

영역	1	어젠다	5	대과제	1
과제 및 세부과제명	과제 구분	연구분야	수행 기간	과제책임자 및 세부과제 책임자	
식물공장 상용화 및 연중 생산 기술 개발	기관고유	식물공장	'17~'21	원예연구과	정윤경
1) 특수용도채소 식물공장 생산기술 개발	기관고유	"	'17~'19	원예연구과	정윤경
2) 식물공장 생산 과채류 육묘 활용기술개발	기관고유	"	'19~'21	원예연구과	정윤경
3) 중동지역 적합 내서성 토마토 선발	기관고유	"	'19~'20	원예연구과	정윤경
4) 식물공장 고부가가치 식물 재배기술 개발	기관고유	"	'17~'20	원예연구과	정현경
5) 식물공장 딸기육묘 시스템 개발	기관고유	"	'18~'19	원예연구과	정현경
색인용어	식물공장, 육묘, 고부가가치, 토마토, 딸기				

1. 연구개발의 필요성

가. 연구개발대상 기술의 경제적·산업적 중요성 및 연구개발의 필요성

- 1) 기후변화에 대응하여 안정적 식물공급, 식품안전성에 대한 관심 증가, 농업인력의 감소 및 고령화 인력의 활용 등의 목적으로 식물공장에 대한 연구 및 실용화 필요성 증가
- 2) 식물공장은 농업기술과 IT, BT, ET 등의 산업분야와 융합함으로써 계절이나 장소에 구애받지 않고 계획생산이 가능하며 소비자의 다양한 요구에 맞춘 기능성 작물 생산이 가능함
- 3) 우리나라 환경에 적합한 한국형 식물공장 개발 및 세계로의 수출시장을 창출하고자 함

나. 연구개발대상 기술의 국내외 현황

1) 국내 연구 현황

가) 1990년대 이후 농촌진흥청에서 식물공장 연구를 시작하였으며 남극 세종기지에 식물공장을 설치하여 가동중이며, 전주로 청사이전 후에는 식물공장 연구보다는 스마트팜 연구를 중점적으로 착수중이며 각도 농업기술원에서도 수행중이거나 시작중임

나) 국내 기업으로는 미래원, 베지텍스, 인성테크(주), 알가팜텍, 카스트환경기술(주) 등 민간회사에서 식물공장을 설립, 운영하고 있음

다) 식물공장에 관련된 특허출원은 2008년까지 출원건수가 매년 5건 미만이었으나 2016년에는 76건으로 증가하고 있으며 그중 LED 조명, 형광등, 태양광 등의 광원관련이 38%, 자동제어 관련 기술이 37%로 많은 비중을 차지하고 있음

2) 국외 연구 현황

- 가) 식물공장 연구는 1950년대 유럽에서 시작되어 덴마크에서 최초의 식물공장이 생겨났으며 이후 유럽, 미국, 일본 등에서 식물공장에 대한 연구가 활발하게 이루어졌음
- 나) 네덜란드는 2020년까지 자급 에너지 뉴트럴 온실시스템을 구축을 목표로 바이오 발전, 지열 발전 온실 프로젝트 진행하고 있음
- 다) 벨기에는 묘 자동이식로봇, 자동재식거리, 중앙수확을 제어할 수 있는 시스템을 개발하여 운영하고 있음
- 라) 미국은 1970년대에 식물공장 연구를 시작하여 1980년대 어그리시스템사, 어그로노틱스사에서 대형 태양광 병용형의 식물공장 생산시스템을 실용화하고 있으며 NASA 등에서 우주농업 연구를 수행하고 있음
- 마) 일본은 1970년대부터 연구를 시작하여 2009년 정부가 ‘신경제 성장전략’의 하나로 식물공장을 지원하고 있으며 현재 ‘미라이’ 등 50여개의 식물공장이 운영되고 있고, 치바대학에서는 약용식물인 감초 재배 시스템을 개발하였음
- 바) 일본은 주로 인공광형 식물공장에서 엽채류를 생산하며 유럽은 태양광 병용형 식물공장을 개발, 설립하여 엽채류, 과채류, 화훼류 등을 재배하고 있음

다. 국내외 연구현황 비교 및 필요 연구 분야

연구현황 비교		필요연구 분야내용
국 내	국 외	
<ul style="list-style-type: none"> ○ 스마트팜 토마토 육묘기술 개발(농촌진흥청) ○ 식물공장용 과채류 육묘 시스템 및 포트 개발 (경기도원) 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 엽채류 스마트팜, 식물공장 생산 활발(일본,미국,유럽) ○ 컨네이너형 식물공장 딸기 생산 및 판매중(프랑스) 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 고온기 과채류 육묘기술개발 - 광원, 순화, 육묘판 등 ○ 식물공장 생산묘의 실증연구 ○ 고온기생산가능 시설연구 등
<ul style="list-style-type: none"> ○ 저칼륨, 철분강화 채소 재배기술 개발 및 상용화 (경기도원) ○ 기능성 함유량 증가 작목의 연중 생산화(경기도원) 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 저칼륨 채소류 재배 및 시판(일본, 싱가포르) ○ 감초 등 한방재료용 약초류의 식물 공장화(일본) 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 헬스케어용 적합 작목 선발 및 재배기술 개발 보급 ○ 식물공장 활용 저온성 고추 냉이 연중재배기술 확립 (발아조건, 적합배지, 온도 조절, 채종 등)

2. 연구개발 목표 및 내용

가. 정성적 성과 목표

연차	목 표
1년차 (2017년)	○ 당노병신증 개선용 채소 내 칼륨 함유량 저감기술 개발 ○ 식물공장 재배용 고부가가치 식물 재배특성 평가
2년차 (2018년)	○ 빈혈예방용 채소 내 철분 함유량 증대기술 개발 ○ 저칼륨함량 채소 재배기술 실증 및 실용화 ○ 식물공장 적합 고부가가치 식물 최적광조건 및 기능성 성분분석 등
3년차 (2019년)	○ 철분강화 채소의 현장 적용화 ○ 고부가가치 적합 식물의 생산재배 기술 개발 ○ 식물공장 생산 과채류 육묘 광원 선발
4년차 (2020년)	○ 고온기 적합 채소 생산기술 개발 ○ 식물공장 생산 과채류 육묘의 고온기 적합 품종 선발 ○ 식물공장 생산 과채류 육묘 순화기술 개발
5년차 (2021년)	○ 식물공장 생산 과채류 적합 육묘소재 개발 ○ 식물공장 생산 과채류 육묘의 고온기 안정 유지기술 개발
최종	식물공장 상용화 및 연중생산기술 개발

나. 정량적 성과 목표

성과지표명		1년차 (2017년)		2년차 (2018년)		3년차 (2019년)		4년차 (2020년)		5년차 (2021년)		계	
		목표	실적	목표	실적	목표	실적	목표	실적	목표	실적	목표	실적
논문게재	SCI												
	비SCI					2	1	1				3	1
학술발표	국제					1				1		2	
	국내			1	1	1				1		3	1
산업재산권 출원		2	2			1				1		4	2
산업재산권 등록						2						2	
산업체 기술이전				2	2							2	2
영농활용기관제출		1	1	1	1	1		1				4	2
홍보		2	4	2	5	2		2		2		10	9
계		5	7	6	9	7	1	4		5		30	17

다. 종합연구내용

세 부 과 제	주 요 연 구 내 용	연 구 목 표	수행기간
1) 특수용도채소 식물공장 생산기술 개발	○ 양분 조절을 통한 채소내 저칼륨, 철분 함량 증대기술 개발 및 현장실증	○ 신장질환, 당뇨예방을 위한 채소내 칼륨량 저감 재배기술개발 ○ 빈혈예방을 위한 채소내 철분함량 증대기술 개발	'17~'19
2) 식물공장 생산 과채류 육묘 활용기술 개발	○ 적합 육묘 광원 선발 ○ 정식전 생산묘의 순화방법 ○ 적합 육묘판 소재 등	○ 과채류 육묘 적합 생산 및 순화기술 개발	'19~'21
3) 중동지역 적합 내서성 토마토 선발	○ 고온기 적합 국내산 토마토 선발	○ 고온기 적합 국내산토마 토 선발 및 적용	'19~'20
4) 식물공장 고부가가치 식물 재배기술 개발	○ 식물공장 특정성분 고함유 작물 선발 및 적정 환경제어 기술 개발	○ 식물공장 고부가가치 식물 발굴 및 적정 광환경 제어기술 개발	'17~'20
5) 식물공장 딸기 육묘시스템 개발	○ 딸기 런너 발생 최적 광조건 및 묘소질 조사 등	○ 식물공장 시스템 활용 딸기 육묘조건 확립	'18~'19

라. 당해년도 세부연구내용

세 부 과 제	연차	연 구 내 용
1) 특수용도채소 식물공장 생산 기술 개발	3/3	<p><시험1> 채소 칼륨량 저감기술 개발 및 현장실증(17~'18) <시험2> 빈혈개선용 채소 철분 함량 증대기술개발('18) <시험3> 철분강화 채소 재배기술 현장실증('19)</p> <p>가. 시험작물 : 겨자, 상추 나. 시험장소 : 도내 식물공장(1개소) 다. 처리내용 ○ 철분강화 채소 생산기술 식물공장 현장 적용 - 양액 pH, 철분 양액농도 등 라. 조사내용 : 생산식물 철분 함량분석, 생산성 등</p>

세 부 과 제	연차	연 구 내 용
2) 식물공장 생산 과채류 육묘 활용기술 개발	1/3	<p><시험1> 토마토 적합 광원 선발</p> <p>가. 시험작물 : 토마토</p> <p>나. 양액종류 : 아마자키 토마토 양액</p> <p>다. 처리내용</p> <ul style="list-style-type: none"> o 광 원 : red:blue(5:5) 등 4종 o 광 량 : 200~350$\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{sec}^{-1}$ <p>라. 조사내용 : 발아율, 생육 등 묘소질 등</p> <p><시험2> 토마토 육묘 정식전 순화조건 구명</p> <p>가. 시험작물 : 토마토</p> <p>나. 처리내용</p> <ul style="list-style-type: none"> o 인공 챔버 등 온도별 3처리 o 양액공급 여부 등 <p>다. 처리시기 : 7월 하순(정식 8월 상순)</p> <p>라. 조사내용 : 토마토 묘소질, 생육특성, 수량성 등</p>
3) 중동지역 적합 내서성 토마토 선발	1/2	<p>가. 시험품종 : '달타냥' 등 3종</p> <p>나. 양액종류 : 아마자키 토마토 양액</p> <p>다. 정식시기 : 8월 상순</p> <p>※ 근권부 수냉베드 시스템 적용</p> <p>라. 조사내용 : 고온기 활착율, 생육특성, 수량성 등</p>
4) 식물공장 고부가가치 식물 재배기술 개발	3/4	<p><시험1> 식물공장 재배용 고부가가치 식물 선발(17)</p> <p><시험2> 선발식물 재배 최적 광원조건 구명(18)</p> <p><시험3> 최적 광량조건에 따른 효과구명(19)</p> <p>가. 시험작물 : 명월초, 삼백초</p> <p>나. 재배조건</p> <ul style="list-style-type: none"> o LED(Red:Blue=3:1)+수확 3일전 0.5W·m⁻² UV LED <p>다. 처리내용 : 광량 150, 250, 350 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{sec}^{-1}$</p> <p>라. 조사내용 : 생육특성, 수량성, 항산화(DPPH 라디칼 소거능) 및 항당뇨활성(α-Glucosidase 억제 활성)</p>
5) 식물공장 딸기 육묘시스템 개발	2/2	<p><시험1> 딸기 런너발생 최적 광 조건 구명(18)</p> <p><시험2> 조기개화를 위한 딸기 육묘조건 구명(19)</p> <p>가. 시험품종 : 설향(알계성)</p> <p>나. 재배 환경조건</p> <ul style="list-style-type: none"> o 초기 성장조건: 일장 16h(광량 288$\mu\text{mol}/\text{m}^2\text{s}$), CO₂ 800ppm o 화아분화 유도조건: 저온(20°C), 일장단일 8h <p>다. 조사내용 : 주당 수량, 과실특성, 화방 출퇴수, 런너 발생정도, 묘 관부직경 등</p>

3. 당초 연구계획과 변경된 사항

당 초	변 경	사 유
○ 딸기 연중안정생산 기술개발(과제명) - 식물공장 딸기 육묘 시스템 개발 - 버섯재배사 방출공기 활용 연중딸기생산기술 개발	○ 식물공장 상용화 및 연중 생산기술 개발(과제명) - 식물공장 딸기 육묘 시스템 개발 - 과제 완료되었으나 학술성과는 이과제명에 계상하겠음	- 딸기육종 및 재배 세부 연구과제는 원예육종팀으로 이관 - 「식물공장 딸기 육묘 시스템 개발」 세부과제는 미래농업팀에서 추진 - 버섯재배사 방출공기활용 연중딸기 생산기술 개발은 IPET 과제로 향후 5년간 성과관리 과제임

4. 연구개발결과의 활용방안 및 기대성과

가. 연구개발결과의 활용방안

1) 학술발표 및 논문게재

- 가) 식물공장 저칼륨 케일, 잎브로콜리 생산을 위한 양액조성 및 처리방법(2018)
- 나) 식물공장 철분처리 추가가 상추, 겨자의 철분함량에 미치는 영향(2019)
- 다) 버섯재배사 방출공기 활용 사계성 딸기 재배효과(2019)
- 라) 버섯재배사 방출공기 활용 일계성 딸기 재배효과(2019)
- 다) 식물공장 활용 기능성물질 향상 광원처리 효과(2020)

2) 영농활용

- 가) 식물공장 저칼륨 케일, 잎브로콜리 생산을 위한 양액조성 및 처리방법(2017)
- 나) 빈혈예방용 식물공장 철분강화용 상추, 겨자 재배방법(2018)
- 다) 식물공장 시스템 이용 고부가가치 작물재배 기술(2019)
- 라) 식물공장용 과채류 육묘생산 적합광원 처리 효과(2020)

3) 특허출원

- 가) 식물공장 딸기 육묘시스템(2019)
- 나) 고온기 과채류 적합 근권부 제어시스템(2021)

나. 기대성과

1) 기술적 측면

- 가) 당뇨병 신증 및 신장질환, 빈혈예방을 위한 건강 맞춤형 채소 생산기술 개발 및 상용화로 국민건강 증진
- 나) 기능성 물질 함유 작목의 식물공장을 통한 연중생산기술 개발 및 실용화

2) 경제적·산업적 측면

- 가) 기후와 상관없이 식물공장 적합 작목 선발과 고객 맞춤형 채소류 생산기술 개발 및 보급 확대로 연중생산 공급체계 마련
- 나) 국내 식물공장 원천기술 확보 및 중동사막국가의 식량안보용 기술 수출 등

5. 연구원 편성

세 부 과 제	구 분	소 속	직 급	성 명	참여기간	참여비율 (%)
1) 특수용도채소 식물 공장 생산기술개발	연구책임자	원예연구과	지방농업연구관	정윤경	'18~'19	40
	연구원	"	지방농업연구사	전명희	'19	15
	"	"	"	정현경	'18~'19	15
	"	"	"	이영석	'17~'19	10
	"	"	지방농업연구관	조창휘	'19	10
	"	"	지방농업연구사	이정혜	'17~'18	10
2) 식물공장 생산 과채류 육묘 활용기술개발	연구책임자	원예연구과	지방농업연구관	정윤경	'19~	40
	연구원	"	지방농업연구사	전명희	'19~	15
	"	"	"	정현경	'19~	25
	"	"	"	이영석	'19~	10
	"	"	지방농업연구관	조창휘	'19~	10
3) 중동지역 적합 내서성 토마토 선발	연구책임자	원예연구과	지방농업연구관	정윤경	'19~	40
	연구원	"	지방농업연구사	전명희	'19~	15
	"	"	"	정현경	'19~	25
	"	"	"	이영석	'19~	10
	"	"	지방농업연구관	조창휘	'19~	10
4) 식물공장 고부가가치 식물 재배기술개발	연구책임자	원예연구과	지방농업연구사	정현경	'18~'20	40
	연구원	"	지방농업연구관	정윤경	'18~'20	20
	"	"	지방농업연구사	이정혜	'17~'18	10
	"	"	지방농업연구사	전명희	'19~'20	10
	"	"	"	이영석	'17~'20	10
	"	"	지방농업연구관	조창휘	'19~'20	10
5) 식물공장 딸기 육묘시스템 개발	연구책임자	원예연구과	지방농업연구사	정현경	'18~'19	40
	연구원	"	지방농업연구관	정윤경	'18~'19	20
	"	"	지방농업연구사	전명희	'19	15
	"	"	"	이영석	'18~'19	15
	"	"	지방농업연구관	조창휘	'19	10

6. 연구개발비 소요명세서

(단위 : 백만원)

과제 및 세부과제명	1차년도 (2018)	2차년도 (2019)	3차년도 (2020)	4차년도 (2021)	합계
○ 식물공장 상용화 및 연중생산기술 개발	160	438	340	140	1,078
1) 특수용도채소 식물공장 생산기술 개발	50	78	-	-	128
2) 식물공장 생산 과채류 육묘 활용기술개발	-	70	140	140	350
3) 중동지역 적합 내서성 토마토 선발	-	120	120	-	240
4) 식물공장 고부가가치 식물 재배기술 개발	50	80	80	-	210
5) 식물공장 딸기 육묘시스템 개발	60	90	-	-	150