

영역	II	어젠다	3	대과제	(1)
과제 및 세부과제명		과제 구분	연구분야	수행 기간	과제책임자 및 세부과제 책임자
현장애로 병해충 진단 및 병해 발생 실태 조사		기관고유	작물보호	'17~'24	환경농업연구과 이현주
1) 현장애로 식물 임상진단 및 병해충 모니터링		기관고유	작물보호	'17~	환경농업연구과 이현주
2) 기후변화에 따른 병해 발생 실태조사 및 영향요인 분석 연구		어젠다	"	'20~'23	" "
3) 파, 오이 주요 병해 답러닝 영상정보 구축		"	"	'21~'24	" "
4) 경기지역 국가관리 바이러스 분포조사 및 관리 매뉴얼 개발		"	"	'20~'24	" 최중윤
색인용어	병해충, 진단, 방제, 기후변화, 바이러스				

1. 연구개발의 필요성

가. 연구개발대상 기술의 경제적·산업적 중요성 및 연구개발의 필요성

- 1) 도민에게 식물 병해충에 대한 신속하고 경제적인 진단 서비스 제공 및 농업 현장에서 요구되는 병해충 발생생태와 방제기술을 연구하여 농업인 애로사항을 해결하는 것이 중요함
- 2) 기후변화, 국제교역 등으로 인한 새로운 병해충 발생 증가, 진단 시간 지연 시 피해 확산을 예방하기 위한 온라인 사이버식물병원(www.plant119.kr)과 오프라인(우편 및 방문) 종합 식물병원 운영을 통하여 병해충 관련 진단과 처방 정보 제공
 - 이용건수: ('10) 8 → ('16) 51 → ('19) 95 → ('20) 95만건
- 3) 홈페이지 개편에 따른 식물병해충 진단 사례 주제별 데이터베이스 구축 및 검색기능 강화에 의한 자가 진단 기능 탑재
- 4) ‘농업·농촌 및 식품산업 기본법’ 47조의 2(농업분야 기후변화 실태조사 및 영향·취약성 평가) 업무 신설('14.5.) 및 개정·시행('14.11.), 농촌진흥청장에 위임된 업무를 고시로 제정(농촌진흥청 제2016-16호, '16.3.21.)
 - 기후변화가 농업·농촌에 미치는 영향과 기후변화에 따른 취약성을 5년마다 조사·평가·공표하고 정책 수립의 기초자료로 활용
- 5) 작물 병해의 기후변화 영향·취약성 평가에 관한 자료와 연구는 미흡한 실정으로 지속적인 데이터의 축적과 정밀한 분석이 이루어져야 함

- 6) 도내 주요 작물의 병해 발생실태를 매년 조사하여 발생 변동과 기후환경, 재배 기술 등과의 관련성을 분석하여 새로운 적응대책 수립 필요
 - 병 발생 예측자료와 발생실태 자료의 비교분석을 통하여 예측오차를 줄이고, 관리 기술을 개발·보급하여 피해 예방 및 조기 방제체계를 수립
- 7) 농업 현장에 발생하는 이상 증상의 경우 전문가 진단에 시간이 많이 소요되며, 일부 병에 대해서는 정확하고 신속한 진단이 어려워 적절한 방제가 늦어짐에 따라 피해 증가
 - 일부 병해충의 경우 전문가를 거치지 않고 현장에서 쉽고 정확하게 진단하고 대처할 수 있는 기술을 개발하고 관련 정보제공을 통해 피해 최소화 필요
 - 병해충 생태·방제 정보제공 대표 사이트인 NCPMS내 저화질 병해충 이미지 및 오류 정보에 대한 개선, 수정을 통한 양질 정보의 서비스 제공 필요
- 8) 인공지능 기반 스마트팜 시장의 급격한 성장: AI 기반 병해충 진단 및 관리 기술 필요
 - 스마트팜의 세계 시장 규모는 2019년 312조에서 2022년에는 441조로 급격한 성장 전망 (국내는 2019년 5조원에서 2022년에는 6조원으로 약 20% 이상 성장 예상)
 - 인공지능 영상 촬영 및 영상데이터 분석을 통한 정밀예찰을 통한 조기 감시 및 즉각적인 방제체계 구축 필요
- 9) 인공지능 이용 등 첨단기술을 이용해 농업인이 해충을 현장에서 직접 진단·처방할 수 있는 기술을 통해 농약사용 절감 및 올바른 농약 사용을 유도할 수 있는 기술개발이 필요함
- 10) 인공지능을 이용한 영상 진단 시스템 개발을 위해서는 작물 병해충에 대한 다양한 영상 이미지 DB구축이 선행되어야 함
- 11) 식물바이러스는 대표적인 난방제 식물병으로 기후변화, 국제교역 등으로 인한 돌발신규 식물바이러스병의 지속적인 국내 발생에 따라 매년 피해 급증하는 상황
- 12) 국가에서 피해 발생을 우려하여 관리하는 식물바이러스는 자두곰보병(PPV) 등 95종이며, 바이로이드는 감자깎쪽병(PSTVd) 등 6종임
 - 2015~2017년 국내 복숭아 등 핵과류에서 국내 금지급 자두곰보병(PPV-D) 발생
- 13) 기후변화에 따른 지역별 주요 재배 작물의 종류가 상이하고, 이러한 작물들에서 문제가 되는 바이러스들 또한 각각 다르므로, 경기도 내에 문제가 되는 바이러스 분포조사 및 방제 시스템 개발이 필요함

나. 연구개발대상 기술의 국내·외 현황

1) 국내 연구 현황

- 가) 국내 병해 연구는 농업현장에서 이용 가능한 기술개발이 중점적으로 이루어지고 있으나, 현장에서의 병해관리를 위해 필요한 예찰망, 예찰기술, 위험평가, 방제방안 등 예찰체계에 대한 연구는 미흡한 상황

- 나) 돌발병해의 전국적인 예찰망 구축을 위한 전문예찰요원 운용, 공시적 정밀 예찰법 및 새로운 병해의 조기진단법 개발, 예찰 데이터의 통합 및 분석, 발생예측 및 결과전파 등 일련의 예찰프로세스에 대한 준비정도가 매우 취약하므로 이에 관한 연구가 필요
- 다) 병해충 예찰 체계는 벼 병해충에 대해 중앙-지역간의 네트워크가 구축되어 운영되고 있으나, 채소 등 다양한 작물에서 대발생하는 국가적으로 중요한 돌발 병해충에 대한 예찰 및 대응체계는 선진국에 비해 저조한 실정임
- 라) 고추, 포도, 벼 등 일부 작물의 병해충에 대해 영상진단 기술이 추진된 바는 있으나 광범위하게 사용하지 못하고 있음
- ※ 국내 재배되는 모든 작물을 종합적이고, 체계적으로 추진한 사례는 없음
 - 포도 병해충 검색시스템, 국가병해충관리시스템(벼멸구) 등에서 일부 제공
 - ‘네이버 렌즈’ 등 일부 민간업체에서도 제공 중이나, 잘못된 정보제공 우려
- 마) 최근 컴퓨팅 하드웨어, 디지털카메라, 각종 전자기기의 발달로 딥러닝 기반 병해충 인식 시스템 연구가 국내외에서 다양하게 시도되고 있으나 일부 정보만 제공되거나, 실효성이 낮아 활용률 저조
- 현재 인식앱 대부분이 공공 데이터세트(예, 미국 plant village DB)에 기반하여 개발되었으며, 주로 알고리즘, 모델, 영상처리기술 등의 컴퓨팅 관련 연구가 대부분임
 - 그 결과, 알고리즘이나 모델의 중요성보다 딥러닝을 위한 데이터세트의 품질, 다양한 조건에서의 영상획득 여부, 신뢰성 있는 어노테이션 등 데이터의 중요성이 강조됨
- 바) 기후변화 대응 국가관리 바이러스 정밀분포지도 작성 및 진단 매뉴얼 개발(‘14~’18)
- 박과진딧물매개항화바이러스(CABYV, 2014), 동아시아시계초바이러스(EAPV, 2015), 등대풀잎말림바이러스(EuLCV, 2015), 파파야잎말림관동바이러스(PaLCuGdV, 2015) 등 국가관리바이러스 12종 정밀분포지도 작성 및 방제 프로토콜 개발

2) 국외 연구 현황

- 가) 미국의 경우 주요 병해충에 대한 IPM을 실현하는 한편, 최근 돌발 병해충을 관리하기 위하여 최첨단 인터넷 기술의 강점을 이용한 웹 기반의 국가병해충플랫폼(IPM PIPE) (<http://www.ipmpipe.org>)을 구축하여 운영하고 있으며 정부기관, 대학, 산업체, 예찰 전문요원, 농민까지 참여하며 예찰 정보를 토대로 방제의사결정과 위험지역 농가에 경보를 전파함
- 나) 일본에서는 1953년에 병해충 작물보호협회가 설립되어 농림수산부의 감독 아래 지방 식물보호센터에서 예찰 된 결과를 컴퓨터 네트워크 시스템(JPP-NET)을 통해 병해충 전문가, 산업계 전문가들에게 제공해주고 있음(<http://agri.narc.affrc.go.jp/>)

- 다) 독일의 경우 ISIP(Information System for Integrated Plant Protection)이라는 웹기반의 의사결정 지원시스템을 구축하여 감자, 곡류, 사탕무 등의 주요 병해충에 대해 지도사가 모니터링 함
- 라) 선진국에서는 국가적인 병해충 예찰뿐만 아니라 국가간 예찰 및 정보교류도 활발하며, 미국, 캐나다, 멕시코 3국의 경우 다자간 작물보호경보시스템(NAPPO-PAS)을 통한 새로운 외래병해충의 발견 및 확산양상에 대한 정보 교환이 집중적으로 이루어지고 있음(<http://www.pestalert.org/main.cfm>)
- 마) 오레곤 주립대학에서 웹서비스로 “MyPest”를 운영하고 있으며 사과, 배, 복숭아, 포도 등 작물의 병해충 발생위험 정보 제공
- 바) 약 30여개의 병해충 진단 앱 개발사례가 있으나, 각국에 한정되어 있으며 일부 병해충 정보만 제공되거나 유료서비스 등 초기 단계로 활용률 저조
 - (국외) AGIO(이스라엘, 유료), Agrobase, PlantEN, nuru 등

다. 국내외 연구현황 비교 및 필요 연구 분야

연구현황 비교		필요연구 분야내용
국 내	국 외	
○ 온라인, 오프라인을 통해 병해충 분야의 어려움을 해결하기 위한 민원 해결	○ 기관, 학교, 농가 현장의 네트워크 형성을 통해 병해충에 대한 어려움을 통합적으로 해결 관리	○ 식물 병해충을 포함한 작물 재배시 필요한 전반적인 어려움 해결을 위한 정보 공유 및 네트워크 필요
○ 현장에서 병해관리를 위한 예찰망, 예찰기술, 위험평가, 방제방안 등 예찰체계에 대한 연구는 미흡	○ 선진국의 경우 국가적인 병해충 예찰뿐만 아니라 국가간 정보교류 활발	○ 병해 발생실태를 매년 조사하여 발생 변동과 기후환경, 재배기술 등과의 관련성을 분석하여 새로운 적응대책 수립 필요
○ 현장에서 의뢰한 사진을 통해 전문가가 온라인으로 진단 ○ 병해충의 이미지를 인공지능을 이용해 진단하기 위한 실용화 기술개발이 시작되고 있음	○ 인공지능 딥러닝을 통한 이미지 분석기술이 인간의 한계를 넘어서는 등 활발한 연구가 진행되고 있음	○ 농작물의 병해충 영상을 수집하여 딥러닝 및 테스트 과정 등을 거쳐 자동 진단·처방 플랫폼 개발에 필요한 이미지 DB 제공
○ 국내 문제 바이러스에 대해 현장 이용 진단키트 개발하여 현장에서 이용하고 있으며, 새로운 문제 바이러스에 대한 분포조사가 필요함	○ 국가관리 대상 바이러스 각각에 대해 유전자 정밀 진단기술을 개발 및 농업 현장 이용 진단키트를 개발하여 상용화 하고 있음	○ 국내 문제되고 있는 새로운 바이러스에 대한 정밀 분포 조사와 함께 확산방지를 위한 정밀진단 기술 개발 필요

2. 연구개발 목표 및 내용

가. 정성적 성과 목표

연차	목 표
1차년도 (2020년)	- 실시간 식물 임상진단 및 병해충 모니터링 분석 - 경기지역 벼 키다리병 등 병해 발생 실태 및 영향요인 분석 - 국가관리 바이러스 및 문제바이러스의 분포조사 및 발생 특성 분석
2차년도 (2021년)	- 실시간 식물 임상진단 및 병해충 모니터링 분석 - 경기지역 벼 키다리병 등 병해 발생 실태 및 영향요인 분석 - 파, 오이에 발생하는 주요 병해 딥러닝 학습용 영상정보 및 표준영상 확보 - 국가관리 바이러스 및 문제바이러스의 분포 조사 및 발생 특성 분석
3차년도 (2022년)	- 실시간 식물 임상진단 및 병해충 모니터링 분석 - 경기지역 벼 키다리병 등 병해 발생 실태 및 영향요인 분석 - 파, 오이에 발생하는 주요 병해 딥러닝 학습용 영상정보 및 표준영상 확보 - 문제바이러스의 분포 조사 및 진단 표준 매뉴얼 개발
4차년도 (2023년)	- 실시간 식물 임상진단 및 병해충 모니터링 분석 - 경기지역 벼 키다리병 등 병해 발생 실태 및 영향취약성 평가 - 파, 오이에 발생하는 주요 병해 딥러닝 학습용 영상정보 및 표준영상 확보 - 문제바이러스의 분포 조사 및 진단 표준 매뉴얼 개발
5차년도 (2024년)	- 실시간 식물 임상진단 및 병해충 모니터링 분석 - 파, 오이에 발생하는 주요 병해 딥러닝 학습용 영상정보 및 표준영상 확보 - 문제바이러스의 분포 조사 및 진단 표준 매뉴얼 개발
최종	기후변화에 따른 현장어로 새로운 병해충 진단 및 발생 예측 기술개발

나. 정량적 성과 목표

성과지표명	연도	1년차 (2020년)		2년차 (2021년)		3년차 (2022년)		4년차 (2023년)		계	
		목표	실적	목표	실적	목표	실적	목표	실적	목표	실적
논문게재	SCI	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	비SCI	-	-	-	-	-	-	1	-	1	-
학술발표	국제	-	-	-	-	1	-	1	-	2	-
	국내	1	-	1	1	1	-	1	-	4	1
농가기술컨설팅, 현장기술지도		2	2	3	3	3	-	3	-	11	5
영농활용 기관제출		1	1	1	-	1	-	1	-	4	1
정책제안 기관제출		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
홍보		1	2	1	1	1	-	1	-	4	3
계		5	5	6	5	7	-	8	-	26	10

다. 종합연구내용

세 부 과 제	주 요 연 구 내 용	연 구 목 표	수행기간
1) 현장애로 식물 임상진단 및 병해충 모니터링	○ 종합식물병원 모니터링 ○ 주요 의뢰 병해충 진단 사례집 발간 및 배포	○ 종합식물병원을 통한 신속 정확한 진단 및 처방 ○ 병해충 발생 D/B화	'17~
2) 기후변화에 따른 병해 발생 실태 조사 및 영향요인 분석 연구	○ 돌발병해 발생 정밀 모니터링 ○ 병해 발생 실태 조사에 따른 영향요인 분석	○ 병해 발생 실태 및 영향·취약성 평가 ○ 돌발 병해 조기 대응 기술 개발	'20~'23
3) 파, 오이 주요병 해 딥러닝 영상 정보 구축	○ 주요 병 진단단계별 이미지 구축 ○ 주요 병해 표준영상정보 확보	○ 채소류 병해 현장 진단 용 앱 개발을 위한 딥 러닝 훈련용 데이터 확보 및 표준 매뉴얼 개발에 활용	'21~'24
4) 경기지역 국가 관리 바이러스 분포조사 및 관리 매뉴얼 개발	○ 신규 도입 작물의 바이러스병 발생 조사 및 특성 분석 ○ 국내 국가관리 바이러스 발생 예찰 및 분포조사	○ 문제바이러스에 대한 진단 표준 매뉴얼 개발 및 효율적인 방제 대책 수립	'20~'24

3. 당초 연구계획과 변경된 사항 해당없음

4. 연구개발결과의 활용방안 및 기대성과

가. 연구개발결과의 활용방안

- 1) 학술발표 및 논문게제
 - 가) 현장애로 새로운 병해충 발생보고(학술발표)
 - 나) 돌발 및 외래 병해 발생 및 영향요인 분석(학술발표)
- 2) 영농활용
 - 가) 새로운 병해충 현장진단 매뉴얼 및 방제요령
 - 나) 새로운 바이러스 피해증상 및 진단 매뉴얼 제시
- 3) 채소류 병해 현장 진단용 앱 개발을 위한 딥러닝 훈련용 데이터세트 활용
- 4) 채소류 병해 진단용 데이터세트 확보를 위한 표준 매뉴얼 개발에 활용

5) 과제 결과물의 종합식물병원(자가진단 스텝) 탑재

나. 기대성과

1) 기술적 측면

- 가) 현장애로 병해충에 대한 어려움 신속 해결 및 방제법 제시
- 나) 기후변화에 따른 돌발 및 외래 병해 발생실태 및 그 영향 변동 평가자료 확보
- 다) 딥러닝에 의한 농작물 병해충 현장 진단 실용화를 통한 조기 대응으로 피해 경감
- 라) 농작물 병해충 현장 진단의 정확도 향상으로 농약 오남용 감소 및 사용량 절감
- 마) 국가관리 바이러스에 대한 진단 표준 매뉴얼 개발을 통한 효율적인 방제 대책 수립

2) 경제적·산업적 측면

- 가) 새로운 병해충 조기진단으로 확산저지, 농업인 피해 최소화로 소득 보전
- 나) 기후변화에 따른 돌발 및 외래 병해의 영향·취약성 평가를 통해 적응 대책 수립
- 다) 돌발 병해 적기 대응으로 농약사용의 오남용 감소 및 농가 피해 예방

5. 연구원 편성

세 부 과 제	구 분	소 속	직 급	성 명	참여기간	참여비율 (%)
1) 현장애로 식물 임상 진단 및 병해충 모니터링	책 임 자	환경농업연구과	지방농업연구사	이현주	'17~	50
	공동연구자	"	"	이영수	'17~	10
	"	"	"	최종윤	'17~	10
	"	"	"	김소희	'21~	10
	"	"	지방농업연구관	이상우	'18~	10
	"	"	"	박중수	'22~	10

세 부 과 제	구 분	소 속	직 급	성 명	참여기간	참여비율 (%)
2) 기후변화에 따른 병해 발생 실태조사 및 영향요인 분석 연구	책 임 자	환경농업연구과	지방농업연구사	이현주	'20~'23	50
	공동연구자	"	"	이영수	'20~'23	10
	"	"	"	최종윤	'20~'23	10
	"	"	"	김소희	'21~'23	10
	"	"	지방농업연구관	이상우	'20~'23	10
	"	"	"	박중수	'22~'23	10
3) 파, 오이 주요 병해 딥러닝 영상정보 구축	책 임 자	환경농업연구과	지방농업연구사	이현주	'21~'24	50
	공동연구자	"	"	이영수	'21~'24	10
	"	"	"	최종윤	'21~'24	10
	"	"	"	이상우	'21~'24	10
	"	"	지방농업연구관	김소희	'21~'24	10
	"	"	"	박중수	'22~'24	10
4) 경기지역 국가관리 바이러스 분포조사 및 관리 매뉴얼 개발	책 임 자	환경농업연구과	지방농업연구사	최종윤	'20~'24	50
	공동연구자	"	"	이현주	'20~'24	10
	"	"	"	이영수	'20~'24	10
	"	"	"	김소희	'21~'24	10
	"	"	지방농업연구관	이상우	'20~'24	10
	"	"	"	박중수	'22~'24	10

6. 연구개발비 소요명세서

(단위 : 백만원)

과제 및 세부과제명	1차년도 (2020)	2차년도 (2021)	3차년도 (2022)	4차년도 (2023)	5차년도 (2024)	합 계
○ 현장애로 병해충 진단 및 발생 병해 발생 실태조사	180	172	131	146	131	760
- 현장애로 식물 임상진단 및 병해충 모니터링	131	77	41	41	41	331
- 기후변화에 따른 병해 발생 실태 조사 및 영향요인 분석 연구	24	20	20	20	-	84
- 파, 오이 주요 병해 딥러닝 영상 정보 데이터 구축	-	50	45	45	45	185
- 경기지역 국가관리 바이러스 분포 조사 및 관리 매뉴얼 개발	25	25	25	40	45	160