

영역	II	어젠다	1	대과제	(1)
과제 및 세부과제명		과제 구분	연구분야	수행 기간	과제책임자 및 세부과제 책임자
환경보전형 친환경 토양 및 시비관리 연구		기관고유	농업환경	'21~'25	환경농업연구과 김조은
1) 스마트팜 토양센서 이용 자동관수 기술 개발		기관고유	농업환경	'21~'23	환경농업연구과 김조은
2) 시설재배지 염류집적 토양 개량기술 개발		''	''	'21~'22	'' 노안성
3) 공익직불제 대응 비료사용처방 기준 설정		어젠다	''	'21~'25	'' 소호섭
색인용어	스마트팜, 토양센서, 시설재배지, 염류집적, 킬레이트제, 공익직불제, 비료사용처방				

### 1. 연구개발의 필요성

가. 연구개발대상 기술의 경제적·산업적 중요성 및 연구개발의 필요성

- 1) 광범위하게 활용되고 있는 TDR센서는 텐시오미터에 비해 편리하고 반응시간이 빠른 장점이 있으나, 유효수분장력의 범위는 토성에 따라 달라지므로 재배포장의 토성에 따라 유효수분장력 범위에 해당하는 토양 함수율을 설정하는 과정이 필요함
- 2) 시설재배지 작물은 근권분포가 빈약하여 흡수부위가 좁아 관수 의존도가 매우 높으므로 작물생장에 필요한 물의 양을 적시적소에 투입하는 정밀관수 기술이 필요함
- 3) 2020년 도내 시설재배지 표토의 평균 토양염농도는 3.29 dS m<sup>-1</sup>, 유기물 34g kg<sup>-1</sup>, 유효인산 1,488mg kg<sup>-1</sup>, 질산태질소 166mg kg<sup>-1</sup> 이었으며, 유효인산은 적정범위보다 3배, 토양염농도는 1.6배 높음(경기도, 2020)
- 4) 시설재배지는 장기간 연중재배 및 과다시비로 인해 염류집적과 양분 불균형이 심화되고 동시에 염류장해가 빈번히 발생함에 따라 집적양분의 유효도를 향상시키는 기술 필요
- 5) 킬레이트제로 EDTA(Ethylenediamine tetraacetic acid), DTPA(Diethylenetriamine pentaacetic acid) 등을 토양처리에 사용하고 있으나, 구입과 사용이 편리하면서 엽채류에 가능한 천연킬레이트 사용 기술 필요
- 6) 공익직불제 시행(2020.5.1.)으로 인해 대상 농가는 작물 재배시 비료사용 처방서 기준에 따라 화학비료량을 사용해야 하므로 비료사용 처방서 미설정 작물에 대한 연구수행이 필요(2021년 기준 비료처방서 발급 가능: 151작물)

나. 연구개발대상 기술의 국내·외 현황

1) 국내 연구현황

- 가) 수분센서를 이용하여 적정 토양수분함량 기준을 설정하고 자동관수시스템을 활용하면 관수량 및 비료 절감, 수량증가로 농가소득 증대 가능(김종윤, 2014)
- 나) 발작물 생육단계와 토양 종류별 관개량 및 관개간격 구명, 오이, 애호박 등 물 절약 관개시점(국립농업과학원, 1999; 전 등 2010)

- 다) 노지 블루베리 화분재배를 위한 토양-기상청 기반의 스마트 관개시스템으로 수량 품질 증가(김 등, 2016)
- 라) 킬레이트제에 의한 시설재배지 축적양분 제어기술 개발(농촌진흥청, 2012)
  - 염류집적지에 대한 킬레이트 DTPA 처리시 수량성 향상: 고추 29%, 오이 12%
  - 킬레이트 처리에 따른 토양의 수용성 양분 함량 증가: 양이온과 P, Si
- 마) 흙토람을 통한 비료사용처방 웹서비스: 1990년대 벼를 시작으로 현재 146작물에 대한 비료사용기준 설정 및 처방 제공(4차 개정본, 농촌진흥청)
- 바) 경기도 신간척지 채소(순무, 사탕무) 재배기술 개발('16, 경기도원)
  - 비료사용기준(N-P2O5-K2O): 순무 9-5-8 kg/10a, 사탕무 15-23-11 kg/10a

2) 국외 연구현황

- 가) 이스라엘에서는 지리정보시스템과 연결해 작물 상태 및 물을 관리하는 소프트웨어와 뿌리 부착센서를 기반으로 관비 자동시스템을 개발하여 토마토 재배시 물 60% 절감 및 수확량 40% 증대(한국이스라엘산업연구개발재단, 2014)
- 나) 수국재배 시 토양센서를 활용한 자동관수 시스템으로 재배한 결과 물이용량을 83% 절약할 수 있고, 근권부로부터 용탈되는 비료량을 절감할 수 있음(Vanlersel, 2009)
- 다) 꽃치자는 관행 관수의 경우 발생하는 뿌리썩음 문제를 수분센서를 이용한 자동관수 시스템으로 줄이고 수확시기 단축(Chappell, 2013)
- 라) 비료의 토양고정을 억제하고 미량원소 공급 등 양분의 유효도 증가 보고(Tuntiwiwut 등, 1982)
- 마) 오염토양의 복원을 위한 킬레이트 이용 중금속 경감 연구(Means 등, 1980)
- 바) 미국, 영국, 뉴질랜드와 핀란드는 수질오염 예방 및 농경지 양분관리제를 수립하여 작물별 비료 사용량을 추천하고 있으며, 일본은 곡물 수확량 증대를 위하여 작물별 최적 질소사용량을 설정하여 재배하고 있음

다. 국내외 연구현황 비교 및 필요 연구 분야

연구현황 비교		필요연구 분야·내용
국 내	국 외	
○ 노지블루베리 화분재배 토양 기상정보 기반 자동관개 기술	○ 지리정보시스템 연계한 노지 양수분 관리 연구	○ 스마트팜 토양수분센서 이용 자동관수 기술 개발
○ 간척지내 토양수분센서 기반 자동관개기술	○ 다양한 센서 이용 근권 환경 기반 수분관리 시스템 연구	
○ 킬레이트 이용 토양관리 기술	○ 킬레이트 이용 토양오염 복원	○ 천연킬레이트 이용 기술 개발 ○ 엽채류 처리 킬레이트 개발
○ 킬레이트에 의한 양분 용출비교	○ 킬레이트 중금속 경감 연구	
○ 벼, 밭작물 및 채소 등 146 주요 작물 비료사용 기준 설정	○ 농경지 토양 양분에 알맞은 작물별 비료 사용량 추천	○ 소면적 재배작물 비료사용 기준 설정

## 2. 연구개발 목표 및 내용

### 가. 정성적 성과 목표

연차	목 표
2021년	- 농가 실태조사를 통한 들깨 토양검정 비료사용 처방 기준설정
2022년	- 스마트팜 토양센서 이용 자동관수 기술 개발 - 시설재배지 염류집적 토양개량 기술 개발 - 재배시험을 통한 비름 토양검정 비료사용 처방 기준설정
2023년	- 스마트팜 토양센서 이용 자동관수 기술 현장적용 - 재배시험을 통한 들나물 토양검정 비료사용 처방 기준설정
최종	경기지역 적합 환경보전 시비절감형 토양관리 기술 확립

### 나. 정량적 성과 목표

성과지표명		연도		2021년		2022년		2023년		계	
		목표	실적	목표	실적	목표	실적	목표	실적		
논문게재	SCI	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	비SCI	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
학술발표	국제	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	국내	1	-	2	-	1	-	4	-	-	-
DB구축 및 활용		-	39	1	-	1	-	2	-	2	39
농가기술지도·현장컨설팅		-	39	1	-	1	-	2	-	2	39
영농활용 기관제출		2	1	1	-	2	-	5	-	5	1
정책제안 기관제출		-	-	1	-	-	-	1	-	1	-
홍보		1	-	1	-	1	-	3	-	3	-
계		4	79	7	-	6	-	13	-	13	79

### 다. 종합연구내용

세 부 과 제	주 요 연 구 내 용	연 구 목 표	수행기간
1) 스마트팜 토양센서 이용 자동관수 기술 개발	○ 토양 양분함량과 토양 EC 센서값 상관관계 구명 ○ 토양센서 이용 자동관수 기술	○ 스마트팜 토양센서 이용 자동관수 기술 개발	'21~'23
2) 시설재배지 염류 집적 토양 개량 기술 개발	○ 천연킬레이트 토양염류 개선 효과 비교 ○ 염류집적 양분 유효도 분석	○ 염류집적 시설재배지 천연 킬레이트 효과 구명 ○ 염류집적 경감효과 구명	'21~'22
3) 공익직불제대응 비료사용처방 기준 설정	○ 공익직불제 비료사용 기준 준수를 위한 소면적 재배작물의 토양검정 비료사용 처방 기준 설정	○ 소면적 재배작물의 비료 사용 처방 기준 설정	'21~'25

3. 당초 연구계획과 변경된 사항: 해당없음

4. 연구개발 결과의 활용방안 및 기대성과

가. 연구개발 결과의 활용방안

- 1) 학술발표 및 논문게재
  - 가) 스마트팜 토양센서 이용 수분관리
  - 나) 천연킬레이트를 이용한 염류집적 토양개량 효과
- 2) 영농활용
  - 가) 스마트팜 토양센서 이용 자동관수 기술
  - 나) 염류집적 시설재배지 천연킬레이트 이용 기술
  - 다) 경기지역 소면적 재배작물의 토양검정 비료사용처방: 들깨, 비름, 돌나물, 순무, 근대
- 3) 정책제안
  - 가) 경기지역 소면적 재배작물의 토양검정 비료사용처방 기준 설정

나. 기대성과

- 1) 기술적 측면
  - 가) 스마트팜 토양센서 이용 적정 수분관리로 관수량 및 비료사용 절감
  - 나) 염류집적 시설재배지 천연킬레이트 이용 토양개량 및 양분 유효도 증진
  - 다) 소면적 재배작물의 비료사용 처방 기준설정으로 작물별 양분관리 자료 제공 및 교육자료 활용
- 2) 경제적·산업적 측면
  - 가) 스마트팜 토양센서 이용 자동관수기술 개발로 농업 ICT 융복합 확산 및 농작물 안정생산
  - 나) 염류집적 시설재배지 토양개량과 양분 유효도 증진에 따른 농가소득 증대
  - 다) 토양검정에 의한 비료사용 처방서 발급으로 화학비료 사용량 감소, 수질오염 최소화 및 농경지 토양양분 관리 가능

5. 연구원 편성

세 부 과 제	구 분	소 속	직 급	성 명	참여기간	참여비율 (%)
1) 스마트팜 토양센서 이용 자동관수 기술 개발	책 임 자	환경농업연구과	지방농업연구사	김조은	'21~'23	40
	공동연구자	"	"	노안성	'21~'23	20
	"	"	"	주옥정	'21~'23	10
	"	"	"	정재원	'21~'23	10
	"	"	지방농업연구관	소호섭	'21~'23	10
	"	"	"	박중수	'22~'23	10

세 부 과 제	구 분	소 속	직 급	성 명	참여기간	참여비율 (%)
2) 시설재배지 염류 집적 토양 개량 기술 개발	책 임 자	환경농업연구과	지방농업연구사	노안성	'21~'22	40
	공동연구자	"	"	주옥정	'21~'22	10
	"	"	"	김조은	'21~'22	10
	"	"	"	정재원	'21~'22	10
	"	"	지방농업연구관	소호섭	'21~'22	10
	"	기술보급과	지방농촌지도관	이준배	'21~'22	10
	"	환경농업연구과	지방농업연구관	박중수	'22	10
3) 공익직불제 대응 비료사용처방 기준 설정	책 임 자	환경농업연구과	지방농업연구관	소호섭	'21~'25	25
	공동연구자	"	지방농업연구사	노안성	'21~'25	20
	"	"	"	주옥정	'21~'25	15
	"	"	"	김조은	'21~'25	15
	"	"	"	정재원	'21~'25	15
	"	"	"	정재원	'21~'25	15
	"	환경농업연구과	지방농업연구관	박중수	'22~'25	10

6. 연구개발비 소요명세서

(단위 : 백만원)

과제 및 세부과제명	2021년	2022년	2023년	합 계
○ 환경보전형 친환경 토양 및 시비관리 연구	125	125	125	375
- 스마트팜 토양센서 이용 자동관수 기술 개발	30	30	30	90
- 시설재배지 염류집적 토양 개량기술 개발	30	30	30	90
- 공익직불제 대응 비료사용처방 기준 설정	65	65	65	195