

과제구분	기본연구		수행시기	전반기	
연구과제 및 세부과제		연구분야	수행기간	과제책임자 및 세부책임자	
식물공장 시스템 구축 연구		미래농업	'09~'14	경기도원 원예산업연구과	이상우
1) 미세환경조절에 의한 생육제어기술개발		미래농업	'11~'13	경기도원 원예산업연구과	이상우
2) 그린네트워크를 이용한 도시환경에 적합한 식물재배 및 성장 시스템개발		미래농업	'11~'14	경기도원 원예산업연구과	이상우
3) 식물체 영상분석 생육진단 시스템 개발		미래농업	'12~'13	경기도원 원예산업연구과	이상우
4) 태양광 병용형 식물공장 시스템 개발		미래농업	'11~'12	경기도원 원예산업연구과	이상우
5) 스펀지배지용 자동 파종기 개발		미래농업	'12~'14	경기도원 원예산업연구과	이영석
6) 태양광에너지와 지열에너지의 식물공장 활용 기술 개발		미래농업	'13~'14	경기도원 원예산업연구과	이상우
색인용어	식물공장, 미세환경, 영상분석, 신재생에너지, 자동화, 자동파종기				

1. 연구개요

가. 연구의 필요성

- 식물공장은 시설내에서 식물의 생육환경 (온도, 빛, 습도, 양액, pH, EC, 이산화탄소농도 등)을 인공적으로 제어하여 식물을 계획생산 할 수 있는 시스템임 따라서 작물의 연속생산, 작물의 고속생산, 작물의 대량생산, 작물의 계획생산이 가능하며, 자연환경에 의존하지 않고 식물을 공장 형태로 재배하는 방식의 의미
- 완전 제어형 식물공장은 일반 포장에서 재배 불가능한 유전자 변형 식물 등을 다량으로 재배하거나 특정 기능성 물질이 함유하고 있는 채소의 성분함량을 극대화시켜 재배하여 생산할 경우 경쟁력과 경제성이 있음

- 식물공장은 농업기술과 IT, NT 등 차세대 산업기술을 융합한 형태로 차세대 농업 혁명 기반산업으로 온실가스 저감의 대표적 기술인 LED를 활용해 에너지를 절감하고, 외부의 이산화탄소를 포집 재활용하여 식물공장에 공급가능
- 식물공장은 기후 급변화와 태풍 등에 관계없이 농산물을 안전하게 생산할 수 있으며 재배생산 자동화에 의한 노동력절감이 가능하여 농업 경쟁력을 강화 시킬 수 있음
- 최근 “수직형” 농장생산 시스템에 관한 관심이 높아지고 있고, 일부 지자체나 기업에서 다양한 형태의 식물공장의 설치에 관한 기획이 시도되고 있지만, 국내적으로 식물공장에 대한 보편적인 핵심 요소기술 및 통합 기술이 확립되어 있지 않은 상태임.
- 일본 등 식물공장 선진 기술 보유국은 고품질 안전 농산물 생산의 미래 전략과 다양한 미래 연구 목적으로 공간 활용 및 계절성을 타파할 수 있는 공장형 재배 시스템의 연구개발에 많은 예산을 투입하고, 상업화를 추진하는 단계인데 비하여 우리나라는 핵심적인 요소기술을 갖추지 못한 실정.
- 작물의 최적 생산성 향상을 위해서는 작물의 생육 상태에 따라 광량, 온도, 습도, 양액 및 CO2등의 환경을 개체별로 제어하며 재배 작물의 수확량 관리를 위한 데이터베이스 필요하지만, 이에 관한 내용이 체계적으로 정리되어 있지 않음.
- 생체진단 시스템은 말하지 못하는 작물의 생체정보를 각종 감지장치로 측정하여 그 정보를 기초하여 작물의 생육상태와 스트레스 상태를 진단하는 장치로 영상을 이용한 수량예측은 아직 개발되어 있지 않음
- 식물공장은 완전 제어형 식물공장과 태양광 병용형 식물공장으로 분류할 수 있으며 태양광 병용형 식물공장은 인공광과 태양광을 함께 이용하여 완전 제어형 식물공장보다 투자비가 적으면서 에너지 절감이 가능함
- 식물공장은 파종부터 수확까지 전자동화로 생산성이 탁월.
(기존 수작업 스펀지 종자 파종의 경우 노동력 : 180개 종자 30분소요
→ 자동화시 30초로 단축가능)
- 식물공장용 스펀지 규격 배지에 적합한 자동 파종기 개발이 필요.
- IT 융합 및 산업 활성화를 위한 식물공장 자동화 요소 구축 필요.

나. 연차별·단계별 종합연구목표

구 분	종 합 연 구 목 표
1년차	<ul style="list-style-type: none"> ○ 엽채류 최적 생산을 위한 최적 미세환경 구축 ○ 영상 장치를 이용한 수확 예측 시스템 개발 ○ 식물공장에서의 신재생에너지 이용기술개발 ○ 자동 파종기 알고리즘 개발
2년차	<ul style="list-style-type: none"> ○ 태양광 병용 식물공장 체계 확립 ○ 도시에 적합한 식물재배 시스템 개발 ○ 수량예측 영상 시스템 상용화 ○ 식물공장용 자동 파종기 부품 및 S/W 개발
3년차	<ul style="list-style-type: none"> ○ 태양광 병용 식물공장 체계 확립 ○ 도시에 적합한 식물재배 시스템 상용화 ○ 신재생에너지의 농업이용 기술 개발 ○ 식물공장용 자동 파종기 시스템 정확도 및 정밀도 개선

2. 연구추진 내용

가. 종합연구내용

세 부 과 제	주 요 연 구 내 용	연 구 목 표	수행기간
1) 미세환경조절에 의한 생육제어 기술개발	○ 식물공장 미세환경 구명 - 상추재배시 온도, 광량, 이산화탄소농도 등	○ 미세환경 조절 시스템 개발	'11~'13
2) 그린네트워크를 이용한 도시환경에 적합한 식물재배 및 성장 시스템 개발	○ 식물재배시스템 및 육묘기술 개발	○ 도시에 적합한 식물재배시스템 개발	'11~'14
3) 식물체 영상분석 생육진단 시스템 개발	○ 식물재배기 원격 생육진단 예측 시스템 개발	○ 식물재배기 생육진단 예측장치 상용화	'12~'13
4) 태양광 병용형 식물공장 시스템 개발	○ 신재생에너지, 태양광병용 식물공장 시스템 성능평가	○ 에너지 절감형 식물공장 상용화	'11~'12

세 부 과 제	주 요 연 구 내 용	연 구 목 표	수행기간
5) 스펀지배지용 자동 파종기 개발	o 식물공장용 자동파종기 알고리즘, 부품, 시스템 개발	o 식물공장용 자동 파종기에 적합한 최적 알고리즘 구현 및 시스템 개발	'12~'14
6) 태양광 및 지열 에너지의 식물 공장 활용기술 개발	o 태양광전기 및 지열의 식물공장 이용 기술 개발	o 신재생에너지를 이용한 식물공장 에너지절감 기술개발	'13~'14

나. 당해년도 세부연구내용

세 부 과 제	연차	연 구 내 용
1) 미세환경조절에 의한 생육제어 기술개발	2/3	가. 시험작물 : 상추(열풍적치마 등 2종), 씬바귀 나. 처리내용 : 온도(20, 25°C), 광량(LED, 형광등, 100 ~ 200 $\mu\text{molm}^{-2}\text{S}^{-1}$), 이산화탄소농도 (500, 1,000, 1,500ppm) 다. 조사내용 : 생체중, 엽장, 엽폭, 엽면적, 광합성효율 등
2) 그린네트워크를 이용한 도시환경에 적합한 식물 재배 및 성장 시스템 개발	2/4	<시험 1> 작물별 최적 광량 구명 및 생육모델 개발 가. 시험작물 : 왜화토마토, 시금치 등 5종 나. 처리내용 : 광량 (100 ~ 200 $\mu\text{molm}^{-2}\text{S}^{-1}$) 다. 조사내용 : 생체중, 엽면적, 작물별 생육모델 <시험 2> 채소 육묘용 친수성 인공배지 개발 가. 시험작물 : 상추 등 2종 나. 인공배지 : 스펀지 다. 조사내용 : 발아율, 물리성, 물 흡수성 등
3) 식물체 영상분석 생육진단 시스템 개발	1/2	가. 시험작물 : 상추 등 엽채류 나. 시스템개발 구성요소 : 카메라, 생체중 측정시스템, 데이터베이스, 분석 소프트웨어 등 다. 조사내용 : 엽면적, 생체중, 초장, 엽장 등

세 부 과 제	연차	연 구 내 용
4) 태양광 병용형 식물공장 시스템 개발	2/2	가. 시험작물 : 상추 등 엽채류 나. 태양광 병용 식물공장 구축 내용 : 지열냉난방, 태양광발전, 적외선차단유리, 다단식 재배 시스템 등 다. 조사내용 : 연중 온도변화, 경제성분석, 지열 냉난방효과, 전기소모량, 상추수량 등
5) 스펀지배지용 자동 파종기 개발	1/3	가. 기존 파종기 적용원리 분석 - 파종기(참깨, 벼 등) 별 - 종자 크기, 무게, 형태 나. 자동 파종기 적용 방식 분석 - 파종 밀도, 파종 깊이 다. 스펀지 배지용 자동 파종기 알고리즘 개발 - 종자 초기 투입부 설계 - 종자 리프트 및 배지 인식 시스템 라. 스펀지 배지용 자동 파종기 세부 부품개발 - 투입, 이송, 파종부 개발

3. 연차별 연구결과 활용계획 및 실적

연도(연차)	활용구분	제 목
2012년도(2년차)	특 허	미세환경 조절 제어 시스템
2012년도(2년차)	특 허	식물재배 시스템
2012년도(2년차)	영농활용	태양광 병용 식물공장 모델
2013년도(2년차)	특 허	영상을 이용한 원격 수량예측장치
2013년도(3년차)	산업재산권	자동 파종기 부품 및 시스템 개발

4. 세부과제 연구원 편성

세 부 과 제	구 분	소 속 (과/팀)	직 급	성 명	수 행 업 무	참 여 기간
1) 미세환경조절에 의한 생육제어 기술개발	연구책임자	경기도원 원예산연구과	농업연구사	이상우	시험수행 총괄	'11~'13
	공동연구자	"	농업연구사	심상연	자료조사	'11~'13
	공동연구자	"	"	이영석	자료조사	'11~'13
	공동연구자	"	농업연구관	이상덕	자료분석	'11~'13
	공동연구자	"	무기직	정혜임	생육조사	'11~'13
	공동연구자	"	농업연구관	김성기	결과검토	'11~'13
2) 그린네트워크를 이용한 도시환경에 적합한 식물 재배 및 성장 시스템 개발	연구책임자	경기도원 원예산연구과	농업연구사	이상우	시험수행 총괄	'11~'14
	공동연구자	"	"	심상연	자료조사	'11~'14
	공동연구자	"	"	이영석	자료조사	'11~'14
	공동연구자	"	농업연구관	이상덕	자료검토	'11~'14
	공동연구자	"	기술사무원	정혜임	생육조사	'11~'14
	공동연구자	"	농업연구관	김성기	결과검토	'11~'14
3) 식물체 영상분석 생육진단 시스템 개발	연구책임자	경기도원 원예산연구과	농업연구사	이상우	시험수행 총괄	'12~'13
	공동연구자	"	"	심상연	자료조사	'12~'13
	공동연구자	"	"	이영석	자료조사	'12~'13
	공동연구자	"	농업연구관	이상덕	통계분석	'12~'13
	공동연구자	"	무기직	정혜임	생육조사	'12~'13
	공동연구자	"	농업연구관	김성기	결과검토	'12~'13
4) 태양광 병용형 식물공장 시스템 개발	연구책임자	경기도원 원예산연구과	농업연구사	이상우	시험수행 총괄	'11~'12
	공동연구자	"	농업연구사	심상연	자료조사	'11~'12
	공동연구자	"	농업연구사	이영석	자료조사	'11~'12
	공동연구자	"	농업연구관	이상덕	시험검토	'11~'12
	공동연구자	"	기술사무원	정혜임	생육조사	'11~'12
	공동연구자	"	농업연구관	김성기	결과검토	'11~'12
5) 스펀지배지용 자동 파종기 개발	책임자	경기도원 원예산연구과	농업연구사	이영석	시험수행 총괄	'12~'14
	공동연구자	"	농업연구사	이상우	자료조사	'12~'14
	공동연구자	"	"	심상연	자료조사	'12~'14
	공동연구자	"	농업연구관	이상덕	시험검토	'12~'14
	공동연구자	"	"	김성기	자료 검토	'12~'14

세 부 과 제	구 분	소 속 (과/팀)	직 급	성 명	수 행 업 무	참 여 기간
6) 태양광에너지와 지열에너지의 식물 공장 활용 기술 개발	연구책임자	경기도원 원예산업연구과	농업연구사	이상우	시험수행 총괄	'13~'14
	공동연구자	"	"	심상연	자료조사	'13~'14
	공동연구자	"	"	이영석	자료조사	'13~'14
	공동연구자	"	농업연구관	이상덕	경제성분석	'13~'14
	공동연구자	"	무기직	정혜임	생육조사	'13~'14
	공동연구자	"	농업연구관	김성기	결과검토	'13~'14

5. 연도별 연구비 소요예산

(단위 : 백만원)

과 제 및 세 부 과 제	2011	2012	2013	2014	계
식물공장 시스템 구축 연구	780	190	200	95	1,265
1) 미세환경조절에 의한 생육제어 기술개발	70	70	70	-	210
2) 그린네트워크를 이용한 도시환경에 적합한 식물 재배 및 성장 시스템 개발	70	35	35	35	175
3) 식물체 영상분석 생육진단 시스템 개발	-	35	35	-	70
4) 태양광 병용형 식물공장 시스템 개발	640	20	-	-	660
5) 스펀지배지용 자동 파종기 개발	-	30	30	30	90
6) 태양광에너지와 지열에너지의 식물공장 활용 기술 개발	-	-	30	30	60

6. 기대 및 파급효과

- LED의 식물공장 활용기술 개발에 의한 고품질 채소 생산 및 에너지 절감
- 도시에 적합한 통합 관리 그린네트워크 식물재배시스템 개발
- 식물공장 업체류 최적 생산을 위한 미세환경 확립 : 20% 수량향상
- 자동파종기 1대당 노동력 절감 효과 10명.
- 식물공장 자동화 기술관련 특허 및 산업재산권 선점 산업화.
- 식물공장 상용화에 따른 식물공장 사업성 확대
 - 30억원 (2012) → 300억 (2015)