셔널리 로컬(INLOCO)

11) Ichigo company

설립

- 2013년

위치

- 니이가타현 타이나이시

사업내용

- 딸기 재배유닛 개발 및 판매
- 딸기 재배 및 판매
- 농업 컨설팅
- 오리지널 식물재배용 LED 판매 및 컨설팅

관련분야 주요 사업, 실적 및 특징

- 폐교를 활용한 소규모 다재배실 방식
- 고당도와 대과를 특징으로한 Brix strawberry 브랜드 개발



그림 2-18. Ichigo company

12) MIRAI

창업

- 2004년 11월(2015년 5월 도산)

설립

- 2015년 11월 2일

자본금

- 7,550만엔

설립자

- 시마무라 시게하루

대표자

- 시이나 요시오

위치

- 치바현 카시와시(본사), 치바현 카시와시 치바대학내(공장)

홈페이지

- <http://miraigroup.jp>

사업내용

- 식물공장 시스템 개발 및 판매
- 식물공장에 관한 컨설팅 서비스
- 식물공장산 채소의 제조 및 판매

관련분야 주요 사업, 실적 및 특징

- 대기업과 공동개발을 통해 식물공장관련 연구성과를 바탕으로 2004년 창업한 치바대학 농업벤처 일본 전국 25개소 이상에 식물공장 도입하는 등 치바대학 및 파나소닉, 미츠이 부동산 등 대기업과 연계한 공격적인 사업방식을 통해 식물공장 사업분야의 파이오니아적인 입지를 다짐
- 미야기 부흥파크 내에 경제산업성 보조사업을 통한 LED조명을 활용한 대형 인공광형 식물공장 도입 등 동 일본 대지진 피해지역에 대한 부흥사업에 참여
- 기관을 포함한 다양한 분야에서의 지원을 통해 산학관 연계를 통한 새로운 비즈니스 모델을 추구하며 대형 식물공장의 도입을 진행

부도원인

- 2015년 3월 기준 매상 8억 1,300만엔, 동기간 경영적자 약 6월 2,100만엔 부채 총액 10억 9,200만엔(일본경제신문, 2015년 6월30일)
- 2014년 업무능력 확대를 예상하여 2014년 대형공장 2곳을 증설하여 생산능력을 대폭 확대하였으나, 생산이 당초예상보다 안정되지 않고, 판매량도 예상을 밑돌아 대폭적인 영업적자. 또한, 설비투자자금 등 6월 말로 다가온 변제기한에 결제자금의 지불이 어려워 자력재건을 단념
- 2015년 도산 후 마사루공업주식회사의 자회사로 편입되어 당해 11월 신생미라이로 재탄생

부도원인 분석

- 공격적인 설비투자를 감당할 자금력 부족
- 생산 불안정 및 판로확대 어려움
- 이익이 증가한다는 전제하에 설비를 투자하여 생산량 증가와 생산비용 삭감을 이룰 수 있음. 그러나 설비투자 후 판매량이 감소 또는 정체할 경우 회사는 경영악화로 이어지게 됨
- 식물공장의 특징상, 생산능력이 증가하면 거래처에서 조달하는 원료와 전기비용 등의 지불금액이 증가하여 자금유통이 급격하게 악화되기 쉬움
- 대기업의 경우 재무가 튼튼하므로 설비투자에 대해서 긍정적인 결과를 예상할 수 있으나, 중소기업의 경우는 도산으로 이어지는 경우가 많음
- 인공광형 식물공장의 특징상 높은 초기투자비용이 필요한 사업이므로, 자금회수가 늦어지면 도산으로 이어지기 쉬움. 미래는 성장을 위해 공격적인 사업방식을 택하였고, 높은 설비투자를 감당하며 사업을 확대하였으나 과도한 차입으로 인한 자금유통의 파탄으로 이어짐
- 제조업을 표방하지만, 인공광형 식물공장은 통상적인 공업제품 생산과 큰 차이가 있음. 석유화학과 같은 공업제품의 경우 플라스틱제품과 의류 등 활용처가 폭넓고 재료(석유)와 제조장치(설비)가 있으면 상대적으로 안정생산이 가능하지만, 생물을 생산하는 농업에 있어서는 재료와 제조 장치만으로 안정적인 대량생산이 쉽지 않음. 더욱이, 새로운 기술을 활용한 농업에서는 안정적인 대량생산을 위해서 자금력이 중요함
- 대형 식물공장을 통해 생산된 대량의 생산물을 소화하기 위해서는 판로 확대가 가능한 영업 능력과 이를 위한 수년의 기간이 필요하나, 공격적인 투자를 통해 1일 생산량 1만 포기 규모의 식물공장을 급속도로 확대한 미래의 경우는 확보된 판로가 없는 한 장기간 적자를 감당할 자금력이 중요함
- 동일본 대지진 이후 일본 내 인공광형 식물공장은 대형화 및 증가 추세에 있으며, 생산물에 대한 가격 하락과 판로확보에 대한 경쟁 격화 상태임



그림 2-19. MIRAI

나. 미국, 유럽

1) Green sense farms

설립

- 2010년

위치

- 네덜란드 스텔트호벤, 미국 팔로알토

사업내용

- 식물공장을 활용한 채소 생산 및 판매(스프라우트, 베이비리프)

관련분야 주요 사업, 실적 및 특징

- 미국 내 가장 큰 상업용 인공광형 식물공장
- 필립스 LED 채용
- 배지(트레이)+LED



그림 2-20. Green sense farms

2) Farmed here

설립

- 2010년

위치

- 미국 일리노이주

사업내용

- 식물공장에서의 채소생산 및 판매(수경재배 활용 바질 및 새싹채소 재배)

관련분야 주요 사업, 실적 및 특징

- 도시농업의 이점인 로컬푸드 개념 활용
- 소비가 많은 새싹채소, 바질, 바질 가공품에 집중



그림 2-21. Farmed here

3) Urban Produce

설립

- 2013년

위치

- 미국 캘리포니아주 어바인

사업내용

- 식물공장에서의 새싹채소 생산 및 판매

관련분야 주요 사업, 실적 및 특징

- 고밀도 수직재배시스템(HDVGS, 특허)을 활용한 생산량증가 및 비료사용량 감소



그림 2-22. Urban Produce

4) Growing Underground

위치

- 영국 런던

사업내용

- 채소 생산 및 판매

관련분야 주요 사업, 실적 및 특징

- 지하 유휴공간(벙커, 지하통로, 지하실 등)을 활용한 최초의 상업용 인공광형 식물공장
- 12종류의 새싹채소 생산 및 판매
- 크라우드 펀딩을 통한 자금 확보(2차례 100% 이상)

5) Deliscious

위치

- 네덜란드 비셀

사업내용

- 샐러드용 엽채류 생산 및 판매

관련분야 주요 사업, 실적 및 특징

- 자동화된 인공광형 식물공장과 태양광형 식물공장의 결합
- 인공광형 식물공장에서의 안정적인 육묘
- 자동화된 태양광형 식물공장에서의 대량생산



그림 2-23. Deliscious

6) PlantLab

설립

- 2010년

위치

- 네덜란드 스펜토헨보스

사업내용

- 맞춤형 식물공장 재배 기술 제공

관련분야 주요 사업, 실적 및 특징

- 2013년에 신젠타와 업무협약
- 2014년에 새로운 international research center 설립
- 작물 생육 모델링과 지식을 활용한 식물공장 운영 고객 맞춤형 서비스 제공



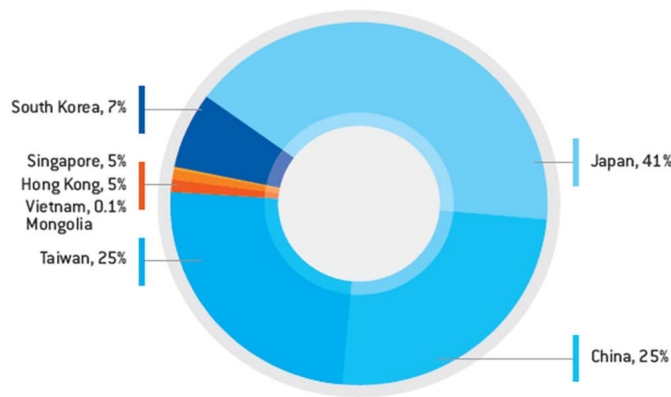
그림 2-24. PlantLab

III. 식물공장 육성을 위한 정부 정책 및 제도 정립

1. 식물공장 육성 추진 배경과 필요성

가. 식물공장 육성 제도화 추진 배경

- 식물공장은 가뭄과 홍수 등 이상 기후 현상이 빈발하는 가운데에도 농작물을 안정적으로 생산할 수 있으며, 양분조절 및 환경조절 기술로 고품질의 작물 생산이 가능할 수 있어 미래 농업의 한 대안으로 일본, 미국, 유럽 등 선진국에서 앞 다투어 투자를 아끼지 않은 분야임
- 아시아 국가를 기준으로 식물공장의 분포 정도는 일본이 41%로 가장 많았으며 다음으로는 중국과 대만이 각각 25%를 차지하였으며 우리나라는 7%정도를 점유하고 있음



Sources: Japan Plant Factory Association, Dr. Wei Fang, Dr. Changhoo Chun, Dr. Qing Yang, Singapore Farming / Newbean Capital analysis

그림 3-1. 아시아 식물공장 분포 비율

- 이미 51개국과 FTA(자유무역협정)가 발효되어 관세장벽이 허물어지면서 무한경쟁에 내몰린 한국 농업에 대한 변화가 요구되고 있는 가운데, 저가 수입농산물보다 안전하고 깨끗하며 기능성이 풍부한 고부가가치 농산물을 생산할 수 있는 식물공장이 하나의 대안으로 평가되고 있음
- 이처럼 식물공장의 시장성이 이슈화되고 있으며, 농업이 아닌 다른 분야와 융합하여 새로운 산업을 창출할 수 있는 좋은 아이템이지만, 품질과 다양성 그리고 소비자들의 인식 등에서 아직 시장요구를 만족시키지 못하고 있음
- 결국 기존 농업의 패러다임을 바꾸며 식물공장 시장성을 강화시키고 산업화를 도모하기 위해서는 식물공장 육성을 위한 체계적인 제도화가 시급한 실정임

나. 식물공장 육성의 제도화 필요성

1) 사회적 환경

- 일반 농가와 기업형 식물공장 사이의 관계 정립이 필요함
- 식물공장의 접근 방법에 따라 농업에서의 반발이 높을 수 있음
- 소비자의 입장에서는 식물공장 생산 농산물과 기존의 농산물에 대한 구분 기준이 없음

2) 문화적 환경

- 안전 먹거리에 대한 소비자 관심이 높아지고 있으며 특히 웰빙에 대한 관심 때문에 기능성 식품의 소비가

지속적으로 증가하고 있음

- 기술적 측면에서 판단할 때 식물공장 생산 농산물은 친환경 농산물이며 기능성 식품의 원료가 될 수 있어 그 수요가 증가 예상됨
- 현재 식물공장에서 재배된 작물은 대부분 식용으로 이용되지만 향후 환경조절 기술의 발달로 인해 허브류, 약용작물 등의 고부가가치 작물의 대량 생산도 예상됨
- 결국 건강 지향적 소비트렌드로의 변화로 인해 향후 식물공장에서 특정 작물의 연중생산 체제 확립은 경제성을 확보할 수 있을 것으로 판단됨

3) 소비자 인식

- 2011년 농촌경제 연구원의 설문조사 결과에 따르면 식물공장을 전혀 모르거나 잘 알지 못한다는 답변이 응답자의 84%였음
- 하지만 식물공장에서 생산된 농산물을 구입해 본 경험이 있는 응답자들 중 44.1%는 구입이유를 품질에 대한 신뢰감 때문으로 답변하였으며, 다른 농산물보다 안전하기 때문이라는 답변은 38.2%로 나타남(식물공장 생산물의 품질과 안전성에 대한 이점)
- 결국 소비자에게 식물공장과 식물공장 생산물에 대한 올바른 인식을 심어준다면 저변 확대 및 식물공장의 산업화는 가능하다고 판단됨

2. 식물공장 육성을 위한 정책 및 제도 현황과 문제점

가. 식물공장 관련 정책 및 제도 현황

1) 식물공장 관련법과 제도

- 식물공장 관련 육성법, 제도 등이 별도로 없는 실정
- 식물공장은 아직 농업인지, 공업인지에 대한 법과 제도적 해석이 없어 정책적 지원 대상에서 제외됨

2) 식물공장 관련 지원 사업

- 실제적인 식물공장에 대한 정부의 지원은 2009년 ‘저탄소, 녹색성장’을 국가 어젠다로 채택하여 환경을 보호하면서 경제성장을 이룩하기 위해 신재생에너지 사업 등 전 산업 부문에 걸쳐 기술개발에 적극 투자하였으며 친환경 식물성장 촉진 기술의 일환으로 식물공장 연구개발 과제를 지원함
- 2013년에는 농식품산업과 ICT융합을 위한 계획을 발표하고 농산업의 ICT기술의 적용을 가시화하고 더불어 식물공장 요소 기술의 개발이 이루어짐

표 3-1. 정부 부서별 식물공장 활성화 지원사업

지원기관	년도	사업 내용
농림축산식품부	1990년대	· 첨단기술 농업의 일환으로 ‘유리온실 지원 사업’ 시작 · 수경재배기술과 환경제어기술 그리고 자동화기술 등 식물공장의 기반 기술 개발이 이뤄짐
	2010년대	· ‘농림축산식품 과학기술 육성 중장기 계획’을 수립하여 ‘수익형·목적지향형·미래전략형 식물공장 기술개발’을 50대 핵심전략기술로 선정하여 추진 중임 · 2013년부터 미래농업의 신성장동력인 식물공장 활성화를 위해 시범적으로 미래원, 베지텍스 등과 같은 기업을 지원하는 사업을 시작하였으나 한국농업경영인중앙연합회의 반발로 1년 시행 후 중단함
농촌진흥청	1996년	· 농업과학연구소에서 식물공장 시스템 설계 연구 시작
	2004년 ~ 2005년	· 수평형 식물공장 요소기술을 개발하여 식물공장을 운영하기 시작하여 한국형 식물공장 시스템을 확립함
	2009년 ~ 2012년	· 수직형 식물공장을 완공하여 생산 자동화시스템을 개발함 · 2010년 12월 정부는 농촌진흥청 국립농업과학원의 ‘미래형 식물공장시스템’을 저탄소 녹색성장을 선도할 녹색기술로 선정함 · 2012년 식물공장 기술 로드맵을 작성함
산업통상자원부	2009년	· 단기 상용화가 가능한 신성장동력 R&D 지원을 통해 경제위기 이후에 대비한 성장 잠재력 확보를 위한 사업으로 ‘신성장 동력 스마트 프로젝트’를 추진함 · ‘IT-LED 기반 식물공장을 위한 핵심부품 및 핵심기술 개발 사업’ 발표 · 산업원천기술개발사업의 일환으로, 6개 세부기술분야의 R&D에 1,500억원이 투입되었으며 LED·식물공장 관련 과제 포함됨
	2014년	· 산업핵심기술개발사업에 바이오분야에 ‘융복합 기술을 이용한 고기능성식물 대량 생산 시스템 개발’ 과제를 지원함, 건강기능성식품 및 천연 의약품 원료 생산을 위한 식물공장 기술 개발 및 산업화에 중점을 둠

미 래 부	2014년	· 한국과학기술연구원(KIST)의 개방형연구프로그램(open research program)의 일환으로 '고부가가치형 식물공장 시스템 개발' 사업을 2년간 연 25억원 지원함, 첨단 ICT기술을 활용한 작물 생육환경 모니터링, 식물공장 LED 신광원 개발, 약물식물의 기능성분을 극대화 기술을 개발함
-------	-------	---

표 3-2. 지역별 식물공장 관련 연구소 및 현황

구분	기관	규모 및 연구내용
중 앙 (경 남)	시설원예연구소	· 수직형 태양광병용(142m ²) 및 폐쇄형(20m ²) 식물공장 설립 · 시설작물 최적 생육관리모델 개발 · 작물 생육 자동센싱 및 생육 데이터 분석 시스템 개발
경 기	경기도농업기술원	· 완전제어형 및 태양광 병용형 식물공장(115m ²)운영 · 생육제어 기술, 식물재배 및 성장시스템 연구
강 원	강원도농업기술원	· 90m ² 규모의 컨테이너형 식물공장 운영
	원주시농업기술센터	· 16m ² 규모의 식물공장 운영
총 북	충청북도농업기술원	· 12.5억을 투자해 413m ² 규모의 태양열전지가 탑재된 완전제어형 식물공장을 설립하여 연구 수행
총 남	충청남도농업기술원	· 288m ² 규모의 태양광 병용형 식물공장 설립 · 딸기 연중생산 연구 수행
경 북	경상북도농업기술원	· 컨테이너형 식물공장 운영
		· 132m ² 규모의 완전제어형 식물공장 신축 · 어린잎채소 및 특수 기능성 채소 선발 연구
경 남	경상남도농업기술원	· 완전제어형 식물공장(66m ² 규모) 운영 · 엽채류 최적 재배, 전용 배양액 개발, 약초 씹채소 생산기술 연구
전 북	전라북도농업기술원	· 에너지 절감형 식물공장 운영 · LED 기술과 농업·생물·식품·부품 소재 분야와의 융·복합으로 부가가치 향상을 위한 식물공장 사업 추진
	전북대학교 LED-농생명 융합기술연구센터	· 2011년 산업통상자원부 산업기술연구기반조성사업의 일환으로 'LED 농생명 융합기술 및 산업화 지원사업'에 선정되어 5년간 199억원을 투입함 · 'LED 조명기술을 활용한 식물공장 시스템 개발'과 'LED초절전 조명 개발' 등의 사업을 추진 중임 · 1,650m ² 규모의 국내 최대 식물공장 조성 · 식물공장 모델 완성 및 공장의 운영·제어 체계와 작물 재배 체계 정립
	전주농생명소재연구원	· 2004년 산업자원부 지체연구소 육성사업으로 설립 · 221m ² 규모의 LED 이용 다단식 식물공장 설립 · 고기능성 생물소재 개발 및 생산, 산업화 연구

나. 식물공장 정책 및 제도적 문제점

1) 정책적 문제점

- 장기적이며 체계적인 식물공장 육성 정책의 부재 : 식물공장의 육성을 위해 상용화, 대형화를 위한 정책 마련이 필요함(초기투자비용 및 운용비용이 높음)
- 산발적인 기술개발 지원 정책 : 체계적인 기술 개발이 어렵고 표준화가 이뤄지지 못하여 실용화율이 낮음
- 식물공장의 업종 분류가 애매하여 정책 수립 시에 불리함
- 식물공장은 농업과 공업의 중간적인 성격 때문에 타부서(예 : 산업통상자원부)와의 협력이 필요하지만 이런 사례가 없음
- 소비자들의 인식전환을 위한 정책의 부재 : 소비시장 제한적
- 기업체 활성화를 위한 인재 양성 정책의 부재 : 점차 증가하고 있는 식물공장 기업에 비해 연구인력 및 전문 인력이 부족함

2) 법과 제도적 문제점

- 식물공장 관련법의 부재로 인해 식물공장 보급 확대에 많은 제약이 따름
- 농업적 측면에서 농지법상의 해석이 애매함
- 산업적 측면에서 건축기준법, 소방법, 도시계획법상의 해석이 애매함
- 식물공장에서 생산된 농산물의 우수성에도 불구하고 농산물의 품질보장의 법적 근거가 없음

3. 국외 식물공장 육성을 위한 지원 정책 현황

가. 일본 정부의 식물공장 지원 정책

1) 지원 정책의 배경

- 일본은 2008년 글로벌 금융위기 이후 미래 신성장 동력산업으로서 식물공장 산업을 육성하고 있으며 최근 후쿠시마 원전사고 이후 대규모 식물공장의 필요성을 크게 인식하여 원전사고에 의한 오염지역에 식물공장을 건설·운영하는 것을 지역의 부흥 수단으로 고려함
- 2008년에 제정된 농상공제휴촉진법에 따라 경제산업성과 농림수산성은 지역경제진흥을 위해 현지에 존재하는 자원을 이용해 자발적인 산업 활성화를 도모
- 어느 지방에도 존재하는 농림수산업은 활용해야 할 지역자원으로 주목 받음
- 농상공제휴란 지역의 농림수산업과 상업 및 공업을 하는 중소기업 등이 파트너로 새로운 비즈니스 모델을 구축하는 것을 의미함
- 식물공장은 농업과 상공업이 제휴해 새로운 산업을 창출할 수 있는 아이টে으로 평가되어 정부 최대의 시책으로 평가되어 적극적으로 지원하게 됨

2) 지원 정책의 목표

- 2009년부터 식물공장 수를 3배로 확대 보급하고 초기 설립비용을 30% 삭감하는 목표를 세움
- 식물공장 육성을 통해 농업을 새로운 지역 성장산업으로 전환시켜 지역 경제를 활성화시키는데 초점을 둠

3) 지원 정책 현황

- 1990년대부터 농림수산성의 보조금 지급으로 식물공장 보급을 확대함, 식물공장 시설보조사업은 2000년 12월에 중단되었으나 보조금 지원으로 2005년까지 전국에 약 30개소의 식물공장이 운영됨
- 2008~2009년 정부의 신경제성장 전략의 일환으로 식물공장 지원시책을 추진함
- 2008년 9월에 경제산업성은 ‘신경제성장전략’을 발표하였으며 그 안에 농상공연계 사업으로 식물공장 지원을 정책화함
- 농림수산성은 2009년에 식물공장 시설비 보조사업(시설원에 고도화 추진)을 다시 시작하였으며 전국5개소에 모델하우스형 식물공장 실증·전시사업을 추진함
- 경제산업성과 농림수산성이 협력하는 농상공 연계를 추진하여 식물공장 사업을 추진하고 관련 기술에 대한 소개 및 홍보를 통하여 많은 사업자가 참고할 수 있도록 함으로써 관련 산업의 발전을 유도함
- 식물공장에 대한 대표적인 지원은[표 3-3]와 같음

표 3-3. 부처별 식물공장 활성화 지원사업 내용 및 방향

지원부서	지원 사업 내용	지원 방향
경 제 산 업 성	· 재생가능 에너지열 이용가속화 지원 대책비 보조 사업 · 밀폐형 식물공장을 활용한 유전자 재조합식물 생산 실증 연구 개발 사업 · 첨단 농상공 제휴 실용화 연구 사업	에너지절약 및 산업화
농 립 수 산 성	· 산지 활성화 종합 대책 사업 · 농축산업 기계 등 리스 지원 사업 · 강한 농업 만들기 교부금 사업 · 농업의 생력화를 위한 농업 자동화 및 어시스트 시스템 개발 사업	시설원예의 고 도 화

- 농림수산성과 경제산업성은 정부 차원에서 식물공장 관련 제반 사항을 지원중이며, 식물공장의 유형은 두 가지로 정확하게 구분하여 태양광 이용형은 농지에 건설되므로 농업용 시설로 인정하고 완전인공광형은 농지 이외에 건설되므로 건축물로 분류하고 있음
- 일본은 식물공장을 통한 미래성장동력산업에 주력하고 있어 식물공장 수출 산업을 가속화하고 있음, 기존 시장인 중국·대만 등에서 동남아·중동 등으로 시장을 확대해 나가고 있음

4) 식물공장 지원예산

- 농림수산성에서 식물공장의 보급·촉진 사업을 담당하여 2009년에 100억 엔 예산으로 식물공장 시설비 보조사업을 추진하고 2011년에 일본 전역에 국비를 투입하여 식물공장을 건설 및 연구하도록 지원함
- 지원 사업 중 '밀폐형 식물공장을 활용한 유전자 재조합 식물 만들기 실증 연구 개발' 사업은 유전자 조작 식물을 이용하여 의약품 원재료·백신·기능성 식품 등의 유용 물질 생산기술을 개발하고 그 실증을 위해 밀폐형 식물공장을 활용하는 연구이며 지원 예산액은 총 1억 엔에 달함
- '첨단 농상공 제휴 실용화 연구' 사업은 대지진에 의해 피해를 받은 동일본을 시작으로 하는 지역에서 민간 사업자가 첨단 상업·공업의 기술이나 노하우를 이용해 농림어업 시스템을 비즈니스화 하는데 필요한 경비 일부를 보조하며 사업 예산액은 15억 엔에 상당함
- 종합하면 대학, 공익법인, 독립행정법인 등을 대상으로 하는 선진적 식물공장 시설 정비비 보조금은 47.2억 엔에 달하며 주식회사, 조합, 공익법인 등을 대상으로 하는 선진적 식물공장 추진 사업비 보조금은 3억 엔에 달함
- 정부의 보조금 제도 도입을 통해 식물공장 시장이 크게 활성화되고 있으며 2009년에는 식물공장 시장이 95억 엔에서 2020년에는 417억 엔으로 성장할 전망이다

나. 중국 정부의 식물공장 지원 정책

1) 지원 정책의 배경

- 중국의 인구수는 현재 13억이고 2030년까지 15억까지 증가할 전망이기 때문에 안정적인 식량 공급이 문제시 되고 있음



그림 3-2. 중국의 연도별 인구수 변화

- 환경오염과 사막화가 진행되어 토지 이용률은 갈수록 감소하고 있음(세계 평균의 40%수준)
- 경제수준 향상과 더불어 신선하고 친환경적인 농산물에 대한 소비자의 요구도 또한 상승하고 있음
- 농업인구의 노령화도 진행되고 있음(중국 농민의 60% 이상이 60세 이상의 노인)
- 한편 도시의 인구수는 점차 증가되고 있음, 2025년까지 중국인구의 약 70%는 도시에 거주할 것으로 예상됨

- 따라서 식물공장은 토지이용율의 감소, 자연재해 및 농업인구의 고령화 문제를 해결하면서 도심에서 안정적인 친환경농산물을 생산할 수 있는 하나의 대안으로 제시되고 있음

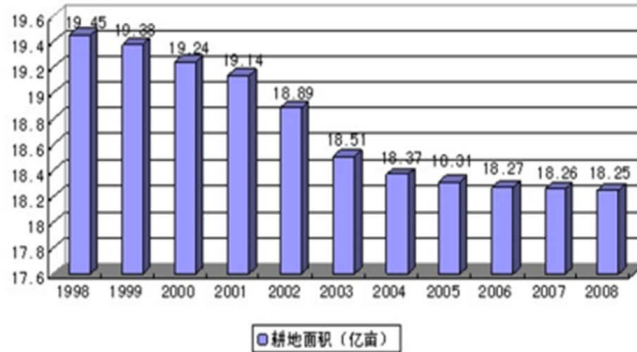


그림 3-3. 중국의 농경지 면적의 변화 단위 : 1억 MU(1MU=1/15ha)

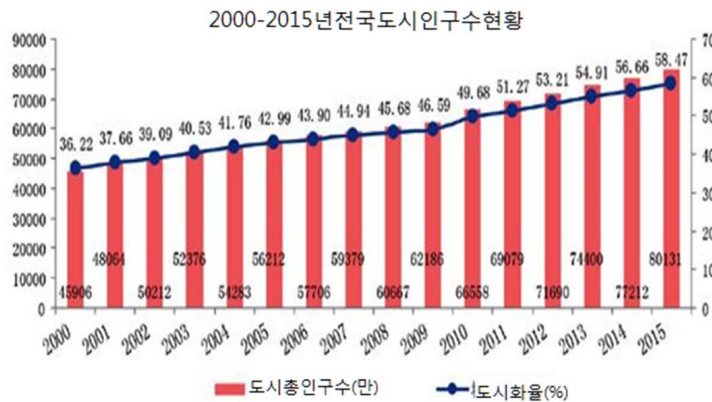


그림 3-4. 중국의 도시인구수 비율 변화

2) 지원 정책의 목표

- 도시 거주자에게 필요한 식품(채소) 부족에 문제에 대한 하나의 대안으로서 식물공장 산업의 활성화
- 유틸리티 식물공장 실현을 위해 다양한 형태로의 이용 가능성 타진(가정, 학교, 일반 건물, 식당, 마트 등)

3) 지원 정책 현황

- 식물공장 기술개발 및 홍보를 위해 중국 전역에 6000개 이상 있는 Agri. sci. & tech. Demonstrate Park 에 일부 식물공장 모듈을 설치하고 운영
- 중국은 Chinese Academy of Agricultural Sciences(CAAS) 산하 40개 기관 중 Institute of Environment and Sustainable Development in Agriculture(IEDA)에 속한 Center for Protected Agriculture and Environmental Engineering(CPAE)에서 식물공장 관련 연구 업무를 주관하고 있음
- CPAE는 4개의 그룹으로 나뉘게 되고 그 중 그룹 1은 식물공장을 전담하고 있음, 시설원예의 환경 조절 및 하드웨어 연구는 다른 2개의 독립된 그룹에서 맡고 있다는 것이 특징적임
- 인텔리전트 식물공장 생산 기술개발 프로젝트(National high science & technology project) 진행 중, 2013~2017년(5년간) 기간 동안 5000만 위안(약 85억원)이 투자됨, Chinese Academy of Agricultural Sciences가 주관하고 15개의 대학, 연구기관, 기업이 참여함

표 3-4. 중국 식물공장 연구과제 목록 및 담당기관

연구과제명	담당기관
식물공장용 에너지절감 LED 개발 및 광환경 제어기술 개발	Institute of Environment and Sustainable Development in Agriculture
식물공장 핵심 기술 및 다단계배 장치 개발	Beijing Agriculture Machinery Institute, China Agriculture University
식물공장에서 광과 온도를 동시에 고려한 에너지 절감 환경조절기술 개발	Top Photoelectric Technology Company, Nanjing Agriculture University
식물공장용 배양액 관리 및 채소품질 제어기술 개발	Northwest A & F University, CAAS
식물공장 네트워크 기반 스마트제어 핵심기술 개발	The National Engineering Research Center for Information Technology in Agriculture
태양광 이용형 식물공장의 통합 실증	Dushi Green Engineering Company, Tongji University, SAAS
인공광 이용형 식물공장의 통합 실증	Zhejiang University, CAAS

다. 대만 정부의 식물공장 지원 정책

1) 지원 정책의 배경

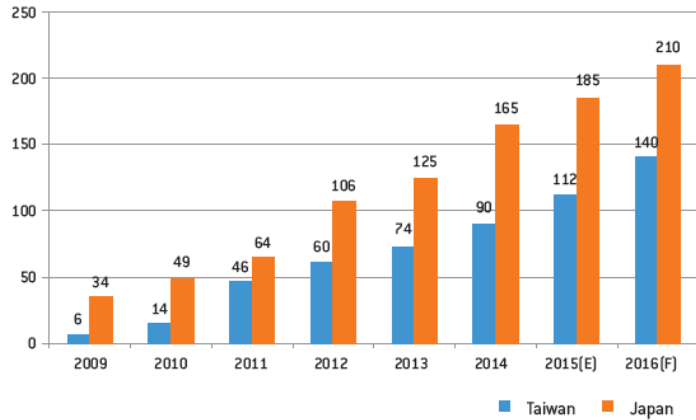
- 지구 온난화에 따른 기후변화와 전 세계적인 식량부족 사태를 능동적으로 대처하고 환경 친화적인 농업생산에 대한 필요성이 대두됨
- 다년간의 수경재배 및 실내 농업의 경험과 축적된 기술을 바탕으로 국내 및 국외로의 성공적인 비즈니스 모델을 창출 가능할 것으로 판단함

2) 지원 정책의 목표

- 대만 Council of Agriculture의 보고서에 의하면 대만 인구의 1%(200g/일의 채소섭취 기준)에 채소 공급을 위해서는 36톤이 생산 되어야 하며 최소 500개의 식물공장 건설이 필요함

3) 지원 정책 현황

- 대만 Council of Agriculture의 지원 뿐만 아니라 Council of Economic Planning and Development 또한 지역 농산업의 경쟁력 강화를 위해 추가적인 지원을 하고 있음
- 정부 정책의 핵심은 식물공장 협의체 형성을 위한 지원이었음
- 협의체는 연구기관과 사기업으로 구성되었으며, 대표적인 예는 대만식물공장산업 발전협회(Taiwan Plant Factory Industry Development Association)로 20개의 연구기관과 기업으로 형성되었음
- 대만에서는 일본과는 달리 보조금에 의한 식물공장 건설 사례가 없지만 정부지원에 의한 협의체의 활성화로 완전 인공광형 식물공장 가동 시설 수가 세계에서 두 번째로 많고, 자국 내 인공광형 식물공장 가동 수가 약 60곳에 이르며 식물 재배용 조명 등 관련 부품을 포함해 식물공장 제조업체는 100개 이상이 진출하고 있음
- 2011년부터 주기적으로 워크숍을 개최하여 지금까지 480명 이상이 교육받아 왔으며 식물공장 관련 인력을 육성하고 있음



Source: Japan Plant Factory Association + PIDA, 2015/12

그림 3-5. 대만과 일본의 연도별 식물공장 수 변화

라. 네덜란드 정부의 식물공장 지원 정책

1) 지원 정책 현황

- 네덜란드는 정부 차원에서 연구기관과 식물공장 제어시스템 개발기업들에 대한 지원을 아끼지 않고 있으며, 이들 기관과 기업도 유전공학, 환경공학, 컴퓨터공학을 총동원해 신기술을 농업에 적용하여 식물공장이 첨단 농업의 총아로서 역할을 하고 있음
- 네덜란드는 정부가 적극적으로 산업을 육성하고 있어 신규 기술을 도입하는 생산자에게 보조금을 지급하고 대규모화를 촉진하기 위해 대규모 공장에 대한 에너지 관련 세금을 할인해 주고 있음
- 식물 생장에 관련한 데이터를 확보·분석하고 시설 설비와 환경제어 장치를 개발·공급하는 전문 기업들을 양성하여 식물공장에 필요한 다양한 제어장치들을 일괄 생산·공급·관리함으로써 기술 표준화를 이루고 있음

4. 식물공장 산업육성을 위한 제도화 방안

가. 추진 방향

1) 식물공장 발전 전략

- 2012년 식물공장 전문가를 대상으로 한 한국농촌경제연구원의 설문조사 결과, 식물공장 발전을 위한 전략 수립에 있어 우선순위는 경제성 확보, 기술개발(R&D), 제도 및 정책 개선 순이었음

표 3-5. 식물공장 발전을 위한 종합적 전략

전략적 기준	전체	기술분야	경제분야
기술 개발	0.35	0.35	0.35
경제성 확보	0.52	0.50	0.55
제도 및 정책 개선	0.13	0.16	0.11

주 : $\lambda_{max}=3.027$, $CI=0.014$, $CR=0.015$

자료 : 한국농촌경제연구원 식물공장 전문가 설문조사(2012)

- 2012년 이후 식물공장 경제성 확보를 위한 기술개발이 지속적으로 수행되어 왔으며, 그 달성도가 높아지고 있는 시점에서 정부 주도의 제도 및 정책 개선이 필요함

2) 제도 및 정책 개선 방향

- 식물공장의 보급 확대를 위한 정부 정책으로 초기투자비 지원, 식물공장관련 법과 제도 정립, 식물공장 생산물의 독립된 인증제 등을 마련해야 함

표 3-6. 제도 및 정책 개선방안 세부 우선순위

제도 및 정책	전체	기술분야	경제분야
식물공장 관련 법, 제도	0.27	0.31	0.24
초기 투자비 지원	0.58	0.50	0.65
식품 안전성 및 효능 표시	0.15	0.19	0.12

주 : $\lambda_{max}=3.000$, $CI=0.000$, $CR=0.000$

자료 : 한국농촌경제연구원 식물공장 전문가 설문조사(2012)

- 초기 투자비 지원이 압도적으로 중요한 문제로 지적됨, 식물공장 관련 법, 제도 정비 및 완화, 식품의 안전성 및 효능 표시 제도는 중요도에서 가장 낮게 평가됨
- 식물공장 초기 시설 투자비 및 현재 운영 중인 농가, 법인을 위한 설치비 일부 보조 및 용자를 통한 보급 확대가 필요함
- 식물공장의 정책적인 위상 정립을 위해 농업의 범위로 명확하게 규정할 필요가 있음
- 식물공장 생산물의 규격 제정과 인증 제도를 마련해야 함

나. 식물공장 육성을 위한 제도 정립

1) 식물공장 관련 법 정립

- 식물공장을 농업, 공업 또는 농공업(신산업)으로 인정할지에 대한 정부의 입장정리가 우선시 되어야 함

- 식물공장을 공업으로 인정할 경우 공장 입지법, 건축기본법, 소방법 등에 대한 규제의 완화가 필요하며 이에 식물공장 기본법을 제정하여 식물공장 정의·설립·운영·유통관리 등에 대한 종합적 대책을 마련함
- 식물공장을 농업으로 인정할 경우 농지 사용 인허가의 완화가 필요함, 동시에 식물공장을 활용해 실시하는 농업은 지역의 새로운 고용 창출, 지역경제 활성화에 충분히 공헌한다고 볼 수 있으므로 새로운 '농업 입지'로서 입지 지원을 실시함
- 식물공장은 신산업으로 인정할 경우 융합산업으로서 부서별 역할 분담을 통한 관련법 제정 및 규제 완화가 필요

2) 식물공장 생산물 인증제

- 식물공장에서 생산된 농산물은 일반 노지나 온실에 비해 일반세균수가 현저히 적어 씻지 않고 먹을 수 있으며, 농약을 거의 사용하지 않기 때문에 기존의 농산물과의 차별화 될 수 있음
- 또한 산업용 식물원료 소재 생산을 통한 부가가치 향상이 가능하기 때문에 농산물품질관리법에 따라 식물공장 생산물에 대한 식품 안전성과 원물의 우수성을 입증하는 고유의 인증 마크의 신설이 필요함
- 식물공장 생산물의 식품 안전성을 더욱 강화하고 제품의 브랜드화를 위하여 우수농산물인증(GAP인증) 및 농산물이력추적관리를 부분적으로 도입 가능



그림 3-6. 농산물 안전 인증제 마크

- 기능성 및 효능 표시제도 도입 : 식물공장의 생산물은 기존 생산방식과는 다르게 완전한 환경제어가 가능하므로 각종 특수 목적(효능)을 갖는 농산물의 생산이 주를 이룰 수 있기 때문에 2007년 보건복지부에서 공포한 '식품위생법 시행규칙 개정안'에 따라 식물공장에서 생산되는 고기능성 농산물에 대하여 약리적 효능·효과를 표현하게 한다면 수요의 확대 및 소비 증진이 촉진될 것으로 판단됨

다. 식물공장 육성을 위한 지원정책

1) 초기 설비 투자비 지원

- 식물공장의 활용의 다양성의 구체화됨에 따라 기업이나 민간 투자자들의 관심이 높아지고 있지만 국내 식물공장의 확산의 가장 큰 걸림돌은 높은 초기 투자비용임
- 초기 설비투자비용에는 건축, 조명설비, 전기설비, 공조설비, 급배수설비, 자동화시스템 설비 등이 포함되는데 이에 대한 보조금 제도를 도입 검토하여 민간 및 기업의 참여를 확대시킬 수 있음
- 농지 이외에 유휴 상태인 공업 단지 내의 대지 및 건물 등을 활용할 수 있는 방안을 제시하여 초기 설비투자비를 절감할 수 있도록 함. 식물공장 설립 후 성공적인 운영의 기본 조건인 안정적인 작물 재배를 위해 전문 인력(관련기사 자격증 소유자 등)의 고용이나 연구 기관 관의 기술자문을 의무화하는 방안도 필요함

2) 식물공장 운영 기업 지원

- 현재 운영 중에 있는 국내 식물공장 기업의 문제점을 파악하고 해결할 수 있는 제도를 마련하여 식물공장의 성공 모델을 제시하여 관련 산업의 활성화를 도모함
- 정부 R&D과제로 개발된 식물공장 핵심 요소 기술 중 검증된 기술에 한해서 식물공장 기업에 적용하여 상용화시킬 수 있도록 중장기적으로 기술 보급 사업을 시행함
- 식물공장에서 이용하는 전력에 대한 비용을 낮추어 운영비용을 절감시킴

- 히트펌프나 인텔리 제너레이션 시스템 등의 설치에 대한 비용을 지원하여 에너지 절약을 도모함

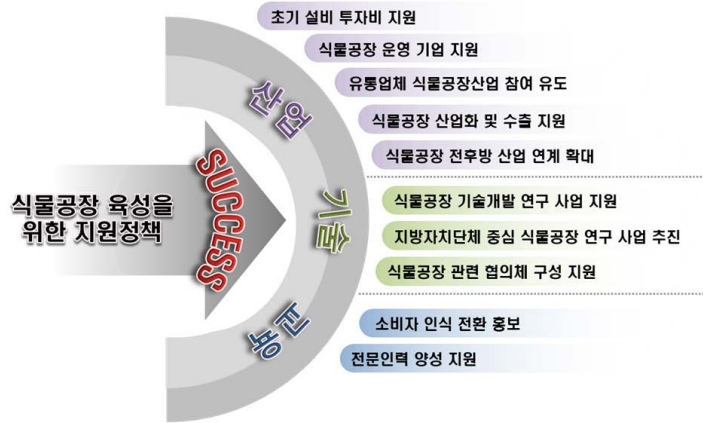


그림 3-7. 식물공장 육성을 위한 지원정책

3) 유통업체 식물공장산업 참여 유도

- 일본에서 2000년대 초에서 2010년 정도까지 아직 식물공장 생산품이 소비자들로부터 자리를 잡지 못하는 상황에서 대규모 생산 시설을 갖춘 몇몇의 식물공장 대형 식물공장(페어리엔젤, 코스코팜 등)들이 폐업하는 상황이 발생하였음
- 적자에 허덕이던 일본의 그 당시 식물공장들은 규모화를 통하여 생산단가를 낮추고, 대형화를 시작하던 시기로 실제 페어리엔젤의 경우 8000주/일 생산규모까지 확장하였으나, 판매처를 찾지 못하여 도산하기 3개월 전에는 가동률이 40%까지 떨어졌음
- 이러한 상황에서 유통의 역할이 있었다면 실패하지 않았을 것으로 많은 생산자 또는 경영자들은 이야기함. 유통에서 물량을 소화시켜 주었다면 서로 상생하면서 식물공장 생산물에 대한 소비자 인식을 주도하면서 안착시켰을 수 있었을 것으로 판단하였음
- 한국과 같이 식물공장 생태계가 미약한 구조에서는 소규모로 갈 경우 매우 특수한 시장을 타겟으로 해야하며, 재배기술 또한 뒷받침되어야 하고, 대규모로 갈 경우 시장에서 생산물을 소화해 줄 수 있는 시스템을 갖추고 있어야 함
- 따라서, 초기 식물공장의 계획시 유통업체의 일부 지분 참여 또는 초기 1-2년간 물량에 대한 계약을 통해서 안정적인 판로를 확보하는 것은 생산기술 못지않게 중요하다고 할 수 있음

4) 산업화 및 수출 지원

- 식물공장 산업고도화를 위해 고효율에너지 소재산업, 환경·공정 제어산업, 식품바이오산업과 같은 전후방 산업을 장기적으로 투자·육성함
- 기존 농산물과의 차별화 추진 : 식물공장에서 고도의 생산관리기술과 유전자재조합기술의 편성으로 의약품이나 기능성 식품 등을 생산하는 ‘농업·건강 산업’의 창출도 유망하며, 인터페론, 세라미드, 폴리페놀 등을 고도로 함유하는 품종을 육성해 식물공장에서 재배하는 것으로 의약품이나 화장품, 기능성 식품 등을 제조하는 전략을 수립함
- 식물공장 농산물의 판로 확보·확대를 향한 지원 : 식품제조업자나 외식사업자 등의 실수요자와의 관계를 강하게 하여 안정적인 공급 경로를 구축하거나 농상공 제휴 등에 의해 새로운 부가가치를 창조하는 지원책을 검토함

- 심각한 기후변화나 기상재해로 인해 식량을 재배하기 어려운 국가에 식물공장 설비 자체를 수출 할 수 있도록 관련 기업을 육성하고 수출 전담 부서를 설립하여 기업의 국제화를 도모함

5) 식물공장 전후방 산업 연계확대 방안

- 식물공장 산업의 육성은 해당 산업분만 아니라, 전후방 산업에도 긍정적인 영향을 미치는 것으로 알려져 있으며 대표적으로는 설비플랜트, 자재, 소재, 에너지, LED, 식품, 유통 등에 영향을 미칠 수 있음

표 3-7. 식물공장 전후방 사업

분야	내용
소재산업	재배시스템, 양액, 종자, 각종 자재, 수출플랜트
에너지산업	지열, 풍력, 태양열, 태양전지, LED 조명
자동화제어산업	자동화 시스템, 수확 이동 로봇산업, 에너지관리 시스템, USN/RFID 활용 기술
식품바이오산업	기능성, 식의약 산업원료, 신선채소 특용작물, 식물 백신, 바이오에너지산업

자료 : 김연중 외 3인 (2013:153) 수정 “인공광형 식물공장 경영 모델연구”, 한국농촌경제연구원

- 전방산업의 경우 종자, 양액, 재배 시스템, 소재와 관련된 기존의 시설 및 수경재배산업 분야로 식물공장 전용 종자(약광 저항성이 큰 종자), 양액(인공광원 전용 양액), 재배시스템(인공광형 일체형 재배 시스템) 등 다양한 분야에서 식물공장의 특수성을 부가한 전방 산업이 더욱 성장 할 수 있음
- 수출산업으로써의 식물공장 플랜트산업은 ODA사업 또는 해외 정유시설, 발전소, 교량 등의 대규모 토목 사업시 현장 애로 지원사업으로 식물공장 플랜트시설이 해당 국가의 상황에 따라서 적용이 가능할 수 있음
- 후방산업으로는 식물공장의 효율성을 증가시키기 위하여 에너지 고효율 광원, 열원 등을 이용하여 경쟁력있는 식물공장으로 만들기 위한 지원 기술을 의미하고, 로봇 및 자동화산업, 에너지관리 시스템, ICT 센싱 및 네트워크 기술 또한 핵심적인 후방산업으로 함께 성장할 수 있음
- 이러한 전후방 산업이 함께 성장하는 그림은 다양한 형태의 식물공장이 건설되고 새로운 비즈니스 모델이 생성되면서 그 토양이 만들어져야 전후방 산업이 함께 살아날 수 있으나, 현재와 같은 정부 보조금 사업에 목말라하고 있고, 실제 법인의 투자가 선행되지 않고서는 성장에 한계가 있는 것으로 알려져 있음
- 따라서, 이러한 식물공장 산업이 초기 기틀을 다지기 위해서는 정부차원의 지원제도에 기반하여 초기 생태계를 구축할 필요성이 대두됨

6) 식물공장 기술개발 연구사업 지원

- 식물공장의 장점은 확대하며 단점은 해결할 수 있는 단기, 중기, 장기적인 식물공장 로드맵을 중심으로 체계적이며 지속적인 정부의 R&D 지원이 필요함
- 정부 부서별 목적 지향적인 연구 지원 사업 기획 및 실행(예 : 작물육종 및 환경제어 기술은 농림축산식품부, 식물공장을 통한 사업화는 산업통상부, 차세대 식물공장의 시스템 및 핵심 기술개발은 미래부)이 필요하며, 부서별 협력 연구의 기획도 중요함

7) 지방자치단체를 중심으로 한 식물공장 연구사업 추진

- 식물공장의 저변확산을 위해 지역별 특징적인 식물공장 연구 테마를 확정하고 지역별 연구소, 대학 및 기업이 협력하게 함으로써 성공적인 식물공장 비즈니스 모델을 창출할 수 있는 사업의 기획도 필요함
- 지역의 특산물로서 특용작물, 약용작물 등의 고부가가치 작물을 식물공장에서 중점적으로 생산·판매하도록

하여 시장 경쟁력 제고할 수 있음

- 식물공장 유치에 적극적인 지방자치단체에서는 독자적인 지원 정책을 실시하거나 입지에 관련되는 법수속 등의 원활한 운용을 도모하는 등 식물공장 입지 촉진을 위해 주도적인 역할을 이루도록 지원함

8) 식물공장 관련 협의체 구성 지원

- 산학연 중심의 식물공장 협의체는 식물공장의 산업화를 촉진하고 추후 정부 주도가 아닌 민간 주도의 식물 공장 산업의 자생력을 갖기 위한 중요한 조직으로 인식됨
- 협의체를 통해 식물공장의 수요를 파악하고, 기업의 경영 마케팅 기술을 향상시킬 수 있으며, 새로운 기술의 보급이 가능해지며, 조직적인 인력 양성 또한 가능해질 수 있음
- 식물공장 관련 연구·생산·유통에 관한 전담 부서를 설립하고 산학연 식물공장 관련 전문가들의 협의체 구성을 통한 조직화를 지원함

9) 소비자 인식 전환 홍보

- 정기적인 식물공장 관련 농업박람회 및 전시회를 정부 주도로 개최함으로써 일반 소비자들에게 식물공장의 올바른 인식을 제고할 있으며, 대외적인 홍보효과는 기대할 수 있음, 일본의 경우 매년 식물공장 관련 농업 박람회를 개최하고 있음(GPEC, AgroInnovation)
- 식물공장 및 식물공장 농산물에 대한 인지도와 이해를 높여 식물공장 시장을 활성화시키기 위해 정부가 적극적으로 소비자를 대상으로 식물공장 농산물의 특징과 장점에 대한 홍보를 실시해야 함

10) 전문인력 양성을 위한 교육 지원

- 식물공장의 설립 또는 운영 측면에 학제적인 견식을 갖는 인재를 육성할 수 있는 체계를 구축하여 식물의 생리·생태에 대해 이해하고 재배관리에 대한 지견, 시스템 관리·제어 등의 공학 분야에 대한 지견을 고루 쌓을 수 있도록 함
- 식물공장을 운영하는 데 있어서 소비자의 요구에 응한 상품 개발, 마케팅, 노무 관리, 자금 조달 등에 대한 지식과 경험을 쌓은 인재를 양성하기 위해 전문 교육을 실시하는 거점적인 시설을 설립하고 연수 프로그램을 추진함
- 기존의 원예기능성, 시설원예기사와 같은 자격증을 부분적으로 이용하거나 국가직무능력표준(NCS)에 식물 공장 분야를 신설하여 전문적 인력 양성에 필요한 인증제를 확립

IV. 식물공장 관련 교육 및 전문인력 양성 방향

1. 식물공장 융합지식 보유 전문인력 양성의 필요성

- 식물공장은 다양한 복합 산업이 유기적으로 연계되어야만 성공적으로 수익성을 올릴 수 있는 신산업으로 정착할 수 있음
- 서남권, 대경권 등 권역별로 식물공장의 성공적 인프라 구축을 위해 다양한 방면으로 노력해 왔으며 산업의 지속성을 위해 가장 중요한 문제의 하나인 전문인력 양성이야까지 확대하고 있음(그림 4-1)

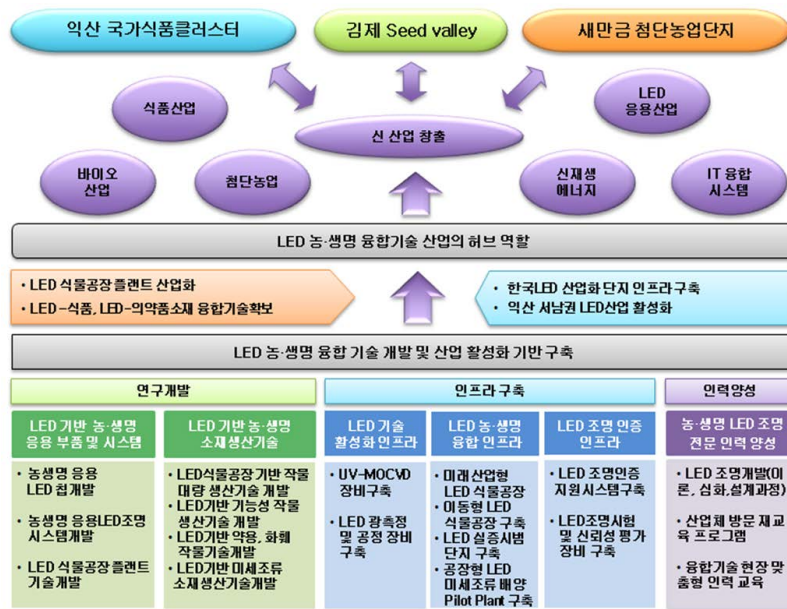


그림 4-1. 전북지역 LED 식물공장 연구, 인프라, 인력양성 구조

- 식물공장 산업이 효과적으로 국내에 정착하여 농가 수익을 올릴 수 있는 모델로서 확립되기 위해서는 아래와 같은 여러 가지 문제점 해결이 필요함
 - 높은 초기 설치비용 및 장기 운영 에너지 비용과 이의 절감 방안
 - 식물공장에 적합한 고부가가치 작물 선정 및 수익성 모델 선정의 어려움
 - 다양한 재배작물에 대한 인공광 조건 하 생산기술 정립 및 매뉴얼화
 - 안정적인 판매망 확보(인터넷, 별도의 식물공장 산물의 유통체계 개발)
 - 고품질 채소 재배를 위한 LED 광원의 최적 조절기술 연구개발 미흡
 - 정부의 기술투자지원 및 산업 활성화를 위한 법제도 미비
 - 식물공장 건설에 필요한 부지 및 시설 구매비용 부담
 - 최신 식물공장 정보 부족 및 식물공장을 포괄적으로 이해하고 있는 고급 전문인력 부족
- 공학 분야를 포함한 LED 융합화 식물공장 산업의 인력수요는 연평균 4천명(석사, 박사 1천명)이나 공급은 매년 1천여 명 수준으로 인력난 심화를 도래하여 현 LED 조명 융복합 기술 전문가의 체계적 인력양성 필요성이 제기된 바 있음
- 바람직한 식물공장 산업 생태계 구성에 있어서의 애로점에 대한 설문조사 결과, 운영상 어려운 측면에 대한 상위 요구도는 식물공장 R&D 및 운영, 유지, 보수 관련 전문인력 부족으로 조사됨

- 식물공장의 효과적인 운영을 위해서는 농작물의 생리와 시스템의 구조 및 설계에 대한 포괄적 이해가 필요함. 즉, 농업과학적 소양과 더불어 인공광 이용 재배시스템에 대한 공학적, 기술적, 문제해결형 소양을 갖춘 융합적 전문인력이 필요하나 이러한 인력 수급 체계는 현재로서는 전무함
- 식물공장의 직접 운영과 관련된 측면뿐만 아니라, 생산물의 유통 및 관련기술의 특허화 등과 관련된 전문교육, 컨설팅, 정보의 제공을 지속적으로 요구하고 있음. 즉, 식물공장 건축물의 디자인적 요소 가미, 제품디자인 포장재 개발 및 지적재산권 확보를 용이하게 할 수 있는 포괄적인 제품화 기본교육 역시 필요함
- 2010년 이후 식물공장 산업이 활기를 띠며 따라 실질적인 생산 및 연구를 수행하고 있는 많은 기관들이 탄생하였으나 산업 안정화를 위한 인력부족의 어려움을 지속적으로 호소하고 있음
- 이러한 식물공장 전문인력 양성 노력의 필요성에 따라 국내 권역별 효과적인 교육시스템 제공 및 정보제공의 허브역할이 가능한 2-3개 식물공장 교육정보센터의 설립 및 운영이 필요할 것으로 예측됨

2. 식물공장 전문인력 양성의 문제점 도출(대경권 식물공장 생태계 사업 설문조사 결과)

- 식물공장 사업 추진 시 장애 및 애로사항으로 마케팅 및 판로개척(49.2%), 정부지원 부족(44.4%)을 가장 많이 제기하였고, 다음으로 연구 및 운영인력 부족(30.2%), 시제품제작 애로(20.6%), 최신 기술동향 및 시장 정보부족(14.3%)의 순으로 나타남

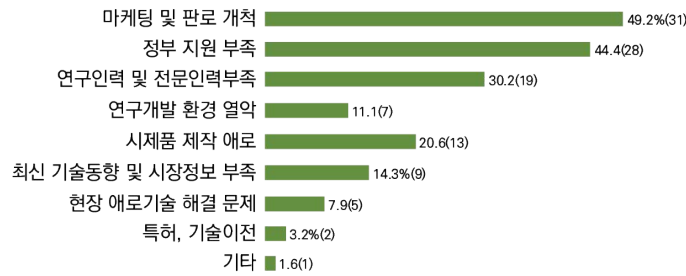


그림 4-2. 식물공장 운영을 위한 애로사항 설문조사 결과

- 식물공장 관련 상품화 기술 개선을 위한 컨설팅 및 시험 인증 획득 지원사업 중 상품화 기술개선에 필요한 컨설팅 지원(50.8%)을 가장 필요로 하였으며, 인증획득에 소요되는 비용 지원이 33.3%를 차지함
- 실제 식물공장 운영기업에서 마케팅 및 판로 개척(78.9%)과 정부지원 부족(68.4%), 연구인력 및 전문인력 부족(57.9%)에 따른 애로가 가장 많은 것으로 나타났음. 전후방 연관 기업은 시제품 제작 애로(46.2%)가 상대적으로 많은 것으로 나타남
- 업체유형별로는 영농업체에서 마케팅 및 판로개척(76.9%)과 연구인력 및 전문인력 부족(61.5%)으로 인해 가장 큰 어려움이 있는 것으로 나타났으며, 재배시스템 개발업체는 정부지원 부족(48.1%)이나 시제품 제작 애로(33.3%)가 상대적으로 높았음
- 기업 특성에 상관없이 디자인 개발 및 리뉴얼 시 개발비 확보를 애로사항으로 지적하였으며, 식물공장 운영 기업(21.1%), 영농업체(23.1%)는 관련 정보부족을 상대적으로 많이 들고 있음

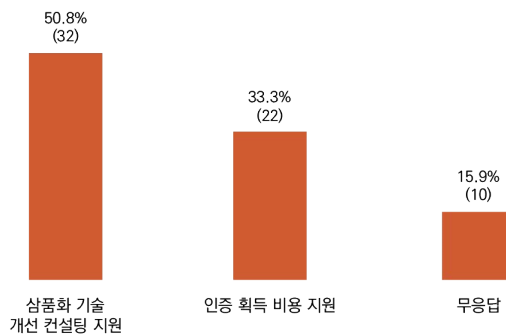


그림 4-3. 식물공장 운영을 위한 지원사항 설문조사

- 각종 상품화 디자인 지원과 관련하여 제품 디자인 개발 지원(60.3%)을 꼽고 있으며 다음으로 시각디자인 개발(14.3%), 디자인 컨설팅 지원(6.3%) 등의 순으로 나타남

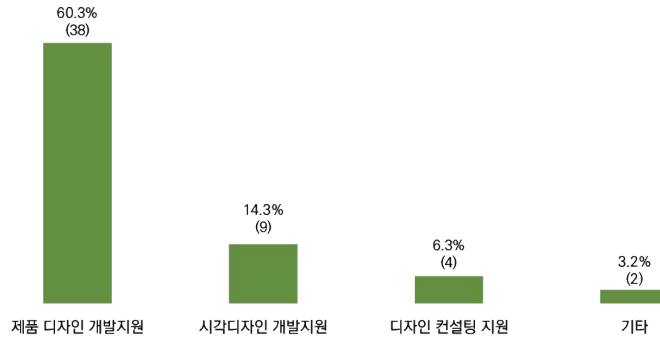


그림 4-4. 식물공장 관련 지원 요구도

- 부가적으로 지적재산권 관련 특허출원서비스(34.9%)를 가장 희망하고 있고, 기타 특허 관련 제반 서비스 및 지원에 대한 희망사항이 높았음
- 기존 식물공장 지원 사업에 있어서의 만족도는 창업지원이나 기업지원보다는 인력양성 부분 만족도가 상대적으로 낮은 수준이었음

표 4-1. 식물공장사업 추진시 애로사항 설문조사 결과

구분	식물공장사업 추진 시 장애 및 애로사항(중복응답)								
	마케팅 및 판로개척		정부 지원 부족		연구 및 전문인력 부족		시제품제작		
전체	31	49.2%	28	44.4%	19	11.1%	7	20.6%	
식물공 장사 업연 관성	15	78.9%	13	68.4%	11	10.5%	2	15.8%	
시스템공 급	7	41.2%	9	52.9%	2	5.9%	1	23.5%	
전후방 연관 기타	4	30.8%	4	30.8%	2	23.1%	3	46.2%	
기타	5	35.7%	2	14.3%	4	7.1%	1	-	
업체 유형	재배시스 템개 발업 체	11	40.7%	13	48.1%	4	7.4%	2	33.3%
	영농업 체	10	76.9%	7	53.8%	8	7.7%	1	7.7%
	식품업 체	-	-	1	100%	-	100%	1	-
	건설업 체	1	50.0%	1	50.0%	-	-	-	-
	기타	9	45.0%	6	30.0%	7	15.0%	3	15.0%

출처 : 대경권 식물공장 생태계구축사업 보고서

표 4-2. 식물공장사업 추진시 애로사항 설문조사 결과

구분	식물공장사업 추진 시 장애 및 애로사항(중복응답)								
	정보부족		현장애로기술해결		특허,기술이전		기타		
전체	9	14.3%	5	7.9%	2	3.2%	1	1.6%	
식물공장사업 관련성	운영	4	21.1%	4	21.1%	2	10.5%	-	-
	시스템공급	3	17.6%	-	-	-	-	-	-
	전후방연관	1	7.7%	-	-	-	-	-	-
	기타	1	7.1%	1	7.1%	-	-	1	7.1%
	재배시스템 개발업체	4	14.8%	2	7.4%	-	-	-	-
업체유형	영농업체	3	23.1%	1	7.7%	1	7.7%	-	-
	식품업체	-	-	1	100%	-	-	-	-
	건설업체	-	-	-	-	-	-	-	-
	기타	2	10.0%	1	5.0%	1	5.0%	1	5.0%

출처 : 대경권 식물공장 생태계구축사업 보고서

표 4-3. 식물공장사업 추진시 애로사항 설문조사 결과

구분	디자인 개발 및 리뉴얼 관련 애로사항(중복응답)								
	개발비확보		디자인 전문인력부족		관련정보부족		기타		
전체	41	65.1%	5	7.9%	6	9.5%	1	1.6%	
식물공장사업연관성	운영	13	68.4%	2	10.9%	4	21.1%	-	-
	시스템공급	12	70.6%	1	5.9%	-	-	-	-
	전후방연관	8	61.5%	2	15.4%	-	-	-	-
	기타	8	57.1%	-	-	2	14.3%	1	7.1%
	재배시스템개발업체	19	70.4%	2	7.4%	1	3.7%	-	-
업체유형	영농업체	8	61.9%	1	7.7%	3	23.1%	1	7.1%
	식품업체	-	-	1	100%	-	-	-	-
	건설업체	1	50.0%	-	-	-	-	-	-
	기타	13	65.0%	1	5.0%	2	10.0%	-	-

출처 : 대경권 식물공장 생태계구축사업 보고서

표 4-4. 창업지원, 기업지원, 인력양성 지원사업별 만족도 조사결과

구분	평균	지원사업 만족도				
		매우만족	만족	보통	다소불만족	매우불만족
창업지원(시범확산지원)	4.00	27.0%	29.7%	27.0%	16.2%	-
기업지원	4.00	27.0%	40.5%	21.6%	2.7%	8.1%
인력양성	3.78	21.6%	21.6%	29.7%	5.4%	21.6%

3. 현 식물공장 교육 및 인력양성의 현황

가. 일반현황

- 농촌진흥청, 각 도 거점 식물공장 운영사업단(전북, 경북) 등에서 산발적으로 필요 인력 양성을 위한 지식전달 사업, 식물생리 교육, 설비 및 광생리 교육이 진행되고 있음
- 커리큘럼이 점차 다양화되고 세분화되고 있음(설문 및 만족도 조사 반영)
- 일부 사설 인재양성 그룹에서 귀농자 및 일반인들을 대상으로 한 식물공장 설비 및 재배교육 실시하고 있으나 체계적이고 융합적인 복합교육이 필요함
- 일부 선도그룹에 의해 귀농자를 위한 식물공장 교육이 진행된 바 있으며, 재배품목으로는 과수, 채소 등 280여종의 다양한 식물을 재배시도 중임. 식물공장의 구조도 교육용 목적의 섹션과 재배용 목적의 섹션으로 분리하여 효율적으로 배치함
- 유사 교육이 산업체 및 고용 활성화 측면에서 도시농업과 연계하여 산발적으로 진행되고 있음
- 체계화된 접근을 통한 전문인력 양성의 사례는 전북대 주관의 인력양성 사업 추진 및 대경권 식물공장 생태계사업의 일환의 식물공장 전문인력양성 교육프로그램임

1) 전북지역 LED 식물공장에서의 전문인력 양성을 위한 교육프로그램 운영 사례

- 전북 LED 식물공장의 경우 국내 최대 규모의 시설로, 관련 분야의 전문인력 양성을 위한 실습 여건을 갖추고 식물과학 분야(LED 농생명 융합과정), 광원 시설분야(LED 농생명 광원 및 설계 과정)의 큰 2트랙으로 교육과정을 운영하고 있음
- 서남권 지역의 거점 LED 융합기술센터로 지정된 이후, 특히 농생명 융합 분야로 특화하고 관련 산업 활성화를 위해 교육 전문인력 확보 후 다양한 교육프로그램 개설 및 운영 중이나 커리큘럼상에서 시설, 광원, 설비 교육을 통한 공학적 전문가 양성에 치중됨
- 본 사업은 지역별 거점산업과 LED간 융합으로 한계산업에 생명력을 불어넣고 새로운 고부가가치 창출을 위한 교육사업으로 지역산업의 활성화 및 LED산업의 성장저변 확대를 위해 바람직한 방향으로 진행되고 있으나 좀 더 융합적인 교육 방향으로 선회의 필요성이 제기됨
- LED 농생명 융합과정에서는 식물공장은 환경 및 생육의 모니터링을 기초로 한 고도의 환경제어와 관련된 기초지식 및 실습을 기반으로함
 - 인공광 조건하 고품질 계획생산을 위한 파종, 정식, 식물체 관리 및 수확의 제반 과정 교육
 - 재배과정의 식물생육을 최적화하기 위한 공기조성, 광환경, 양수분 관리를 초점으로 교육
- LED 농생명 광원 및 설계 심화교육과정을 통한 응용과정 개설
 - 농생명 광원 설계 및 심화과정을 이수하기 위해 다음 프로그램을 수행
 - 농생명 광원 설계기술응용 이론과정을 이수한 후 심화과정 수행
 - 농생명 소프트웨어 응용 심화과정으로(광학 설계응용과정, 회로 기술 응용과정, 방열기술 응용과)실무위주의 교육보다 기초부터 심화까지의 정밀한 교육수행
 - 교육과정 실시에 참가자에게 수료증 수여 및 교육 후 설문조사를 실시하여 미흡점 개선
 - 농업인 및 재직자의 참여율 확대 및 국내외 견학 및 관련기관 연수를 통한 현장경험 축적

표 4-5. 전북지역 LED 식물공장 전문인력 양성 연차별 커리큘럼

구분	추진 목표	주요 내용
1 차 년 도	<ul style="list-style-type: none"> · 단기과정교육 · 심화과정교육 · 산업체연계교육 · 국제협력 · 현장견학 프로그램 	<ul style="list-style-type: none"> · 농업생명LED조명교육 단기과정/교재 개발 · 농업생명LED조명교육 심화과정/교재 개발 · 산업체연계과정/교재 개발 · 국제협력강좌 · 학부(대학원)생 견학 및 참관 총3회
2 차 년 도	<ul style="list-style-type: none"> · 이론과정교육 · 심화과정교육 · 설계과정교육 · 협동과정교육 	<ul style="list-style-type: none"> · 이론과정(조명이론) 교육/교재개발 · 심화과정(LED+응용) 교육/교재개발 · 설계과정(광학, 열, 회로, 디자인) 교육/교재개발 · 협동과정 (기초/심화/설계과정) 지원 교육 <ul style="list-style-type: none"> - 현장실습, 측정기술교육, 세미나, 산업체 견학실시, 초청강연, 교재개발 · 교육장비구축
3 차 년 도	<ul style="list-style-type: none"> · 광원 및 디자인 설계과정 · LED식물공장 보급과정 · LED산업의 지역거점화 과정 	<ul style="list-style-type: none"> · LED광원 및 디자인 설계 교육/교재개발/설비 · 식물공장 보급교육 교육/교재개발 <ul style="list-style-type: none"> - 현장실습, 측정기술교육, 세미나, 산업체 견학실시, 초청강연, 교재개발 · 농업 LED광원 기술지원 기반 및 센터 구축 · 지역거점화를 위한 협력 기반 구축
4 차 년 도	<ul style="list-style-type: none"> · LED식물공장 확산 보급과정 · LED광원 및 조명 산업화 교육 과정 · LED농생명 산업의 지역 전략화 과정 	<ul style="list-style-type: none"> · LED식물공장 입문, 시스템, 보급교육 · LED광원 조명 이론, 설계, 과정교육 · 국내외 전문기관 견학 및 연수, 견학, 협력지원 · 초청강연, 교재개발, Tool개발, 세미나 · 조명 R&D 지원(전문가 활용)
5 차 년 도	<ul style="list-style-type: none"> · LED농생명 융합과정 · LED농생명 광원 및 설계 심화교육과정 · 산, 학, 연 협력기반 지역전략화 	<ul style="list-style-type: none"> · 식물공장 광원 시스템과정 <ul style="list-style-type: none"> - LED식물공장 광원 심화과정 · 광원 교육과정 <ul style="list-style-type: none"> - LED광원기술심화교육 및 기술 심화설계과정 · 농생명 산업화 <ul style="list-style-type: none"> - LED농생명 식물공장 산업화 및 LED광원 및 시스템기술지도 · 농생명 분야(공학, 자연, 농업)계열 융합과정

표 4-6. 전북지역 LED 식물공장 전문인력 양성 세부 교육과정

구분	시요	정량적 목표
LED 농생명 융합과정	농생명 기초기술 입문과정 1회/8시간/1일/기업/25명	총 5개 과정 총 72시간 총 75명
	농생명 기초기술기반 보급과정 1회/8시간/1일/학생/10명	
	농생명 기초기술기반 확산과정 1회/8시간/1일/학생/10명	
	농생명 조명시스템설계 전문가 활용과정 1회/16시간/2일/농가/15명	
	농생명 융합교육과정 1회/16시간/2일/농가/15명	
	농생명 원예연구소 방문 1회/학생	
LED 농생명 광원 및 설계 심화 교육과정	농생명 광원 설계기술응용 이론과정 1회/16시간/2일/학생/15명	총 6개 과정 총 112시간 총 105명
	농생명 광원 설계기술 심화과정 1회/8시간/1일/학생/15명	
	농생명 광학설계응용과정 1회/24시간/3일/기업/15명	
	농생명 회로기술 응용과정 1회/24시간/3일/기업/30명	
	농생명 방열기술 응용과정 1회/24시간/3일/기업/15명	
	LED 농생명 전문가 초청과정 1회/16시간/2일/학생/15명	
산·학·연 협력기반	해외 연수 및 국제협력 과정 1회/16시간/2일/기업/10명	총 1개 과정
	산·학·연 기술교류회 5회/기업	총 16시간
지역 전략화	기술상담 2회/기업	총 10명

2) 대경권 식물공장 생태계구축 사업 내 인력양성 교육 현황

- 경북테크노파크 주관으로 2012년 식물공장 기반 R&D 전문인력 양성 프로그램 추진(대가대, 동국대공동)
- 농촌지역 고령화, 일손부족 해결 및 식물공장 R&D 고급인력 양성, 식물공장 운영기업 및 예비 창업자 대상 기초이론교육, 현장적용 실무교육 실행으로 다음과 같은 핵심 교육 내용을 포함하고 있음
 - 식물공장 재배환경계측 및 제어설비 교육
 - 식물공장 구조물 설계 설치를 위한 교육
 - 식물공장 인력양성 활성화를 위한 기반조성 프로그램
- 식물공장 관련기업인, 농업인, 학생, 일반인 모든 대상으로 식물공장 운영에 특화된 융합지식과 실습 경험을 갖추면서 전문성을 높이고 실무에 바로 투입 가능 인력 양성을 목표로 하였음
- 식물재배 생산을 위한 현장실증 기술교육을 초점으로 사회봉사형 메디푸드, 화훼테라피 교육 등의 실습위주의 교육을 병행하며 가산점 부여



그림 4-5. 대경권 식물공장 생태계사업 인력양성 방향

· 대경권 식물공장 인력양성 사업 세부 커리큘럼 구성 내용

- 광환경 계측 및 제어설비 제조 교육
- 공기환경의 계측 및 제어 설비 제조 교육
- 온도환경의 계측 및 제어설비 제조 교육
- 양액재배 재배환경 계측 및 제어설비 제조 교육
- 식물공장 유형별 계획 및 설계 교육
- 식물공장 구조별 계획 및 설계 교육
- 식물재배 장치의 배치 및 이동방법 교육
- 식물공장 관련 주제 전문가 초청 실무 교육
- 식물공장 기반 고급인력양성 프로그램
- 식물재배 생산을 위한 현장실습 기술 교육
- 식물공장 인력양성 활성화를 위한 선진 미래기술 프로그램
- 현장 재직자 역량강화 교육
- 현장애로기술 지원
- 사회봉사형 교육

· 기존 인력양성 사업의 공통 문제점

- 기존 식물공장 전문인력 양성 교육 과정의 경우 단기적, 즉흥적 성과위주의 교육으로 실질적이고 안정적인 인력 보급의 역할 부족
- 관련 설비, 시스템, 하드웨어적 기술은 지속적으로 발달하였으나 고차원적인 기기의 운영, 환경조절 및 식물과학과의 융합을 통한 통합적 교육의 질 향상은 미비
- 지역별 산발적인 교육프로그램으로 교육수혜의 기회가 제한되며 장기적 지속적 신농업 융합과학기술의 인력 양성을 위한 지속가능 교육의 역할 미비
- 인력의 수준별(연구인력, 보조인력, 관리인력, 일반인 및 귀농자 등) 필요 커리큘럼의 작성 등이 미비하며 이들에 대한 인증시스템 구축 필요
- 각 분야별 요소 전문가 풀의 제한으로 체계적인 통합 커리큘럼 작성의 어려움
- 일반 식물공장에서의 실습여건 부족, 이론 및 실습의 병행 어려움으로 별도의 교육용 특화 식물공장 공간 설치 필요와 그에 대한 예산지원

4. 새로운 식물공장 전문인력 교육의 방향성 제시

가. 인력양성 사업의 추진 목표 설정

1) 식물공장 인력양성 교육연구센터의 비전 설정

- 식물공장 융합기술 분야에서의 동북아 허브 역할의 구심점을 위한 종합 인력양성 센터의 운영 필요
- 가치 “식물공장 융합기술 연구 교육센터”를 주축으로 하여, 차세대 융합 기술 분야의 하나인 LED 농·생명 식물공장 교육센터 운영
- LED 식물공장은 친환경 먹거리 생산, 플랜트산업, 종묘산업, 분자농업 등과 같은 고부가가치 농·생명 산업 뿐만 아니라 관련 식물공장 기술설비의 교육 및 유지보수 환경조절 운용기술까지 포함하는 종합인재 양성을 목표로 하며 체계적 교육 제공 및 정보공유의 공간으로 활용
- 식물공장 융합사업에 있어서 수익성 증대 및 효율적 시스템 운영을 위한 전문인력 양성을 통하여 매출 증대 및 유휴 노동력 고용증대 및 새로운 일자리 창출의 목적 포함

나. 교육센터의 지역적 안배 및 효율적 운영을 위한 정부지원

1) 지역적 특성 고려

- 지역적 접근성 고려, 지역적 균형성 중부권, 서남권, 동남권으로 구분
- 각 지역의 특성화에 맞춘 공통 및 특성화 프로그램의 개발

2) 인력양성 사업에 있어서 정부지원 사업의 필요성

- 현재까지 시범운용 또는 상업적 식물공장 운용 시 문제점으로 제기되어 온 고질적인 운용인력 부족에 대한 해결 필요
- 고급 기술 교육을 위해서는 전문인력 양성을 위한 고품질 커리큘럼 및 실습 여건의 확충이 필요함
- 대학 커리큘럼과 연계하여 새로운 과목의 개설 및 사회교육 시스템과 연계 필요
- 모범적인 식물공장 운영사례에 대한 견학 및 체험학습의 기회 제공을 위한 정부 예산 지원 필요
- 미래기술의 교육을 위해서는 고가의 재배시스템, 미래지향적 농산물 품질 분석 교육 등이 필요한바 이에 대한 기자재 구매 및 실습장 설비, 교육 강사 지원 등이 필요함

다. 식물공장 인력양성 사업의 새로운 방향 설정

1) 인력양성 기관의 전문화 및 지역 거점화

- 현재 필요에 따라 산발적으로 시행되는 교육을 정례화하고 예측 가능한 교육정보 제공과 홍보가 필요함
- 이를 위하여 식물공장의 실습 및 교육 여건이 성숙되어 있는 지역 거점 연구기관 또는 대학 내 식물공장 연구교육센터의 설치 운영이 필요함
- 산학연 연계 컨소시엄 구성으로 국내 거점 3개 지역 인력양성 교육센터 설치
- 지역별로는 대경권, 서남권, 중부권의 3개 지역의 내실 있는 교육장소 설정 및 예산 지원이 필요하며 대규모 교육센터 보다는 실습과 교육에 특화되어 있는 지역 및 기관을 적극적으로 활용하여 산업의 성숙도에 따라 점차 확대 지원하는 것이 필요함
- 교육 및 인력양성 목적의 식물공장은 장기적 지속적 신기술 교육의 장으로서의 역할을 수행하며, 주요 교육 내용으로는 인공광원, 양액재배 신기술, 복합환경제어 시스템, 고부가가치 작목 등 개발 연구를 망라한 실증, 전시, 교육 기능을 갖춘 지역 거점형 식물공장의 형태로 함

2) 유형별 전문인력 교육 차별화

- 교육의 제공자 측면에서는, 전문가 컨설팅 그룹, 선도 기업인 그룹, 전문 교육인 그룹으로 구분하여 전문가

풀 구성 가능

- 교육의 수혜자 측면에서는 각 교육 수요자의 향후 목적에 따라 전문가과정, 일반인 과정, 실무과정 등으로 구분하여 지식의 활용성을 극대화 함
- 융합교육으로서의 성격을 충분히 반영하도록 각 요소 필요기술에 대해 망라, 특히, 디자인, 경제성 평가 등에 대한 교육까지 포함시킴
- 식물재배생리, 수경재배, 환경조절, 시스템운영 및 설비, 광생리, 실무중심의 LED 광원 및 디자인 설계 교육, 식물공장 확대를 위한 보급화 교육 등 융합 전문인력 양성 방향으로 추진
- 다시 세부 전문 영역별로는 구조설비 전문가, 식물생리, 전문가, 환경조절 전문가, 유통디자인전문가, 지적재산권 전문가 등으로 차별화된 전문가 강사 풀을 통한 과정별 수강과정 필요
- 이를 위해서는 기 설정된 지역 거점 교육기관을 중심으로 각 카테고리별 전문가 강사 풀을 확보할 필요가 있음(전문 식물공장 교육인 그룹, 대학교수, 산업체, 공공기관 등 인력 활용)
- 확보 전문가는 각 영역별 전문 식물공장 코디네이터로서의 역할 수행

3) 도시농업 등 사회적 역할 증대

- 식물공장은 관행 농업에 비해 교육, 실습 등을 통해 농업생산의 이해를 돕고 기술집약적으로 접근할수 있는 가능성이 높은 분야임
- 융합기술이 필요한 분야이나 도시농업과 연계된 제2의 창업 또는 전직자, 장애인, 사회취약층, 원예치료를 위한 좋은 기회를 제공하므로 이들을 대상으로 한 수준별 교육 제공 필요
- 노령화 사회 대비 노인 대상 인력 수급을 위한 교육, 또는 초등, 중등, 고등학생들의 과학적 호기심 고취를 위한 교육용 거점 식물공장 설치
- 농림부 등에서 주관하는 청년창업, 영농창업, 각 대학의 인력양성사업과 연계 또는 새로운 사업으로 추진
- 식물공장의 첨단사업이며 미래의 일자리로서 청년들에게 매력적인 분야이므로 정부정책 중 청년일자리 확충 사업과 적극 연계
- 식물공장은 다양한 분야를 아우르는 융합분야로서, 퇴직자, 귀농자, 장애인, 사회적 취약층에 대한 재활 및 재교육 프로그램으로서 활용 가능한 최적의 교육 틀임
- 고령화가 심한 농촌지역과 도심 유희건물에 식물공장을 보급 확대함으로 도심 속 체험, 교육과 지속적인 일자리 창출과 연계 가능

4) 운영 커리큘럼의 다양화 및 체계화

- 교육기관 설치 시 식물공장 전문가 그룹의 구성으로 교육 수혜자 중심의 내실 있는 커리큘럼 구성 필요
 - 관련산업인 IT, LED 등 신소재 산업, 농업, 제어산업, 로봇산업, 첨단센서 산업 등 공학분야의 전문인력 양성 과정
 - 식물공장 자동화 설비의 설치와 운영을 위한 산업체 전문인력 양성과정
 - 고부가가치 기능성, 작물재배 기술 보유 농업과학 전문인력 양성과정
 - 식물공장 생산품목의 품질위생 및 안전성을 위한 법정교육 및 생산 농산물 품질이력 추적시스템 교육과정
 - 재배기술, 시스템, 디자인, 특히, 경제성 분석 등의 내용을 모두 포괄하는 융합 교육과정의 형태 커리큘럼 창안
- 식물공장은 기본적으로 농산물을 제한된 공간에서 생산하는 기술이 핵심이므로 식물과학, 재배기술의 이해를 높이기 위한 과정의 비중을 일정하게 유지하는 것이 중요할 것으로 보임
 - 복합환경제어 교육, 센서 기본원리 교육, 양액조제 및 시비기술, 식물생리, 식물 병해충 증상 진단 및 방제, 시비, 식물체 관리기술 등

5) 수혜자 중심의 수준별 교육과정 개설 필요

- 식물공장 재배환경 계측 및 환경설비 제어 인력양성 프로그램
 - 기존 IT, ET 업체의 관련 전공 재직자와 식물공장 설비 관련 창업 희망자 중 관련 전공자를 대상으로 교육함
 - 식물공장 구조물 설계/설치 인력양성 사업의 지식 전달을 초점으로 하며 식물과학적 소양에 대한 교육을 추가함
 - 식물공장 식물재배 및 재배환경관리 고급인력양성 프로그램
 - ㄱ) 기존 BT, 농학전공 및 재직자 대상 인공광 조건 하 식물재배 전문가 역량 과정
 - ㄴ) 식물의 재배생리, 품질관리, 수확후관리 등에 대한 전문지식 전달을 초점으로 식물공장 시스템, 센서 과학 등에 대한 기본 교육을 추가함
- IT, BT, ET 기술 융합 R&D 전문 기술자를 위한 고급인력양성 프로그램
 - 농학 및 공학 전공자로서 식물공장 분야의 관리자 또는 연구자로서의 역할을 수행할 학생 등 양성 프로그램
 - 새로운 대학 교육과정 개설 및 정부시책 융합교육 과정의 개설 활용
- 식물공장의 사회적 역할 증대를 위한 교육 프로그램
 - 현장 재직자 또는 퇴직자 대상의 역량강화 프로그램과 연계
 - 지역사회 봉사형 프로그램 및 원예치료 분야와 적극 연계(Medi-food, flower therapy)
 - 청년창업을 위한 기초 실습 및 아이디어 제공 프로그램과 연계
 - 중등교원, 고등교원, 초등, 중등, 고등학생 등 농산물 생산 과학 및 환경조절 과학을 효과적으로 일반 학생 교육과정과 접목시킬 수 있는 실습의 장으로서 활용
- NCS 연계 식물공장의 실질적 실무지식 보유 인력양성 프로그램
 - 현재 산업의 전문분야에 있어서 대학교육과 산업계의 수요를 매치시키는 NCS 교육프로그램이 개발완료 또는 진행 중임
 - 식물공장 분야 또는 시설원예 분야의 경우 작물재배 분야의 채소재배와 화훼재배에 일부 묶여 있어 집중적이고 실질적인 교육에 제한적임
 - 시설원예, 수경재배 및 식물공장의 식물공장을 산업계의 요구에 맞추어 실무지식의 함양을 목적으로 NCS 시설 및 식물공장 분야가 신설되고, 관련 교재개발이 이루어져야 함
 - 식물공장 NCS의 세부내용은 식물공장에서 발생할 수 있는 제반 문제점(공학분야, 재배분야, 식물생리 분야, 수경재배 분야 등)을 종합적으로 신속하게 해결할 수 있는 실무역량 습득차원에서 개발 재편되어야 함

라. 성공적 인력양성의 기대효과

- 식물공장 전반 관련 인력양성에 있어서 이론교육과 현장 실무교육을 받은 실질 인력을 배출함으로써 재직자의 현장적응에 필요한 시간을 단축할 뿐만 아니라 제품 품질향상에 기여 가능
- LED 농생명 분야에 특화된 고급인력 양성으로서 전문 연구원들의 문제해결 능력, 국제협력을 통하여 실무 능력의 향상을 기대할 수 있음
- 식물공장 인력양성과정을 통하여 배출된 인력은 산업체에서 요구하는 제반 기술을 이해하고 해결 할수 있는 이론과 현장 적응 실무능력을 겸비하고 있으므로 거점지역 내 산업체의 기술을 주도하는 역할을 할 수 있으며 산업 경쟁력을 강화하는데 기여할 것임
- 교육 협의체 구성으로 거점 교육기관별 정보의 공동 활용 가능
 - 거점 교육센터 간 교육 및 실습 교재의 공동 개발 및 활용가능
 - 산업체에서 발생하는 현장 애로 기술 공동 대응

- 기술지도 및 현장실습 커리큘럼 공유 및 발전방향 모색
- LED 광원의 IT 융합화 및 기술표준화 구심체 역할 가능
- 조명관련 설계 tool(광원, 디자인 포함) 교육과정 운용
- 식물공장 및 시스템 기술 정보 교류 및 전파

V. 식물공장 기술개발 R&D 방향 재정립

1. 국내 식물공장 R&D의 현황 분석

- 다양한 형태의 식물공장이 운용되고 있으나 실제 수익성이 낮은 상태임
- 정책적 일관성 없이 산발적인 연구 및 사업이 진행되고 있으며, 기술개발 후에도 산업적여건 미성숙으로 개발기술이 활용되고 있지 못함
- 식물공장의 성공적 산업화를 위해서는 보편적이며 지속가능한 핵심 기술 관련 연구 필요
- 국내외의 식물공장 산업변화에 신속히 대응하기 위한 중장기 미래 R&D 전략 수립 필요

표 5-1. 국내외 식물공장 주요기술개발 동향 비교분석

	국내	국외
현 재	<ul style="list-style-type: none"> · 식물공장의 핵심 기술 및 산업화 기술 개발이 체계적으로 진행되지 못하며 전체적으로 저조함 · LED 광도/광질과 식물생육 및 기능성 물질 증대 기술 등 · 자연광 및 인공광 식물공장의 광이용 효율 증대 기술 등 · 식물공장을 이용한 천연물 의약품 원료생산기술 등 	<ul style="list-style-type: none"> · 일본은 실용화 식물공장의 표준화 연구, 식물공장 산업화 기술, GM작물 생산, 기능성 물질 및 식의약품 원료 생산 기술 등 · 미국은 기본적인 인공광 식물공장 기술, 식의약품 원료 생산 기술 등 · 유럽은 자연광 식물공장 기술, 인공광 식물공장 고효율 광원 및 조명 기술 등 · 유럽과 미국은 인공광 식물공장 기술 개발 최근 시작
과 거	<ul style="list-style-type: none"> · 농림수산식품기술기획평가원에 의한 “수익형, 목적지향형, 미래전략형 식물공장 비즈니스 모델 개발” 기획보고서 작성(2014) · 농촌진흥청에 의한 “식물공장 기술 개발 로드맵” 작성(2012) · 다수의 식물공장 기술개발 및 실용화, 산업화 기술 개발 연구가 수행되었음 (농림축산식품부, 농촌진흥청, 산업통상자원부 등) 	<ul style="list-style-type: none"> · 일본은 고도화 기술에 근거한 식물대량 생산 및 산업화 기술, 작물 기능성 증대 및 식의약품 원료 생산 기술 연구 등 · 미국은 시설원에 에너지절감, 수직농장 개념 정립, 옥상온실(도시농업), 식물공장 기술의 우주농업 적용 기술 등 · 유럽은 자연광 식물공장의 고수량/고품질, 광원/조명, 작물 광환경, 순환식수경재배 기술 등

2. 국내 식물공장 기술분야별 R&D목표

가. 핵심기술 분야별 식물공장 R&D목표

표 5-2. 핵심기술분야별 식물공장 R&D목표	
분야	세부목표
구조 / 자재 자동화 / 센싱	<ul style="list-style-type: none"> · 식물공장의 구조 및 자재의 표준화 : 식물공장공정의 지능화, 자동화실현 · 복합센서를 이용하여 생육상태 실시간 계측 및 진단 기술 확립 · 식물공장용 표준 센서 개발, 식물공장용 복합센서 보급
광원 / 조명	<ul style="list-style-type: none"> · 발광소자 최적 배치, 수명 및 광 균일도 유지 등 조명 설계 기술 개발 · 주파수 제어 및 명/암 제어 등 점등 회로 기술 개발 · 광질/광량 제어기술 : 고방열소재 이용, 구조 개선 등 방열 기술 개발
광조절	<ul style="list-style-type: none"> · 자연광에 가까운 식물 재배용 인공광원 활용 기술 개발 · 작물생산성 및 기능성 증대를 위한 광조절 기술 개발 · 작물간 조명기술개발 : 산란광 이용 고품질, 수량증대 기술력 확보
수경재배 / 환경조절	<ul style="list-style-type: none"> · 고품질, 청정 농산물의 안정적 공급, 경제성이 확보된 기능성 작물생산 · 차세대 수경재배와 환경조절 기술 체계 확립 · 농업의료산업의 발전과 식물공장 기술의 농산업체 현장적용
작물재배 / 품질관리	<ul style="list-style-type: none"> · 식물공장시스템 별 품종 선발 및 육종 : 작물별 생육/개화/품질 예측 및 향상 · 작물 별 친환경 재배기술 개발, 작물 별 기능성 물질 향상 기술 개발 · 주요 생리장해 억제 기술개발, 작물의 생산성 향상 및 고부가가치화
에너지/공조	<ul style="list-style-type: none"> · 히트펌프 성능향상 기술 · 저비용 지중 천공 기술 · 광합성 최적 강제 기류 제어 기술 개발
자연광 이용	<ul style="list-style-type: none"> · 작물별 차광/보광 기술 및 다단/입체식 재배시스템 기술 개발 · 저투입 냉난방, 투입에너지 제로 및 배출 이산화탄소 저감기술 개발 · 대량생산용 공정자동화 시스템 및 통합 환경제어시스템 개발

출처 : 농촌진흥청, 2012, 일부수정

3. 식물공장 세부 기술분야별 R&D 중장기 로드맵

가. 시설/자동화, 센싱 및 광원/조명 기술

표 5-3. 식물공장 기술분야별 추진방향			
목표	단기	중기	장기
시 설 / 자 동 화	저비용 생력화 기술	자동화 요소기술 고도화	무인화 기술
	<ul style="list-style-type: none"> · 생력화 요인분석 · 저비용 생산성향상기술 · 소재, 장비 및 설비 국산화 	<ul style="list-style-type: none"> · 식물공장 구조/자재 및 시스템 표준화 · U-IT 통합환경제어 기술 개발 · 식물의 기능성 향상을 위한 공정 자동화 	<ul style="list-style-type: none"> · 요소기술 자동화 및 시스템화 · 식물공장 공정관리로봇기술 · 수직농장 자동화기술
센 싱	센서표준화 기술	센싱기술 고도화	지능형 복합센싱기술
	<ul style="list-style-type: none"> · 식물공장용 저비용센서 개발 · 센서 내구성 향상 기술 	<ul style="list-style-type: none"> · 기능성 물질 계측기술 기초연구 · 생육/생체 정보 실시간 계측 및 평가 · 양액 이온농도제어 센서기술 실용화 	<ul style="list-style-type: none"> · 식물공장용 지능형 복합센서 개발 · 실시간 작물 생육상태 및 성분 계측 기술 개발 · 어레이 타입 다 항목 동시측정 센서 개발
광 원 / 조 명	광원 이용효율 증대기술	다기능 고효율 조명기술 개발	차세대 인공광원 및 조명시스템개발
	<ul style="list-style-type: none"> · 확산/반사 이용 최적 조명 시스템 개발 · 광원 조합에 의한 저비용 조명 시스템 개발 · LED광원의 출력 균일화 및 정 전압 제어기술 	<ul style="list-style-type: none"> · LED 조명의 광속 유지 및 방 열 개선 기술 · 조명효율 향상을 위한 이동식 조명 기술 개발 · 작물의 생육 및 기능성 향상을 위한 조명시스템 개발 	<ul style="list-style-type: none"> · 군락내 광환경 개선 3차원 산란광 조명기술 개발 · PAR 개선 플라즈마 램프 개발 · 광이용효율 극대화 기술개발 (광섬유, 광미러 등)

출처 : 농촌진흥청, 2012, 일부수정

나.수경재배, 환경조절 및 광조절 기술

표 5-4. 식물공장 기술분야별 추진방향

목표	단기	중기	장기
수경재배	경제성 향상 수경재배기술 · 작물별 양액 및 배지개발 · 양액, 자원 재활용 수경재배 기술개발 · 수경재배 시스템 체계화	특성화 수경재배기술 · 고부가가치/기능성 작물생산 수경 재배 기술개발 · 환경친화형 수경재배시스템 기술개발 · 양액관리 기술 표준화	미래형 수경재배시스템 · 양액성분제어 모델 기술 개발 · 식순환형 수경재배시스템 기술 개발 · 우주농업 적용 수경재배 시스템 기술개발
	경제성 향상 환경조절 기술 · 작물별 환경 및 생육 정량화 기술 (광, 온습도, CO ₂) · 에너지 절감형 환경조절 기술 개발 · 복합환경조절 시스템 개발	작물별 특성화 환경조절 기술 · 작물별 환경조절 기술 표준화 · 고부가가치/기능성 작물생산 환경조절 기술개발 · 복합환경조절 시스템 규격화	목적 지향형 환경조절 기술 · 수직농장 적용 환경조절 기술개발 · 우주농업을 위한 저압, 미소중력하 환경조절 기술개발 · BT, IT 결합형 융복합 환경제어 기술개발
광조절	생산성 제고 맞춤형 광조절기술 · 작물별 최적 광조건 DB구축 · 작물별 맞춤형 광조절 기술개발 · 확산/반사 소재 이용 생산성 제고기술	품질 및 기능성 증대 광조절기술 · 광, 식물 대사반응 기작 해석 · 특정파장 이용 작물기능성 향상 기술 · Inter-lighting 이용 생산성 및 품질 향상 기술	유용물질 대량생산 광조절기술 · 차세대 광원 이용 2차 대사산물 대량생산기술 · 분자농업 적용 목적유전자 발현 광조절 기술

출처 : 농촌진흥청, 2012, 일부수정

다.작물/품질관리, 에너지/공조 및 자연광 식물공장 기술

표 5-5. 식물공장 기술분야별 추진방향

목표	단기	중기	장기
작물 / 품질 관리	안정생산 작물산발 및 활용기술	기능성 작물산발 및 활용기술	고부가가치 작물 육성기술
	<ul style="list-style-type: none"> · 식물공장용 품종선발 및 재배 가이드라인 구명 (채소, 화훼, 약용, 특용 등) · 작물 생육특성 분석, DB화 · 작물 생리장해진단 기술개발 	<ul style="list-style-type: none"> · 기능성 작물 품종선발 및 재배 가이드라인 구명 · 선발작물 기능성물질 특성분석 및 DB화 · 선발작물 생리장해 억제기술 개발 	<ul style="list-style-type: none"> · 식물공장용 작물 육종기술 · GM작물재배 기술 · 우주농업 적용 작물 육성기술
에너지/ 공조	에너지절감 기술개발	에너지 이용효율 극대화 기술개발	에너지자립 기술개발
	<ul style="list-style-type: none"> · 에너지 절감형 구조 설계 기술 · 에너지 절감 및 공조 시스템 최적화 · 에너지 및 자원이용 효율 분석 	<ul style="list-style-type: none"> · 에너지 생산 및 소비 시뮬레이션 · 신재생 에너지 이용 최적화 식물공장 모델 · 작물 생산성 및 품질 향상을 위한 공기 유동 기술 개발 	<ul style="list-style-type: none"> · 에너지 자립형 수직농장 모델 연구 · 온실가스 제로화 식물공장 기술
자연광 이용	고효율 주년 안정생산 기술	고부가가치 작물 주년생산 기술	기후변화 대응 작물 생산기술
	<ul style="list-style-type: none"> · 작물별 경제적 차광 및 보광 기술개발 · 저투입냉난방 기술개발 · 적정 재배시스템 및 환경조절 기술개발 	<ul style="list-style-type: none"> · 대량생산 가능한 기능성 작물 선발 및 생산 기술 · 작물 복합재배 및 공간 활용도 제고기술(다단, 입체식 등) · 대량 생산용 공정자동화 시스템 개발 	<ul style="list-style-type: none"> · 재배작물 다양화 기술 · 투입에너지 제로화 기술 · 생태계 안정을 위한 배출 이산화탄소 저감 기술

출처 : 농촌진흥청, 2012, 일부수정

4. 식물공장 R&D의 미래 방향 설정

가. 식물공장 R&D의 중장기 비전 및 연구필요기술 구분

표 5-6. 식물공장 중장기 비전 및 기술개발 필요성

기술개발 필요성	
단 기	<ul style="list-style-type: none"> · 수익형 식물공장의 비즈니스 모델 개발 - 식물공장 산업 정착을 위한 저투입/고효율 식물공장 시스템 및 재배 기술 필요 (인공광 및 자연광 이용형 식물공장) - 식물공장을 이용한 작물의 안정, 안전, 기능성 강화 기술 개발 필요 - 식물공장 기술 및 생산시스템의 국제 경쟁력 제고 및 플랜트 수출 필요
중 기	<ul style="list-style-type: none"> · 목적지향형 식물공장의 패키징화 기술 개발 - 주변 기술을 활용한 다양한 용복합 식물공장 및 산업화 모델 개발 필요 - 식물공장을 이용한 기능성 작물, 식의약 소재의 체계적 생산 기술 개발 필요 - 기상 이변, 식량 안보 등 공익적 목적을 위한 식물생산시스템 기반 구축 필요
장 기	<ul style="list-style-type: none"> · 미래 전략형 식물공장의 차세대 모델 개발 - 첨단 기술 기반 GM 작물, 식물 기반 단백질 생산용 식물공장 모델 개발 - 지속가능 농업, 환경정화, 에너지 절감이 가능한 수직농장 통합 기술 필요 - 우주 및 극한(특수) 환경 등에 적용 가능한 식물공장 모델 개발 필요
수 경 재 배 / 환 경 조 절	<ul style="list-style-type: none"> · 고품질, 청정 농산물의 안정적 공급, 경제성이 확보된 기능성 작물생산 · 차세대 수경재배와 환경조절 기술 체계 확립 · 농업의료산업의 발전과 식물공장 기술의 농산업체 현장적용
작 물 재 배 / 품 질 관 리	<ul style="list-style-type: none"> · 식물공장시스템 별 품종 선발 및 육종 : 작물별 생육/개화/품질 예측 및 향상 · 작물 별 친환경 재배기술 개발, 작물 별 기능성 물질 향상 기술 개발 · 주요 생리장애 억제 기술개발, 작물의 생산성 향상 및 고부가가치화
에 너 지 / 공 조	<ul style="list-style-type: none"> · 히트펌프 성능향상 기술 · 저비용 지중 천공 기술 · 광합성 최적 강제 기류 제어 기술 개발
자 연 광 이 용	<ul style="list-style-type: none"> · 작물별 차광/보광 기술 및 다단/입체식 재배시스템 기술 개발 · 저투입 냉난방, 투입에너지 제로 및 배출이산화탄소 저감기술 개발 · 대량생산용 공정자동화 시스템 및 통합 환경제어시스템 개발

나. 식물공장 기술의 기간별, 목적별 미션 차별화 및 세부 연구필요 항목 설정

(출처 : 농림수산물기술기획평가원, 2014, 일부수정)

1) 수익형 식물공장의 비즈니스 모델 개발(단기)

- **인공광 이용형 식물공장 기술 개발**
 - 저비용 식물공장 시스템 및 자재 표준화
 - 에너지 절감형 광원 선발 및 고효율 조명 체계 구성
 - 작물별 적정 광조건 DB 구축 및 광조절 기술 개발
 - 에너지 절감형 환경조절 기술 개발
 - 순환식 수경재배 기술 및 작물별 전용 양액 개발
 - 식물공장 재배 작물의 영양/기능 성분 및 안전성 분석
 - 소득화 가능 핵심작물의 생육 및 표준 생산모델 개발
 - 식물공장 적합 전용 품종 특성 평가 및 선발
- **자연광 이용형 식물공장 기술 개발**
 - 자연광 하에서의 차광 및 보광 기술 개발
 - 자연광 이용 다단식 재배 시스템 개발
 - 하절기 효율적인 냉방기술의 실용화
 - 자연광 하에서 최적 생육을 위한 환경조절 기술 개발
 - 에너지 절감을 위한 환경제어 기술 개발

2) 목적지향형 식물공장의 패키지화 기술 개발(중기)

- **식물공장 시스템 고도화 기술 개발**
 - 식물공장용 차세대 광원 선발 및 광이용 기술 개발
 - 태양광 집광/산란 광조사 기술을 이용한 광제어시스템 개발
 - 기능성작물 적용 순환식 수경재배시스템 고도화 기술 개발
 - 작업성/생산성 극대화를 위한 이동식 재배시스템 기술 개발
- **식물공장 시스템 산업화 모델 개발**
 - IoT 기반의 환경제어 및 식물 생체정보 활용 기술 개발
 - IoT 기반의 다목적(가정용, 교육용 등) 식물공장 모델 개발
 - 작물의 표현형 연구에 적용 가능한 식물공장 기술 개발
- **목적 지향형 식물공장 생산 모델 개발**
 - 고부가가치 기능성 및 약용 작물 선발 및 안정 생산 기술 개발
 - 식의약 소재 안정 생산을 위한 식물공장 모델 체계화 기술개발
 - 식량안보 대비 작물 대량생산 가능한 식물공장 모델 개발

3) 미래전략형 식물공장의 차세대 모델 개발(장기)

- **식물공장 기반 GM 작물 및 단백질 생산 기술 개발**
 - 식물공장 기반 GM 작물 안정적 생산 모델 개발
 - 식물유래 단백질 생산용 식물공장 모델 개발
- **수직농장 통합 기술 개발**

- 수직농장 에너지 및 물질 이동 최적화 기술 개발
- 수직농장 시스템 설계 및 통합 모델 개발
- **극한 환경 적응 식물공장 기술 개발**
 - 우주농업에 적합한 식물공장 기술 및 생산 모델 개발
 - 수중/지중/극지에 적합한 식물공장 기술 및 모델 개발

5. 식물공장 R&D의 산업화 기여를 위한 제언

가. 국내외 식물공장 관련 환경변화를 고려한 R&D 방향 재정립

- 국내는 연구중심의 식물공장에서 생산/판매를 고려한 식물공장으로 변화 단계
- 일본은 실용화 식물공장의 표준화 및 수출 전략 수립으로 내실화 시작 단계
- 미국/유럽은 기존의 시설원에 사업에서 식물공장 사업으로 확장 시작 단계

나. 실용형 및 미래 전략형 식물공장 R&D 방안 제시 필요

- 식물공장 산업적 정착을 위한 수익형 식물공장 및 비즈니스 모델 개발
- 다양한 산업과 접목 가능한 목적지향형 식물공장 모델 및 산업화 필요
- 국제 경쟁과 국제 협력이 가능한 차세대 식물공장 R & D 계획 수립 필요

다. 융합적 특성을 가진 식물공장 R&D의 특성상 부처간 협력을 통한 신규 정책 수립 필요

- 농림축산식품부, 산업자원통상부, 미래창조과학부 등과 범부처 R&D 공조 시스템 강화
- 기관 및 지역간 중복성을 없애고 일관성을 고려한 식물공장 R&D 계획 수립
- 국가연구기관, 농업 관련 대학, 민간연구소 간 경쟁시스템 확대를 통한 시너지 극대화

VI. 식물공장 산업체 활성화, 사업화 및 수출방안

1. 식물공장 관련 산업 동향

가. 광원의 식물공장 산업화 활용

- 세계 'LED 조명 및 응용' 시장규모는 2015년에는 약 30%의 일반조명시장을 LED조명이 침투하여 380억 달러 이상의 시장을 형성하면서 연평균 성장률 32%의 고속성장을 이룩하고 있음
- 광반도체 기술과 바이오 의료 수송 및 통신기술 융복합화로 지능·감성 조명을 구현하기 쉽고 에너지절감 및 Green 조명기술 실현
- 기존조명을 LED 조명으로 20% 교체 시 1조원/년 전기료 절감

나. 고부가가치 작물의 산업화

- 식물공장에서 재배할 수 있는 작물의 종류는 제한 없이 모든 품목이 적용 가능하므로 수익형 고부가가치 품목의 다양화 및 기능성/식의약 소재식물 탐색 연구
- 현재는 대부분 업체류 재배 위주의 식물공장을 추진하고 있으나 점차 기능성/식의약용 고부가가치 작물 개발로 방향을 전환

다. 수경재배 산업화 활용

- 식물공장 생산 농산물의 품질관리 기술 개발을 통해 수익형 식물공장 및 수경재배기술 상용화 산업분야를 선점한다면 식물공장 농산업 경쟁력의 우위 확보, 국제 경쟁력 향상 및 새로운 산업으로의 신성장동력 확보 가능

1) 에너지 절감 산업화

- 최근 국내 자연광 이용형 식물공장에서는 지열히트펌프를 이용한 냉난방의 사용이 증대되고 있음

2) 환경조절 산업화 활용

- 작물별 환경 및 생육 정량화, 에너지 절감형 환경조절 기술, 복합 환경제어 기술의 개발 및 경제성이 수반된 저가의 식물공장 전용 환경측정 센서와 다항목 동시측정 센서의 수요생산/판매 업체의 활성화

2. 식물공장 산업체 활성화 방안

가. 식물공장 시장 확대 방안 모색

- 기존 태양광 이용형 식물공장의 리모델링 또는 신규온실 지원사업 확대
- 인공광 이용형 식물공장의 시장형성
 - 지자체별 식물공장 시장형성을 위한 복지와 결합된 보급모델 창출
예) 지역 양로원의 식물공장 보급과 판매를 통한 복지모델 수립
 - 정규교육과정에서 식물공장 결합형 교육 프로그램 개발
 - 기타

나. 시설 규격화 및 표준화를 통한 초기비용 저감

- 시설의 규격화를 통한 관련 소요자재의 표준화를 통하여 경비 절감
 - 금형 공동 사용 등
 - 관련 업체별 역할 분담
- 인공광 이용형 식물공장 규격별 표준설계도면 보급
 - 설계비 등의 절감
- 태양광 이용형 식물공장의 표준화
 - 구조 및 환경설계기준의 정립
 - 네덜란드 베로온실, 스페인 온실 등과 같이 대표적인 온실의 보급으로 경쟁력 강화
 - 국내 제주도 감귤온실
 - 사용자재의 표준화로 인하여 비용 저감

다. 식물공장 수출을 위한 관련 업체간의 컨소시엄 지원

- 식물공장 수출을 위한 컨소시엄 지원 정책 강구

표 6-1. 컨소시엄 구성

컨소시엄	저비용건설 식물공장 컨소시엄	재배기술/기능성 컨소시엄	환경제어/자동화 컨소시엄	광원개발/이용 컨소시엄	식물공장 종합컨소시엄
목표	· 재배시스템모듈화 · 최적공조 시스템 개발	· 고부가가치 · 회전율이 높은 작물 도입 · 기능성 물질함량 증대	· 미래형환경제어 · 생력화기술 · 수확자동화	· 광원개발 · 광합성에 유리한 파장 방사의 형광 체 · 광이용효율 증가 기술	· 4개의 컨소시엄 결과취합 및 데이 터 베이스화 · 최적화, 효율화 추진

라. 성공사례를 통한 귀농 모델 보급

- 새싹삼 200평 재배에 4억원의 매출 창출농가의 벤치마킹을 통하여 시설, 재배기술 등의 모델화를 통하여 귀농 모델 확립/보급
- 귀농 프로그램별 식물공장 결합 모델 수립

3. 식물공장 국내 사업화 대상 기술



그림 6-1. 사업화 대상기술

출처 : 농촌진흥청, 2012, 식물공장 기술개발 로드맵

가. 식물공장 국내 사업화 대상 기술

표 6-2. 광원, 자동제어, 자동화재배, 수경재배기술 관련 분야 구분

구분	설명
광 원	LED 조명, 형광등, 태양광 관련 기술
자 동 제 어	광원, 환경, 자동화 및 수경재배부분 또는 완전 제어 가능한 식물공장과 그에 따른 구조와 설치장소
자 동 화 재 배	파종, 이식, 정식, 수확, 포장, 관련 자동화 기술
수 경 재 배	배지, 수경 재배 관련 장치 기술

출처 : 이항우 외 7인(2014:76), 「식물공장 현황과 식물재배 기초 1」, 동국대학교 경주캠퍼스

표 6-3. 시스템기술과 재배기술 관련 상세기술

시스템 기술	재배 기술
· 자동화 및 센싱 기술	· 광조절 기술
· 광원 및 조명 시스템	· 수경재배 기술
· 수경재배 시스템	· 환경조절 기술
· 환경제어 시스템	· 품질관리 기술
· 에너지 및 공조 시스템	· 품종 선별 기술
· 식물공장 구조 및 설비	· 육종 기술

출처 : 농촌진흥청, 2012, 식물공장 기술개발 로드맵, 일부수정

1) 자동화 및 센싱

- 파종부터 정식, 재배, 수확, 선별 포장에 이르는 공정의 자동화, 로봇화로 생산량 극대화 및 노동력 절감

- 자동화된 시스템 적용에 의한 생산성과 품질향상으로 부가가치 증대
- 복합센싱 기술을 이용한 작물의 실시간 모니터링 및 재배관리로 수요자 맞춤형 농산물 생산 실현 (식물공장 생산 농산물의 경쟁력 강화와 품질 향상)
- 이미지 분석 기술을 응용한 식물공장 작물 정밀 관리
- 팬 서버모터 제어를 통한 식물공장 내부 환경조절
- 환경관리 및 이송공정의 자동화
- 작물생육기반 개별/원격 제어
- 생육, 병해충 진단, 생육예측(모델링, 빅데이터)

2) 광원·조명

- 광 기술의 발달로 고휘도 LED, 환경친화형 장수명 형광등 적용
- LED 광원 및 응용기술 발달
- 방전등의 효율 향상 및 신제품 개발(세라믹 발광관 메탈할라이드 램프, 플라즈마 램프 등 상용화)

3) 광조절

- 광 이용기술 발전
 - 펄스조사 및 듀티비, 광량 및 광질 제어 기술
 - 특정 기능성 함량 증대, 특정 유전자군 발현 증대
- 차세대 인공광원 개발 및 실용화로 분야 적용분야 확대
- 산란광 이용 기술을 이용한 농산물 생산성 향상

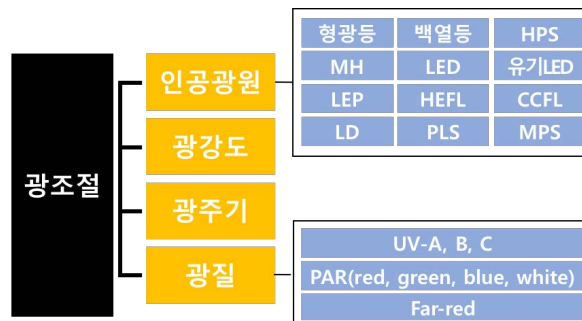


그림 6-2. 광조절기술 관련 요인들

출처 : 농촌진흥청, 2012, 식물공장 기술개발 로드맵

4) 수경재배 및 환경조절

- 기존 시설원예를 바탕으로 한 기술에서 식물공장 기술로 진화
 - 수경재배 기술이 식물공장 재배 기술의 근간
- 식물공장의 기본적인 핵심기술로 작물의 생산성과 품질을 결정짓는 직접적인 요소임
- IT기술의 융복합으로 최적 환경제어 기술의 기반 마련
 - 광, 온도, 습도, 기류속도, 이산화탄소 등 지상부 환경요인 제어 기술
 - 배양액 조성, pH와 EC, 근권온도, 배지 등 지하부 환경요인 제어 기술

- 작물 성장 제어, 생육단계별 최적 제어 모델

5) 작물 및 품질 관리

- 식물공장 재배에 적합한 작물 선발 및 품종 육성
 - 생리장애 내성이 강한 작물, 수분·양분 요구도가 적은 작물 등
- 생 및 품질 향상, 기능성 물질 증대 기술
- 생리장애 발생기작 구명 및 억제기술
- 생산이력관리
- ICT적용 농산물 유통관리 개선

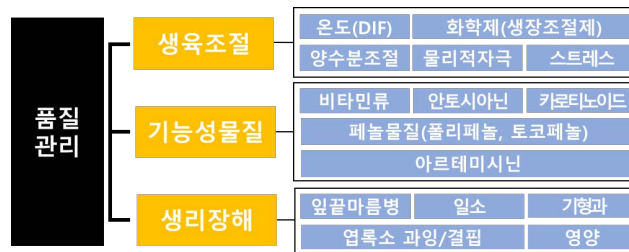


그림 6-3. 품질관리기술 관련 요인들

출처 : 농촌진흥청, 2012, 식물공장 기술개발 로드맵

6) 에너지·공조

- 에너지 절감 및 신재생 에너지 이용효율 극대화 기술
 - 히트펌프 성능 향상 기술 및 설치비 절감 기술
- 최적 온습도 환경 조성을 위한 실내 공기유동 제어기술

표 6-4. 국내 식물공장 사업화 대상 분야별 요소기술 및 특성

요소기술	특성
자동화 및 센싱	<ul style="list-style-type: none"> · 파종부터 정식, 재배, 수확, 선별 포장에 이르는 공정의 자동화, 로봇화로 생산량 극대화 및 노동력 절감 · 자동화된 시스템 적용에 의한 생산성과 품질향상으로 부가가치 증대 · 복합센싱 기술을 이용한 작물의 실시간 모니터링 및 재배관리로 수요자 맞춤형 농산물 생산 실현 <ul style="list-style-type: none"> - 식물공장 생산 농산물의 경제력 강화와 품질 향상 · ICT적용을 위한 통신규약, 데이터 형태, 환경데이터 기준 신호 통일 등
광원·조명	<ul style="list-style-type: none"> · 광 기술의 발달로 고효율 LED, 환경친화형 장수명 형광등 적용 · LED 광원 및 응용기술 발달 <ul style="list-style-type: none"> - 이론적으로 200lm/W 까지 개발 가능 · 방전등의 효율 향상 및 신제품 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 세라믹 발광관 메탈할라이드 램프, 플라즈마 램프 등 상용화

표 6-4. 국내 식물공장 사업화 대상 분야별 요소기술 및 특성

광 조 절	<ul style="list-style-type: none"> · 광 이용 기술 발전 <ul style="list-style-type: none"> - 펄스조사 및 듀티비, 광량 및 광질 제어 기술 - 특정 기능성 함량 증대, 특정 유전자군 발현 증대 · 차세대 인공광원 개발 및 실용화로 적용분야 확대 · 산란광 이용 기술을 이용한 농산물 생산성 향상
수 경 재 배 및 환 경 조 절	<ul style="list-style-type: none"> · 기존 시설원예를 바탕으로 한 기술에서 식물공장 기술로 진화 <ul style="list-style-type: none"> - 수경재배 기술이 식물공장 재배 기술의 근간 · 식물공장의 기본적인 핵심기술로 작물의 생산성과 품질을 결정짓는 직접적인 요소임 · IT 기술의 융복합으로 최적 환경제어 기술의 기반 마련 <ul style="list-style-type: none"> - 광, 온도, 상대습도, 기류속도, 이산화탄소 등 지상부 환경요인 제어기술 - 배양액 조성, pH와 EC, 근권온도, 배지 등 지하부 환경요인 제어기술 · 작물 성장 제어, 생육단계별 최적 제어 모델
작물 및 품질 관리	<ul style="list-style-type: none"> · 식물공장 재배에 적합한 작물 선발 및 품종 육성 <ul style="list-style-type: none"> - 생리장해 내성이 강한 작물, 수분·양분 요구도가 적은 작물 등 · 생육 및 품질 향상, 기능성 물질 증대 기술 · 생리장해 발생기작 구명 및 억제기술
에 너 지 · 공 조	<ul style="list-style-type: none"> · 에너지 절감 및 신재생 에너지 이용효율 극대화 기술 <ul style="list-style-type: none"> - 히트펌프 성능 향상 기술 및 설치비 절감 기술 · 최적 온습도 환경 조성을 위한 실내 공기유동 제어기술

출처 : 농촌진흥청, 2012, 식물공장 기술개발 로드맵, 일부수정

4. 식물공장 국내 기술경쟁력 분석

가. 자동화 · 센싱

- 국내 자동화 기술 및 센서 기술은 전반적으로 발전 중기 단계로 선진국의 최고기술 수준 대비 자동화는 60-70%, 센싱은 70% 수준임(유럽 100%, 일본/미국 90%)
- 국내 자동화 기술은 산업에 초점이 맞춰져 있음
- 국내 상용화된 센서들은 거의 해외 제품에 의존
- 전반적인 센싱 기술의 연구 개발이 부족함

나. 광원 · 조명

- 선진국 최고 인공광원 개발 수준 대비 70% 수준임(미국/유럽 100%, 일본 80%)
- 한국은 LED의 광질 조합과 PLS 광원 상용화, 일본은 LED, HEFL, CCFL, LD 광원 개발, 미국은 LEP, MPL, 고휘도 LED 개발
- LED 광조사 장치 : 유럽 100%, 한국/중국 90%, 중국 85%
- 방열기술 : 일본 100%, 유럽 95%, 한국/중국 90%
 - 일본은 수냉식, 한국/중국, 유럽은 주로 공랭식 방열기술 적용
- 조명장치의 가격 경쟁력은 중국과 한국이 우수한 편임

다. 광조절

- 광제어 기술은 선진국 대비 95% 수준(일본 100%, 유럽/중국 90%)
 - 유럽은 인터라이팅(inter-lighting), 산란광 이용 기술 개발
- 조명 기술은 선진국 대비 85% 수준(일본 100%, 유럽 90%, 중국 80%)
 - 일본은 방열 시스템, RGB LED의 효율적 배치, 최적화 설계 등에서 우위

라. 수경재배 · 환경조절

- 수경재배는 발전 중기 단계로 선진국 최고기술 수준 대비 80%, 환경조절은 70% 수준
- 양액 재순환에 대한 기술 개발이 부족함
- 단순한 작물 생산에 초점이 맞춰져 있음
- 상용화된 복합환경제어 장치에 대한 대외 경쟁력이 낮음
- 전체적 환경 요소에 대한 제어 관련 연구가 부족함

마. 작물 및 품질 관리

- 식물공장 재배용 작물 선발 및 품종 육종 기술 선진국 대비 70% 수준(일본/유럽 100%, 중국 30%)
 - 육종과 번식(접목, 삽목, 조직배양 등) 기술은 선진국 수준임
- 최적 환경 제어 기술은 선진국 대비 60% 수준임(일본/유럽 100%, 중국 10%)
 - 환경 최적화 기술, 작물 생장 제어와 모델링 기술은 초보 단계임
- 작물 생육, 개화, 품질 향상 기술은 선진국 대비 60% 수준(일본/유럽 100%, 중국 30%)
- 국내에서도 약용식물의 기능성 물질, 생리활성 물질축적 증대기술 개발 중
- 일본, 미국, 유럽 : 비타민, 안토시아닌, 페놀물질 등의 추적과 함량 증대기술 개발 진행 중
- 주요 생리장해의 원인 구명 및 억제기술 개발 중

바.에너지·공조

- 선진국 최고기술 수준 대비 85% 수준임(일본 100%, 유럽 95%)
- 일본은 식물공장 설계 단계부터 열유동 해석을 통한 예상 온도 분포 시뮬레이션을 통해 최적화
- 한국은 일반적인 공조기술을 도입한 후 변경 또는 개선을 통해 최적화 하는 수준, 1ha 이상의 자연광 식물 공장의 경우 복합환경제어 시스템 일부 적용
- 유럽은 자연광 식물공장의 경우 적극적인 환경조절 기술을 통해 에너지 절약 및 생산성 증대

5. 식물공장 국내 사업화 문제점

가. 식물공장사업 및 기술개발 추진 시 장애요인

- 식물공장사업 및 기술개발 추진 시 장애가 되는 점으로 경제적 위험에 대한 부담감(39.7%)이나 기술개발 비용 부담(36.5%)을 가장 많이 꼽았으며, 다음으로 관련 시장 미성숙(28.6%), 연구개발 인력의 부족(14.3%), 연구개발 장비의 부족(9.5%), 기술정보에 대한 부족(7.9%) 등의 순으로 나타남

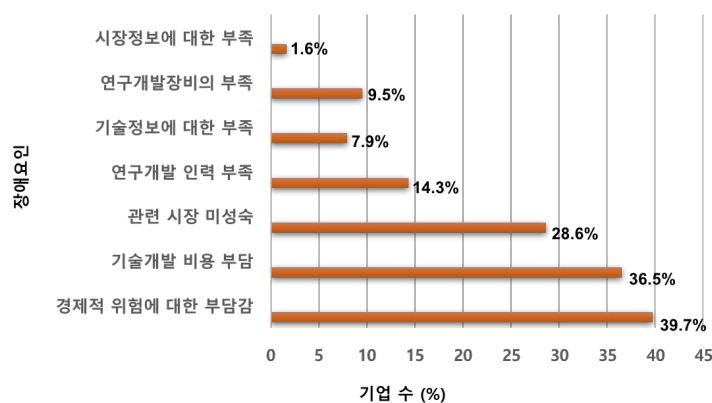


그림 6-4. 식물공장사업 및 기술개발 추진 시 장애요인

출처 : 경북테크노파크, 2015, 식물공장 산업생태계 조사분석

- 식물공장 운영기업(47.4%)과 식물공장 관련 시스템 공급기업(41.2%)은 기술개발 비용 부담, 전후방 연관 기업은 경제적 위험에 대한 부담감(53.8%), 관련 시장 미성숙(46.2%)으로 인한 어려움이 상대적으로 많은 것으로 나타남
- 재배시스템 개발업체와 영농업체의 경우 경제적인 위험에 대한 부담감과 기술개발 비용 부담, 관련 시장 미성숙으로 인해 식물공장 산업 및 기술개발 추진 시 어려움을 겪고 있음

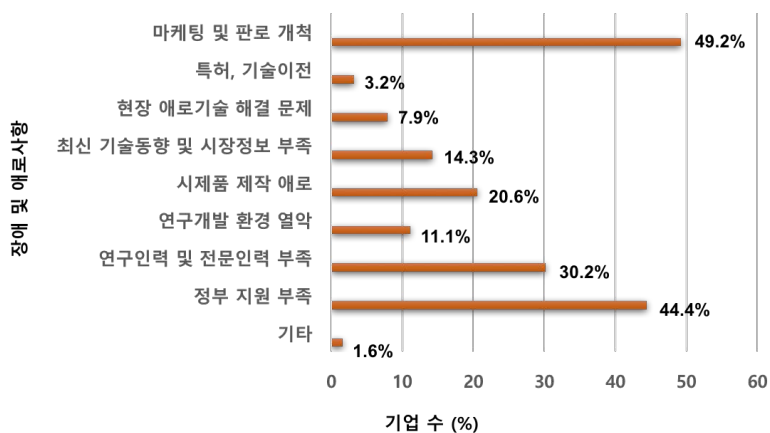


그림 6-5. 식물공장사업 및 기술개발 추진 시 장애요인

출처 : 경북테크노파크, 2015, 식물공장 산업생태계 조사분석

- 식물공장 사업 추진 시 장애 및 애로사항으로 마케팅 및 판로 개척(49.2%)이나 정부 지원 부족(44.4%)을 가장 많이 지적하였고, 이어서 연구인력 및 전문인력 부족(30.2%), 시제품 제작 애로(20.6%), 최신 기술동향 및 시장정보 부족(14.3%) 등의 순으로 나타남
- 식물공장 운영기업에서 마케팅 및 판로 개척(78.9%)과 정부 지원 부족(68.4%), 연구인력 및 전문인력 부족(57.9%)에 따른 애로가 가장 많은 것으로 나타났으며, 전후방 연관기업은 시제품 제작 애(46.2%)가 상대적으로 많은 것으로 나타남
- 업체유형별로는 영농업체에서 마케팅 및 판로 개척(76.9%)과 연구인력 및 전문인력 부족(61.5%)으로 인해 가장 큰 어려움이 있는 것으로 나타났으며, 재배시스템 개발업체는 정부 지원 부족(48.1%)이나 시제품 제작 애로(33.3%)가 상대적으로 많았음

표 6-5. 식물공장사업 추진 시 장애 및 애로사항 단위 : %(기업수)

구분	식물공장 사업 및 기술개발 추진 시 장애요인(중복응답)							
	경제적 부담감	기술개발 비용부담	관련시장 미성숙	연구개발 인력부족	기술정보 부족	연구개발장 비부족	시장정보 부족	
전체	39.7	36.5	28.6	14.3	7.9	9.5	1.6	
(63)	(25)	(23)	(18)	(9)	(5)	(6)	(1)	
식물공장사업	식물공장 운영	42.1	47.4	36.8	10.5	15.8	31.6	
	(19)	(8)	(9)	(7)	(2)	(3)	(6)	
	식물공장 관련 시스템 공급	29.4	41.2	17.6	11.8	5.9		
	(17)	(5)	(7)	(3)	(2)	(1)		
전후방 연관	53.8	38.5	46.2%	15.4				
(13)	(7)	(5)	(6)	(2)				
기타	35.7	14.3	14.3	21.4	7.1%			
(14)	(5)	(2)	(2)	(3)	(1)			
업체유형	재배시스템 개발업체	44.4	44.4	25.9	18.5	3.7	11.1	3.7
	(27)	(12)	(12)	(7)	(5)	(1)	(3)	(1)
	영농업체	46.2	38.5	46.2		7.7	23.1	
	(13)	(6)	(5)	(6)		(1)	(2)	
	식품업체					100.0		
(1)					(1)			
건설업체	50.0							
(2)	(1)							
기타	30.0	30.0	25.0	20.0	10.0			
(20)	(6)	(6)	(5)	(4)	(2)			

출처 : 경북테크노파크, 2015, 식물공장 산업생태계 조사분석

표 6-6. 식물공장사업 추진 시 장애 및 애로사항

단위 : %(기업수)

구분	식물공장 사업 및 기술개발 추진 시 장애요인(중복응답)					
	마케팅 및 판로개척	정부지원부족	연구인력 및 전문인력부족	연구개발 환경열악	시제품제작 애로	
전체	49.2	44.4	30.2	11.1	20.8	
(63)	(31)	(28)	(19)	(7)	(13)	
식물공장사업	식물공장 운영	78.9	68.4	57.9	10.5	15.8
	(19)	(15)	(13)	(11)	(2)	(3)
	식물공장 관련 시스템 공급	41.2	52.9	11.8	5.9	23.5
	(17)	(7)	(9)	(2)	(1)	(4)
연관기업	전후방 연관	30.8	30.8	15.4	23.1	46.2
	(13)	(4)	(4)	(2)	(3)	(6)
기타	기타	35.7	14.3	28.6	7.1	
	(14)	(5)	(2)	(4)	(1)	
업체유형	재배시스템 개발 업체	40.7	48.1	14.8	7.4	33.3
	(27)	(11)	(13)	(4)	(2)	(9)
	영농업체	76.9	53.8	61.5	7.7	7.7
	(13)	(10)	(7)	(8)	(1)	(1)
	식품업체		100.0		100.0	
	(1)		(1)		(1)	
건설업체	건설업체	50.0	50.0			
	(2)	(1)	(1)			
기타	기타	45.0	30.0	35.0	15.0	15.0
	(20)	(9)	(6)	(7)	(3)	(3)

출처 : 경북테크노파크, 2015, 식물공장 산업생태계 조사분석

표 6-7. 식물공장사업 추진 시 장애 및 애로사항

단위 : %(기업수)

구분	식물공장 사업 및 기술개발 추진 시 장애요인(중복응답)				
	기술동향 및 시장정보부족	현장 애로기술 해결문제	특허,기술이전	기타	
전 체	14.3	7.9	3.2	1.6	
(63)	(9)	(5)	(2)	(1)	
식물 공장 사업 연 관 기 타	식물공장 운영	21.1	21.1	10.5	-
	(19)	(4)	(4)	(2)	-
	식물공장 관련 시스템 공급	17.6	-	-	-
	(17)	(3)	-	-	-
	전후방 연관	7.1	-	-	-
(13)	(1)	-	-	-	
기 타	7.7	7.1	-	7.1	
(14)	(1)	(1)	-	(1)	
업 체 유 형	재 배 시 스템 개 발 업 체	14.8	7.4	-	-
	(27)	(4)	(2)	-	-
	영 농 업 체	23.1	7.7	7.7	-
	(13)	(3)	(1)	(1)	-
	식 품 업 체	-	100.0	-	100.0
	(1)	-	(1)	-	(1)
	건 설 업 체	-	-	-	-
(2)	-	-	-	-	
기 타	10.0	5.0	5.0	5.0	
(20)	(2)	(1)	(1)	(1)	

출처 : 경북테크노파크, 2015, 식물공장 산업생태계 조사분석

나. 국내에서 운영되는 식물공장의 높은 초기 투자비용과 유지비용으로 인한 경제성 문제

- 식물공장은 강한 광을 필요로 하기 때문에 조명전력비 및 인공광원에서 발생하는 열을 제거하기 위한 냉방 부하가 커져 공조시설비용 등의 초기투자비가 많이 들고 유지관리비가 증가하여 초기투자비 및 유지관리비가 높은 것이 단점임
- 일부 대기업에서도 식물공장 설치에 많은 관심을 가지고 있으며, 초기 투자비용이 너무 많이 소요되어 관망하고 있는 추세임
- 그러나 현실적으로 고도의 기술이 투입될수록 설비 투자비는 늘어나기 때문에 식물공장 설비가동에 필요한 전기, 물 등의 운영비용을 절감할 수 있는 기술이 필요함
- LED를 비롯한 식물공장 설치비 절감을 위한 기초기술의 산업화가 조속히 추진되어야 함
- 식물공장에서 가장 비용이 많이 드는 조명시설의 경우, 우리나라의 강점인 LED를 식물공장에 적합하도록 개발, 적용하여 현재보다 공급가를 낮추는 연구가 필요함
- 재배시스템 개발업체와 영농업체의 경우 경제적 위험에 대한 부담감과 기술개발 비용 부담, 관련 시장 미성숙으로 인해 식물공장 사업 및 기술개발 추진 시 어려움을 겪고 있음

다. 식물공장용 고부가가치 재배작물 선정 문제

- 식물공장용 고부가가치 재배작물에 대한 연구 및 재배 매뉴얼 부족으로 인한 작물 선정이 어려움
 - 식물공장에서 재배되는 작물이 생육하는데 최적의 환경 조건(광, 온도, 습도, 이산화탄소 등) 구명 필요
 - 작물에 가장 적합한 배양액 조성 확인 및 계산 필요
 - 여러 가지 인공광원을 통해 재배되는 작물의 광 특성 구명 필요
 - 재배기간 단축을 위한 생육 단계별 작물의 생리학적 특징 구명 필요
- 선정 작물(고부가가치 작물)의 채산성에 대한 정보 부족
- 식물공장에서 재배된 작물의 가격 경쟁력 부족으로 인한 판로 부족
- 고부가가치 작물 재배 및 소비자들의 인식 개선 필요
 - 식물공장 생산물에 대한 소비자 및 시장 차별화 노력이 필요함
 - 식물공장 농산물은 일반 농산물과는 달리 부가가치가 높은 작물로 선정할 필요가 있으며, 이에 대한 홍보를 강화하여 판로 개척을 해야 할 것임

라. 식물공장 사업에 적용되는 미흡한 법률 정책에 대한 문제점

- 식물공장의 설치 기준(도시의 건물내부, 컨테이너 형식, 온실 내부 등) 및 운영 형태에 따라 농업으로 인정하는데 명확하고 구체화된 기준이 없음
 - 도시의 지하공간, 폐공간을 이용하여 식물공장 구축 시 건축기본법, 소방법의 규제완화 필요
 - 아파트형 공장에서 식물공장 구축 시 식물공장에 대한 산업분류코드가 명확히 없으며 조달청을 통하여 식물공장을 구축 시 수경재배시스템의 분류코드로 되어 있음
 - 식물공장 구축 시 필요한 건축 자재 및 재배시스템의 농업용 자재화 등록 필요
 - 현재 식물공장 건축 자재는 세제 혜택(부가세 환급)의 지원불가(건축비용 상승), 결과적으로 농업용 자재로의 전환이 필요함
- 식물공장의 보급 확대를 위한 정부 정책으로 초기설치비 지원과 전문 시공업체의 육성, 관련법과 제도 마련이 시급함
 - 식물공장 초기 시설 투자비 및 현재 운영 중인 농가, 법인을 위한 설치비 일부 보조 및 용자를 통한 보급

확대가 필요한 시점임

- 식물공장 구축을 위해 농민이 투자하여 기존에 보유한 농지를 이용하여 허가를 받는데 애로사항이 있음
- 식물공장 운영을 위한 농업용 전기 사용 여부의 판단 기준 확립 및 법적 규정 필요
 - 도시농업의 형태로 도시에서 식물공장을 운영할 경우 상업지역에서 농업용 전기사용에 대한 의문
 - 한전 담당자의 자의적 해석이 아닌 명확하게 구체화된 기준(법적 규정)을 통한 관리필요
- 식물공장에서 재배된 특용작물(인삼)과 향정신성 작물 등의 판매 규정 보완 필요
 - 식물공장의 정책적인 위상 정립을 위해서 농업의 범위로 명확하게 규정할 필요가 있음
 - 식물공장 생산물의 규격 제정과 인증제도 마련
 - 식물공장에서 생산한 특용작물(인삼)을 약재가 아닌 식품으로만 판매가능, 현행법상 반드시 노지재배로 한정하여 기재되어 있음
 - 의약소재 향정신성 작물에 대한 재배시 식물공장의 특성상 노지재배보다 보안성이 확보된 시설이나 현행 법상 재배허가 신청시 식물공장과 같은 시설재배에 대한 허가규정이 없음

마. 식물공장에서 재배된 작물에 대한 소비자들의 선입견

- 작물의 재배기간 동안 진행되는 전 과정을 확인할 수 있도록 홍보영상 제작을 통한 선입견 개선
 - 작물재배 단계별(파종, 육묘, 재배, 수확, 포장 등) 특징 구체화
- 식물공장에서 재배되는 여러 가지 작물의 파종 및 정식 실습을 통한 체험 학습
 - 식물공장 체험학습을 원하는 학교와 실습관련 교류 체결
 - 초·중·고등학생들의 호기심 유발을 위한 다양한 프로그램 구성 필요

6. 식물공장 국내 사업화 발전 전망

- 식물공장 형태별 재배면적 및 시장규모를 보면 시장규모가 작은 도입단계임
- 태양광병용형 식물공장의 경우 정부정책 또는 시범사업 등으로 재배면적이 완만하게 증가하고 있음
- 반면 완전인공광의 경우 태양광병용형과 마찬가지로 1단계는 초기 단계이고 이후 계속 성장하는 것으로 봄
- 완전인공광은 새로운 수요, 즉 기능성 및 BT와 연계된 새로운 산업으로 성장 가능성이 높게 평가됨

표 6-8. 식물공장 형태별 시장규모 전망(누적)

단위 : 억원

구분		2013	2015	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
완전인공광	LED	54	88	149	183	272	408	612	815	1,019	1,223
	형광등	97	158	267	328	486	729	1,094	1,458	1,823	2,188
	병용형	1,056	1,716	2,904	3,960	5,940	7,392	8,316	8,844	9,260	9,676
순증가	LED	14	20	34	34	88	136	204	204	204	204
	형광등	24	36	61	61	158	243	365	365	365	365
	병용형	264	396	660	1,056	1,980	1,452	924	528	416	416

출처 : 김연중 외 3인(2013:142), 「인공광형 식물공장 경영 모델 연구」, 한국농촌경제연구원

- 식물공장 산업의 육성은 해당 산업의 발달뿐만 아니라 전후방 산업에도 긍정적인 영향을 미치며, 식물공장 분야 시장이 확대되면 신규 공장설비 건설시장이 확대됨은 물론 식물공장에서 생산된 제품시장이 확대될 것임
- 식물공장은 향후 국내 기후 변화에 대한 적극적 방안의 하나이며, 나아가 글로벌 공장 설비수출이 한신 성장 동력임
- 우리나라 식물공장을 통해 IT강국으로서 농업 기술 역량을 한 단계 업그레이드할 수 있으며 시설농업분야에서 선진국의 참여를 유도할 수도 있음
 - 해외에는 기후변화로 인해 식량을 재배할 농지 확보가 어려운 국가가 많아 이러한 국가에 식물공장설비 자체를 수출할 수도 있음
- 현재의 식물공장 시설비와 운영비를 감안하면 식물공장 생산물은 노지재배에서 생산한 농산물과 가격경쟁력이 없음, 그러므로 식물공장에서 생산하는 농산물의 단가가 획기적으로 낮아져서 노지재배 농산물과 경쟁이 되기 전까지는 고부가가치 식물재배 위주로 운영해보는 것이 좋은 대안이 될 수 있음
 - 우리 실정에 맞는 고부가가치 우량종묘를 단기간에 식물공장에서 생산하여 기존 농업시설인 시설하우스나 노지에서 재배할 수 있도록 공급하는 시스템을 구축해야 함
- 식물공장을 기존 농업과 연계하면 서로 시너지 효과를 얻어 농산물공급이나 가격안정에 기여할 수 있음
- 식물공장의 건축비나 초기시설비의 과다지출은 생산원가를 상승시켜 채산성을 맞추는데 어렵게 하는 요인임. 식물공장 내 시설물도 활용도와 감가상각비 등을 염두에 두고 설치해야 함. 식물공장 시설물의 규격화가 이루어져 관련 기기들이 대량 생산된다면 초기비용을 줄일 수 있을 것으로 전망됨
- 식물공장의 사업화에서 관련 기술개발을 전제로 사업화의 성공 여부는 역시 경제성 확보에 달려 있음. 경제성 확보는 초기 시설투자비 및 운영비용과 다양한 작물 재배를 통한 수익원 창출이라는 두가지 측면에서 접근해야 할 것으로 보임

- 보조광원 설치비용과 광원에서 발생하는 열을 냉각시키기 위한 냉방시설이 필요하고, 완전제어형과 같이 환경제어의 정확성을 기하기 어려우나, 비교적 간단하게 충분한 광량을 확보할 수 있고 저렴하게 환경제어를 할 수 있음
- 식물공장의 확대는 제조비용 저감을 통해 실현될 수 있는데, 이는 수량성 및 수익성 향상과 인건비삭감으로 달성할 수 있음
- 식물공장의 건축비나 초기시설비의 과다지출은 생산원가를 상승시켜 채산성을 맞추는데 어렵게 하는 요인임. 식물공장 내 시설물도 활용도와 감가상각비 등을 염두에 두고 설치해야 함. 식물공장 시설물의 규격화가 이루어져 관련 기기들이 대량 생산된다면 초기비용을 줄일 수 있을 것으로 전망됨

표 6-9. 식물공장사업화 SWOT분석

강점	약점
<ul style="list-style-type: none"> · 유비쿼터스 기술적 용이한 세계수준의 농업 IT 관련 인프라 보유 · 국가 연구기관을 중심으로 활발한 농업 기술개발 추진 · 시설원에 관련 기술 축적 · 수경재배 및 환경조절기술 발전 	<ul style="list-style-type: none"> · 원천 기술 보유 수준 낮음 · 선진국 수준 연구 인적 인프라 미흡 · 산발적인 과제 및 기술 개발 수행 · 작물·품종 육성 미비, 자재산업 취약 · 통합된 대규모 현장실증 연구부재
기회	위협
<ul style="list-style-type: none"> · 기능성, 친환경, 고품질, 무농약 식품에 대한 소비자 관심과 요구 증가 · 정부 및 지자체의 산업 육성 의지 높음 · 특정 국가 이외에는 대부분 초기 단계 · 융합기술을 바탕으로 신농업 창출 IT 기술의 고도화 	<ul style="list-style-type: none"> · 초기투자자와 운영비 대비 경제성 확보 어려움 · 재배기술 구현을 위한 에너지 소비 과다 · 식물공장 산업에 대한 신뢰도 부족 · 국내 기업 대부분 연구개발 인력 부족

출처 : 농촌진흥청, 2012, 식물공장 기술개발 로드맵

7. 식물공장 국내 사업화 발전 방안

가. 정책지원

1) 식물공장 운영에 관련된 법률 제도 확인

- 식물공장을 농업으로 인정하여 농지사용에 대한 인허가 완화
 - 식물공장 구축을 농민이 투자하여 기존에 보유한 농지를 이용하여 허가를 받는데 애로가 있음

2) 도시의 지하공간, 폐공간을 이용하여 식물공장 구축시 건축기본법, 소방법의 규제 완화 필요

- 아파트형 공장에서 식물공장 구축시 식물공장에 대한 산업분류코드가 명확히 없으며 조달청에서 식물공장을 구축시 수경재배시스템의 분류코드로 되어 있음
- 농업용 자재는 농업세제혜택 특별법에 따라 세제 혜택을 받을 수 있으나, 식물공장 구축시 필요한 자재는 세제 혜택(부가세 환급)을 받을 수 없어서 식물공장 구축비 상승 요인

3) 식물공장에서 농산물을 생산시 농업용 전기에 대한 명확한 요율 기준과 판단기준이 없음

- 도시농업의 형태로 도시에서 식물공장을 운영할 경우 상업지역에서 농업용 전기사용에 대한 의문
- 한전 담당자의 자의적 해석 가능

4) 식물공장에서 특용작물(인삼)을 생산할 시 현행법상 노지재배작물만 판매할 수 있도록 인정

- 식물공장에서 생산한 특용작물(인삼)을 약재가 아닌 식품으로만 판매가능, 현행법상 반드시 노지재배로 한정하여 기재되어 있음

5) 의약소재 향정신성 작물에 대한 재배시 식물공장의 특성상 노지재배보다 보안성이 확보된 시설이나 현행법상 재배허가 신청시 식물공장과 같은 시설재배에 대한 허가규정이 없음

- 고부가가치 작물재배에 대한 규제사항

6) 유전자변형생물체의 국가간 이동 등에 관한 법률(약칭 : 유전자변형생물체법) [시행 2014.11.19.] [법률 제12844호, 2014.11.19., 타법개정] (산업통상자원부 바이오나노과)

- LMO법의 시행으로 식물공장에서 재배된 LMO(유전자변형생물체) 작물재배 및 가공 수출시 승인을 받아야 하며 승인조건이 어려움

8. 식물공장 해외 수출화 사업 방안

가. 정책지원

- 전·후방 산업 성장 등의 효과를 고려해 장기적인 지원 필요
- 식물공장 에너지 절감을 위한 고효율 LED, 열병합발전 등의 개발 지원 필요
 - 세계 농수산업분야 LED 시장규모는 2012년 8억 달러, 2015년 20억 달러, 2018년 32억 달러로 성장 이 예측돼 기술개발 필요
- 주로 빌딩형 식물공장모델 개발(농림축산식품부), 식물공장 생태계 지원(산업통상자원부) 등 식물공장 산업화를 위한 사업들이 정부와 지방자치단체 예산으로 이뤄지고 있음. 그러므로 정부 주도의 기술개발 외에 식물공장 상용화·대형화를 위한 정책이 추가로 필요
 - 현재 한국 식물공장의 평균 규모는 약 199m²로 일본이나 네덜란드보다 영세하며, 식물공장을 알고 있는 소비자 비율도 36%가량으로 아직 낮은 편임
- 최근 중동에서는 농업용수를 절약하기 위하여 수경재배 시스템을 정책사업으로 보급하고 있으며 국내 경기도 농업기술원이 추진하고 있는 중동 식물공장 협력사업 및 연중 과채류 안정 생산을 위한 첨단농업 협력사업을 제안함
- 이러한 식물공장을 필요로 하는 국가와 협력을 할 필요가 있음
- 첨단 온실과 식물공장, 도시민을 위한 소형 수경재배기와 이에 대한 재배기간, 가격, 재배기술 등의 사업화 가능성 검토 필요

나. 식물공장 수출 사례

1) 국내사례

- 경기도농업기술원이 2010년 첨단 정보기술(IT) 융복합 기술을 접목한 로봇과 신재생 에너지를 이용해 개발한 작물재배 유리온실인 태양광이용형 식물공장을 사막 환경이라 국토의 1%만이 농작물 재배가 가능하고, 현재 먹거리의 90%이상을 수입하고 있는 카타르에 수출 상담
- 경북테크노파크가 채소재배가 어려운 캐나다 매니토바주 북쪽 OCN(Opaskawayak Cree Nation)인디언 자치구에 외기온도가 영하 40℃ 이상에서도 채소를 재배할 수 있는 식물공장을 수출 시도
- 유양디앤유(대표 김상욱)는 러시아의 겨울이 길어 노지에서 채소를 재배할 수 있는 기간이 매우 짧은 '우수리스크' 지역의 경제무역협약부에 위치한 강길국제투자유한공사에 자사 스마트&유비쿼터스 LED식물공장을 건설하는 내용으로 하는 플랜트 수출계약을 체결함
- 유양디앤유 특허인 '발아, 육묘시스템과 스마트 LED 조명 및 ICT를 융복합한 모니터링시스템'을 활용한 식물공장이 중국으로 수출됨. 이 식물공장은 이산화탄소 공급, 냉·난방, 에어포그, 양액공급시스템 등을 통합 관리하는 시스템을 적용해 빛의 파장과 광량, 온도, 습도, 양분, CO₂ 등 농작물 성장에 필요한 모든 것을 ICT 기술을 이용해 제어할 수 있음
- 연구개발특구진흥재단(이사장 김차동, 이하 특구재단)은 특구기업 디엔비하우징(주)이 카자흐스탄에 35만 달러 규모의 '컨테이너형 식물공장'을 수출함. 디엔비하우징은 신재생에너지 발전을 활용한 건축구조물을 설계 및 제작하는 전문기업으로 전기 공급이 원활하지 않은 카자흐스탄의 특성에 신재생에너지 발전 건축구조물 기술이 부합하였음
- LED 농생명융합기술연구센터(익산시)가 베트남 달랏대와 LED 식물공장시스템 구축과 지원에 관한 협약을 체결. 이 식물공장은 LED 농생명센터와 LED 식물공장 전문기업인 '뉴팜스'가 연계해 설립하였음

2) 해외사례

- 유럽이 1950년대부터 식물공장을 만들어 왔고 농업 기술력이 가장 좋은 네덜란드, 일본, 스페인 등 다양한 국가도 중동에 진출하려고 노력 했지만 아직 성공사례는 없음
- 일본 주요 기업의 해외진출 사례
 - ESPEC(환경시험기기 전문업체/해외 영업, 자회사 ESPEC MIC)
 - 중국, 한국, 대만 등 기존 거래선에서 최근에는 식품 안전성에 관심이 높은 동남아, 중동지역(카타르등)을 중심으로 현지 기업과 연계, 위탁 판매 개시
 - 수출용 식물공장은 수송용 컨테이너형과 다단 벤치 타입의 인공광형이 주류
 - 미라이(식물공장 전문업체)의 1일 1만 주의 상추 생산이 가능한 시설이 일본 내 2곳에서 가동하고 있어 대규모 시설 운영 노하우를 바탕으로 LED 등 인공 빛을 사용하는 '인공광형' 식물공장에 특화, 남극의 소화(昭和)기지, 한국, 몽골, 홍콩 등으로 수출
 - 미쓰비시, 파나소닉, 키스톤 하이테크, 니혼 어드밴스 등의 '인공광형' 식물공장 설비 및 노하우와 소형 컨테이너부터 대형시설을 카타르, UAE, 중국, 한국, 몽골, 호주, 싱가포르 등으로 수출
 - 파나소닉의 경우, 2014년부터 싱가포르에 수직농장을 운영하여 매년 81톤의 신선농산물을 생산하고 있으며, 2017년 3월까지 300만불을 투자하여 생산량을 장차 1,000톤으로 확대할 계획
 - 일본이 자랑하는 농업 생산 기술의 수출을 위해, ASEAN을 위한 식물공장 수출 사업을 시작하였으며 싱가포르 18 점포에서 테스트 마케팅 시작하였음. 주 LA DITTA (라 디타) (도쿄도 미나토 구, 대표 이사 : 小里 博栄)는 EASTERN GREEN MARKETING PTE LTD, Cold Storage와 연계하여 주 木田屋 상점이 식물공장에서 생산하는 '무 농약 야채'를 사용하여 테스트 마케팅을 싱가포르에서 18개 점포에서 전개 중

표 6-10. 일본의 식물공장 해외기업의 설문조사 내용

질문항목	질문조사처		
	K사(중국진출)	L사(오스트레일리아)	M사(중국)
조 사 업 형 태 제휴, 위탁, 자사전개, 대규모화 등	· 합병회사에 의한 시스템 판매	· 100% 자회사의 현지법인	· 자회사
사 업 내 용 생산품목, 생산량, 판매단가 등	· 업체류 예정	· 업체류	· 묘, 토마토, 화훼
목 사 업 규 모 시설 규모, 매출, 종업원수 등	· 평균 3,000m ² · 최대 1.5ha 예정	· 2015년 5월에 0.5ha · 2016년에 1ha · 2017년에 2.5ha 설계	
사 업 실 시 체 제 법인 형태 제휴처 현지 법률 제도 및 상업 관례 등	· 사업관련 자재 등의 거래 사업자를 자유롭게 선택할 수 없음	· 수자원 부족	· 법 제도와 회계 제도가 복잡하고 신뢰할 수 있는 회계사도 적음
해 외 사 업 전 경 영 관 리 운영 체제, 노무 관리, 현지 법 제도 등		· 시설이 건축물로서 농업 시설이 되는지 건축물이 되는지의 판단에 따라 요구되는 기준이 달라짐(일관성이 없음) · 국내 자재가 적고, 대부분이 수입되기 때문에 건설비용이 많이 소요	· 중국의 인건비가 높아지고 있음 · 상사 기능을 가진 업체가 없고, 필요한 자재를 개별적으로 조달 해야함 · 산업 구조가 완성되어 있지 않음 · 인건비에 대한 사회 보험료의 비율이 일본 보다 높음
제 와 대 응 책 재 배 환경 제어, IPM 현지 법 제도 등	· 수질이 나쁨 · 건물의 품질이 나쁘고, 재배 환경이 안정되지 않음	· 수자원이 적어 절수가 필요함	· 기술 도난 문제 · 기후 및 기타 조건이 일본 품종에 적합하지 않음 · 물 환경이 나쁨
마 케 팅 재배품목, 판매처 현지소비자 요구 등	· 시장을 잘 모르겠음 · 데이터가 없음		· 모종시장이 형성되어 있지 않음
금 용 운전 자금의 조달 방법, 거래은행과의 관계, 현지 법 제도·상업 관례 등			· 대출 일본에서 송금 너무 늦고 귀찮음
향 후 계 획 금후의 전개예정과 과제	· 싱가포르 진출 고려 중		· 방울토마토의 청과 판매를 확대, 모종의 시장을 구축함 · 터키 시장 조사를 실시했음

다. 식물공장에서 기술 수출 전략

- 식물공장의 개발방향은 도심 빌딩형 식물공장에서 작물을 생산하는 형태이며, 물류비용의 최소화, 이산화탄소 배출 제로, 에너지 사용을 최소화하는 작물 생산 시스템 형태로 발전되어야 할 것임
- 국가 및 지자체의 전폭적인 지원 필요
 - 기술개발 등의 자금

- 정책지원
- 중동, 동남아 등 농업기술 발달이 부진하고 농업 환경이 열악한 국가에 수출을 타깃화하여 시장조사 필요
 - 국가별 선호 작물
 - 선호 작물에 대한 재배기술 개발
 - 지역에 적합한 적정 식물공장 형태 선별
 - 식물공장 설치 직후 누구나 재배가 가능 하도록 재배방법 매뉴얼화
- 국내의 식물공장 관련 기술 노하우 구체화
 - 인공광 기술, 육묘 및 육종 기술 등 강점 분야를 더욱 발달시키고, 센싱기술 등 미성숙한 분야를 증진시켜야 함
 - 운영비용 절감 기술 개발
- 수익형 식물공장 사업 및 기초 사업 연계를 위한 방안 마련
 - 교육 프로그램용 식물공장 개발
 - 체험 학습용 식물공장 개발
 - 패스트푸드, 패밀리 레스토랑 등의 식당 및 마트용 식물공장 개발
 - 대기업, 학교급식용 식물공장 하드웨어 및 재배 시스템 개발
 - 가정용 및 인테리어용 식물공장 개발
- 테스트 마케팅 전략 구체화
 - 식물공장의 해외시장 진출 전에 국내에서 생산된 신선 채소에 대해서 직접 수출을 통하여 현지 소비자의 선호품종, 상품 인식 및 유통에 대해서 사전 점검 필요
 - 농업환경이 열악한 중동(사막국가), 몽고, 캐나다 국가 등에 대한 판매전략
 - 기능성, 의약품, GM작물 상품화

VII. 식물공장 기술을 이용한 비즈니스 모델(BM) 개발

식물공장 산업 관련 최근 패러다임

- 기후변화 대응 및 생산방식 패러다임 전환 필요, 성장동력 창출 측면에서 ICT 융합 최첨단 식물공장기술 개발 및 투자 인식 강화
- 식물공장에 대한 이해관계자들의 시각 차이 분석
 - 긍정적 측면 : 일부 흑자전환 식물공장 등장, 열악한 농업여건 대응책, 미래 첨단산업, 수출산업, 농업의 구조개선 가능, 신선편의 시장 확대, 천연물 식의약 원천소재 생산기술 이용 등
 - 부정적 측면 : 경제성이 부족, 정부지원이 산업체 중심, 전력소모에 따른 CO2 발생량 증가, 품질만족도 저하 등
- 정부 지원사업의 부처별 중복문제(R&D, 산업 생태계 조성 등)
 - 관련 부처의 역할분담 및 협력체계 구축을 통한 시너지 창출 필요
 - 현재 단순한 채소생산·판매를 중심으로 움직이는 식물공장 시스템이지만 산업적 분류로 볼 때, 농업인가? 공업인가? 에 대한 명확한 분류가 되지 않기 때문에 각각의 본 업종으로부터 지원 받을 수 있는 제도를 못 받는 경우 많음
- 정부차원의 미래 농업기술 중 한축을 담당할 수 있는 분야로 관심은 많이 있으나, 실제 성공사례를 찾기가 쉽지 않고, 많은 기업들이 투자하고 실패하는 경우가 많아서, 일반인 또는 전문가들에게도 돈을 벌수 없는 산업으로 인식됨
- 일본은 세계 식량 및 음식시장은 2009년 340조엔에서 2020년 680조엔까지 성장하고, 특히, 아시아 음식 시장은 82조엔에서 229조엔으로 3배 정도 시장 확대를 전망하고 있음 (2016, 아그리이노베이션 콤플렉스 축, 일본산업경쟁력간담회, COCN)
 - 양적인 부분에서 맛과 영양, 안전성을 중시하는 쪽으로 식문화의 변화가 예측되며 일본에서 생산되는 품질로 재배할 수 있도록 식물공장 및 관련 인프라를 수출하는 기업 육성이 필요함
 - 2025년 아시아 식물공장 생산품의 시장은 최대 2조엔 규모의 식물공장 인프라 시장과 관련 식품산업시장이 18조엔 규모까지 성장할 것으로 추정됨
 - 지금까지 아시아 개발 도상국의 다량의 농약사용, 콜드체인 미비 등으로 신선 채소시장은 한정되어 왔으나, 식물공장을 수출하여 현지의 밸류체인 확대를 가속하게 하여 인프라 시스템의 수출전략이 필요함

1. 도시내 소형 식물공장을 이용한 BM

BM 정의

- 도시 공간내의 자투리 소공간, 지하공간, 옥상 등의 도시내의 버려진 소공간을 활용하여 고급 레스토랑 및 호텔 대상의 차별화된 작물생산 플랫폼에 기반한 무인 식물공장 생산시스템(10~20평)

BM 개요

- 도시내(근교) 빌딩 및 공공기간의 소규모 공간을 임대하여 공간 확보
- 재배면적 및 생산량 : 10평 기준(8m×4m) 재배 트레이 4단 높이의 생산 시스템 설치
- 1.5m×5.5m 재배베드가 8개까지 설치 가능(재배단 7단, 육묘재배 1단), 15cm 간격으로 정식하는 조건에서 총 2,560주/월 생산 가능
- 노동환경 : 정식 후 생육주기 28일(4주), 2회/주 수확, 1회 수확 시 320주 수확, 2인 1조로 팀을 구성하여 4시간/수확일 근무조건으로 식물공장 관리하고, 평소에는 무인 생육 시스템으로 운영
- 대상작물 : 약용(인삼새싹, 수경삼, 땅콩새싹, 루꼴라 등) 및 시중에서 판매되지 않는 고부가가치 특화작물 선정
- 재배 기술에 대한 사전 노하우 습득 및 재배 매뉴얼(작업량 및 관리시스템 체계화 필수)

표 7-1. 소형식물공장의 경제성 검토(10평 1개소 기준)

구분		비용(원)	비고
지	출	초기설치비	40,000,000
월	비	전 력 비	245,150 10kW(농업용)
		수 도 비	50,000
		양 액 비 료 비	50,000
		종 자 비	50,000
		기 타 자 재 비	100,000
		인 건 비	1,200,000 2백만원×직원3×1/5
		택 배 비 용	500,000 250만원/5
		감 가 상 각 비	330,000 10년 기준
		임 대 료	400,000
		비 용 합 계	2,925,150
수	익(월)	판 매 수 익	3,456,000 2,560주×1500원×0.9
영	업 이 익 (월)		530,850

- 직원 3명이 한조로 5개 식물공장 관리 시, 인건비 200만원/인
- 식물공장 5곳의 생산품에 대한 물류비용으로 총 250만원으로 별도의 1인 전담 함
- 3인 1조 운영으로 1개 팀이 소형식물공장 5개 관리
- 1조의 실제 작업분량으로는 수확, 파종, 청소, 이식, 양액관리, 박스포장 및 택배 라벨링 등을 4시간 동안 수행함
- 평상시 무인관리 시스템은 팀뷰어로 물리적 환경 값 및 작물생육 모니터링 할 수 있는 구조

소요비용

- 1개소 기준 : 4천만원(초기설치비+임대차 계약금)

- 개소를 증가시켜 총 2.0억원 규모(5개)가 1개의 유닛

판매 계획

- 마케팅 : 고급호텔 및 레스토랑(한식, 양식, 일식 등) 대상의 BtoB or BtoC
- 회원사 제도로 운영하며 소비자 요구 작물에 대한 반영

1유닛(5개 소형 식물공장)의 경제성

- 총 지출 : 300만원×5개소 = 1,500만원/월
- 총 영업이익 : 53만원×5개소 = 260만원/월(책임자 인건비 제외)

기대효과

- 청년창업 및 소상공인 지원사업, 소자본 영농창업의 모델제공
- 지산지소 성격의 생산 유통 일괄 방식
- 특화작물 생산 공급을 통한 도시내 소비처 확보용이
- 근거리 유통방식을 통한 1개 유닛에 대한 물류 자립
- 식물공장 실제투자 전의 TEST 모델 활용
- 스마트팜 창조경제의 성공모델로 보급

성공 열쇠

- 5개소가 가깝게 위치해야 함 → 물류관리 용이
- 생산물에 대한 시장 확보(레스토랑, 호텔 등)
- 노동력 부족 시 대체 인원이 준비되어야 함
- 소비자 요구 작물에 대한 재배연구 및 공급

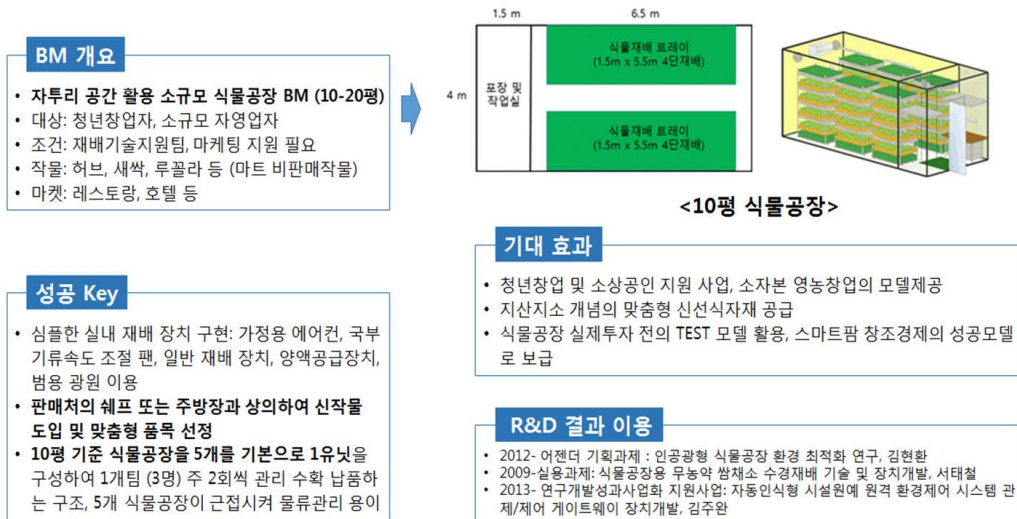


그림 7-1. 10평 규모의 식물공장 구체적 모델

2. 새싹삼 생산/판매 식물공장 BM

BM 정의

- 새싹 인삼(또는 수경삼) 생산 전문 식물공장(20~30평)

BM 개요

- 도시내(근교) 빌딩의 중규모 공간의 임대를 통한 공간 확보
- 새싹삼의 재배면적 : 30평을 기준으로 생산면적 20평, 개갑처리 냉장고, 발아실, 재배실로 구성됨

생산시스템

- 새싹삼의 파종 투명용기(6cm×6cm×12cm)를 트레이에 고정시키는 방식
- 1개 트레이(60cm×60cm)에 가로세로 8개씩 설치하여 총 64개 용기 고정
- 발아실 4평(5일), 재배실 16평(20일)의 공간에 재배베드 10단(1단 20cm 높이)의 재배기 제작 및 설치
- 바퀴달린 이동식 재배기(1.3m×0.6m×10단)를 개발하여 1개 재배기에 20개의 트레이 탑재, 재배기 1개에서 1,280개 용기 생산, 20평 규모에서 재배기 49대 설치
- 작업 플로우 : 종자 개갑처리, 발아 및 약광조건에서 새싹삼 재배 생산(발아+재배 기간 총 25일 소요)
- 재배 기술에 대한 사전 노하우 습득 및 재배 매뉴얼화 (작업량 및 관리시스템 체계화 필수)
- 종자는 국산 종자(3원/개, 4년생에서 채종된 종자)를 구매해야 하며 이후 종자소독 및 개갑처리를 해야함
→ 핵심 기술

총 생산량

- 재배기 1개에서 1,280개×49개 재배기에서 62,720 용기생산 가능

표 7-2. 새싹삼 식물공장의 경제성 검토(30평 기준)

구분		비용(원)	비고
지	출	초기설치비	100,000,000
월	비	전력비	1,144,620 50kW(농업용)
		수도비	150,000
		양액비료비	150,000
		종자비	9,408,000 50개×62720/2000 kg
		기타자재비	300,000
		인건비	6,000,000 1.5백만원×직원4
		택배비용	5,226,667 62720/30×2500
		감가상각비	840,000 10년 기준
		임대료	1,000,000 지하
			비용합계
수	익(월)	판매수익	33,868,800 62,720주×600원×0.9
영업이익(월)			9,649,513

- 직원 4명이 풀타임으로 근무
- 생산제품에 대한 물류비용으로 총 250만원이 택배비용

소요비용

- 1개소 기준 : 1억원(초기설치비+임대차 계약금)
- 체인점 식으로 공장 증가 가능

판매 계획

- 생과일 주스 전문점에 30팩을 한 박스 형태로 택배 공급, 생과일 주스에 옵션으로 새싹삼 추가로 건강식 웰빙 주스 신상품
- 고급 레스토랑, 호텔 등의 BtoB 판매
- 물량이 대량 확보 가능하면 마트의 일반 신선채소 코너 공급 가능
- 지역 파머스 마켓 등

1개소의 경제성

- 총 지출 : 2,400만원/월
- 총 매출 : 3,300만원/월
- 총 영업이익 : 900만원/월

기대효과

- 도시생산 및 신선 새싹삼의 매장 공급, 신선 건강소재의 이용 가능성 확대
- 웰빙 먹거리의 소재로서 개발
- 소상공인 및 현재 식물공장 종사자 대상의 사업
- 종자본 영농창업 모델제공, 지산지소 개념의 특화작물 공급
- 스마트팜 창조경제 성공모델로 보급

성공 열쇠

- 종자 개입기술 안정화
- 국산종자의 원활한 공급
- 생산품의 시장 확보

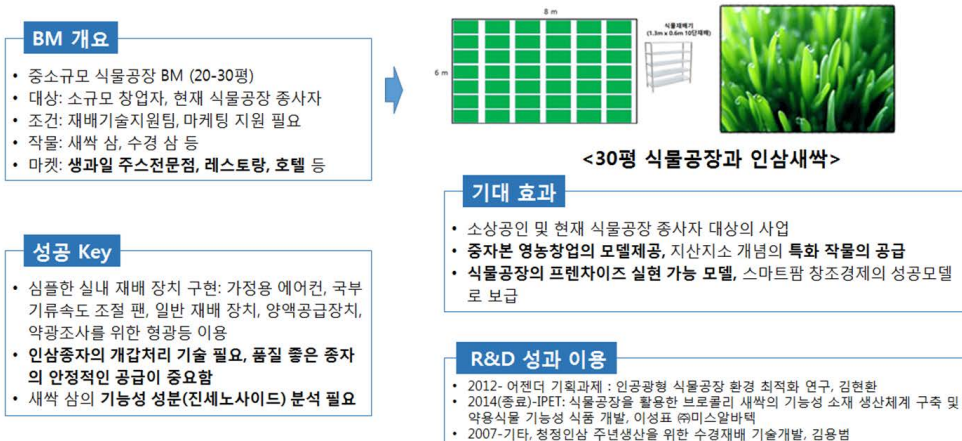


그림 7-2. 새싹삼 생산/판매 식물공장 구체적 모델

3.아쿠아파밍 기술을 이용한 태양광 이용형 식물공장 BM

BM 정의

- 스마트팜을 활용한 식물공장 BM
- 아쿠아파밍기술을 활용하여 신선엽채류 생산을 통한 유기농인증 취득 및 신선채소의 회원제 택배 시스템 (500평 필름온실 또는 유리온실)

BM 개요

- 500평 규모의 태양광 병용형 온실(환경제어 시설, 냉난방시설, 인공광원, 배지경 수경재배 시설, 유기액비 +양식어 순환수 이용)을 이용한 다양한 쌈 및 샐러드 채소의 유기농 재배와 회원제에 의한 마케팅영 특화 (연회비 : 3만원, 월회비 : 45,000원)
- 생산된 신선채소의 일주일에 1회 공급 400g(100g짜리 4종류)
- 회원모집 목표는 1,000명

생산시스템

- 홈통재배 방식의 양액공급 장치를 겸비한 수경재배 시스템
- 배지는 큐브형태의 코이어 배지
- 공급양액은 양식어 순환수와 액비를 사용하여 재배함
- 양어장치는 홈통재배 아래 수조를 만들어 사용함
- 유기인증을 받으면 매우 유리함(화학비료 사용금지, 토양을 이용하여 재배)
- 토지(50m×33m) 500평을 기준으로 연동온실 설치
- 작업실 및 기계실(5m×33m), 육묘실(5m×33m), 재배실(40m×33m)의 구조
- 재배실은 홈통재배를 기본으로 함(15m×25cm 홈통으로 구성하여 총 160줄 설치하고 복도를 중심으로 양 쪽에 배치시 320줄 설치
- 정식 간격 20cm×20cm로 설정시, 총 24,000주 정식
- 이식 후 28일 기준으로 품종에 따라 100-130g 생산
- 또는 이식 후 14일 기준으로 50g 생산 후 8포기를 맞추어 1박스(400g) 포장 (샐러드를 타겟으로 할 경우 50-60g 채소가 고품질)
- 총 생산량은 2.4-3톤/월 생산
- 회원제 1,000명 기준 월 1.6톤 필요함
- 재배 기술에 대한 사전 노하우 습득 및 재배 매뉴얼화(작업량 및 관리시스템 체계화 필수)
- 품종의 선택이 매우 중요하며 계절적으로 종류를 바꾸어서 다양한 채소를 경험하게하고, 최종적으로는 소비자 품종을 선택하여 주문하는 형태로 발전되어야함
- 회원 1,000명 달성에 대한 많은 마케팅 비용과 초기 시장 진입시기가 필요함
- 회원 목표달성을 위한 신뢰도 확보를 위해서 IP카메라로 농장의 모든 중요 절차가 인터넷 상으로 공개되어야함
- 가능한 모든 정보를 인터넷에 공개하는 대담함이 필요함

총 생산량

- 재배 주기 28일 경우 2.4-3.0톤/월
- 재배 주기 14일 경우 2.4-2.8톤/월

표 7-3. 아쿠아팜 태양광 이용형 식물공장의 경제성 검토(500평기준)

구분		비용(원)		비고	
지	출	초기설치비	250,000,000		
월	비	용	전력비	1,144,620	50kW(농업용)
			수도비	500,000	
			양액비료비	500,000	
			종자비	300,000	
			기타자재비	1,000,000	
			인건비	9,000,000	1.5백만원×직원6
			택배비용	12,000,000	12,000원×1,000회원
			감가상각비	2,000,000	10년 기준
			임대료	1,000,000	토지 임대시
					비용합계
수	익(월)	판매수익	45,000,000	45,000원×1,000명	
영업이익(월)			17,555,380		

- 직원 6명이 풀타임으로 근무
- 생산제품에 대한 물류비용은 총 1,200만원으로 택배시스템과 계약 함(12,000원×1,000명), 1회 택배비 2,500원/개, 500원 포장비, 3,000원/회×4주 = 12,000원

소요비용

- 500평 기준 : 2.5억원(온실설치비+임대차 계약금)

판매 계획

- 인터넷 회원제를 통한 회원확보
- 고급 레스토랑, 호텔 등의 BtoB

500평 온실의 경제성

- 총 지출 : 2,740만원/월
- 총 매출 : 4,500만원/월
- 총 영업이익 : 1,750만원/월

기대효과

- 기존의 스마트팜 창업자 대상, 중대자본이 필요한 영농창업 모델 제공
- 개인별 맞춤형 신선 샐러드 채소공급
- 유기농 인증을 통한 시설채소의 고부가가치화 및 소비확대 모델

성공 열쇠

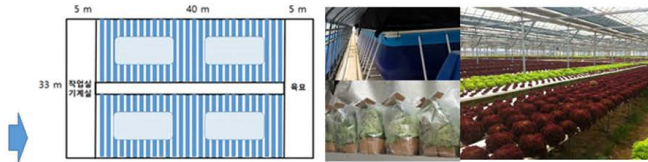
- 생산물에 대한 유기인증
- 지속적인 회원확보

BM 개요

- 스마트 팜을 이용한 식물공장 BM (500평)
- 대상: 스마트팜 종자사, 신규 희망자
- 조건: 유기인증 취득기술 및 재배기술 지원필요
- 작물: 30-50종의 모든 엽채 및 허브류
- 마켓: 회원제 일반 소비자 (45,000원/월) 5종 채소 400g을 4회/월 택배로 배달. 목표회원 1000명

성공 Key

- 양어시스템, 수경재배 시스템(아쿠아파밍)
- 유기농 인증 취득
- 회원제 모집을 위한 철저한 정보공개
-> 홈페이지에서 IP 카메라로 현장을 항상 공개
- 마켓 지원을 통한 공동 홈페이지 구축
- 소비자에게 차별화된 20종/월 신선샐러드 채소 공급



<아쿠아파밍 기술을 이용한 스마트팜 모델>

기대 효과

- 기존의 스마트팜 창업자 대상, 중대자본 영농창업의 모델제공
- 개인별 맞춤형 신선 샐러드 채소 공급
- 유기농 인증을 통한 시설채소의 고부가가치화 및 소비확대 모델
- 스마트팜 창조경제의 성공모델로 보급

R&D 성과 이용

- 2009-국책기술개발사업: 첨단유리온실에 적합한 한국형 수경재배기술 개발 및 현장실증 연구, 임영철
- 2014(중료)-IPET: 수경재배 상추의 뿌리를 유지하는 수확방식과 저장유통방법 확립, 허유 (농업법인외사 세이프푸드)
- 2007-기타: 수경재배를 이용한 고추냉이 잎 생산과 allyl-isothiocyanate, 함량 증진 기술 개발, 이용범

그림 7-3. 아쿠아파밍을 이용한 유기농생산 스마트팜 구체적 모델

4. 천연물 신의약 소재 약용작물 생산 식물공장 BM

BM 정의

- 천연물 신의약 약용소재의 대량 생산 시스템 구축을 통하여 건강보조식품에서 의약품생산까지 필요한 식물 소재 대량생산 및 산업화

BM 개요

- 제약회사, 식품회사, 식물공장 운영자가 천연물 신의약 원천소재의 안정적 생산을 목표로 BtoB 생산 판매에 근거한 대형 식물공장

생산시스템

- 전체 식물공장 면적 300평에서 240평이 실제 육묘 및 재배 면적
- 높이 8m 조건에 재배단수 8단 재배 이송 트레이 시스템 구축(단 높이 70cm)
- 재식거리 15cm×15cm
- 총 30만주 동시 정식 가능
- 환경제어기, 양액재배 기본 시스템, 인공광원(형광등 또는 LED), NFT 재배 방식, 냉난방 시스템, 발아 및 육묘실
- 대상작물 : 배초향, 감초, 레몬밤, 기린초, 이고들빼기, 강화쑥 등을 이용하여 건강기능식품 또는 식의약 원료로 확정이 된 작물을 계약재배 또는 독립 재배 형식

총 생산량

- 30만주 동시 정식 : 300,000주×35g = 10.5톤/월

표 7-4. 천연물 식의약 소재 약용작물 생산 식물공장 경제성 검토

구분		비용(원)	비고
지	출	초기설치비	1,800,000,000 평당 600만원(총 300평)
	월	전력비	10,579,500 1000kW(농업용)
월	비	수도비	1,000,000
		양액비료비	1,000,000
		종자비	800,000
		기타자재비	3,000,000
		인건비	25,500,000 1.5백만원×직원12+250만×직원3(정직)
		택배비용	3,000,000
		감가상각비	15,000,000 10년 기준
		임대료	- 땅 임대시
		비용합계	59,879,500
수익(월)	판매수익	90,000,000 30만주×500원×0.9(100%판매조건)	
영업이익(월)		30,120,500	

- 직원 총 15명 운영(정직 3명, 파트타임 12명)
- 전량 계약재배를 통해서 100% 판매조건

- 기능성 물질 함량 증대를 위한 재배기술 확보 필요
- 안정적 생산기술을 통해 체내 함유된 기능성 물질의 변이폭 최소화 및 함량 최대화에 중점을 두어야함

소요비용

- 300평 기준 : 18억원(평당 600만원 : 냉난방설비+이동식 재배장치+기능성 함량 증대 재배기술 적용)

판매 계획

- 완전 계약재배로 전량 구매조건(단가 계약을 현재 최소한으로 잡음 300원/1주)

300평 식물공장의 경제성

- 총 지출 : 6,000만원/월
- 총 매출 : 9,000만원/월
- 영업이익 : 3,000만원/월

기대효과

- 원료생산의 안정화를 통한 GMP 인증확보, 식물의 산업화 원료의 안정 생산기술 확보
- 식물공장을 이용한 천연물 식의약 소재산업의 첨병으로 길라잡이 역할 충분
- 기능성건강식품 및 식의약 제품의 원천소재 국산화를 통한 고부가가치 창출 및 수입대체 효과

성공 열쇠

- 작물 및 품종의 선택(계약자가 요구하는 작물이 선정될 것이며, 고기능성을 갖춘 원료의 선별이 중요함)
- 8단의 높은 조건에서 안정적인 재배 기술의 확립
- 식물소재와 수경재배화 및 타겟물질 함량 증진기술 확립
- 계약 요구자에 의한 신규 작물은 사전 재배 노하우 습득이 매우 중요함

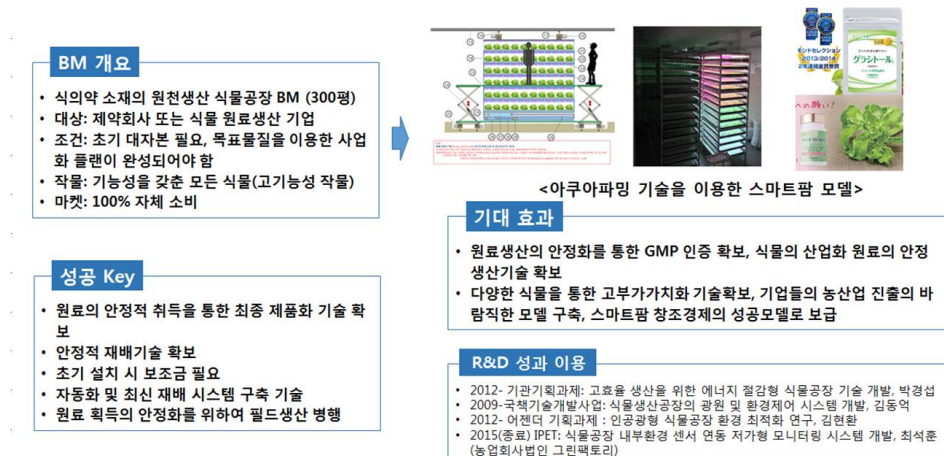


그림 7-4. 천연물 식의약 원천소재 대량생산 구체적 모델

5. 컨테이너형 식물공장 렌탈 서비스 사업

BM 정의

- 식물공장 신사업을 추진하기 위한 Test bed 시스템 제공

BM 개요

- 제약회사, 식품회사 등의 식물공장 운영자가 식물공장사업을 검토하는 경우, 20피트의 컨테이너형 식물공장을 임대

생산시스템

- 재배단 : 3단(단 높이 50cm)
- 기본 재배 시스템 : 환경제어기, 양액재배 기본 시스템, 인공광원(형광등 또는 LED), NFT 재배 방식, 냉난방 시스템, 발아 및 육묘실
- 대상작물 : 엽채류(상추, 새싹삼, 청경채, 루꼴라, 롤로로사, 엔다이브 등), 배초향, 감초, 레몬밤, 기린초, 각종 육묘 등

총 생산량

- 990주 동시 정식(정식간격 150mm×3단)

경제성 검토

- 초기 설치비 : 5,000만원/ea
- 렌탈비용 : 6개월-1,500만원/ea, 12개월-2400만원/ea

기대효과

- 식물공장 진출업체에 대한 소비용 Test 기회 제공
- 실패에 대한 사전 경험을 통해 식물공장 사업 성공 확률 증대
- 운영에 대한 제공업체의 기술지원을 받아 기회비용을 줄임

성공 열쇠

- 철저한 하드웨어 및 작물 재배기술 지원을 통한 고객관리
- 식물공장 설치 및 운용 기술의 높은 완성도



그림 7-5. 렌탈식물공장 예시