

과제구분	기본연구		수행시기	전반기	
연구과제 및 세부과제	연구분야	수행기간	과제책임자 및 세부책임자		
인삼 연작장해 경감기술 개발	인삼·약초	'15~'23	경기도원 소득자원연구소	한정아	
1) 6년근 인삼 논 재작 가능기간 단축 기술 개발	인삼·약초	'15~'22	경기도원 소득자원연구소	이은섭	
2) 인삼 근부병 길항균과 친화력이 강한 유기자원 선발 및 실용화 연구	인삼·약초	'18~'23	경기도원 소득자원연구소	한정아	
3) 인삼 예정지 관리용 길항미생물 퇴비 제품 실용화 연구	인삼·약초	'18~'22	경기도원 소득자원연구소	한정아	
4) 인삼 분발 고년근 관리용 길항미생물 제품 실용화 연구	인삼·약초	'18~'20	경기도원 소득자원연구소	한정아	
색인용어	인삼, 뿌리썩음병, 논재작, 길항미생물				

1. 연구개요

가. 필요성

<현황 및 문제점>

- 인삼 연작장해의 주원인은 특정 병원성 미생물 및 특정 물질의 집적, 뿌리 썩음병원균의 장기간 존재 등이며, 이로 인한 인삼 재작 가능한 휴작년수는 논 6년, 밭 10년 이상임
- 인삼에서 뿌리썩음 증상을 일으키는 병원균은 7종의 토양전염성 병원균 중 강한 병원성과 침입력을 가진 *Cylindrocarpon destructans*이며 1차적인 감염원으로 인식하고 있음
- 따라서 인삼 뿌리썩음병 원인 병원균의 토양 내 밀도검정을 통한 정밀진단 및 병 발생 예측으로 사전 예방 기술 개발이 필요함
- 기존의 인삼 뿌리썩음병 길항미생물 연구방식은 대부분 *in vitro*에서 수행되거나 포트 단위로 추진되었으며, 실제 인삼밭에 적용된 사례는 거의 없음
- 현재까지 개발된 인삼 뿌리썩음병 방제기술은 훈증제를 이용한 토양소독, 담수, 벼재배, 열수(증기) 소독같은 물리적인 소독방법, 항진균성 성분을 함유한 작물을 도입하는 경종적 방법, 길항미생물을 이용한 생물학적 방제 방법이 있음

- 환경에 안정적이며 지속적인 병 방제 효과를 기대할 수 있는 생물학적 방제 방법이 중요시 되고 있으나, 길항미생물의 처리법, 길항미생물의 토양 내 생태적인 특성, 작물과의 상호관계 등을 정확히 파악할 수 없어 안정된 방제효과를 얻지 못하였음
- 이러한 문제점을 해결하기 위하여 현장에서 토양환경에 적응이 쉽도록 배지에서 배양하던 것을 유기소재에 배양하고 인삼 뿌리썩음병원균에 길항력을 보이는 미생물이 선호하는 먹이를 선별하여 퇴비제품으로 개발할 계획임

<선행연구결과>

- 논 재작지에 토양훈증제를 5월에 처리후 벧짚시용시 뿌리썩음병 이병주율이 8.7%로 낮아짐(2012, 충남도원)
- 인삼 뿌리썩음병에 관여하는 다양한 토양 병원균을 제어하기 위하여 길항력이 있는 방선균 균주를 첨가한 기능성 퇴비를 이용하여 토양전염병 예방 확인(2014, 강원도농업기술원)
- 메타제노믹스 분석을 통해 인삼 연작장해 원인 특이적인 미생물을 분석하고 토양에서 분리한 길항 미생물인 바실러스를 토양 처리하여 뿌리썩음병의 예방 가능성 검토(2014, 경기도원)
- 인삼 뿌리썩음병 진단을 위한 정량 PCR용 진단키트 개발 및 생물검정 기술을 이용한 뿌리썩음병 진단 기반기술 확보(2015, 경기도원)

나. 연차별 연구개발 목표 및 내용

구 분	종 합 연 구 목 표
4년차 (2018)	<ul style="list-style-type: none"> ○ 벼 재배기간 및 유기물 처리별 인삼 논 재작지 인삼 생육상황 조사 및 분석 (2, 3년근) ○ 인삼 근부병 길항균과 친화력이 강한 유기자원 선발 ○ 인삼 근부병 방제용 토양 기비제 최적 사용 방법 확립 ○ 인삼 근부병 방제용 토양 관주제 최적 사용 방법 확립
5년차 (2019)	<ul style="list-style-type: none"> ○ 벼재배기간 및 유기물 처리별 인삼 논 재작지 인삼 생육상황 조사 및 분석(3, 4년근) ○ 인삼 근부병 길항균 혼합퇴비 처리시험 현장적용 및 효과 검정(2년근) ○ 인삼 근부병 방제용 토양 기비제 농가 현장적용 및 효과 검정(3년근) ○ 인삼 근부병 방제용 토양 관주제 농가 현장 효과 검정(4년근)
6년차 (2020)	<ul style="list-style-type: none"> ○ 벼재배기간 및 유기물 처리별 인삼 논 재작지 인삼 생육상황 조사 및 분석(4, 5년근) ○ 인삼 근부병 길항균 혼합퇴비 처리시험 현장적용 및 효과 검정(3년근) ○ 인삼 근부병 방제용 토양 기비제 농가 현장적용 및 효과 검정(4년근) ○ 인삼 근부병 방제용 토양 관주제 농가 현장 효과 검정(5년근)
7년차 (2021)	<ul style="list-style-type: none"> ○ 벼재배기간 및 유기물 처리별 인삼 논 재작지 인삼 생육상황 조사 및 분석(5, 6년근) ○ 인삼 근부병 길항균 혼합퇴비 처리시험 현장적용 및 효과 검정(4년근) ○ 인삼 근부병 방제용 토양 기비제 농가 현장적용 및 효과 검정(5년근) ○ 인삼 근부병 방제용 토양 관주제 농가 현장 효과 검정(6년근)
8년차 (2022)	<ul style="list-style-type: none"> ○ 벼재배기간 및 유기물 처리별 인삼 논 재작지 인삼 생육상황 조사 및 분석(6년근) ○ 인삼 근부병 길항균 혼합퇴비 처리시험 현장적용 및 효과 검정(5년근) ○ 인삼 근부병 방제용 토양 기비제 농가 현장적용 및 효과 검정(6년근)
9년차 (2023)	<ul style="list-style-type: none"> ○ 인삼 근부병 길항균 혼합퇴비 처리시험 현장적용 및 효과 검정(6년근)

2. 연구추진 내용

가. 종합연구내용

세 부 과 제	주 요 연 구 내 용	연 구 목 표	수행기간
1) 6년근 인삼 논 재작 가능기간 단축기술 개발	○ 벼재배기간에 따른 인삼 논 재작 예정지 효과 구명	○ 논 재작지 예정지 관리기간 단축	'15~'22
2) 인삼 근부병 길항균과 친화력이 강한 유기자원 선발 및 실용화 연구	○ 인삼 근부병 길항균과 친화력이 우수한 유기자원 선발 ○ 인삼 근부병 길항균과 친화력 우수한 유기퇴비 길항력 검정	○ 길항미생물의 정착 증식 능력을 높여 인삼뿌리썩음병 발병 억제력이 강한 미생물 퇴비자원 선발	'18~'23
3) 인삼 예정지 관리용 길항미생물 퇴비 제품 실용화 연구	○ 퇴비 종류별 예정지 적합도 ○ 길항미생물 정착 여부 ○ 현장에 가장 적합한 퇴비 선정	○ 인삼 예정지 관리용 길항미생물 퇴비 제형 선정	'18~'22
4) 인삼 본밭 고년근 관리용 길항미생물 제품 실용화 연구	○ 길항미생물 제형별 본밭 적합도 ○ 길항미생물 정착여부 ○ 현장에 가장 적합한 길항 미생물 제품 선정	○ 인삼 본밭 관리용 길항미생물 제품 선정	'18~'20

나. 당해년도 세부연구내용

세부과제	연차	연구개발의 내용																		
1) 6년근 인삼 논 재작 가능기간 단축기술 개발	4/8	가. 시험장소 : 연천 나. 대상지역 : 재작지(2013년 6년근 수확포장) 다. 처리내용 <table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>2014</th> <th>2015</th> <th>2016</th> <th>2017</th> <th>2018 이후</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>벼재배</td> <td>토양소독(에탄올 1%) → 벼질2톤/10a → 호밀</td> <td>벼질 2톤/10a → 답수 → 경운</td> <td rowspan="2">1년생 묘삼이식 (2년생)</td> <td rowspan="2">3년생</td> </tr> <tr> <td>벼재배</td> <td>토양소독(에탄올 1%) → 벼질2톤/10a → 혼합유기질 비료 → 호밀</td> <td>벼질 2톤/10a → 토양소독(다조메입제) → 답수 → 경운</td> </tr> <tr> <td>벼재배</td> <td>벼재배</td> <td>수단그라스 → 호밀</td> <td>수단그라스 → 경운</td> <td>1년생 묘삼 이식 (2년생)</td> </tr> </tbody> </table>	2014	2015	2016	2017	2018 이후	벼재배	토양소독(에탄올 1%) → 벼질2톤/10a → 호밀	벼질 2톤/10a → 답수 → 경운	1년생 묘삼이식 (2년생)	3년생	벼재배	토양소독(에탄올 1%) → 벼질2톤/10a → 혼합유기질 비료 → 호밀	벼질 2톤/10a → 토양소독(다조메입제) → 답수 → 경운	벼재배	벼재배	수단그라스 → 호밀	수단그라스 → 경운	1년생 묘삼 이식 (2년생)
		2014	2015	2016	2017	2018 이후														
벼재배	토양소독(에탄올 1%) → 벼질2톤/10a → 호밀	벼질 2톤/10a → 답수 → 경운	1년생 묘삼이식 (2년생)	3년생																
벼재배	토양소독(에탄올 1%) → 벼질2톤/10a → 혼합유기질 비료 → 호밀	벼질 2톤/10a → 토양소독(다조메입제) → 답수 → 경운																		
벼재배	벼재배	수단그라스 → 호밀	수단그라스 → 경운	1년생 묘삼 이식 (2년생)																
		라. 시험구 면적: 처리당 594㎡ 마. 주요조사항목 - 토양화학성, 인삼뿌리썩음병(<i>Cylindrocarpon destructans</i> , <i>Fusarium sp.</i>), 토양미생물상 (사상균, 방선균, 바실러스 속, 일반세균, 총세균 등) - 생육특성 : 지상/지하부 생육 특성, - 인삼뿌리썩음병 이병율, 토양소형해충류 등 조사																		

세부과제	연차	연구개발의 내용
<p>2) 인삼 근부병 길항균과 친화력이 강한 유기자원 선발 및 실용화 연구</p>	<p>1/6</p>	<p><시험 1> 인삼 근부병 길항균과 친화력이 우수한 유기자원 선발 가. 대상균주 : 바실러스 나. 처리내용 : 유기퇴비 + 길항미생물 다. 조사항목 : 시기별 길항미생물 밀도 변화, 퇴비화학적 등</p> <p><시험 2> 인삼 근부병 길항균과 친화력이 강한 유기미생물퇴비 효과 검정 가. 대상재료 : <시험1>에서 선발된 유기퇴비 나. 처리내용 ① 유기퇴비에 길항균 접종 후 배양한 퇴비 ② 유기퇴비와 길항균 혼합 ③ 유기퇴비 ④ 예정지토양 다. 시험재료 : 2년근 묘삼 라. 시험방법 : 상자재배, 5반복 마. 조사항목 : 토양내 길항미생물 정착여부, 인삼뿌리썩음병 발병억제력 등</p> <p><시험 3> 인삼 근부병 길항균 혼합퇴비 인삼발 적용 연구('19~'23) 가. 시험대상 : 2년 예정지 관리포장 나. 처리내용 : <시험1> 결과 우수자원 적용 퇴비 다. 조사항목 : 길항미생물 정착여부, 인삼 뿌리썩음병원균 밀도 등</p>
<p>3) 인삼 예정지 관리용 길항미생물 퇴비 제품 실용화 연구</p>	<p>1/5</p>	<p>가. 대상병해 : 인삼뿌리썩음병(<i>C. destructans</i>) 나. 시험규모 : 50칸/개소 2개소 6필지 다. 처리내용 - 병원균 밀도 : $10^0 \sim 10^1$cfu/g - 제형 : 길항미생물 혼합물 - 처리시기 : 2년차 예정지관리 단계 수단그라스 파종 전 - 시험면적 : 구당 330m² - 시 용 량 : 표준량, 배량, 무시용 라. 조사항목 : 인삼뿌리썩음병원균 밀도, 뿌리썩음병 발병율, 길항미생물 정착율 등</p>
<p>4) 인삼 본밭 고년근 관리용 길항미생물 제품 실용화 연구</p>	<p>1/3</p>	<p>가. 대상병해 : 인삼뿌리썩음병(<i>C. destructans</i>) 나. 처리내용 - 병원균 밀도 : $10^0 \sim 10^1$cfu/g - 시험대상 : 3~4년근 인삼밭, 2개소 6필지 - 시험규모 : 30칸/개소 - 제형 : 길항미생물 혼합물 - 시용량 : 표준량, 배량, 무시용 다. 조사항목 : 인삼뿌리썩음병원균 밀도, 뿌리썩음병 발병율, 길항미생물 정착율 등</p>

3. 연차별 연구결과 활용계획 및 실적

연도(연차)	활용구분	제 목
2018년도 (4년차)	특허출원 학술발표	인삼 길항미생물 균주 인삼 뿌리썩음병 길항미생물 제형별 처리효과 구명
2019년도 (5년차)	학술발표 실용신안	인삼 본발 관리용 길항미생물 제품 현장처리 효과 인삼 본발 관리용 길항미생물 제품
2021년도 (7년차)	실용신안 학술발표	인삼 근부병 방제용 토양 미생물 농약 인삼 근부병 방제용 토양 미생물 농약 현장처리 효과
2022년도 (8년차)	실용신안 학술발표	인삼 근부병 방제용 혼합미생물퇴비 인삼 근부병 방제용 혼합미생물퇴비 현장처리 효과
2023년도 (10년차)	학술발표	인삼 근부병 최적 방제 체계

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) 6년근 인삼 논 재작 가능기간 단축기술 개발	책임자	경기도원 소득자원연구소	농 업 연구관	이은섭	시험수행 총괄	'15~'22
	공동 연구자	"	농 업 연구사	안영남	예정지관리수행	'15~'22
	"	"	"	한정아	토양미생물 분석	'16~'22
	"	"	"	심상연	병 발생 조사	'18~'22
	"	경기도원 원예연구과	"	이정혜	예정지관리수행	'15
2) 인삼 근부병 길항균과 친화력이 강한 유기 자원 선발 및 실용화 연구	책임자	경기도원 소득자원연구소	농 업 연구사	한정아	시험수행 총괄	'18~'23
	공 동 연구자	"	"	심상연	병원균 및 길항균 분석	"
	"	"	"	안영남	병 발생조사	"
	"	"	농 업 연구관	이은섭	과제계획 및 평가자료 검토	"
	"	"	농 업 연구관	조창휘	연구방향 자문	"
	"	투엠바이오(주)	대 표	남명훈	길항미생물 제형화	"
	"	(주)코젠바이오텍	차 장	홍성원	길항미생물 특이적 Real-time PCR법 개발	"

세 부 과 제	구 분	소 속 (과/팀)	직 급	성 명	수 행 업 무	참 여 기간
3) 인삼 예정지 관리용 길항미생물 퇴비 제품 실용화 연구	책임자	경기도원 소득자원연구소	농 업 연구사	한정아	시험수행 총괄	'18~'22
	공동 연구자	"	"	심상연	퇴비실용화방안 검토	"
	"	"	"	안영남	생리장해 분석	"
	"	"	농 업 연구관	이은섭	과제계획 및 평가자료 검토	"
	"	"	"	조창휘	연구방향 자문	"
	"	투엠바이오(주)	대 표	남명훈	길항미생물 제형화	"
	"	경희대학교	교 수	양덕춘	연구방향 자문	"
4) 인삼 분발 고년근 관리용 길항미생물 제품 실용화 연구	책임자	경기도원 소득자원연구소	농 업 연구사	한정아	시험수행 총괄	'18~'20
	공 동 연구자	"	"	안영남	생리장해 분석	"
	"	"	"	심상연	길항균조건구명	"
	"	"	농 업 연구관	이은섭	과제계획 및 평가자료 검토	"
	"	"	"	조창휘	세부과제계획 수립	"
	"	투엠바이오(주)	대 표	남명훈	길항미생물 제형화	"
	"	경희대학교	교 수	양덕춘	연구방향 자문	"

5. 연도별 연구비 소요예산

(단위 : 백만원)

과 제 및 세 부 과 제	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	계
인삼안정생산 및 토양관리기술개발	30	30	20	80	80	80	80	80	480
1) 6년근 인삼 논 재작 가능기간 단축 기술 개발	30	30	20	20	20	20	20	20	180
2) 인삼 근부병 길항균과 친화력이 강한 유기자원 선발 및 실용화 연구	-	-	-	20	20	20	20	20	100
3) 인삼 예정지 관리용 길항미생물 퇴비 제품 실용화 연구	-	-	-	20	20	20	20	20	100
4) 인삼 분발 고년근 관리용 길항미생물 제품 실용화 연구	-	-	-	20	20	20	20	20	100

6. 기대 및 파급효과

- 인삼 뿌리썩음병 방제기술 확립으로 6년근 인삼의 안정적 생산
 - 연작장해 발생에 따른 수량 감소 최소화 : 6.5MT/ha 이상
- 길항균을 이용한 뿌리썩음병 예방으로 인삼 안정생산기반 구축
- 고품질 경기인삼 안정생산을 위한 논재작기술 확립
- 인삼 논 재작 가능기간 단축으로 6년근 재배면적 확보
- 인삼 수량 증대 기술보급으로 농가소득 향상