

최      종  
연구보고서

인삼의 환경친화적 병·잡초  
방제기술 개발

**Technologies for Environment-friendly Control  
Practices of Plant Disease and Weeds in Ginseng**

연   구   기   관  
충   남   대   학   교

협   동   연   구   기   관  
(주) 영일케미컬  
금산군 농업기술센터

농   림   부

# 제 출 문

농림부 장관 귀하

본 보고서를 “인삼의 환경친화적 병·잡초방제기술 개발” 과제의 최종  
보고서로 제출합니다.

2002년 11 월 26 일

주관연구기관명 : 충남대학교

총괄연구책임자 : 변 종 영

세부연구책임자 : 변 종 영

연 구 원 : 조 재 성

세부연구책임자 : 김 홍 기

연 구 원 : 유 성 준

협동연구기관명 : (주)영일케미컬

협동연구책임자 : 유 지 원

연 구 원 : 라 준 헌

협동연구기관명 : 금산농업기술센터

협동연구책임자 : 김 현 호

연 구 원 : 성 봉 재

연 구 원 : 김 선 익

# 요 약 문

## I. 제 목

인삼의 환경친화적 병·잡초 방제기술 개발

## II. 연구개발의 필요성

인삼의 재배양식이 다양화(직파, 이식, 논삼, 해가림 자재 및 구조)됨에 따라 인삼밭에서 발생하는 잡초는 매우 다양하지만 아직 잡초 조사가 이루어진 바 없고, 또한 잡초에 의한 인삼의 피해양상도 연구된 바 없다. 그리고 인삼포에서의 잡초방제는 손제초에 의하여 주로 이루어지고 있는 실정으로 제초제에 의한 생력제초는 물론, 잡초 발생의 생태적 특성을 이용한 환경친화적 잡초방제 대책의 필요성이 크게 대두되고 있어 이에 대한 연구가 절실히 요구되는 실정이다. 또한 인삼은 고랑과 두둑 양 끝면에 주로 우산이끼발생되며, 발생이 시작되면 급속히 통로를 따라서 우점하게 되므로 우산이끼 방제법의 개발이 필요하다. 따라서 국제시장에서의 우리 나라 인삼의 경쟁력은 쇠퇴를 거듭하고 있는 실정에서 생산비를 절감하여 높은 경쟁력을 유지하기 위하여 제초제에 의한 생력잡초방제를 실시함으로써 생산비 절감을 통한 우리 나라 인삼의 경쟁력 제고가 시급하다.

근부병은 결주 및 수확량 감소, 중도 폐포의 원인이 되어 원료삼 생산 및 품질면에서 문제점을 야기하고, 근부병에 의한 홍삼포의 중도 폐포율이 30-65%로 원료 수급에 차질로 해외시장 점유율 점차 감소됨에 따라 무공해 생력화 재배기술 개발은 농가소득에 기여하며 인삼의 국제경쟁력 향상에 필수적이다.

인삼에서 근부병에 의한 피해는 심각하나 현재까지 효과적인 방제대책이 없으며, 재배특성상 경종적 방법만으로는 효과적 방제가 불가능하며 재배기

간중 사용가능한 화학적 방제법이 없는 실정이다. 따라서 근부병을 방제하기 위하여 다양한 장점을 보유한 생물학적 방제와 토양환경 개선 등을 포함하는 종합방제법의 개발이 시급한 과제이다.

현재 국내 주요 인삼 산지내 초작지의 절대부족으로 재배적지 선택의 한계로 전체 재배면적은 감소하나 출입 경작의 증가로 생산비만 과중되고 있는 실정이며, 재작지 활용대책을 강구하여야 할 필요가 있다.

현재 인삼재배에서 사용되고 있는 여러 종류의 농약이 계속 증가되고 있어 인삼에 대한 잔류농약 안전성 검토는 더욱 절실히 요청되며, 인삼내의 농약 잔류에 대한 국민들의 우려가 높고 해외 수출시장에서의 신뢰성 확보가 시급하다. 따라서 인삼재배시 사용되는 농약에 대하여 현지포장과 시장에서 유통되는 인삼에서 농약잔류를 검정하여 인삼에서 농약의 안전성을 검토할 필요가 있다.

### III. 연구개발 목표 및 내용

구 분	연구개발 목표	연구개발 내용 및 범위
1차년도 (1999)	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 잡초발생상 조사</li> <li>○ 선택성 제초제 선발</li> <li>○ 환경친화적 잡초방제법 연구</li> <li>○ 길항미생물 분리 및 선발</li> <li>○ 선발 길항미생물의 특성 조사</li> <li>○ 초·재작지, 재배년차별 토양에서의 방제 효과 검정</li> <li>○ 인삼재배지에서의 잔류량 조사</li> <li>○ 등록약제의 경시적 잔류량 조사</li> <li>○ 유통인삼에 대한 표본조사</li> <li>○ 인삼 재작지의 토양 훈증 처리시기 구명</li> <li>○ 토양 이화학성 개선용 유기물 탐색 및 선발</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 4개도에서 4~5개군을 대상으로 재배양식별 인삼의 우점잡초 조사</li> <li>○ 밭에서 사용되는 33종의 제초제를 대상으로 인삼에 안전한 제초제를 선발</li> <li>○ 멀칭방법에 따른 잡초방제효과 구명</li> <li>○ 처리별 포장 관리 효과 분석을 위한 공시포장의 토양미생물상 조사 및 친환경 저농약 병방제를 위한 길항미생물의 분리 및 선발</li> <li>○ 선발된 길항미생물의 특성조사               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 선발된 길항미생물의 각종 특성 조사</li> <li>- 식물에 대한 병원성 검정</li> </ul> </li> <li>○ 초·재작지, 재배 연차별 토양에 방제효과 검정</li> <li>○ 5개도, 5지점의 인삼재배지역을 선정, 인삼과 토양에 대한 잔류량 조사</li> <li>○ Diethofencarb+carbendazim 수화제 Difenconazole 수화제 Tolyfluamid 수화제 경시적 잔류량 조사</li> <li>○ 유통인삼에 대한 시장에서의 임의 표본조사</li> <li>○ 훈증제처리후 토양이화학성 및 미생물상 분석 및 토양훈증제 처리에 따른 인삼 생육특성 분석, 처리시기별 인삼 약해 정도 및 근부병 방제 효과 검토</li> <li>○ 토양훈증제 처리후 여러 유기물 시용에 따른 토양 특성 및 미생물상 변화조사</li> </ul>

구 분	연구 개발 목표	연구개발 내용 및 범위
2차년도 (2000)	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 제초제 처리방법 확립</li> <li>○ 인삼에서 제초제의 잔류검정</li> <li>○ 인삼밭 통로 잡초방제</li> <li>○ 인삼밭 통로의 우산이끼류 방제</li> <li>○ 선발된 길항미생물의 처리 방법 개발</li> <li>○ 길항미생물의 기능 극대화 연구</li> <li>○ 현장 적용 공동조사</li> <li>○ 인삼재배지에서의 잔류량 조사</li> <li>○ 등록약제의 경시적 잔류량 조사</li> <li>○ 유통인삼에 대한 표본조사</li> <li>○ 토양훈증효과 및 유기물 시용에 따른 근부병 발생 및 인삼 생육분석</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 1차년도에 인삼에 안전성이 확인된 제초제를 대상으로 제초제의 처리약량, 처리 시기 및 방법을 구명</li> <li>○ HPLC분석에 의한 인삼의 제초제 잔류를 검정</li> <li>○ 인삼포장통로에서 비선택성 제초제와 작업기를 이용한 잡초방제법 확립</li> <li>○ 인삼포장 통로에서의 우산이끼류 억제 및 방제법</li> <li>○ 친환경 병해 방제용으로 선발된 길항미생물의 처리방법 개발</li> <li>○ 선발 길항미생물의 기능 극대화</li> <li>○ 재배년차를 달리한 현장 적용 공동조사</li> <li>○ 5개도, 5지점의 인삼재배지역을 선정, 인삼과 토양에 대한 잔류량 조사</li> <li>○ Mancozeb 수화제, Cypermethrin 유제의 경시적 잔류량 조사</li> <li>○ 유통인삼에 대한 시장에서의 임의 표본조사</li> <li>○ 년차간 토양 이화학성 및 토양미생물상 경시적 변화조사</li> <li>○ 근부병 발병 정도 및 방제효과 2년차 분석</li> <li>○ 인삼생육관련 제형질 조사분석</li> </ul>

구 분	연구 개발 목표	연구개발 내용 및 범위
3차년도 (2001)	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 잡초방제법 실증시험 및 경제성 분석</li> <li>○ 인삼재배포 고랑에서 잡초방제</li> <li>○ 처리포장의 종합 효과 검정</li> <li>○ 친환경 저농약적 근부병 저감 기술 확립</li> <li>○ 인삼재배지에서의 잔류량 조사</li> <li>○ 등록약제의 경시적 잔류량 조사</li> <li>○ 유통인삼에 대한 표본조사</li> <li>○ 인삼 재작기간 단축을 위한 종합 토양관리 기술 개발</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 현지 농가에서 잡초방제 실증시험</li> <li>○ 경제성 분석 및 기술보급체계 개발</li> <li>○ 인삼재배고랑에 선발된 4가지제조제의 잡초방제효과 검정시험</li> <li>○ 처리포장에서의 효과검정 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 길항균 생균의 밀도조사</li> <li>- 제제별 효과 비교 검정</li> <li>- 효능제고 보완시험</li> </ul> </li> <li>○ 친환경 저농약적 근부병 저감 기술 확립</li> <li>○ 5개도, 5지점의 인삼재배지역을 선정, 인삼과 토양에 대한 잔류량조사</li> <li>○ Deltamethrin 유제 Metalaxy1 수화제 경시적 잔류량 조사</li> <li>○ 유통인삼에 대한 시장에서의 임의 표본조사</li> <li>○ 토양훈증, 유기물시용 처리의 종합 효과분석 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 근부병 종합방제효과분석</li> <li>- 인삼수량성 및 품질개선 효과검토</li> <li>- 수확시 토양의 이화학성 및 최종 토양 미생물상분석</li> <li>- 산지포장적응성 검토 및 문제점 보완 검토시험</li> </ul> </li> </ul>

## IV. 연구개발 결과 및 활용에 대한 건의

### I. 인삼의 환경친화적 제초기술 개발

#### 1. 연구결과

1) 우리 나라 고려인삼의 주요 재배지역인 5개 도의 인삼재배포에서 발생하는 우점잡초는 각도에 따라 다소 다른 경향을 보이지만 주로 명아주, 벼룩나물, 여뀌 등이 우점잡초였으며, 차우점잡초는 망초, 속속이풀, 독새풀이었다. 또한 인삼재배포 통로에서는 여뀌, 벼룩나물, 명아주 등이 우점잡초, 썩, 피, 개망초 등이 차우점잡초로 발생되었다.

전국 인삼포와 통로의 잡초발생 유사성은 78.2%로 다소 높은 유사성을 보였으며, 인삼포의 Simpson지수는 0.059로 낮아 잡초가 매우 다양하게 발생하는 것을 나타냈으며, 통로의 Simpson지수도 0.057로 낮고 잡초의 Simpson다양성지수는 매우 높게 나타나 잡초발생이 매우 다양한 것으로 나타났다.

2) 답전윤환인삼포에서는 벼룩나물, 명아주, 망초, 통로에서는 벼룩나물, 여뀌, 명아주가 우점잡초로 발생되었다. 산간지에서는 명아주, 냉이, 여뀌, 통로에서는 여뀌, 명아주, 망초가 우점잡초로 발생되었다. 중산간지에서는 명아주, 피, 여뀌, 통로에서는 명아주, 벼룩나물, 피가 우점잡초로 발생되었다.

3) 직파재배인삼포에서는 명아주, 피, 개망초가 우점잡초, 벼룩나물, 여뀌, 썩이 차우점잡초로 발생되었으며, 통로에서는 벼룩나물, 여뀌, 명아주가 우점잡초, 망초, 주름잎, 독새풀이 차우점잡초로 발생되었다. 이식재배포에서는 명아주, 여뀌, 벼룩나물이 우점잡초, 망초, 피, 왕고들빼기가 차우점잡초, 통로에서는 여뀌, 명아주, 망초가 우점잡초, 벼룩나물, 썩, 속속이풀이 차우점잡초로 발생되었다.



4) 해가림형식은 개량식, 금산식, 관행식으로 나누어 조사한 결과, 개량식의 상면에서는 명아주, 여뀌, 쇠별꽃, 통로는 벼룩나물, 명아주, 망초가 우점잡초로 발생되었다. 금산식 해가림에서는 명아주, 벼룩나물, 여뀌, 통로는 망초, 여뀌, 명아주, 벼룩나물이 우점잡초로 발생되었다. 관행해가림에서는 주로 경북, 경기에서 주로 행해지고 있으며, 상면의 우점잡초는 벼룩나물, 망초, 속속이풀, 통로에서는 피, 어저귀, 명아주, 여뀌가 우점잡초로 발생되었다.

5) 인삼포의 차광재료에 따른 잡초발생을 살펴보면, 주로 P.E. 차광망으로 차광한 재배포에서는 명아주, 망초, 쇠별꽃, 우점잡초로 발생되었으며, 벼룩나물, 여뀌가 차우점잡초로 발생되었다. 통로에서는 벼룩나물, 여뀌, 명아주, 망초가 우점잡초로 발생되었다. P.E. 차광망 + 비투수성 비닐 등으로 차광한 재배포에서는 명아주, 여뀌, 쇠뜨기가 우점잡초, 쑥, 닭의장풀, 망초가 차우점잡초로 발생되었으며, 통로에서는 벼룩나물, 여뀌, 명아주가 우점잡초로 발생되었다. 벗짚으로만 차광한 재배포에서는 여뀌, 벼룩나물, 별꽃이 우점잡초, 명아주, 피, 속속이풀이 차우점잡초이었으며, 통로는 망초, 주름잎, 여뀌, 명아주가 우점잡초로 발생되었다.

6) 인삼포의 피복종류에 따른 잡초발생은 벗짚이영을 상면에 피복한 경우 명아주, 벼룩나물, 여뀌, 망초가 우점잡초, 피, 독새풀, 쑥이 차우점잡초이었으며, 통로에서는 여뀌, 피, 명아주가 우점잡초로 발생되었다. 왕겨를 피복한 재배포에서는 여뀌, 피, 쇠별꽃이 우점잡초, 닭의장풀, 바랭이, 망초가 차우점잡초로 발생되었으며, 통로에서는 쑥, 망초, 독새풀이 우점잡초로 발생되었다. 고년근 재배포에서는 피복한 벗짚이영 등이 재배 년수가 경과될수록 부식되어 없어지거나 매우 조금 남아 있었으며, 쇠뜨기, 벼룩나물, 명아주가 우점잡초로 발생되었으며, 통로에서는 벼룩나물, 여뀌, 보리쟁이가 우점잡초로 발생되었다.

7) 1~2년생 고려인삼재배포에서는 명아주, 피, 여뀌가 우점잡초이고 통로에서 여뀌, 명아주, 피가 우점잡초로 발생되었다. 3~4년생 재배포에서도 벼룩나물, 피, 여뀌가 우점하였고, 통로에는 망초, 여뀌, 벼룩나물이 우점잡초로 발생되었다. 5~6년생 재배포에서는 벼룩나물, 여뀌, 명아주가 우점잡초, 통로에서는 벼룩나물, 쑥, 여뀌가 우점잡초로 발생되었다. 고년근이 될수록 상면에 잡초발생이 감소하였으며 상면과 통로에서의 잡초는 주로 벼룩나물, 여뀌, 명아주가 우점잡초로 발생되었다.

8) 토양처리제초제를 선발한 결과, Metolachlor, Metolachlor+Promethalin은 표준, 2배량 뿐만 아니라 4배량에서도 지상부와 뿌리의 생장억제가 없이 인삼에 가장 안전한 제초제로 입증되었다. 또한 Ethalfuralin도 Metolachlor+Pendimethalin과 같이 인삼 뿌리의 생장에 영향을 주지 않았으나 4배량에서 인삼의 지상부 생장이 약간 억제되었을 뿐 매우 안전한 제초제로 판명되었다.

9) 공시된 경엽처리제초제 중에서 Fenoxaprop-P-ethyl와 Propaquizafop은 표준, 2배, 4배량 농도에서도 인삼에 약해 없이 인삼은 정상적으로 성장하였다. Haloxyfop-R-methyl도 Fenoxaprop-P-ethyl와 비슷한 결과를 보였으나 전반적으로 인삼의 생장이 다소 억제되는 경향이였다. 그리고 Sethoxydim, Clethodim과 Fluazifop-butyl은 2배량이상 농도에서 약해를 나타냈다. 한편 2,4-D와 Fluazifop-P-butyl은 약해가 심하였으며, Bentazon은 표준농도에서도 완전고사되었다.

10) 멀칭종류에 따른 잡초의 생육량을 살펴보면, 벅짚 멀칭에 비하여 왕겨+비닐 멀칭에서는 잡초생장이 91.6% 억제되었고, 벅짚+차광망 멀칭에서도 59.7% 생장이 억제되었다. 벅짚+비닐 멀칭에서는 41.9% 억제되었으나 차광망만 멀칭한 경우에는 생장억제율이 16%로 미미하였다. 따라서 인삼재배에서

멸칭에 의한 잡초방제방법은 왕겨+비닐 멸칭이 가장 적합한 것으로 나타났다.

11) 고려인삼재배포의 통로에서 비선택성제초제 Glufosinate, Glyphosate, Paraquat, Sulfosate에서 모두 100%의 방제가를 나타냈다. 효과적인 고려인삼재배포 통로의 잡초방제를 위해서는 연간 2회의 처리가 필요한 것으로 사료된다. 또한 검정비닐 멸칭과 부직포에서도 잡초가 거의 발생되지 않아 100%의 방제가를 나타냈다.

12) 전국적으로 조사된 180개 포장중에서 49포장에서 우산이끼가 발생되었으며, 우산이끼는 5-6년생 인삼포에서 가장 많이 발생되었고 3-4년생 인삼포에서도 비교적 많이 발생되었으나 1-2년생 인삼포에서는 거의 발생되지 않았다.

13) 포트실험 결과, Quinoclamine은 90g/10a, Simetryne, Simazine, Prometryne은 각각 30, 100, 100g/10a에서 우수한 제초효과를 나타냈으나 비선택성 제초제는 모두 4배량의 농도에서 높은 제초효과를 보였다. 포장실험 결과, Quinoclamine은 270g/10a, Simetryne 90g/10a, Simazine과 Prometryne은 300g/10a에서 우수한 제초효과를 나타냈다.

14) 잡초방제실증시험에서 멸칭구의 Metolachlor+Pendimethalin과 Metolachlor+Prometryne에서 제초효과가 가장 우수하였으며 인삼에서 제초제 잔류가 검출되지 않았고, 제초비용도 가장 낮았다.

## 2. 연구결과 활용에 대한 건의

### 가. 시책건의

1) 이식인삼재배에서 약효가 우수하고 약해가 없는 Metolachlor+Pendimethalin 과 Metolachlor+Prometryne(코달)을 인삼재배 농가에서 사용하기 위하여 농촌진흥청에 품목고시 직권시험을 건의한다.

2) 직파인삼재배, 또는 인삼묘삼생산재배에서 손제초에 의한 노력과 경비를 줄이기 위하여 약효가 우수하고 약해가 없는 Methabenzthiazuron+Prometryne (풀모리), Metolachlor+Prometryne(코달) 등록을 위하여 농촌진흥청에 품목 고시 직권시험을 건의한다.

#### 나. 지도사업반영

1) 인삼재배에서 왕겨+P.E. 멀칭 방법은 잡초발생 억제효과가 가장 우수한 잡초방제법으로 인삼재배 농가에 권장한다.

2) 인삼재배포 통로에서 잡초를 방제하기 위하여 Paraquat, Glyphosate, Sulfosate, Glufosinate를 년간 2회 처리하거나 검정비닐 혹은 부직포로 멀칭 하는 방법을 권장한다.

3) 인삼재배포 통로에서 우산이끼를 방제하기 위하여 Quinoclamine, Simetryne, Prometryne 토양처리를 권장한다.

## II. 환경친화적 근부병 방제법 개발

### 1. 연구결과

1) 인삼근권토양으로부터 56개의 길항세균을 분리하였는데, 고년근일수록 인삼근권토양에서 길항세균의 분리빈도는 적었다.

2) 작물에 비병원성이며 저온, 저영양조건에서 *Botrytis cinerea*, *Fusarium solani*, *Cylindrocarpon destructans*, *Alternaria panax*, *Rhizoctonia solani*, *Phytophthora cactorum* 그리고 *Pythium* sp. 균에 항균활성을 보이는 S21, 16P5 균주가 유용 길항세균으로 선발되었다.

3) S21균주는 10% PDA 및 대부분의 배지에서도 높은 항균활성을 보였을 뿐만 아니라 pH 4.0-8.0, 10℃ 이하에서도 생육하여 인삼토양병 방제를 위한 길항세균 선발기준에 가장 적합하였다.

4) 두 근권 길항세균은 *Burkholderia pyrrocinia*(S21), *Bacillus amyloliquefaciens* (16P5)로 동정되었다.

5) 근권길항세균의 근권 토양내 정착을 위하여 개발한 배양합성형 제형의 입모율과 근부병에 대한 방제효과는 sawdust type인 C type과 G type의 제형이 효과가 좋았다.

6) 제형의 근부병 방제효과 증대를 위해 개발한 수화제(wettable powder type) 제형은 근부병에 대한 방제효과 뿐만 아니라 인삼의 생육촉진에도 탁월한 효과가 있었다.

7) 근부병 방제효과 증대를 위한 제형의 처리방법으로는 C type과 G type의 경우 유묘 이식전에 제형을 토양에 전처리한 후 이식 시 유묘에 분의 처리하는 방법이 가장 좋았으며, 수화제의 경우에는 제형을 물에 50배 희석하여 유묘 침지 처리하는 방법이 가장 효과가 좋았다.

8) 포장실험은 재작지 포장과 토양훈증처리 포장 그리고 연작과 휴경을 겸한 포장에서 하였으며, 근부병에 대한 방제효과는 sawdust type인 G type과

수화제 제형이 가장 좋았으며, 인삼의 생육촉진 효과는 모든 포장에서 수화제 제형을 유묘 침지 처리한 처리구가 다른 type의 제형에 비해 탁월하였다.

9) 근권 길항세균의 인삼 근권에서의 정착력을 보았을 때 sawdust type의 경우는 인삼 근권에서 평균  $2.6 \times 10^6$  CFU/g rhizosphere soil (*Bu. pyrrocinia*)와  $5 \times 10^5$  CFU/g rhizosphere soil (*Ba. amyloliquefaciens*)의 재분리능을 보였으며, wettable powder type의 경우는 인삼근면에서  $1.6 \times 10^7$  CFU/ml washing-ginseng solution of root (3 roots/10ml D.W.) (*Ba. amyloliquefaciens*)의 재분리능을 보였다.

10) 두 근권길항세균(S21, 16P5)에 의한 식물병원균류의 저해 양상은 균사벽의 분해, 균사막의 분해, 균사 팽윤, 균사의 생육저해 등으로 다양한 저해 양상을 보인다.

11) 식물병원균류에 항균활성을 지닌 물질은 *Fusarium solani* assay media를 이용하여 활성측정을 하였을 때 두 근권길항세균(S21, 16P5)에서 모두 ethylacetate 층에 존재하며, *Bu. pyrrocinia*는 시간에 안정한 반면에 *Ba. amyloliquefaciens*의 경우는 4일 후면 활성이 거의 없어져 물질이 쉽게 분해됨을 알 수 있었다.

12) *Bu. pyrrocinia*의 식물병원균류에 대한 항균활성물질은 균체내에 주로 존재하며, silicagel open column chromatography와 thin layer chromatography 분석 결과 pyrronitrin을 비롯한 3가지 또는 그 이상의 항균활성물질이 존재 할 것으로 예측된다.

## 2. 연구결과 활용에 대한 건의

### 가. 시책건의

본 연구 결과로 만들어진 미생물 제제는 연작장애포장을 다양한 조건의 포장실험에서 발병 억제 효과가 아주 높았고, 그 효과의 재현성이 확실함으로 산업화 할 계획이다. 따라서 추가로 포장실험, 독성실험, 등록실험 등을 위한 추가 연구비 지원이 절대적으로 필요하다.

### 나. 지도사업반영

이 미생물 제제는 환경친화형 토양병 방제 약제이므로 근래에 인삼종주국의 면모가 최대위기를 맞고 있는 시점에서 이 제품을 사용함으로써 값싸고 질 높은 인삼생산에 적극 활용 될 수 있을 것이다.

## Ⅲ. 인삼의 잔류농약 경감에 관한연구

### 1. 연구결과

1) 인삼에 대한 각 약제의 사용실태를 조사하기 위해 전국 주요 인삼재배 지역에서 채취한 인삼 및 토양시료 중의 잔류량을 조사한 결과, 각 약제 모두 검출한계 미만으로 검출되어 각 약제의 잔류성에 대해 안전한 것으로 판단되었다.

2) 인삼 중 각 약제에 대한 경시적 잔류량 변화 시험 결과, Diethofencarb의 경우 약제처리 21일 후 초기 농도의 약 90%정도 감소, Carbendazim의 경우 약 84% 정도 감소, Difenoconazole과 Tolyfluanid의 경우에도 약제 처리 21일 후 각각 초기 농도의 약 80%이상 감소, Cypermethrin의 경우 약제 처리 35일 후 초기 농도의 약 90%이상 감소, Mancozeb의 경우 약제처리 35일후 초기농도의 약 95% 정도 감소, Deltamethrin의 경우 약제처리 35일 후 초기 농도의 약 80%정도 감소, Metalaxyl의 경우 약제처리 35일후 초기

농도의 약 80% 정도 감소 하였다.

3) 시중에서 유통되고 있는 인삼을 구입하여 각 약제에 대한 잔류시험을 한 결과, 각 약제 모두가 검출한계 미만으로 검출되어 각 약제에 대한 잔류성에 있어 안전한 것으로 판단되었다.

## 2. 연구결과 활용에 대한 건의

### 가. 시책건의

1) 주요인삼재배지 인삼포의 인삼과 토양시료에서는 현재 사용되고 있는 살균제의 농약 잔류가 검출되지 않았으므로 농약잔류가 없고 안전함을 홍보한다.

2) 인삼재배에 등록된 살균제 8종은 약제처리 3~5주 이내에 80~95%가 분해되어 잔류위험성이 적음을 홍보한다.

3) 서울을 비롯한 7개도 인삼시장에서 유통되는 인삼은 8종의 살균제에 대한 잔류성에 안전한 것으로 판명되었음을 홍보한다.

## IV. 인삼 재작기간 단축을 위한 토양관리 기술개발

### 1. 연구결과

#### 가. 담수 및 토양훈증 시기별 근부병 방제 효과

1) 인삼 연작지 토양에서의 묘삼 출아율은 95%로 양호하였고, 근부병 발생은 5월에 5%, 7월에는 80.5% 발생되었으며, 9월에는 100% 이병 되어 공시포장의 근부병 밀도가 상당히 높은 것을 확인할 수 있었으며, 병 발생 및



감염 시기는 주로 6월에서 7월임을 알 수 있었다. 또한, 감염 부위를 배양한 결과 병원균은 *Cylindrocarpon*으로 근부병의 주원인에 의한 피해임을 알 수 있었다.

2) 토양훈증 처리후 작물안정성은 5월과 8월 처리에서는 훈증 후 10일에 약해가 없었으며, 10월에 처리할 경우 15일 경과해야 가스피해가 없었다.

3) 토양훈증 처리후 토양내 미생물상은 세균이 가장 급속하게 증식되었는데 이것은 경쟁 관계의 진균과 방선균의 밀도가 감소한 이유로 보이고, 담수 처리에서는 세균보다 방선균의 밀도가 높아 인삼의 연작기간을 단축할 수 있는 하나의 방법으로 사료된다.

4) 토양훈증 처리후 지상부 생존율은 2년근에서 9월까지 90% 이상의 높은 생존율을 보였지만, 담수 및 무처리 1에서는 9월에 각각 12.6%, 0%의 낮은 생존율을 보여 식재년도에 거의 고사되었고, 3년근에 와서는 훈증처리에 서만 9월까지 70% 정도의 생존율을 보였다.

5) 토양훈증처리 포장에서 근부병 발생율은 5월 훈증시 2년근에서 2.5%의 가장 적은 발생을 보였고, 3년근에서도 30.5%로 가장 적었으나 대조구에서는 2년근에 근부병이 100% 발생하였다.

6) 토양 훈증시기별 생육에 대한 처리효과는 5월 처리시 2-3년생 인삼의 지상부, 지하부 생육이 모두 양호한 결과를 보였다.

7) 지하부 생존율은 5월 처리구에서 2년근 5.5%, 3년근은 75.6%로 가장 높았고, 수량도 371.5kg/10a로 가장 높았다.

나. 인삼 연작지에서 토양혼증후 여러 유기물 시용에 의한 토양개선효과

1) 본시험에 공시된 유기물의성분 분석 결과 활성퇴비가 T/N율과 인산 함량 가장 높았고, 옥수수는 칼리가, 갈잎은 칼슘과 마그네슘이, 호밀은 유기물함량이 가장 높은 경향을 보였다.

2) 유기물 시용 및 녹비작물 재배에 따른 토양의 유기물 함량은 벚짚> 갈잎> 호밀+ 녹비재배구 순으로 높았다.

3) 토양혼증후 유기물 시용과 녹비작물 재배에 따른 세균, 진균 및 방선균의 밀도조사결과, 토양에서 미생물상의 안정화에 필요한 기간은 2년 정도이며, 1년 토양 관리시에는 부숙된 유기물을 시용하는 것이 효과적인 것으로 나타났다.

4) 토양혼증후 활성퇴비 시용구에서 2년생 인삼의 출아율은 100%, 3년생 출아율은 97.5%로 가장 높았고, 지상부 생존율은 벚짚 시용구가 2년생은 94.2%, 3년생은 94%로 가장 양호하였다.

5) 토양 혼증제 처리후 2년근 인삼의 엽장과 엽폭은 대조구가, 경장 과 경직경은 호밀시용+옥수수재배구가 가장 생육이 좋았고, 3년근 인삼의 엽장과 엽폭은 활성 퇴비구가, 경장 및 경직경은 갈잎 시용구에서 생육이 가장 양호하였다.

6) 토양혼증후 2년근 인삼의 근중은 호밀 시용 + 옥수수 재배구와 활성퇴비 시용구가 3.6g으로 가장 높았고, 3년근 인삼의 근중은 갈잎 시용구가 18.8g으로 가장 높았다.

7) 유기물 시용 및 토양혼증제 처리에 따른 근부병 발생율은 무처리에서

2년생 42.5%, 3년생은 73.7%의 높은 발생율을 보였지만, 토양훈증후 유기물 시용구에서는 2년생은 0-16.5%, 3년생은 3.1-20.7%의 낮은 발생율을 보였고, 그중 벚짖 시용구가 가장 적은 발생율을 보였다.

8) 토양훈증후 2-3년근의 지하부 생존율 및 수량을 조사한 결과 2년근의 생존율은 95% 이상의 높은 생존율을 보였고, 3년근에서도 90% 이상의 높은 생존율을 보였으며, 수량은 호밀시용 + 수단그라스 재배구에서 409.4kg/10a로 가장 높았다.

## 2. 연구결과 활용에 대한 건의

### 가. 시책건의

1) 인삼 수확후 연작기간 단축을 위한 토양관리는 토양 훈증제 밧사미드 입제(40kg/10a)를 이용한 토양훈증 훈증으로 연작지에서도 3년근 생장까지 초작지의 작황과 동일한 수준이었으며 앞으로 4년근에서 6년근까지 생육이 가능하리라 사료되며, 이러한 결과는 인삼 연작기간 단축과 연작지에서의 안정적 인삼생산의 효과적인 기술로 건의한다.

2) 토양훈증제 Dazomet(40kg/10a)를 이용한 인삼 연작지 토양 훈증 시기는 5월에 처리하는 것리 안정적이고 그처리 효과 측면에서도 유리하며, 토양훈증제 처리후 토양미생물 증식 및 토양개선용 유기물은 호밀시용후 수단그라스를 재배하거나 갈잎 시용이 유리하다.

### 나. 지도사업반영

1) 앞으로 6년근에 수량 및 품질의 분석이 완료되면 농촌진흥청 인삼표준 경작법에 “인삼연작장해 경감기술” 방법으로 첨가, 농가지도 지침자료로 활용한다.

## SUMMARY

### I. TITLE

Technologies for Environment-friendly Control Practices of Plant Disease and Weeds in Ginseng

### II. Research Purpose and Significance

Occurrence and distribution of weeds in ginseng gardens were surveyed in 5 provinces, and ginseng tolerant herbicides were selected by screening trial, and non-chemical weed control practices were also studied to obtain the fundamental and practical informations for establishing cultural and chemical weed control methods in ginseng gardens in Korea.

The research was conducted on formulations with antagonistic rhizobacteria having antagonistic activity to most of the soil-born fungal pathogens for biological control to root rot of ginseng by *Cylindrocarpon destructans* (Zinssm.) Scholten. Also, the effects of formulations with antagonistic rhizobacteria were tested in various soil conditions such as contagious field, continuous cropping field, soil fumigated field, and crop rotation & fallow idle field.

Pesticide residue of 8 fungicides was determined in pre-harvest ginseng plants and soils collected from major ginseng growing regions and in ginseng samples collected from major ginseng markets in Korea.

For soil management to shorten replanting term in ginseng field, effects of flooding and soil fumigation on control of root rot disease and effect of organic matter application followed by soil fumigation on soil improvement in the replanted ginseng field were studied.

### III. Research Results and Their Application

#### 1. Weeds Distribution and Their Control Practices in Ginseng Gardens

1) Most dominant (importance value) weeds were *Chenopodium album* var. *centrorubrum*, *Stellaria alsine* var. *undulata*, and *Polygonum hydropiper*, and dominant weeds were *Echinochloa crus-galli*, *Artemisia princeps*, *Erigeron canadensis*, and *Rorippa islandica* in ginseng gardens in Korea.

2) *Stellaria alsine* var. *undulata*, *Chenopodium album* var. *centrorubrum*, and *Erigeron canadensis* were dominant weeds in ginseng gardens and *Stellaria alsine* var. *undulata*, *Polygonum hydropiper*, and *Chenopodium album* var. *centrorubrum* in furrows of ginseng gardens in paddy-upland rotation paddy fields in Korea. *Chenopodium album* var. *centrorubrum*, *Capsella bursa-pastoris*, and *Polygonum hydropiper* were dominant weeds in ginseng garden and *Polygonum hydropiper*, *Chenopodium album* var. *centrorubrum*, and *Erigeron canadensis* in furrows of ginseng gardens in hilly land. *Chenopodium album* var. *centrorubrum*, *Erigeron annuus*, and *Polygonum hydropiper* were dominant weeds in ginseng garden, and *Chenopodium album* var. *centrorubrum*, *Echinochloa crus-galli*, and *Polygonum hydropiper* in furrows of ginseng gardens.

3) *Chenopodium album* var. *centrorubrum*, *Echinochloa crus-galli*, and *Erigeron*

*annuus* were dominant weeds in direct-seeded ginseng garden beds, and *Stellaria alsine* var. *undulata*, *Polygonum hydropiper*, and *Chenopodium album* var. *centrorubrum* in transplanted ginseng garden beds.

4) *Chenopodium album* var. *centrorubrum*, *Polygonum hydropiper*, and *Stellaria aquatica* were dominant weeds in standard shading methods. *Chenopodium album* var. *centrorubrum*, *Stellaria alsine* var. *undulata*, and *Polygonum hydropiper* were dominant weeds in Gumsan traditional shading methods, and *Stellaria alsine* var. *undulata*, *Erigeron canadensis*, and *Rorippa islandica* in conventional shading methods.

5) *Chenopodium album* var. *centrorubrum*, *Erigeron canadensis*, and *Stellaria aquatica* were dominant weeds in polyethylene net shading, *Chenopodium album* var. *centrorubrum*, *Polygonum hydropiper*, and *Equisetum arvense* in polyethylene(net+film) shading, and *Polygonum hydropiper*, *Stellaria alsine* var. *undulata*, and *Stellaria media* in rice straw shading

6) *Chenopodium album* var. *centrorubrum*, *Stellaria alsine* var. *undulata*, and *Polygonum hydropiper* were dominant weeds in rice straw mulching ginseng beds. *Polygonum hydropiper*, *Echinochloa crus-galli*, and *Erigeron canadensis* were dominant weeds in rice hull mulching, and *Equisetum arvense*, *Stellaria alsine* var. *undulata*, and *Chenopodium album* var. *centrorubrum* in no mulching ginseng beds.

7) *Chenopodium album* var. *centrorubrum*, *Echinochloa crus-galli*, and *Persicaria hydropiper* were dominant weeds in 1~2 year-old ginseng gardens. *Stellaria alsine* var. *undulata*, *Echinochloa crus-galli*, and *Persicaria hydropiper*

were dominant weeds in 3~4 year-old ginseng gardens, and *Stellaria alsine* var. *undulata*, *Persicaria hydropiper*, and *Chenopodium album* var. *centrorubrum*. in 5~6 year-old ginseng gardens.

8) Metoachlor and metolachlor+pendimethalin were tolerant to ginseng without phytotoxicity and fenoxaprop-P-ethyl and propaquizafop were selected for foliar application in ginseng gardens.

9) Weeds were suppressed by 91.6% by rice hull+P.E. film mulching, but other mulching methods tested were not enough to control weeds.

10) Glufosinate, glyphosate, paraquat, and sulfosate controlled weeds completely and mulching with nonwoven fabric or black P.E. film were also very effective to control weeds in furrows of ginseng gardens.

11) *Marchantia polymorpha* was distributed in older than 3year-old ginseng gardens in Korea. It was controlled by quinclamine at 270g/10a, simetryne at 90g/10a, and prometryn at 300g/10a at higher rate of above 3 herbicides.

12) Metolachlor+pendimethalin and metolachlor+prometryne treated under mulching condition were most effective to control weeds in the ginseng gardens and least weed control cost was also needed.

## 2. Biological Control of *Cylindrocarpon destructans*

1) Two atagonistic rhizobacteria (S21, 16P5) were isolated as biological control agents against *Cylindrocarpon destructans*, the most destructive soil born fungal

pathogen of Korean ginseng.

2) Two antagonistic rhizobacteria selected were identified to be *Burkholderia pyrrocinia*(S21) and *Bacillus amyloliquefaciens*(16P5).

3) C and G type were the most effective formulations for standing and biological control to root rot of ginseng.

4) The result revealed that wettable powder type formulation significantly reduced disease incidence caused by *Cylindrocarpon destructans* in ginseng and promoted plant growth.

5) Formulations of C and G type were treated to experimental ginseng fields before transplanting and were treated to seedlings when transplanting. This was the most effective method than the other methods. Dipping (Wettable powder type), diluted 50 times with water, was the most effective.

6) Field trials were conducted in the continuous cropping field, soil fumigated field, and rotation & fallow-idle field. Biological control effect of root rot in ginseng was more effective under the treatment with G type (sawdust type) and wettable powder type, and growth promoting effect of ginseng was better by these two formulations than those by others.

7) In the formulations Sawdust type (C and G type)-treated ginseng field, *Burkholderia pyrrocinia* and *Bacillus subtilis* were maintained to  $2.6 \times 10^6$  CFU/g rhizosphere soil and  $5 \times 10^5$  CFU/g rhizosphere soil, respectively. And in the formulation wettable powder type-treated ginseng field, *Bacillus subtilis* were



maintained to  $1.6 \times 10^7$  CFU/g rhizosphere soil. Antagonistic effect of reisolated *Bu. pyrrocinia* and *Ba. subtilis* was the same as the applied one.

8) Aspects of inhibition to plant fungal pathogens by two antagonistic rhizobacteria were various; lysis of cell wall, lysis of cell membrane, mycelial swelling and inhibition of mycelial growth.

9) Antifungal activity was found in ethylacetate fraction that contained antifungal substances or more active compound, because it showed the strong antifungal activity to most of fungal pathogens.

10) Based on the analyses results of silica gel open column chromatography and thin layer chromatography with ethylacetate fraction of S21, it assumed that the antagonistic rhizobacterium has three involved pyrrocinin or more activity substances.

### 3. Pesticide Residue in Ginseng and Soil

1) Pesticide residues of 8 fungicides tested was not detected in pre-harvest ginseng samples and soil samples collected from Keumsan (Chungnam Prov.), Kangwha (Kyunggi Prov.), Eumsung (Chungbuk Prov.), and Jinan (Jeonbuk Prov.), major ginseng growing regions, and thus it was concluded that diethofencarb, carbendazim, difenoconazole, tolyfluanid, cypermethrin, mancozeb, deltamethrin, and metalaxyl were safe in terms of pesticide residue problem since residue levels of 8 fungicides were below the detection level.

2) Seasonal change in pesticide residue of 8 fungicides registered or to be registered was determined from the ginseng harvest time by frequency of

fungicide application. Diethofencarb was reduced to 90% of the initial concentration 21 days after its application and carbendazim was reduced to 84% at the same time. Difenoconazole and tolyfluanid were reduced to 80% 21 days after their application, respectively. Cypermethrin, mancozeb, deltamethrin, and metalaxyl were reduced to 90, 95, 80, and 80% of the initial concentration, respectively.

3) Pesticide residue of the ginseng samples purchased from the ginseng markets from Seoul, Kyunggi, Chungnam, Chungbuk, Jeannam, Jeonbuk, Kyungbuk, and Kyungnam area were determined and found that diethofencarb, carbendazim, difenoconazole, tolyfluanid, cypermethrin, mancozeb, deltamethrin, and metalaxyl were safe to pesticide residue because the amount of pesticide residue was detected within the detection level.

#### 4. Soil Management for Shortening Replanting Terms in Ginseng Field

1) Effects of flooding and soil fumigation time on control of root rot disease and growth of ginseng in replanting ginseng field

(1) The emergence rate of ginseng seedlings was 95%, and root rot disease occurred 5% in May, 80.5% in July, and 100% in September, that indicated high density of root rot fungus in experimental field. The disease and the infection occurred mainly in July and June. Also, the root rot disease appeared as a result of having cultured an infection part which was a main factor of the damage.

(2) The gas damage by soil fumigation was not progressed 10 days later in May and August and in October and it was not progressed at 15 days after treatment in terms of crop phytotoxicity.

(3) The bacterium was rapidly multiplied in a microbe population after soil fumigation treatment which was caused by population of actinomycetes, and fungus decreased. Population of actinomycetes was higher than that of bacterium in flooding treatment, and it indicated that flooding could reduce replanting term in harvested ginseng field.

(4) Survival rate of top plant in 2 year-old ginseng was 90% in September in fumigated soil plot, while it showed 12.6% and 0% in flood and control in September, respectively, but survival rate was approximately 70% until September in 3 year-old ginseng.

(5) Occurrence rate of root rot disease in fumigated field in 2 year-old ginseng was 2.5% in May and 30.5% in May in 3 year-old ginseng, whereas root rot occurred 100% in the control in 2 year-old ginseng.

(6) The ground part of 2-3 year-old ginseng was healthy by soil fumigation treatment in May.

(7) The highest survival rate was 75.6% in 3 year-old ginseng, and 95.5% in 2 year-old ginseng when soil fumigation was done in May, and highest yield of roots was obtained with 371.5kg/10a.

2) Effects of different organic matters applied followed by soil fumigation on soil improvement in replanting ginseng field

(1) T/N ratio and phosphoric acid contents were highest in activated compost,

calcium and magnesium content in green manure, potassium in corn, and highest content of organic matter in rye.

(2) Organic matter content as affected by application of organic matter resources followed by cultured green manure crops was high in rice straw > oak leaves > rye + green manure in order.

(3) The period for stabilization of microorganism population was required 2 years, but application of well fermented organic matter in soil management required 1 year based on the results of the bacterium, actinomycetes and fungus experiment.

(4) Emergence rates of 2 and 3 year-old ginseng were 100%, 97.5% respectively, in activated compost application followed by soil fumigation, highest treatment. Survival rates of top plant of 2 and 3 year-old ginseng were 94.2%, 94%, respectively, in rice straw application followed by soil fumigation.

(5) When the soil was fumigated, stem length and stem diameter of the 2 year-old ginseng were best in the rye + maize cultivation, leaf length and leaf width were best in the control. Leaf length and leaf width of 3 year-old ginseng were good in the activated compost application, stem length and stem diameter were good in the oak leaf application.

(6) The weight of 2 year-old ginseng roots after soil fumigation was highest with 3.6g in the rye + corn cultivation and activated compost, and weight of 3 year-old ginseng root was highest with 18.8g in the application of oak leaves.

(7) The high occurrence rate of root rot disease was 42.5% in 2 year-old ginseng and 73.7% in 3 year-old ginseng, but the low occurrence rate of root rot disease was 0-16.5% in 2 year-old ginseng, and 3.1-20.7% in 3 year-old ginseng by applicaion of organic matter followed by soil fumigation treatment, and least occurrence rate of root rot disease showed in rice straw application.

(8) The high survival rate of ginseng was above 95% in 2 year-old ginseng and 90% in 3 year-old ginseng, and yield of 3 year-old roots was highest with 409.4kg/10a in application of wheat followed by sudangrass growing.

## CONTENTS

<b>Summary in Korean</b> .....	1
<b>Summary in English</b> .....	18
<b>Contents in English</b> .....	28
<b>Contents in Korean</b> .....	33
<b>Chapter 1. Introduction</b> .....	35
Section 1. Need for Research and Development .....	35
Section 2. Research Purpose and Scope .....	37
<b>Chapter 2. Weeds Distribution and Their Control Practices in     Ginseng Gardens</b> .....	40
Section 1. Introduction .....	40
Section 2. Weed distribution by various ginseng growing types .....	41
1. Materials and Methods .....	41
2. Results and Discussion .....	44
1) Dominant weeds in ginseng beds and furrows .....	44
2) Dominant weeds in ginseng beds and furrows by elevation of ginseng growing regions .....	46
3) Dominant weeds in ginseng beds and furrows by cultivation methods of ginseng .....	47
4) Dominant weeds in ginseng beds and furrows by shading types in ginseng cultivation .....	48
5) Dominant weeds in ginseng beds and furrows by shading materials in ginseng cultivation .....	50
6) Dominant weeds in ginseng beds and furrows mulching materials on ginseng beds .....	51

7) Dominant weeds in ginseng beds and furrows by age of ginseng plants .....	52
Section 3. Weed control system in ginseng .....	53
1. Materials and Methods .....	53
2. Results and Discussion .....	59
1) Herbicide selection for weed control in transplanting ginseng fields ..	59
2) Herbicide selection for weed control in direct-seeded ginseng fields ..	63
3) Weed control method by muchling .....	66
4) Weed control system in furrows in ginseng garends .....	69
5) Demonstration trial of weed control system in ginseng gardens ..	76
Section 4. Summary .....	79
Reference .....	83
<b>Chapter 3. Biological Control of <i>Ginseng Root Rot</i></b> .....	89
Section 1. Introduction .....	89
Section 2. Isolation and selection of antagonistic rhizobacteria .....	90
1. Materials and Methods .....	90
2. Results and Discussion .....	91
1) Microorganism analysis in rhizosphere soil of Korean ginseng fields ..	91
2) Selection and isolation of antagonistic rhizobacteria for IPM of ginseng root rot .....	92
Section 3. Characteristics of selected antagonistic rhizobacteria .....	94
1. Materials and Method .....	94
2. Results and Discussion .....	95
1) Effect of antifungal activity as affected by various media .....	95
2) Effect of antifungal activity as affected by temperature .....	96
3) Investigation of antagonism on PDA and LA with chitin .....	96
4) Pathogenicity test to the plants .....	97

5) Identification of antagonistic rhizobacteria .....	97
Section 4. Selection of formulations and search for methods to enhance control effect .....	99
1. Materials and Method .....	99
2. Results and Discussion .....	100
1) Selection of effective formulations .....	100
2) Search of methods to enhance control effect of formulations .....	106
Section 5. Bioassay of integrated control effects in various ginseng fields .....	111
1. Materials and Method .....	111
2. Results and Discussion .....	116
1) Continuous ginseng growing field .....	116
2) Soil fumigated ginseng field .....	121
3) Crop rotation & fallow field .....	126
4) Viability of antagonistic rhizobacteria .....	130
5) Analysis of antagonistic mechanism .....	131
Section 6. Summary .....	133
Reference .....	136
<b>Chapter 4. Pesticide Residue in Ginseng and Soil .....</b>	<b>146</b>
Section 1. Introduction .....	146
Section 2. Analytical methods of pesticide residue .....	146
1. Carbendazim .....	146
2. Diethofencarb .....	148
3. Difenconazole .....	149
4. Tolyfluanid .....	150
5. Cypermethrin .....	151
6. Mancozeb .....	152



7. Deltamethrin .....	156
8. Metalaxyl .....	156
Section 3. Recovery experiment for detection of pesticide residue in ginseng and soil .....	157
Section 4. Pesticide residue in ginseng and soil in major ginseng growing regions .....	160
1. Materials and Methods .....	160
2. Results and Discussion .....	162
Section 5. Seasonal changes in pesticide residue in ginseng .....	167
1. Materials and Methods .....	167
2. Results and Discussion .....	169
Section 6. Pesticide residue in ginseng collected from major ginseng markets .....	178
1. Materials and Methods .....	178
2. Results and Discussion .....	179
Section 7. Summary .....	183
<b>Chapter 5. Soil Management for Shortening Replanting Term in Ginseng Field .....</b>	<b>185</b>
Section 1. Introduction .....	185
Section 2. Effects of flooding and soil fumigation times on control of root rot disease and growth of ginseng in replanting ginseng field .....	188
1. Materials and Methods .....	188
2. Results and Discussion .....	191
1) Identification of infestation by root rot disease in soil of replanting ginseng field (pot trial) .....	191
2) Crop phytotoxicity as affected by soil fumigation .....	191

3) Changes in soil microbe population followed by soil fumigation and flooding .....	193
4) Soil properties as affected by soil fumigation .....	195
5) Effect of soil fumigation times on ginseng growth and control of root rot disease .....	197
6) Survival rates and yield of ginseng as affected by soil fumigation times .....	202
Section 3. Effects of different organic matters application followed by soil fumigation on soil improvement in replanting ginseng field .....	204
1. Materials and Methods .....	204
2. Results and Discussion .....	206
1) Amount of restored organic matters, green manure, and components of applied organic matters .....	206
2) Changes in soil properties in growing season by soil fumigation and application organic matters (2-3 year-old ginseng) .....	207
3) Changes in soil microbe population after treatment .....	209
4) Effect of organic matters application followed by soil fumigation on ginseng growth and control of root rot disease .....	210
Section 4. Summary .....	219
Reference .....	222

# 목 차

요약문 .....	1
영문요약문 .....	18
영문목차 .....	28
목차 .....	33
본문 .....	35
제 1 장 서 론 .....	35
제 1 절 연구개발의 필요성 .....	35
제 2 절 연구개발의 목표 및 내용 .....	37
제 2장 인삼의 환경친화적 제초기술 개발 .....	40
제 1 절 서 론 .....	40
제 2 절 고려인삼재배 유형별 잡초의 발생양상 조사 .....	41
제 3 절 고려인삼재배에서 잡초방제법 .....	53
제 4 절 적 요 .....	79
참고문헌 .....	83
제 3장 환경친화적 근부병 방제법 개발 .....	89
제 1 절 서 론 .....	89
제 2 절 길항미생물의 분리 및 선발 .....	90
제 3 절 선발 길항미생물의 특성 조사 .....	94
제 4 절 제형의 선발 및 효과 증대 방안 모색 .....	99
제 5 절 처리포장의 종합적 효과 검정 .....	111
제 6 절 적 요 .....	133
참고문헌 .....	136
제 4 장 인삼의 잔류농약 경감에 관한연구 .....	146
제 1 절 서 론 .....	146

제 2 절 잔류시험 분석법 .....	146
제 3 절 회수율시험 .....	157
제 4 절 인삼재배지에서의 잔류량 조사 .....	160
제 5 절 등록약제의 경시적 잔류량 조사 .....	167
제 6 절 유통인삼에 대한 임의표본 조사 .....	178
제 7절 적 요 .....	183
<b>제 5 장 인삼 재작기간 단축을 위한 토양관리 기술개발</b> .....	<b>185</b>
제 1 절 서 론 .....	185
제 2 절 담수 및 토양훈증 시기별 근부병 방제 효과 .....	188
제 3 절 연작지 훈증후 여러유기물 시용에 따른 인삼 생육 및 근부병 방 제 효과 .....	204
제 4 절 적 요 .....	219
참고문헌 .....	222

# 제 1 장 서 론

## 제 1 절 연구개발의 필요성

### 1. 연구개발의 필요성

#### 가. 기술적 측면

인삼은 재배기간이 길고 성장속도가 느리기 때문에 잡초로 인한 피해가 크므로 재배농가는 잡초를 제거하는데 많은 시간과 노력을 기울이고 있다. 근년에 와서 인삼의 재배양식이 다양화(직파, 이식, 논삼, 해가림 자재 및 구조)됨에 따라 잡초발생 양상은 현저한 차이가 있을 것으로 생각된다. 그러나 인삼밭에서 발생하는 잡초는 매우 다양하지만 아직 잡초 조사가 이루어진 바 없고 또한 잡초에 의한 인삼의 피해양상도 연구된 바 없다. 그리고 인삼포에서의 잡초방제는 손제초에 의하여 주로 이루어지고 있는 실정으로 제초제에 의한 생력제초는 물론, 잡초 발생의 생태적 특성을 이용한 환경친화적 잡초방제 대책의 필요성이 크게 대두되고 있어 이에 대한 연구가 절실히 요구되는 실정이다.

인삼은 동일포장에서 3-5년 재배하므로 고랑과 두둑 양 끝면에 여러 종류의 이끼류가 발생되어 고년근 인삼의 생육과 지하부의 뿌리에 생리적 영향을 주어 건전한 뿌리의 생산이 어려워진다. 주로 우산이끼발생되며, 발생이 시작되면 급속히 통로를 따라서 우점하게 된다. 또한 발생된 이끼의 손제초시 통로와 상면의 한쪽부분의 토양이 유실되어 손제초에서도 많은 애로사항이 발생되어 우산이끼 방제법의 개발이 필요하다.

인삼에서 근부병에 의한 피해는 심각하나 현재까지 효과적인 방제대책이 없으며, 재배특성상 경종적 방법만으로는 효과적 방제 불가능하며 재배기간 중 사용가능한 화학적 방제법이 없는 실정이다. 따라서 근부병을 방제하기

위하여 다양한 장점을 보유한 생물학적 방제와 토양환경 개선 등을 포함하는 종합방제법의 개발이 시급한 과제이다.

인삼재배시 사용되는 농약에 대하여 현지포장과 시장에서 유통되는 인삼에서 농약잔류를 검정하여 인삼에서 농약의 안전성을 검토할 필요가 있다.

#### 나. 경제 산업적 측면

미국, 캐나다 및 중국에서 인삼산업이 더욱 활성화되고 확대됨에 따라 국제시장에서의 우리 나라 인삼의 경쟁력은 쇠퇴를 거듭하고 있는 실정에서 생산비를 절감하여 높은 경쟁력을 유지하기 위하여 재배과정의 생력화와 제조제에 의한 생력잡초방제를 실시함으로써 생산비 절감을 통한 우리 나라 인삼의 경쟁력 제고가 시급하다.

근부병은 결주 및 수확량 감소, 중도 폐포의 원인이 되어 원료삼 생산 및 품질면에서 문제점을 야기하고, 근부병에 의한 홍삼포의 중도 폐포율이 30-65%로 원료 수급에 차질로 해외시장 점유율 점차 감소됨에 따라 무공해 생력화 재배기술 개발은 농가소득에 기여하며 인삼의 국제경쟁력 향상에 필수적이다.

현재 국내 주요 인삼 산지내 초작지의 절대부족으로 원료삼 생산저하 및 인삼산업의 장기 침체화 우려되며, 초작지 선정등 재배적지 선택의 한계로 전체 재배면적은 감소하나 출입 경작의 증가로 생산비만 과중되고 있는 실정이며, 재작지 활용으로 근부병 발생이 증가되어 중도폐포, 수량감소 및 품질저하 원인으로 작용하고 있다. 또한 인삼의 년근별 출아율은 2년근에서 고년근으로 갈수록 급격히 감소하는데 주요 원인은 매년 근부병에 의한 결주율 증가에 기인되고 있다.

#### 다. 사회 문화적 측면

우리 나라 농촌의 농가 호당 인구는 3.2인으로 농촌의 노동력 부족과 노령화는 심각한 사회적 문제로 대두되고 있으며 농산물 수입자유화에 따라 농산물의 경

쟁력은 계속 감퇴되고 있으며 농가소득도 저하되어 상대적 빈곤감과 도농간의 격차는 심화되고 있다.

인삼재배는 현재 농촌에서 재배되고 있는 작물 중 시설원예에 못지 않은 고소득 작물이나 현재의 상황으로는 재배기술, 노동력, 자본 등의 문제로 인삼재배는 극히 제한적이다. 농가의 인삼재배를 보다 용이하게 할 수 있으며 생산비의 절감으로 인삼의 경쟁력을 증대시키기 위해 인삼재배에서 문제되는 잡초를 조사하고 실용화 가능한 유망 선택성 제초제의 선발과 화학적 잡초방제법을 개발함으로써 손제초로 인한 중노동을 대체할 수 있고 생산비를 절감할 수 있다.

무공해 청정 농산물에 대한 사회적 인식이 높고, 특히 인삼의 경우 건강보조식품 또는 약품으로 사용되고 있는바, 인삼 재배기간 중에 발생하는 근부병의 방제를 위한 생물학적 방제법 개발은 가장 시급한 과제이다. 인삼 경작 농민의 가장 시급한 애로기술인 근부병 방제의 종합방제기술 확립과 농가 기술이전으로 안정적인 생산을 도모하는 것은 매우 중요하다.

현재 인삼재배에서 사용할 수 있도록 등록된 농약은 3종에 불과하지만 앞으로 여러 종류의 농약이 추가로 등록될 예정이어서 인삼에 대한 잔류농약 안전성 검토는 더욱 절실히 요청된다. 또한 인삼내의 농약잔류에 대한 국민들의 우려가 높고 해외 수출시장에서의 신뢰성 확보가 시급하다.

## 제 2 절 연구개발의 목표 및 내용

### 1. 연구개발 목표

- 가. 인삼에서 잡초방제법 확립에 필요한 자료로 활용하기 위하여 우리나라의 인삼재배 지역에서 인삼의 재배유형(직파, 이식, 논삼, 경사지 등)과 피복소재 등에 따른 잡초의 발생생태를 조사한다.

- 나. 인삼포장에서 발생하는 잡초를 안전한 제초제에 의하여 방제하기 위하여 현재 우리 나라의 밭에서 안전하게 사용되고 있는 모든 제초제를 대상으로 인삼에 안전성을 나타내는 선택성제초제를 선발하여 실용화한다. 선발된 안전한 제초제에 대하여 처리약량, 처리 시기 및 방법을 구명하여 인삼에서 제초제의 처리방법을 확립한다. 인삼에서 사용될 선택성 제초제의 잔류여부를 검정하여 안전한 제초방법을 확립한다.
- 다. 멀칭방법에 따른 인삼포의 잡초방제효과와 인삼포장 통로에서 비선택성 제초제사용과 부직포 멀칭 의한 환경친화적 제초방법을 확립한다.
- 라. 확립된 환경친화적 잡초방제체계의 실용화 가능성을 농가에서 실증실험을 통하여 검정하고 경영분석을 실시하여 인삼에서 종합적 잡초방제 대책을 수립한다.
- 마. 근부병에 의한 결주율(98년 현재 초작지 결주율이 6년생의 42%정도)을 대폭 저감시키며 중도 폐포율(97년 65.4%)을 50% 이하의 대폭 저감시켜 수확량을 획기적으로 증대시킨다.
- 바. 현재 논, 밭에서 3~7년인 재작기간을 1~3년으로 단축시키며 현재 5~10회인 농약 살포 회수를 5회 이내 감소시켜 저농약 재배로 농약의 잔류문제를 해결하고 농약 살포 회수 감소로 농가 생산비 절감 및 안정적인 생산을 기한다.
- 사. 우리나라 인삼재배지역에서 인삼에 대한 농약사용실태를 파악하여 인삼 및 토양에 대한 잔류량을 산출한다.
- 아. 인삼에 등록되어 있거나 등록예정인 농약을 대상으로 약제처리회수와 수확



일을 중심으로 대상 농약에 대한 경시적 잔류량을 조사한다.

자. 시중에 유통되고 있는 인삼에 대한 임의표본조사를 통하여 인삼에서의 잔류량을 조사한다.

## 제 2장 인삼의 환경친화적 제초기술 개발

### 제 1 절 서 론

인삼은 생리·생태학적 특성으로 일복하에서 재배되어야 하고 내비·내병성에 약할 뿐만 아니라 한 장소에서 3~6년간 재배되므로 성장속도가 느리고 비료요구량이 적으며 생육기간동안 각종 병해충과 생리장해에 의해 생산량 및 품질의 편차가 크다.

인삼은 반음지성 식물로 시설재배를 해야하며, 이식, 제초, 해가림시설관리 등 노동집약적 산업이며 대부분 작업이 경사지 및 시설내에서 이루어지기 때문에 기계화가 곤란한데, 관행재배시 1인당 노동력 소요인원은 6년간 270일이 필요한데 이들 작업별 노동력 투하 중 병해충방제는 20.7%로 가장 높고 고랑 및 상면제초가 13.4%를 차지하여 두번째로 노동력투하가 많은 작업단계이며, 해가림보수작업은 13%이고, 인삼이식이 5.6%, 수확작업 5%로 인삼재배기간을 통털어 제초작업에 아주 많은 노동력이 집중된다고 할 수 있다.

본포의 상면에 발생하는 잡초는 손작업에만 의존하여 제초를 하는데, 인삼포는 해가림이 설치되어 있으므로 제초작업 자체가 어렵고 작업의 능률이 낮아 많은 인력이 소요된다.

현지 농가포장에서는 상면의 측면이나 통로의 제초를 위하여 때로는 일반 비선택성제초제를 사용하는 경우도 있는데 강우시 통로나 상면에 잔류된 제초제 성분이 빗물을 따라 건조한 상면 중앙부로 이동하여 인삼세근의 발육이 불량할 뿐만 아니라 인삼에 약해를 일으키기도 하여 많은 문제를 야기시킨다.

또한 경종적 제초방제법으로 고랑과 상측면에 3중직 P.E.차광망을 피복하여 잡초발생을 경감시키기도 하는데 이는 생산비 상승과 통로온도 상승을

조장하기도 하여 일부 농가에서만 사용을 하고 있다.

인삼재배포의 제초작업 년간 회수는 포장조건에 따라서 차이가 있으나 2년 근에는 6~7회, 3년근 이상에서는 4~5회 정도 하는데, 90년에 들어와 부초 재배가 정착되어 상면에 이영을 피복할 경우 잡초발생이 현저히 경감되었지만 분포기간이 길어 병해충방제 다음으로 노력이 많이 소요되고 있어 이에 대한 생력잡초방제법 확립이 시급히 요구되고 있다. 그러나 전국 인삼포에 발생하는 잡초종 및 우점종 등 잡초발생 분포 및 생태에 대한 조사연구는 전무하여 잡초방제법의 확립이 미흡한 실정이다.

## 제 2 절 고려인삼재배 유형별 잡초의 발생양상 조사

### 1. 재료 및 방법

본 연구에서는 고려인삼재배포에서 발생하는 잡초의 발생양상을 구명하고 잡초방제법을 확립하기 위하여 우리 나라에서 고려인삼이 주로 많이 재배되고 있는 5개도 지역에서 고려인삼의 재배유형에 따른 잡초발생생태를 조사하였다.

#### 가. 조사 대상지 선정

전국 인삼주재배지역 5개 도를 중심으로 충청남도는 금산, 논산, 공주, 부여, 충청북도는 괴산, 음성, 청원, 보은, 경상북도는 영풍, 봉화, 문경, 상주, 전라북도는 진안, 장수, 순창, 남원, 경기도는 이천, 안성, 화성, 여주 등 총 20개 군에서 각각 9개소(3개면 3개리)의 고려인삼재배포장을 조사지로 선정하였다(표 1).

잡초발생 조사는 6월 초순부터 7월에 걸쳐 고려인삼의 재배지대별 (답전윤환, 산간지, 중산간지), 재배유형 (직파, 이식), 해가림재료 (차광망, 비닐포함, 벚짚) 및 해가림구조 (개랑, 금산식, 관행)와 인삼의 년생 (1~2, 3~4, 5~6년생)을 구분하여 Quadrat (50×50cm)로 발생잡초를 채취한 다음, 잡초종별 개체수를 조사

한 후 건조기(80℃)에 2일 동안 건조하여 건물중을 측정하였다. 또한 고려인삼 재배포의 각 조사지에서 발생되었던 잡초의 빈도를 조사하였다.

인삼재배포에서 채취한 잡초본수를 기준으로 잡초군락 분석은 Simpson method를 이용하여 Simpson지수와 Simpson다양성지수를 산출하였으며, 전국의 인삼포 및 5개도에서 인삼포와 통로에서 발생된 잡초에 대하여 유사성계수 (Similarity coefficient)를 다음식에 의해 산출하였다.

$$\text{Simpson's index} = \frac{\sum ni(ni - 1)}{N(N - 1)}$$

$$\text{Simpson's diversity index} = 1 - \frac{\sum ni(ni - 1)}{N(N - 1)}$$

$$\text{Similarity coefficient} = 2W/(a+b) \times 100$$

W는 조사한 각구의 공통 초종에 대한 중요도 값 중 낮은 값이고, a와 b는 각 구의 중요도의 합으로 산출하였다.

인삼재배포에서 발생된 잡초종의 우점도를 판정하기 위하여 중요도(importance value)를 아래에서 보는 바와 같은 공식으로 산출하였다.

$$\text{density} = \frac{\text{number of individual}}{\text{area sampled}}$$

$$\text{relative density} = \frac{\text{density for a species}}{\text{total density for all species}} \times 100$$

$$\text{dry weight} = \frac{\text{total of basal area}}{\text{area sampled}}$$

$$\text{relative dry weight} = \frac{\text{dry weight for a species}}{\text{total dry weight for all species}} \times 100$$

$$\text{frequency} = \frac{\text{number of plots in which a species occurs}}{\text{total number of plots sampled}}$$

$$\text{relative frequency} = \frac{\text{frequency value for a species}}{\text{total of frequency values for all species}} \times 100$$

$$\text{importance value} = (\text{relative density} + \text{relative dry weight} + \text{relative frequency})/3$$

Table 1. Areas of weed investigation in ginseng gardens in 5 provinces of Korea.

Province	County	Myun(Village)
Chungnam	Kumsan	Kumsan(3) Buri(3) Jinsan(2) Kumsong(1)
	Nonsan	Yunmu(3) Nosong(3) Yeonsan(3)
	Kongju	Jongki(3) Uidang(3) Usong(1) Banpo(1)
		Kyeryong(1)
Puyo	Hongsan(3) Puyo(2) imchon(1) sedo(1)	
		Kyuam(1)
Chungbuk	Koesan	Chilsong(3) Sosu(3) Geungpyung(3)
	Umsong	Taeso(3) umsong(2) Kumwang(2) wonnam(1)
		Mengdong(1)
	Chongwon	Hyundo(3) Bukyi(3) Miwon(3)
Poun	Naebuk(3) Poun(3) Weisok(3)	
Chunbuk	Chinan	Chinaneup(3) Jongchon(3) Yongdam(3)
	Changsu	Changkye(3) Sanseo(3) Chonchon(3)
	Sunchang	Bokhung(3) SSangchi(3) Bokhung(1)
	Namwon, Imsil	Dokkwa(3) Osu(6)
Kyungbuk	Yeongpung	Pungki(3) Soonhung(2) Anjung(2) Yongju(1)
		Dansang(1)
	Bonghwa	Bonghwa(4) Bongsong(2) Mulya(2) Bupjon(1)
	Munkyong,	Sanbuk(3) Busok(1) Kaepo(1)Kamchon(2)
	Yechon	Yechon(1) Yongmun(1)
Sangju	Moseo(3) Hwanam(2) Hamchang(1) Naeseo(1)	
		Hwaseo(1)
Kyunggi	Ichon	Gubal(3) Yulmyun(2) Janghowan(2) Ichon(2)
	Ansong	Kongdo, Bogae, Samjeun, Juksan, Iljuk,
		Kumkwong(3)
	Hwasong	Songsan(1) Hiangnam(2), Jangan(2) Seojin(2)
Yeaju	Ujong(2)	
		Neungseo(6) Yuju(2) Jongdong(1)

## 2. 결과 및 고찰

### 가. 고려인삼재배포와 통로에서 발생하는 우점잡초

인삼재배포에서 발생하는 잡초의 발생생태를 구명하기 위하여 우리 나라에서 고려인삼이 주로 재배되고 있는 5개 도의 고려인삼재배지역에서 잡초발생생태를 조사한 결과, 총 63여종 29과의 잡초가 발생되었으며, 화본과는 7초종, 사초과는 1초종, 광엽 55초종으로 대부분이 광엽잡초가 발생하였다.

전국 5개 도의 인삼재배포에서는 명아주, 벼룩나물, 여뀌, 쑥이 우점잡초, 망초, 속속이풀, 독새풀, 쇠뜨기, 쇠별꽃이 차우점잡초로 발생되었다(표 2). 전국의 인삼포에서 명아주는 중요도가 12.1로서 전국에서 가장 많이 발생하는 최우점잡초로, 여뀌는 중요도가 10.1로 두번째로 가장 많이 발생하는 최우점잡초로, 그 다음으로 벼룩나물은 중요도가 7.5로 우점잡초로 발생되었다.

인삼재배포의 통로에서는 여뀌, 벼룩나물, 명아주, 망초, 독새풀이 우점잡초, 쑥, 피, 개망초, 속속이풀, 주름잎이 차우점잡초로 발생되었다(표 3).

인삼포 통로에서는 인삼포의 두둑상면에서보다 투광량이 높아 잡초의 생장이 왕성하였으며, 고년근일수록 통로에 우산이끼가 많이 발생하였다. 발생의 유사성이 약 72.8%정도의 유사성을 나타냈다(표 7)

또한 전국 인삼재배포와 통로에서 발생하는 잡초종들간의 유사성정도는 78.2% 정도인 것으로 보아 인삼포와 통로의 잡초발생은 유사성이 있는 것으로 사료된다.

Table 2. Importance value (IV) of weeds in beds of ginseng gardens in Korea.

IV order	Chungnam	Chungbuk	Chunbuk	Kyungbuk	Kyunggi	Total
1	Sa(9.9)	Ph(12.3)	Ap(10.8)	Sa(13.8)	Ca(16.4)	Ca(12.1)
2	Ca(7.0)	Ca(11.3)	Sa(10.8)	Ea(9.2)	Ec(11.5)	Ph(10.1)
3	Ph(6.2)	Ea(9.7)	Ca(10.4)	Ca(9.0)	Ph(7.9)	Sa(7.5)
4	Aa(5.8)	Ec(9.0)	Ph(9.3)	Ph(8.1)	Ea(7.5)	Ea(6.9)
5	En(5.5)	Ap(8.9)	Sq(6.4)	Ri(7.9)	Sq(5.3)	Ap(6.4)
6	Ea(4.5)	Er(6.6)	Er(5.3)	Ec(5.3)	Ap(5.1)	Ec(6.3)
7	Ri(4.2)	En(5.5)	Ea(5.0)	Aa(5.1)	Sm(4.5)	Sq(5.0)
8	Ap(4.2)	Li(4.7)	Hj(4.1)	Ap(5.1)	Er(4.0)	Er(4.5)
9	Ds(4.1)	Sq(3.6)	Li(3.9)	Er(4.5)	En(3.8)	Ri(3.5)
10	Yj(4.0)	Ri(3.6)	Go(3.7)	Cf(4.2)	Ds(2.9)	Aa(3.0)
11	Mj(3.6)	Aa(2.6)	La(3.6)	Sq(3.4)	Au(2.6)	Li(2.6)
12	Cc(3.5)	Oc(2.2)	Gs(3.3)	Oc(2.3)	Sa(2.1)	En(2.5)
13	Sq(3.5)	Cc(2.1)	Cc(2.9)	Ds(2.0)	Mj(2.1)	Cc(2.4)
14	Cf(3.2)	Cj(1.9)	Ec(2.7)	Cc(1.8)	Av(1.7)	Gs(1.8)
15	Ec(3.0)	Go(1.8)	Ri(2.0)	Pp(1.8)	Po(1.6)	Ds(1.8)

Aa: *Alopecurus aequalis* var. *amurensis*(독새풀)

Ap: *Artemisia princeps*(쑥)

Au: *Acalypha australis*(깨풀)

Av: *Abutilon avicennae*(어저귀)

Ca: *Chenopodium album* var. *centrorubrum*(명아주)

Cc: *Commelina communis*(닭의장풀)

Cf: *Cardamine flexuosa*(황새냉이)

Cj: *Calystegia japonica*(메꽃)

Ds: *Digitaria sanguinalis*(바랭이)

Ea: *Erigeron canadensis*(망초)

Ec: *Echinochloa crus-galli*(피)

En: *Erigeron annuus*(개망초)

Er: *Equisetum arvense*(쇠뜨기)

Gs: *Galium spurium*(갈퀴덩쿨)

Go: *Glycine soja*(돌콩)

Hj: *Humulus japonicus*(환삼덩쿨)

La: *Lamium amphlxicaule*(광대나물)

Li: *Lactuca indica*(왕고들빼기)

Mj: *Mazus japonicus*(주름잎)

Oc: *Oxalis corniculata*(괘이밥)

Ph: *Persicaria hydropiper*(여뀌)

Po: *Portulaca oleracea*(쇠비름)

Ri: *Rorippa islandica*(속속이풀)

Sa: *Stellaria alsine* var. *undulata*(벼룩나물)

Sm: *Stellaria media*(별꽃)

Sq: *Stellaria aquatica*(쇠별꽃)

Yj: *Youngia japonica*(보리쟁이)

Table 3. Importance value (IV) of weeds in furrows of ginseng gardens in Korea.

IV order	Chungnam	Chungbuk	Chunbuk	Kyungbuk	Kyunggi	Total
1	Sa(0.010)	Ea(11.1)	Ph(12.9)	Sa(11.9)	Ec(9.9)	Ph(9.6)
2	Aa(0.008)	Ph(9.3)	Sa(11.2)	Ph(10.5)	Ph(9.0)	Sa(9.3)
3	Ph(0.007)	Sa(8.8)	Ca(10.6)	Aa(8.0)	Ca(9.0)	Ca(8.2)
4	Ca(0.005)	Ca(7.7)	Ap(8.0)	Ea(7.2)	Ea(8.4)	Ea(7.6)
5	En(0.004)	Ap(7.3)	Ea(6.7)	Ca(6.8)	En(5.0)	Ap(5.9)
6	Cf(0.003)	En(5.5)	Aa(6.5)	Mj(5.9)	Ds(4.7)	Ec(4.6)
7	Ri(0.002)	Mj(5.0)	En(4.0)	Ap(5.6)	Sa(4.6)	En(4.4)
8	Sq(0.001)	Aa(5.0)	Mj(3.9)	Ri(5.2)	Ap(4.4)	Mj(4.3)
9	Ds(0.001)	Li(4.9)	Sq(3.4)	Ec(4.1)	Gs(3.6)	Aa(4.3)
10	Er(0.001)	Ec(4.6)	Er(3.0)	Li(4.0)	Mj(3.3)	Ri(3.7)
11	Ea(0.001)	Ri(3.6)	Ch(3.0)	Er(3.2)	Ri(3.1)	Sq(3.1)
12	Ap(0.001)	Sq(3.4)	Ri(2.4)	Cf(3.1)	Au(3.0)	Li(3.0)
13	Pd(0.001)	Er(2.8)	Li(2.3)	Sq(2.8)	Oc(2.8)	Ds(2.7)
14	Ec(0.001)	Ds(2.0)	Cc(2.2)	Ak(2.7)	Yj(2.6)	Er(2.4)
15	Mj(0.001)	Yj(1.6)	Cb(1.8)	Ds(2.0)	Sq(2.6)	Cc(2.3)

나. 고려인삼 재배지대에 따른 잡초발생 분포

전국 5개도의 답전윤환 인삼재배포에서 발생하는 우점잡초는 매우 다양하였으며, 상면에서는 벼룩나물, 명아주, 통로에서는 벼룩나물, 여뀌, 명아주가 우점잡초로 발생되었다(표 4). 답전윤환시 습생잡초에서 건생잡초로 초종변화가 생겨 초종의 변화가 예상되었으며, 답전윤환재배포에서도 습생잡초보다 건생잡초가 다양하게 발생하는 것으로 나타났다. 산간지의 인삼재배포에서는 명아주, 여뀌, 주름잎, 통로에서는 여뀌, 명아주, 망초가 우점잡초로 발생하였다. 중산간지의 재배포에서는 명아주, 피, 여뀌, 통로에서는 명아주, 벼룩나물, 피가 우점하였다.



5개 도의 답전윤환 인삼재배포에서는 상면과 통로의 유사성은 0.662, 산간지는 0.572, 중산간지는 0.588로 비교적 높게 나타났다.

Table 4. Dominance (importance value) of weeds by ginseng growing regions in Korea.

Order	Paddy-upland rotation				Hilly land				Middle hilly land				
	Bed		Furrow		Bed		Furrow		Bed		Furrow		
1	Sa	13.7	Sa	10.8	Ca	11.5	Ph	10.2	Ca	14.4	Ca	8.6	
2	Ca	12.7	Ph	10.2	Cb	9.8	Ca	9.0	Ec	9.9	Sa	8.4	
3	Ea	9.3	Ca	9.7	Ph	9.1	Ea	8.3	Ph	8.4	Ec	8.3	
4	Ph	8.8	Ap	7.9	Mj	8.4	Sa	7.6	Ri	7.3	Ph	7.2	
5	Ec	8.3	Ea	7.7	Sq	8.2	Ap	7.4	En	6.3	En	5.4	
6	Ap	7.9	Aa	7.3	Ea	8.1	Aa	6.7	Ea	6.2	Aa	5.0	
7	Aa	5.5	Li	4.9	Ri	6.6	Sq	4.9	Sq	6.1	Mj	4.9	
8	Cf	4.8	Mj	4.5	Sa	6.1	Ds	4.5	Ap	5.6	Ap	4.5	
9	Sq	4.5	En	4.1	Ap	5.9	Cc	4.1	Sa	5.4	Sq	4.4	
10	Cc	3.8	Cf	3.5	Li	5.9	En	3.6	Hj	5.0	Er	4.1	
11	Gs	3.2	Er	3.4	Ec	4.8	Oc	3.4	Go	4.5	Ri	3.7	
12	Li	3.2	Ri	3.2	Sm	4.6	Mj	3.4	Er	4.4	Li	3.1	
13	Ri	3.2	Ak	3.1	Ds	4.4	La	2.9	Aa	4.1	Yj	3.0	
14	Yj	2.9	Sq	3.0	Au	3.8	Au	2.7	Li	3.8	Cc	2.5	
15	Mj	2.9	Ds	2.6	En	3.7	Gs	1.9	Oc	3.5	Cb	2.5	
Similarity coefficient		0.662				0.572				0.588			

다. 고려인삼 재배양식에 따른 잡초발생 분포

5개 도에서 직파재배포의 상면과 통로에서 잡초발생 유사성은 0.579이었으며, 상면에서는 명아주, 피, 개망초, 통로에서 벼룩나물, 여뀌, 명아주가 우점

잡초로 발생되었다. 또한 이식재배포에서 상면과 통로의 잡초발생 유사성은 0.595이었으며, 상면에서는 명아주, 여뀌, 벼룩나물, 망초, 통로에서는 여뀌, 명아주, 망초, 벼룩나물이 우점잡초로 발생하였다(표 5).

Table 5. Dominance (importance value) of weeds by cultivation methods of ginseng in Korea.

Order	Direct-seeding culture				Transplanting culture				
	Bed		Furrow		Bed		Furrow		
1	Ca	10.2	Sa	10.0	Ca	15.0	Ph	8.9	
2	Ec	10.1	Ph	9.9	Ph	12.0	Ca	8.4	
3	En	9.3	Ca	9.2	Sa	11.0	Ea	7.8	
4	Sa	8.8	Ea	7.7	Ea	9.5	Sa	7.6	
5	Ph	8.5	Mj	7.4	Ec	8.1	Ap	5.8	
6	Ap	8.0	Aa	6.7	Li	5.8	Ri	4.8	
7	Ea	6.9	Ec	6.2	Sq	5.4	Aa	4.6	
8	Er	6.4	Ap	5.2	Cf	5.2	Cf	4.3	
9	Sq	6.3	En	4.6	Ap	4.9	Sq	4.0	
10	Aa	5.1	Sq	3.7	Sn	3.7	Mj	3.9	
11	Ri	4.8	Er	3.7	Ri	3.3	En	3.8	
12	Sm	3.8	Ri	2.9	Ds	3.0	Li	3.3	
13	Ds	3.5	Yj	2.5	Cc	3.0	Ds	3.1	
14	Gs	3.3	Cc	2.2	Sm	2.9	Er	2.4	
15	La	3.2	Cb	1.7	En	1.7	Cc	2.3	
Similarity coefficient		0.579				0.595			

라. 고려인삼포의 해가림구조에 따른 잡초발생 분포

인삼포의 해가림구조 방식은 크게 3종류(표준식, 금산식, 관행식)로 나누어 조사하였다. 전국 5개 도별로 발생된 우점잡초를 살펴보면, 표준해가림구조 상면에서는 명아주, 벼룩나물, 여뀌가 우점잡초이며, 통로에서는 망초, 여뀌,

명아주가 발생하였다. 금산식 해가림구조의 상면에서는 명아주, 여뀌, 쇠별꽃, 통로에서는 벼룩나물, 명아주, 망초가 우점잡초로 발생되었다(표 6).

관행해가림구조는 다른 해가림구조에 비해서 상면과 통로의 유사성이 낮아 잡초발생양상 다소 다른 것을 나타나고 있으며, 상면에서는 벼룩나물, 망초, 속속이풀, 통로에서는 피, 어저귀, 명아주가 우점잡초로 발생되었다.

Table 6. Dominance (importance value) of weeds by shading types in ginseng culture in Korea.

Order	Standard method				Gumsan traditional method				Conventional method			
	Bed		Furrow		Bed		Furrow		Bed		Furrow	
1	Ca	12.5	Ea	10.2	Ca	14.6	Sa	9.9	Sa	20.9	Ec	17.2
2	Sa	9.8	Ph	9.8	Ph	11.2	Ca	8.8	Ea	11.9	Av	15.3
3	Ph	8.8	Ca	8.8	Sq	9.9	Ea	8.7	Ri	10.9	Ca	12.5
4	Ap	7.8	Sa	8.7	Sa	8.4	Ph	8.6	Mj	9.2	Ph	10.6
5	Ec	7.1	Aa	6.4	Ea	6.9	Ap	6.6	Ap	9.0	Sa	8.8
6	Ea	6.3	Ap	6.3	Ec	6.2	Aa	5.2	Tp	8.8	Mj	6.4
7	Er	5.9	En	4.8	Aa	4.6	Ec	5.0	Sq	8.0	Sq	6.0
8	En	5.0	Ri	4.2	Cf	4.5	Li	4.5	Gs	8.0	Cc	5.9
9	La	4.9	Mj	4.0	Ap	4.4	En	3.9	Aa	8.0	Aa	5.7
10	Aa	4.7	Li	3.7	Ds	3.7	Ds	3.8	Ec	6.0	Ri	5.2
11	Ri	4.5	Sq	3.6	Er	3.4	Pa	3.8	En	5.2	Ea	4.3
12	Cc	3.5	Er	3.2	Li	3.0	Er	3.7	Yj	4.8	Ap	3.9
13	Li	3.5	Cc	3.1	Sm	2.9	Ri	3.2	Hj	4.5	Au	2.5
14	Gs	3.1	Cf	3.0	Sn	2.4	Sq	2.6	Bt	4.0	Pv	2.2
15	Sq	3.0	Yj	1.8	Cc	2.0	Sj	1.9	Li	3.7	Id	2.0
Similarity coefficient		0.612		0.594				0.463				

마. 고려인삼포의 차광재료에 따른 잡초발생 분포

전국 각 5개도에서 인삼포의 차광재료에 따른 잡초발생을 중요도를 분석하여 우점잡초를 살펴보면, 차광망만을 사용한 인삼포상면에서는 명아주, 망초, 메꽃, 통로에서는 벼룩나물, 여뀌, 명아주가 우점잡초로 발생되었으며 유사성도 0.481로 다소 낮게 나타났다. 해가림차광망과 비투수성인 재료를 같이 차광에 이용한 경우 명아주, 여뀌, 쇠뜨기가 우점잡초로 발생하였으며, 인삼포상면과 통로와의 유사성은 0.621로 다소 높게 나타났다. 벼짚이므로 해가림차광재료를 사용한 경우 인삼포상면에서 여뀌, 쇠별꽃, 별꽃, 통로에는 망초, 주름잎, 여뀌가 우점잡초로 발생되었으며 유사성은 0.565이었다(표 7).

Table 7. Dominance (importance value) of weeds by shading materials in ginseng gardens in Korea.

Order	Polyethylene net				Polyethylene(net+film)				Rice straw				
	Bed		Furrow		Bed		Furrow		Bed		Furrow		
1	Ca	17.2	Sa	9.5	Ca	10.8	Sa	10.9	Ph	10.9	Ea	12.7	
2	Ea	8.8	Ph	9.3	Ph	10.7	Ph	9.9	Sa	10.7	Mj	11.6	
3	Cj	8.4	Ca	8.9	Er	8.7	Ca	9.0	Sm	10.0	Ph	8.9	
4	Sq	8.1	Ea	7.9	Ap	7.2	Ec	8.7	Ca	9.4	Ca	8.2	
5	Sa	7.6	Ap	6.6	Cc	6.6	Ea	8.3	Ec	8.0	Sa	6.9	
6	Ph	7.1	Aa	5.3	Ea	6.4	Li	7.6	Ri	7.7	Ec	6.5	
7	Gs	6.9	Tp	5.1	Ri	6.3	Aa	7.5	Ea	7.3	Ap	6.5	
8	Hj	6.6	Cc	4.7	Ec	5.9	Ap	7.3	Cf	6.1	Aa	6.3	
9	Go	6.2	En	4.7	Sa	5.9	En	5.4	Aa	6.0	Li	5.7	
10	Ap	5.4	Ds	4.3	Cf	5.8	Ri	5.2	Ap	6.0	Ds	4.0	
11	Ec	5.2	Ri	4.1	En	5.5	Sq	4.7	Au	5.7	Pv	3.7	
12	Cc	5.2	Yj	3.8	Pa	5.2	Er	3.9	Er	4.3	En	3.6	
13	Er	3.8	Er	3.6	Ds	5.1	Hj	3.4	Ds	3.9	Cb	2.6	
14	La	3.6	Sq	2.9	Pp	4.6	Ds	3.3	Tp	3.8	Sq	2.4	
15	Li	3.2	Mj	2.9	Oc	4.4	Mj	3.3	Li	2.8	Cc	1.7	
Similarity coefficient		0.481				0.621				0.565			

바. 인삼재배포에서 멀칭의 종류에 따른 잡초발생 분포

전국 5개 도에서 인삼재배포의 상면 멀칭재료에 따라 발생된 우점잡초를 조사한 바, 벧짚이영을 멀칭하였을 때 상면에서 명아주, 벼룩나물, 여뀌, 통로에서는 피, 명아주, 벼룩나물이 우점잡초로 나타났으며, 통로와 상면간의 유사성은 0.745로 높게 나타났다(표 8). 일부 농가에서 사용하고 있는 왕겨의 경우 잡초발생이 약간 적었으며, 여뀌, 피, 쇠별꽃, 통로에서 쑥, 망초, 독새풀이 우점잡초로 발생되었다. 고년근이 될수록 첫해에 상면에 설치한 벧짚이영이 분해 및 부식되어 해가 거듭될수록 사라지게 된 상태에서 상면의 우점잡초는 쇠뜨기, 벼룩나물, 명아주, 통로에서는 벼룩나물, 여뀌, 주름잎 등이 우점잡초로 발생되었다.

Table 8. Dominance (importance value) of weeds by mulching materials on ginseng beds in Korea.

Order	Rice straw				Rice hull				No mulching				
	Bed		Furrow		Bed		Furrow		Bed		Furrow		
1	Ca	11.4	Ec	10.8	Ph	33.2	Ap	14.9	Er	15.7	Sa	11.0	
2	Sa	10.9	Ca	10.5	Ec	17.6	Ea	11.5	Sa	14.9	Ph	10.0	
3	Ph	9.5	Sa	8.8	Sq	15.9	Aa	9.9	Ca	12.7	Mj	9.5	
4	Ea	7.6	Ph	8.7	Cc	15.1	Mj	8.6	Ch	10.7	Ap	9.4	
5	Ec	6.6	Ea	7.8	Ds	14.2	Ec	8.6	Oc	10.7	Yj	8.4	
6	Sm	5.6	Ap	5.9	Ea	14.2	Cc	8.4	Ph	9.7	Ca	7.4	
7	Aa	5.6	Sq	5.9	En	11.9	Po	8.4	Ap	9.6	Hj	7.0	
8	Ap	5.6	En	5.4	Sa	11.9	Sa	8.4	Ea	9.4	Aa	6.7	
9	Sq	5.1	Aa	4.5	Ca	11.6	Au	8.0	Li	8.4	Ea	6.6	
10	En	4.9	Mj	4.2	Ai	6.4	Ph	7.7	En	6.2	Ec	5.3	
11	Gs	4.5	Li	3.7	Tp	6.1	Ds	7.4	Cf	6.0	Ri	5.1	
12	Er	4.3	Cf	3.6	Go	6.1	Ca	7.3	Aa	5.8	Ak	5.0	
13	Cf	3.8	Er	3.3			En	6.8	Mj	4.3	Li	4.9	
14	Li	3.1	Ri	3.2			Hj	6.5	Cc	3.9	Sq	3.9	
15	Ri	2.2	Cc	3.1			Sn	6.4	Ec	3.1	Cc	2.3	
Similarity coefficient		0.745				0.661				0.645			

사. 고려인삼포에서 인삼의 년생별 잡초발생 분포

전국 5개도 인삼재배포에서 인삼년생에 따른 잡초발생을 살펴보면, 1~2년생의 상면에서는 명아주, 피, 개망초, 통로에서는 여뀌, 명아주, 피가 우점잡초로 발생하였다. 3~4년생의 상면에서는 벼룩나물, 피, 여뀌가 발생하였으며, 통로에서는 망초, 여뀌, 벼룩나물이 우점잡초로 발생하였다. 5~6년생상면에서는 벼룩나물, 여뀌, 명아주, 통로에서는 벼룩나물, 쑥, 여뀌 등이 우점잡초로 발생되었다(표 9).

Table 9. Dominance (importance value) of weeds by age of ginseng plants in Korea.

Order	1-2 year ginseng				3-4 year ginseng				5-6 year ginseng				
	Bed		Furrow		Bed		Furrow		Bed		Furrow		
1	Ca	14.1	Ph	11.3	Sa	14.1	Ea	9.5	Sa	25.9	Sa	13.5	
2	Ec	10.0	Ca	10.1	Ec	10.3	Ph	8.8	Ph	13.3	Ap	11.5	
3	En	8.4	Ec	10.0	Ph	10.1	Sa	8.7	Ca	11.3	Ph	9.0	
4	Ph	7.8	Sa	8.8	Ca	9.8	Ca	8.2	Cf	8.0	Ea	7.7	
5	Ap	7.2	Aa	6.9	Ap	8.1	Yj	7.1	Oc	7.4	Ca	7.2	
6	Ea	6.2	Ea	6.3	Ea	7.4	Cf	6.7	Sm	7.2	Aa	6.4	
7	Cc	5.9	Ap	5.6	Cf	7.3	Mj	6.2	Ap	6.7	Er	5.8	
8	Sa	5.7	Cc	4.4	Sq	6.2	Ap	6.1	Er	6.1	Sm	5.1	
9	Sq	5.6	Ri	4.4	Er	6.0	En	5.8	Ec	5.7	En	4.2	
10	Aa	5.5	Ds	4.2	Aa	5.9	Aa	5.7	Cc	5.6	Ri	4.1	
11	Gs	5.1	Sq	3.9	Li	5.1	Li	5.3	Aa	5.4	Pa	3.8	
12	Ri	4.5	Mj	3.8	Sm	4.2	Ec	4.6	Ea	4.6	Sj	3.6	
13	Oc	4.4	En	3.5	En	3.5	Ri	4.0	En	3.8	Li	2.8	
14	Er	3.9	Go	3.3	Mj	3.0	Sq	3.9	Li	3.1	Ak	2.8	
15	Ds	3.1	Cb	2.6	Ri	2.9	Er	3.1	Mj	2.2	Sq	2.6	
Similarity coefficient		0.702				0.777				0.639			

## 제 3 절 고려인삼재배에서 잡초방제법

### 1. 재료 및 방법

#### 가. 이식인삼재배에서 제초제 선발

##### 1) 제초제 선발방법

건전한 일년생 고려인삼 묘삼을 선발하여 1/5000a 와그너 포트에 3분씩 이식하였으며, 우리 나라 밭에서 널리 사용되는 토양처리용 밭 제초제인 Alachlor를 비롯한 18종의 제초제를 표준, 2배, 4배량 수준으로 토양처리하였다. 경엽처리제 초제는 Fluazifop-butyl을 비롯한 9종의 제초제를 공시하여 분무기로 표준, 2배, 4배량 수준으로 처리하였다. 고려인삼 묘에 미치는 약해와 묘삼의 지상부 및 지하부의 건물중을 조사하여 각 제초제에 대한 고려인삼의 내성을 검정하여 고려인삼에 안전한 선택성 제초제를 선발하였다.

##### 2) 이식인삼에서 선발된 제초제의 잔류검정

#### \* 추출 및 정제법

인삼시료를 분쇄기에 넣고 세절처리. 처리시료를 Homogenizer컵에 분취하여 넣고 Acetone 100ml와 Celite 545 1spoon, 소량의 물 첨가 후 5분간 추출한다. 추출액은 Buchner 여두를 사용. 흡인여과하고 잔사는 Acetone으로 세척 흡인 여과한다. 여액을 1000ml의 분액여두에 옮긴다. Water 300ml, 포화 NaCl 30ml를 가한 뒤 Hexane 50ml씩 2회 분배추출한다. 분배추출액은 250ml Round Plate flask에 무수황산나트륨으로 탈수시켜 받아 감압농축기로 건조시킨다. 건조된 잔류물에 Hexane 5ml로 용해 후 Florisil 5g (130℃의 Dry oven에 24시간 이상방치)에 시료액을 가하여 정제한다.

o 메토라크롤+펜디메탈린의 정제

Florisil 5g (130℃의 Dry oven에 24시간 이상방치)에 시료액을 가한후 Hexane 50ml로 세정, 1차전개액 Hexane: Ethylether(95: 5) 50ml, 2차전개액 Hexane: Ethylether (90: 10) 50ml를 순차적으로 가한 뒤 2차전개액 (펜디메탈린 성분 용출) 50ml를 받아 감압농축, 건조시킨다 Acetone 3ml로 용해 후 이 용액 2 $\mu$ l를 GC에 주입하여 잔류량을 산출한다. 펜디메탈린 용출후, 3차전개액 Hexane: Ethylacetate(90: 10)100ml, 4차액 Hexane: Ethylacetate(85: 15)50ml를 순차적으로 가하여 이중 4차액(메토라크롤 성분 용출) 50ml를 받아 감압농축, 건조시킨다 Acetone 3ml로 용해 후 이 용액 2 $\mu$ l를 GC 에주입하여 잔류량을 산출한다.

o 메토라크롤+프로메트린의 정제

Florisil 5g (130℃의 Dry oven에 24시간 이상방치)에 시료액을 가한후 Hexane 50ml로 세정, 1차전개액 Hexane: Ethylacetate(90: 10) 50ml, 2차전개액 Hexane: Ethylacetate (85: 15) 100ml를 순차적으로 가한 뒤 2차전개액(메토라크롤, 프로메트린 성분 용출) 100ml를 받아 감압농축, 건조시킨다 Acetone 3ml로 용해 후 이 용액 2 $\mu$ l를 GC에 주입하여 프로메트린의 잔류량을 산출한다. 프로메트린 분석 완료후, 시료액을 감압농축 Hexane에 재용해후 정제를 다시 한다. Florisil 5g (130℃의 Dry oven에 24시간 이상방치)에 시료액을 가한후 Hexane 50ml로 세정, 1차전개액 Hexane: Ethylacetate(90: 10) 100ml, 2차전개액 Hexane: Ethylacetate (85: 15) 50ml를 순차적으로 가한 뒤 2차전개액 (메토라크롤 성분 용출) 받아 감압농축, 건조시킨다. Acetone 3ml로 용해 후 이 용액 2 $\mu$ l를 GC에 주입하여 메토라크롤의 잔류량을 산출한다.

(1) 회수율 시험

무처리 인삼시료 30g에 0.1ppm 수준으로 standard solution을 정확히



가하여 균일하게 혼합한 다음 방치 후, 위의 분석과정을 거쳐 회수율 시험을 수행 하였다.

(2) 검출한계

메토라크롤의 GC-ECD 최소검출량 : 0.1ng

펜디메탈린의 GC-ECD 최소검출량 : 0.1ng

프로메트린의 GC-FPD 최소검출량 : 0.2ng

\* 잔류 분석법

(1) 시약 및 기기

- 메토라크롤 Analytical standard (Purity : 96.9%)
- 펜디메탈린 Analytical standard (Purity : 98.1%)
- 프로메트린 Analytical standard (Purity : 99.6%)
- Acetone, Hexane, Ethylether, Ethylacetate : Fisher, HPLC Grade
- Acetone, Hexane : Junsei Chemical Co(GR)
- Sodium chloride, Sodium sulfate (Anhydrous) : Junsei Chemical
- Florisil : SIGMA, Magnesium silicate activated, mesh 60~100
- Celite 545 : Junsei Chemical Co
- Mixer
- Homogenizer
- Round Plate flask(250ml, 500ml)
- 분액여두(1000ml)
- Rotary Vacuum Evaporator
- Gas chromatograph (SHIMADZU GC-14A)

(2) 분석기기 및 분석조건

o 메토라크롤

- 분석기기 : Gas chromatograph

- 모델명 : SHIMADZU GC-14A ECD.
- Detector : ECD (<sup>63</sup>Ni).
- Column : 2%-Silicon ov 7 Packed Glass Column.
- Column solide support : Chromosorb W AW/DMCS(60/80 mesh).
- Column length : 1m.
- Column Temperature : 190℃.
- Injector Temperature : 210℃.
- Detector Temperature : 290℃.
- Gas flow rate : N<sub>2</sub> (purity : 99.999%up) 50ml/min.
- Injection volumn : 2μl.
- Retention Time : 2.9min.

o 펜디메탈린

- 분석기기 : Gas chromatograph
- 모델명 : SHIMADZU GC-14A ECD.
- Detector : ECD (<sup>63</sup>Ni).
- Column : 2%-Silicon ov 7 Packed Glass Column.
- Column solide support : Chromosorb W AW/DMCS(60/80 mesh).
- Column length : 1m.
- Column Temperature : 180℃.
- Injector Temperature : 210℃.
- Detector Temperature : 290℃.
- Gas flow rate : N<sub>2</sub> (purity : 99.999%up) 50ml/min.
- Injection volumn : 2μl.
- Retention Time : 5.7min.

o 프로메트린

- 분석기기 : Gas chromatograph
- 모델명 : SHIMADZU GC-14A FPD.
- Detector : FPD (S mode).
- Column : 5%-Silicon SE30 Packed Glass Column.
- Column solide support : Chromosorb W AW/DMCS(60/80 mesh).
- Column length : 2m.
- Column Temperature : 180℃.
- Injector Temperature : 210℃.
- Detector Temperature : 290℃.
- Gas flow rate : He (purity : 99.999%up) 50ml/min.
- Air 0.6kg/cm<sup>2</sup>
- H<sub>2</sub> 0.8kg/cm<sup>2</sup>
- Injection volumn : 2μl.
- Retention Time : 5.6min.

나. 직파인삼재배에서 제초제 선발

저온처리하여 개갑된 고려인삼 종자를 살균제(Diethofencarb + Carbendazim/25+25)에 침지한 다음 음건하여 종자소독을 한 후 건전한 종자를 선발하여 소형 포트에 10개씩 3월 29일에 파종하여 충남대학교 농과대학에 차광망이 설치된 비닐하우스에 두었다. 그리고 파종 2일 후인 3월 31일에 현재 우리나라 밭에서 널리 사용되는 토양처리용 밭 제초제로 사용되고 있는 Alachlor를 비롯한 18종의 제초제를 표준, 2배, 4배량 수준으로 토양처리하였다.

파종된 인삼이 3엽 내지 4엽이 완전히 전개하였을 때 건전한 개체를 선발하여 완전임의배치법 3반복으로 배치하여 Fluazifop-butyl을 비롯한 9종의 경엽처리 제초제를 5월 10에 CO<sub>2</sub>분무기로 표준, 2배, 4배량 수준으로 처리하였다.

고려인삼종자의 초기생육에 미치는 약해를 달관으로 조사하였고 고려인삼의 지상부 및 지하부의 건물중을 제초제처리 60일 후에 조사하여 각 제초제에 대한

고려인삼의 내성을 검정하여 고려인삼에 안전한 선택성제초제를 선발하였다.

#### 다. 멀칭방법에 따른 잡초방제 효과

고려인삼재배포의 상면멀칭 방법 및 재료에 따른 잡초발생 억제효과를 파악하기 위하여 4월 20일에 충남대학교 농과대학 고려인삼재배포에서 묘삼 이식직후에 벧짚이영, 차광망, 벧짚+차광망, 왕겨+비닐, 벧짚+비닐을 난괴법 3반복으로 설치하여 고려인삼재배포의 멀칭종류에 따른 잡초방제효과를 조사하였다.

인삼재배포에서 발생하는 잡초초종을 Quadrat(50×50cm)로 1회, 2회에 걸쳐 발생잡초를 채취한 다음, 잡초초종별 개체수를 조사한 후 건조기에 2일 동안 건조하여 건물중을 측정하였고 경시적으로 잡초분수와 건물중을 누적 조사하여 멀칭방법에 따른 잡초발생양상을 조사하였다.

#### 라. 고려인삼재배포 통로의 잡초방제

##### 1) 제초제와 멀칭에 의한 잡초방제법

고려인삼재배포 통로의 잡초방제는 주로 손제초로 이루어지고 있어 많은 인건비가 투입되어야 하는 문제점을 해결하기 위해 비선택성제초제 Glufosinate, Glyphosate, Paraquat, Sulfosate처리와 4월 28일에 검정비닐, 부직포를 인삼재배포의 통로에 피복하여 잡초방제 및 잡초발생 억제효과에 대하여 조사하였다. 보다 효율적인 고려인삼재배포 통로의 잡초방제를 위해 제초제 처리시기를 1차, 2차로 나누어 1차처리는 6월 5일 처리하였으며, 처리 후 15일인 6월 18일에 달관 조사를 하였고, 2차처리는 8월 3일에 발생된 잡초의 건물중과 잡초분수를 조사한 다음에 처리하였으며, 처리 후 15일인 8월 18일에 달관조사를 실시하였다. 또한 발생잡초의 분수와 건물중을 누적 조사하여 고려인삼재배포 통로의 잡초방제법에 따른 잡초방제효과를 분석하였다.

##### 2) 우산이끼의 발생 분포

인삼이 주로 재배되고 있는 5개도 20개군 180개 인삼재배포에서 우산이끼

의 발생분수, 빈도 및 건물중을 조사하였다. 우점도(Importance value), Simpson지수와 Simpson다양성지수 및 유사성계수(Similarity coefficient)를 산출하였다.

### 3) 제초제 선발

포트실험: 포트에 우산이끼를 이식한 다음 4주후에 Quinoclamine, Simetryne, Simazine, Prometryne 제초제와 Paraquat, Glufosinate, Glyphosate 비선택성 제초제를 표준농도의 1/4 - 4배량을 처리하였다.

포장실험: 비선택성 제초제를 제외한 4종의 제초제를 1/2 - 4배량을 처리하여 건물중으로 방제효과를 조사하였다.

### 마. 인삼농가포장에서 환경친화적 잡초방제법 실증시험

충남대 부속농장 인삼포에 1년생 인삼묘를 이식한 후 멀칭, 무멀칭조건에서 약해와 잔류가 없는 Metolachlor+Prometryne, Metolachlor +Pendimethalin, Metolachlor를 토양처리하고 손제초와 무제초구와 비교하여 잡초방제효과와 인삼의 약해정도를 조사하였다. 그리고 인삼수확 후 수량을 조사하였으며, 수확한 인삼의 제초제 잔류량을 가, 2)에서 측정한 방법과 동일한 방법으로 측정하였다. 그리고 각 처리의 손제초시간과 제초제 가격을 기준으로 잡초방제 비용을 분석하였다.

## 2. 결과 및 고찰

### 가. 이식인삼재배에서 제초제 선발

#### 1) 토양처리 제초제

묘삼을 이식후 3일에 Alachlor외 17종의 토양처리 약제를 처리한 결과, Methabenzthiazuron+Promertryn, Metolachlor, Metolachlor+Pendimethalin 과 Oxadiazon+Pendimethalin은 달과조사에서 약해가 적었으며, 인삼 지상부

와 지하부의 생육에도 영향이 적었다(표 10).

Ethalfuralin, Methabenzthiazuron, Metolachlor+Pendimethalin, Methabenzthiazuron+Prometryn 등의 약제에서 다소의 약해가 있었으며, 인삼의 생육에도 영향을 주어 농도가 증가될수록 생육이 감소하는 경향을 보였다.

## 2) 경엽처리 제초제

묘삼을 이식하여 3~4엽 정도 생육시킨 후에 처리한 경엽처리제초제 중에서 Fenoxaprop-P-ethyl과 Propaquizafop은 표준, 2배, 4배량 농도에서도 인삼에 약해 없이 인삼의 생육이 정상적으로 성장되었다(표 11). Haloxyfop-R-methyl도 Fenoxaprop-P-ethyl과 Haloxyfop-R-methyl과 비슷한 결과를 보였으나 전반적으로 인삼의 생장이 다소 억제되는 경향이였다. 그리고 Sethoxydim, Clethodim과 Fluazipfop-butyl은 2배량 이상 농도에서 약해를 나타냈다. 한편 2,4-D와 Fluazifop-P-butyl은 약해가 다소 있었으며, 2,4-D의 경우 시간이 경과될수록 회복되었으며, Bentazon은 추천농도에서도 완전히 고사되었다(표 12). 직파 후에 경엽처리제초제는 Bentazon을 제외한 대부분의 제초제에 대한 약해는 경미하였다.

Table 10. Effect of soil treatment herbicides on phytotoxicity and growth of transplanted ginseng plants.

Herbicide	Application rate								
	1×			2×			4×		
	P <sup>z</sup>	Shoot	Root	P	Shoot	Root	P	Shoot	Root
	g/plant								
Alachlor	1	0.162a <sup>y</sup>	0.443a	2	0.200a	0.442a	3	0.158a	0.469a
Butachlor	0	0.256a	0.479a	2	0.189a	0.349a	2	0.209a	0.438a
Dichlobenil	9	0b	0b	9	0b	0b	9	0b	0b
Ethalfuralin	1	0.221a	0.528a	2	0.206a	0.425a	2	0.208a	0.448a
Flufenacet + Metribuzin	2	0.159a	0.382a	1	0.204a	0.433a	3	0.165a	0.353a
Linuron	2	0.188a	0.430a	3	0.178a	0.443a	3	0.159a	0.380a
Methabenzthiazuron	1	0.254a	0.491a	2	0.225a	0.473a	3	0.217a	0.387a
Methabenzthiazuron + Prometryn	1	0.226a	0.500a	2	0.211a	0.501a	4	0.143a	0.360a
Metolachlor*	0	0.216a	0.585a	0	0.213a	0.550a	0	0.181a	0.464a
Metolachlor + Metobromuron	2	0.180a	0.399a	2	0.231a	0.419a	3	0.184a	0.187a
Metolachlor + Pendimethalin	1	0.250a	0.479a	2	0.247a	0.449a	2	0.237a	0.441a
Metolachlor + Prometryn	1	0.214a	0.489a	1	0.215a	0.479a	1	0.211a	0.444a
Napropamide	1	0.188a	0.454a	2	0.128a	0.416a	4	0.149a	0.360a
Oxadiazon + Pendimethalin	0	0.227a	0.519a	0	0.221a	0.509a	2	0.153a	0.362a
Pendimethalin*	1	0.158a	0.429a	2	0.226a	0.483a	2	0.218a	0.503a
Pendimethalin + Linuron	2	0.152a	0.406a	1	0.183a	0.466a	3	0.185a	0.397a
Prometryn	1	0.230a	0.424a	2	0.174a	0.392a	3	0.173a	0.375a
Simazine	1	0.209a	0.460a	2	0.156a	0.391a	3	0.159a	0.396a
Control		0.268a	0.586a		0.268a	0.586a		0.268a	0.586a

<sup>z</sup> Phytotoxicity: (0~9)

Table 11. Effect of foliar applied herbicides on phytotoxicity and growth of transplanted ginseng plants.

Herbicide	Application rate								
	1×			2×			4×		
	P <sup>z</sup>	Shoot	Root	P	Shoot	Root	P	Shoot	Root
		g/plant				g/plant			
2,4-D	1	0.244a <sup>y</sup>	0.574a	2	0.189a	0.596a	4	0.135a	0.280a
Bentazon	9	0b	0b	9	0b	0b	9	0b	0b
Clethodim	1	0.190a	0.541a	2	0.183a	0.505a	3	0.150a	0.518a
Fenoxaprop-P-ethyl	0	0.217a	0.539a	0	0.226a	0.533a	0	0.227a	0.527a
Fluazipfop-butyl	0	0.208a	0.545a	1	0.174a	0.502a	3	0.117a	0.448a
Fluazifop-P-butyl	2	0.145a	0.373a	0	0.209a	0.482a	3	0.126a	0.367a
Haloxyfop-R-methyl	0	0.239a	0.433a	0	0.193a	0.465a	0	0.222a	0.473a
Propaquizafop	0	0.215a	0.429a	0	0.204a	0.500a	0	0.216a	0.519a
Sethoxydim	0	0.237a	0.527a	1	0.197a	0.433a	1	0.167a	0.500a
Control		0.268a	0.586a		0.268a	0.586a		0.268a	0.586a

<sup>z</sup> Phytotoxicity: (0~9)

### 3) 이식인삼에서 선발된 제초제의 잔류검정

메토라크롤+펜디메탈린중 메토라크롤의 인삼중 회수율은 84.06%~98.17% 범위였고, 검출한계는 0.005ppm이었으며, 펜디메탈린의 인삼중 회수율은 75.08%~89.98% 범위였고, 검출한계는 0.005ppm이었다. 메토라크롤+프로메트린중 메토라크롤의 인삼중 회수율은 75.05%~84.26% 범위였고, 검출한계는 0.005ppm이었으며, 프로메트린의 인삼중 회수율은 86.39%~91.33% 범위였고, 검출한계는 0.01ppm이었다.

메토라크롤+펜디메탈린중 메토라크롤의 인삼중 잔류량은 <0.005ppm이었고, 펜디메탈린의 인삼중 잔류량은 기준량(1배액) 처리시 최대잔류량



0.059ppm이었다. 메토라크롤+프로메트린중 메토라크롤의 인삼중 잔류량은 <0.005ppm이었고, 프로메트린의 인삼중 잔류량은 <0.01ppm이었다. 따라서 선발된 제초제는 모두 수확된 인삼에서 제초제 잔류문제가 없다고 사료된다.

Table 12. Herbicide residue in ginseng roots at harvest time.

Herbicide	Formulation (%)	Rate (300ml/10a)	Herbicide detected	Herbicide residue (ppm)
Metolachlor+ Pendimethalin	20+20	300(1X)	Metolachlor	<0.005
		600(2X)		<0.005
		900(3X)		<0.005
		300(1X)	Petodimethalin	0.054
		600(2X)		0.079
		900(3X)		0.150
Metolachlor+ Prometryne	24+16	300(1X)	Metolachlor	<0.005
		600(2X)		<0.005
		900(3X)		<0.005
		300(1X)	Prometryne	<0.01
		600(2X)		<0.01
		900(3X)		<0.01

나. 직파인삼재배에서 제초제 선발

1) 토양처리 제초제

저온처리를 통하여 개갑된 인삼종자를 소형 포트에 3월 29일에 직파한 후 약 2주 후부터 발아하기 시작하였으며 발아율은 토양처리 약제 중에서 Methabenzthiazuron + Prometryn, Metolachlor과 Metolachlor + Prometryn은

표준, 2배량뿐만 아니라 4 배량에서도 지상부와 뿌리의 생장억제가 없어 직파재배에서 잡초방제를 위한 토양처리의 약제 중에서 인삼에 가장 안전한 제초제로 입증되었다(표 13).

또한 Napropamide와 Simazine은 인삼 뿌리의 생장에 영향이 적었으며, 4 배량 처리에서 인삼의 지상부의 생장이 약간 억제되어 안전한 제초제로 판명되었다.

Oxadiazon+Pendimethalin, Prometryn과 Butachlor은 2배량에서 인삼에 약해가 적어 인삼의 생장에 영향을 미치지 않았으나 4배량에서는 인삼의 생장이 약간 저하되었다. Dichlobenil, Ethalfluralin과 Pendimethalin + Linuron은 표준과 2배량에서 고사하거나 약해가 심하게 나타났다(표 13).

## 2) 경엽처리 제초제

Fenoxaprop-P-ethyl, Fluazifop-butyl, Haloxyfop-R-methyl, Clethodim은 1, 2, 4배량 수준에서도 인삼에 대한 약해증상을 나타내지 않고 강하나 내성을 나타냈다 (표 14). 직파한 건전한 개체에 처리한 경엽처리 약제 중에서 Bentazon은 표준농도에서도 고사되었으며, Sethoxydim, 2,4-D는 고농도로 처리될수록 약해가 증가되었다.

Table 13. Effect of soil treatment herbicides on phytotoxicity and growth of direct-seeded ginseng plants.

Herbicide	Application rate								
	1×			2×			4×		
	P <sup>z</sup>	Shoot	Root	P	Shoot	Root	P	Shoot	Root
g/plant									
Alachlor	3	0.023a <sup>y</sup>	0.026a	4	0.031	0.032a	7	0.004a	0.008a
Butachlor	2	0.033a	0.035a	2	0.034	0.042a	4	0.016a	0.018a
Dichlobenil	9	0b	0b	9	0b	0b	9	0b	0b
Ethalfuralin	2	0.019a	0.029a	6	0.014	0.020a	9	0b	0b
Flufenacet + Metribuzin	2	0.031a	0.032a	4	0.025	0.028a	9	0b	0b
Linuron	2	0.016a	0.025a	4	0.020	0.025a	9	0b	0b
Methabenzthiazuron	0	0.038a	0.043a	1	0.038	0.038a	3	0.029a	0.025a
Methabenzthiazuron+ Prometryn	0	0.032a	0.040a	0	0.031	0.048a	0	0.034a	0.042a
Metolachlor	0	0.052a	0.056a	1	0.034	0.054a	3	0.031a	0.043a
Metolachlor + Metobromuron	1	0.030a	0.032a	3	0.020	0.026a	9	0b	0b
Metolachlor + Pendimethalin	2	0.032a	0.031a	3	0.034	0.029a	5	0.021a	0.016a
Metolachlor + Prometryn	0	0.034a	0.044a	1	0.034	0.043a	2	0.035a	0.041a
Napropamide	1	0.035a	0.037a	1	0.029	0.039a	3	0.033a	0.037a
Oxadiazon + Pendimethalin	0	0.048a	0.042a	1	0.032a	0.041a	3	0.031a	0.029a
Pendimethalin	2	0.030a	0.033a	3	0.030a	0.027a	6	0.019a	0.013a
Pendimethalin + Linuron	2	0.028a	0.026a	9	0b	0b	9	0b	0b
Prometryn	0	0.031a	0.041a	0	0.041a	0.053a	3	0.028a	0.025a
Simazine	0	0.036a	0.042a	1	0.033a	0.048a	3	0.038a	0.031a
Control		0.038a	0.045a		0.038a	0.045a		0.038a	0.045a

<sup>z</sup> Phytotoxicity (0~9)

Table 14. Effect of foliar applied herbicides on phytotoxicity and growth of direct-seeding ginseng plants.

Herbicide	Application rate									
	1×			2×			4×			
	P <sup>z</sup>	Shoot	Root	P	Shoot	Root	P	Shoot	Root	
		g/plant								
2,4-D	1	0.051a <sup>y</sup>	0.045a	2	0.030a	0.046a	3	0.036a	0.046a	
Bentazon	9	0b	0b	9	0b	0b	9	0b	0b	
Clethodim	0	0.033a	0.049a	0	0.038a	0.047a	0	0.041a	0.048a	
Fenoxaprop-P-ethyl	0	0.054a	0.061a	1	0.036a	0.051a	0	0.039a	0.055a	
Fluazifop-butyl	0	0.040a	0.045a	0	0.035a	0.052a	0	0.040a	0.046a	
Fluazifop-P-butyl	1	0.035a	0.045a	0	0.036a	0.052a	1	0.033a	0.051a	
Haloxifop-R-methyl	0	0.034a	0.053a	0	0.029a	0.051a	0	0.046a	0.054a	
Propaquizafop	0	0.050a	0.045a	1	0.035a	0.052a	1	0.032a	0.051a	
Sethoxydim	0	0.044a	0.048a	1	0.040a	0.037a	2	0.040a	0.046a	
Control		0.038a	0.045a		0.038a	0.045a		0.038a	0.045a	

<sup>z</sup> Phytotoxicity: (0~9)

다. 멀칭방법에 따른 잡초방제 효과

고려인삼재배포에서 멀칭의 재료에 따른 잡초방제효과를 조사한 결과, 고려인삼재배에서 관행적으로 쓰이고 있는 벧짚이영 멀칭에서는 잡초발생본수가 m<sup>2</sup>당 20.9개이었으나 왕겨+비닐 멀칭에서는 본수가 5.8개로 현저하게 감소되었고, 다음으로 벧짚+차광망에서도 본수가 17.2개로 감소되었다(표 15). 그러나 벧짚+비닐에서는 발생본수가 약간 증가되었고 차광망을 멀칭한 경우에는 잡초발생이 오히려 크게 증가되었다.

멀칭종류에 따른잡초의 건물중을 살펴보면, 벧짚 멀칭에 비하여 왕겨+비닐 멀칭에서는 잡초생장이 91.6%억제되었고, 벧짚+차광망 멀칭에서도 59.7% 생

장이 억제되었다(표 16). 벚짚+비닐 멀칭에서는 41.9%억제 되었으나 차광망만 멀칭한 경우에는 생장억제율이 16%로 미미하였다. 따라서 인삼재배에서 환경친화적인 잡초방제방법으로 왕겨+비닐 멀칭방법이 가장 적합한 것으로 사료된다.

인삼재배포에서 멀칭은 토양이 건조하기 쉬운 포장이나 배수불량지 및 과습지에 부초재배를 실시하는 것이 좋으며, 2년근은 벚짚이영, 3년근 이상은 벚짚 또는 왕겨를 사용하는 것이 좋다. 상면에 부초한 벚짚이 부패되어 벚짚이 얇아진 경우 왕겨로 1~2cm로 피복하면 6년근까지 부초효과 지속이 가능하다. 상면에 벚짚이영을 부초한 3~4년근 출아기에는 돌풍에 의해 상면 벚짚과 연약한 줄기가 마찰되어 상처 발생시 줄기반점병 발생 우려가 있으므로 고년근에는 왕겨 피복 후 삼포주의 울타리 설치가 필요하다. 피복 부초시 상면을 30cm이상 높게 유지하면 근신장 비대 및 우수체형 수삼 생산이 가능하다.

Table 15. Number of weeds as affected by mulching materials in the ginseng garden.

Mulching	Cc	Ca	Er	Ph	At	Au	Go	Ec	Ds	Other	Total
1st weed investigation <sup>z</sup>											
	No/m <sup>2</sup>										
Rice straw	13.3	1.3	3.3	2.0	2.7	0.0	0.0	4.7	1.3	9.2	37.8
Rice straw + P.E. shade net	2.3	3.3	2.0	1.3	0.7	2.3	0.0	2.3	3.0	5.2	22.4
Rice hull+ P.E	1.0	0.3	1.0	0.3	0.3	0.0	0.3	1.3	1.3	1.2	7.0
Rice straw+ P.E.	12.0	2.7	17.3	18.7	1.3	10.7	0.0	26.7	0.0	5.2	94.6
Rice hull	18.7	25.3	24.0	16.0	12.0	17.3	2.7	30.7	0.0	12.0	158.1
2nd weed investigation <sup>y</sup>											
Rice straw	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Rice straw + P.E. shade net	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Rice hull+ P.E	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Rice straw+ P.E.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.3	7.1
Rice hull	0.0	0.0	2.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.3	7.9	11.9

<sup>z</sup> June 28, 2000

<sup>y</sup> October 11, 2000

At: *Ambrosia artemisiifolia* var. *elator*

Cc: *Commelina communis*(닭의장풀)

Au: *Acalypha australis*(깨풀)

Ds: *Digitaria sanguinalis*(바랭이)

Ph: *Persicaria hydropiper* (여뀌)

Ec: *Echinochloa crus-galli*(피)

Er: *Equisetum arvense*(쇠뜨기)

Go: *Glycine soja*(돌콩)

Ca: *Chenopodium album* var. *centrorubrum*(명아주)

Table 16. Dry weight of weeds as affected by mulching materials in ginseng garden.

Mulching	Cc	Ca	Er	Ph	At	Au	Go	Ec	Ds	Other	Total	% control
1st weed investigation <sup>z</sup>	g/m <sup>2</sup>										- % -	
Rice straw	22.19	14.30	2.64	2.87	16.13	0.0	0.00	13.03	0.47	6.39	78.02	0
Rice straw + P.E. net	13.82	5.94	3.93	2.59	1.17	1.62	0.00	1.01	1.98	0.72	32.78	59.7
Rice hull+ P.E	2.81	0.54	1.25	0.35	0.40	0.0	0.31	0.60	0.41	0.12	6.79	91.6
Rice straw+ P.E.	19.83	2.87	13.31	4.68	1.03	1.50	0.00	2.04	0.00	1.64	46.9	41.9
P.E. net	20.08	10.25	10.11	10.82	7.88	2.44	1.58	3.38	0.00	4.68	71.22	16.0
2nd weed investigation <sup>y</sup>												
Rice straw	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0
Rice straw + P.E. net	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0
Rice hull+ P.E	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0
Rice straw+ P.E.	0.0	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	1.2	89.1
P.E. net	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.03	0.74	1.77	83.6

<sup>z</sup> June 28, 2000

<sup>y</sup> October 11, 2000

At: *Ambrosia artemisiifolia* var. *elator*

Au: *Acalypha australis*(개풀)

Ca: *Chenopodium album* var. *centrorubrum*(명아주)

Cc: *Commelina communis*(닭의장풀)

Ds: *Digitaria sanguinalis*(바랭이)

Ec: *Echinochloa crus-galli*(피)

Er: *Equisetum arvense*(쇠뜨기)

Go: *Glycine soja*(돌콩)

Ph: *Persicaria hydropiper* (여뀌)

라. 고려인삼재배포 통로의 잡초방제

1) 제조제와 멀칭에 의한 잡초방제법

인삼재배포의 통로에서 비선택성 제조제의 사용과 검정색비닐 멀칭, 부직

포 멀칭 등에 의한 환경친화적이고 종합적인 잡초방제법을 확립하고자 하였다.

6월 3일에 1차 처리한 고려인삼재배포의 통로의 방제가는 처리 15일이 지난 후 달관조사한 결과, 비선택성 제초제 4종은 모두 100%의 방제가를 나타냈다(표 17). 그러나 6월말~7월말에 다시 잡초들이 발생되어 인삼재배포의 통로에 바랭이, 여뀌, 피, 명아주, 쇠별꽃 등이 우점잡초, 깨풀, 속속이풀, 쇠뜨기, 방동사니 등이 차우점잡초로 발생하였다. 8월 10일 2차처리에서는 무처리구와 처리구로 나누어 처리한 결과 비선택성 제초제를 처리한 처리구는 고려인삼의 생육후기까지 방제가가 매우 높았다(표 18). 그러나 1차처리만 한 후 2차 처리시 무처리구로 남겨둔 실험통로의 잡초발생은 매우 높았다. 효과적인 고려인삼재배포 통로의 잡초방제를 위해서는 적어도 2회 처리하여야 할 것으로 사료된다.

검정색비닐 멀칭과 부직포 멀칭에서는 1차와 2차의 잡초조사에서는 잡초발생이 거의 없었으나, 재배년수가 증가될수록 인삼재배포의 토양의 통기성이 불량해지므로 지속적인 피복은 고려하러 될 것으로 사료된다(표 18).

비선택성 제초제 4종 모두 매우 높은 방제가를 보였으나 제초제의 잔류가 문제시되고 있으므로 이 비선택성 제초제에 대한 잔류검정은 필요하다고 생각된다. 고랑 및 상측면 제초제 살포시 우기에 고랑에 물이 고이면 고랑과 상측면에서 제초제 성분이 건조한 상면 중앙부로 이동하여 인삼세근의 발육이 불량할 뿐만 아니라 잔류농약의 우려가 많으므로 고랑과 상측면에 제초제 사용시 주의하여야 한다. Paraquat의 경우, 토양에서 쉽게 흡착되는 것으로 보고되고 있으며, 실제 농가에서도 주로 그라목손 등의 비선택성 제초제를 사용하고 있는 실정이다.



Table 17. Weeding effect of herbicides and mulching treatments in ginseng garden furrows by visual rating at 15 days after treatment.

Treatment	Bt	Ap	Ds	Ei	En	Oc	Pb	Ph	Po	Er	Ri	Sa	Sq
% control													
Glufosinate	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Glyphosate	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Paraquat	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Sulfosate	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Nonwoven fabric	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Black P.E. film	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

Ap: *Artemisia princeps*(쑥)

Pb: *Panicum bisulacatum*(개기장)

Bt: *Bidens tripartita*(가막사리)

Ph: *Persicaria hydropiper* (여뀌)

Ds: *Digitaria sanguinalis*(바랭이)

Po: *Portulaca oleracea*(쇠비름)

Ei: *Eleusine indica*(왕바랭이)

Ri: *Rorippa islandica*(속속이풀)

En: *Erigeron annuus*(개망초)

Sa: *Stellaria alsine* var. *undulata* (벼룩나물)

Er: *Equisetum arvense*(쇠뜨기)

Sq: *Stellaria aquatica*(쇠별꽃)

Oc: *Oxalis corniculata*(괘이밥)

Table 18. Weeding effect of herbicides and mulching in ginseng garden furrow on dry weight of weeds at 60 days after treatment.

Treatment	Bt	Ap	Ds	Ei	En	Oc	Pb	Ph	Po	Er	Ri	Sa	Sq	Other	Total
	g/m <sup>2</sup>														
Glufosinate	0.01	0	1.07	0	0.24	0	0.03	0.08	0.03	0.03	0.66	0.17	0	0.18	12.30
Glufosinate fb	0.01	0	0.05	0	0.02	0	0.01	0.01	0.03	0.14	0	0.03	0	0.17	5.57
Glyphosate	0.25	0	0.53	0.55	0.26	0	0	0.29	0.02	0.20	0.60	0.10	0	0.66	16.06
Glyphosate fb	0.09	0	0.13	0.12	0	0	0	0	0	0.14	0.02	0.11	0	0.21	6.52
Paraquat	0.77	0	1.26	0.13	0.38	0	0	0.23	0.11	0	18.12	0.07	0	0.96	37.13
Paraquat fb	0	0	0.12	0.05	0	0	0	0	0	0.02	0	0.01	0	0.18	2.08
Sulfosate fb	0.01	0	0.10	0.13	0	0	0	0	0	0.05	0	0	0	0.01	1.50
Sulfosate	0.91	0	0.66	0.16	1.25	0	1.14	0.05	0.05	0.04	0	0.79	0	1.63	17.78
Nonwoven fabric	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Black P.E. film	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Control	8.48	7.42	9.16	8.92	6.37	1.32	18.18	2.25	1.85	0.00	8.06	5.98	27.41	10.05	257.45

## 2) 우산이끼 발생 분포

인삼재배포의 통로 잡초발생 및 발생생태가 기존의 잡초발생에서 변화가 생겨 인삼의 경작이 해가 경과 될수록 통로에 우산이끼(*Marchantia polymorpha* L.)가 많이 발생하여 인삼근의 생육에 영향을 주어 인삼의 체형이 불량해지거나 병충해의 해를 받게 되므로 통로의 우산이끼의 방제가 절실히 요구되는 실정이다. 또한 염류가 많은 곳이나 인산시용이 많은 통로에서 우산이끼의 발생이 초래되므로 예정지관리시 유기물의 적절한 시용이 필요하다.

전국 주요 인삼재배지의 우산이끼의 발생 및 발생생태를 조사한 결과, 1~

2년근 인삼포에서는 거의 우산이끼가 발생되지 않았으나, 3~4년근 인삼포에는 급속히 발생하여 인삼포 통로를 거의 피복하였다(표 19). 이는 재배년수가 증가될수록 염류의 축적과 통로의 과습, 해가림의 영향으로 우산이끼의 생육조건에 알맞게 되어 우산이끼가 통로를 피복하게 된 것으로 사료된다. 또한 5~6년근에는 다른 잡초들의 발생이 급격히 감소하고, 우산이끼의 발생이 증가하여 인삼포통로를 완전히 피복하게 되어 인삼포의 토양에 영향을 주고 인삼근의 생육이 불량해지므로 건전한 인삼근을 생산할 수 없게 된다.

Table 19. Dry weight of *Marchantia polymorpha* by age of ginseng plants in ginseng garden in Korea.

Province	Age of ginseng plants			Total
	1~2 year	3~4 year	5~6 year	
	g/m <sup>2</sup>			
Chungnam	0	82.7	111.9	194.6
Chungbuk	0	83.0	115.1	198.1
Chunbuk	0	82.4	111.6	194.0
Kyungbuk	0	80.5	111.8	192.3
Kyunggi	0	85.7	113.2	198.9

### 3) 우산이끼 방제

포트실험 결과, Quinoclamine은 90g/10a, Simetryne, Simazine, Prometryne은 각각 30, 100, 100g/10a에서 우수한 제초효과를 나타냈으나 비선택성 제초제는 모두 4배량의 농도에서 높은 제초효과를 보였다(표 20).

포장실험 결과, Quinoclamine은 270g/10a, Simetryne 90g/10a, Simazine과 Prometryne은 300g/10a에서 우수한 제초효과를 나타냈다(표 21, 22).

Table 20. Dry weight(g/pot)of *Marchantia polymorpha* by herbicide treatment  
(Pot experiment)

herbicide	Application rate						
	1/4X	1/2X	1X	1.5X	2X	3X	4X
Quinoclamine	0.35(85.9)*	0.11(95.5)*	0.04(98.3)	0.00(100.0)	-	-	-
Simetryne	-	-	0.04(98.5)	-	0.22(99.1)	0.00(100.0)	0.00(100.0)
Simazine	-	-	0.04(98.3)	-	0.02(99.2)	0.00(100.0)	0.00(100.0)
Prometryne	-	-	0.01(99.7)	-	0.01(99.8)	0.00(100.0)	0.00(100.0)
Praquat	-	-	0.40(83.9)	-	0.45(82.1)	0.36(85.6)	0.11(94.2)
Glufosinate	-	-	0.80(67.9)	-	0.58(76.7)	0.65(74.1)	0.16(93.7)
Glyphosate	-	-	0.55(77.8)	-	0.44(82.4)	0.42(83.0)	0.14(94.3)
Control	2.494	-					

Standard rate (1X): Quinoclamine (180g ai/10a)

Paraquat (73.5g ai/10a)

Simetryne (30g ai/10a)

Glufosinate (54g ai/10a)

Simazine (100g ai/10a)

Glyphosate (123g ai/10a)

Prometryne (100g ai/10a)

\* % weed control

Table 21. Weed control of *Marchantia polymorpha* by herbicide treatment in a ginseng field (First trial).

Herbicide	Rate (g ai/ha)	Dry weight (g/0.25m <sup>2</sup> )	%Weed control	Herbicide	Rate (g ai/ha)	Dry weight (g/0.25m <sup>2</sup> )	%Weed control
Quinoclamine	90g/10a	9.376	41.5	Simazine	50g/10a	8.546	46.6
	180g/10a	5.417	66.2		100g/10a	2.939	81.6
	270g/10a	0.996	93.8		200g/10a	2.808	82.5
	360g/10a	0.558	96.5		300g/10a	1.545	90.3
	540g/10a	0.504	96.9		400g/10a	0.781	95.1
Simetryne	15g/10a	7.212	55.0	Prometryne	50g/10a	5.869	63.4
	30g/10a	5.598	65.0		100g/10a	2.258	82.4
	60g/10a	3.780	76.4		200g/10a	2.575	83.9
	90g/10a	1.061	93.4		300g/10a	0.862	94.6
	120g/10a	0.853	94.7		400g/10a	0.525	96.7
Control		16.013	-				

Table 22. Effect of herbicide treatment on control of *Marchantia polymorpha* in a ginseng field (Second trial).

herbicide	Herbicide rate			
	3/4X	1X	2X	3X
	Dry weight(g/0.1m <sup>2</sup> )			
Quinoclamine	4.000(78.7)	3.217(82.8)	1.133(94.0)	0.917(95.1)
Prometryne	2.367(87.4)	1.950(89.6)	0.950(94.9)	0.080(99.6)
Simetryne	4.517(75.9)	3.250(82.7)	1.767(90.6)	1.217(93.5)
Simazine	7.367(60.7)	7.067(62.3)	2.467(86.8)	2.333(87.5)
Control	18.738			

Parenthesis: % control

마. 인삼농가포장에서 환경친화적 잡초방제법 실증시험

1) 잡초방제 실증시험

멀칭을 하지 않은 곳의 잡초방입구에서는 잡초발생량이 많았으며, Metolachlor + Pendimethalin과 Metolachlor + Prometryne에서 제초효과가 양호하였고, Metolachlor에서는 광엽잡초에 대한 방제효과가 적어 방제가가 낮았다(표 23). 인삼에 대한 약해는 없었으며, 인삼수량은 Metolachlor + Pendimethalin과 Metolachlor + Prometryne와 손제초에서 높았다.

Table 23. Effect of herbicide treatments on dry weight of weeds under different mulching condition.

Treatment	Ec	Ca	Ai	Al	Cc	Sv	Ds	Ec	Total (g/m <sup>2</sup> )	% Weed control	
Straw mulching	Metolachlor+ Prometryne	0.1	0.5	0.0	1.6	6.8	1.2	1.0	0.0	11.0	77.6
	Metolachlor+ Pendimethalin	0.4	0.0	0.0	0.0	6.9	0.2	0.1	0.0	7.5	84.7
	Metolachlor	0.1	19.3	0.0	0.2	0.9	0.3	0.2	0.0	20.8	57.6
	Hand weeding	0.4	0.7	0.1	0.3	0.0	0.6	0.5	0.0	2.4	95.1
	Control	2.6	21.1	0.0	0.2	0.0	0.2	8.9	0.0	33	32.7
No mulching	Metolachlor+ Prometryne	0.7	16.3	0.0	0.0	3.6	0.3	0.0	0.0	20.7	57.8
	Metolachlor+ Pendimethalin	0.2	0.0	0.1	0.1	0.0	0.2	0.0	0.0	0.5	99.0
	Metolachlor	0.0	25.4	0.0	0.0	7.1	0.0	0.2	0.3	32.8	33.1
	Hand weeding	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.3	0.0	0.5	99.0
	Control	2.9	27.8	0.0	0.0	2.7	0.0	15.7	0.0	49.0	-

Ec: *Echinochloa crusgalli* (피)

Ca : *Chenopodium album* (명아주)

Sv : *Setaria viridis*(강아지풀)

Cc : *Commelina communis* (닭의장풀)

Ds : *Digitaria sanguinalis* (바랭이)

Ai : *Aeschynomene indica*(자귀풀)

Al : *Amaranthus lividus* (개비름)

Ec : *Erigeron canadensis*(망초)

Table 24. Effect of herbicide treatments on growth and yield of ginseng under different mulching condition.

Treatment		Phytotoxicity	Stem length(cm)	Leaf dry weight(g)	Yield (g/plant)
Straw Mulching	Metolachlor+ Prometryne	0	9.3	2.073	2.827
	Metolachlor+ Pendimethalin	0	10.3	2.513	3.010
	Metolachlor	0	9.2	3.063	2.350
	Hand weeding	0	9.9	1.757	2.347
	Control	-	8.5	0.698	2.017
No Mulching	Metolachlor+ Prometryne	0	7.5	1.823	2.427
	Metolachlor+ Pendimethalin	0	7.5	2.423	2.627
	Metolachlor	0	7.7	1.407	2.010
	Hand weeding	0	7.5	1.277	2.417
	Control	-	7.4	2.448	2.013

2) 수확된 인삼에서 제초제 잔류량 검정

메토라크롤의 인삼중 회수율은 85.53%~93.60% 범위였고, 검출한계는 0.01ppm이었고, 펜메탈린의 인삼중 회수율은 94.23%~96.35% 범위였고, 검출한계는 0.01ppm이었다. 프로메트린의 인삼중 회수율은 87.78%~90.43% 범위였고, 검출한계는 0.02ppm이었다.

인삼에서 메토라크롤의 잔류량은 <0.01ppm 이었다, 메토라크롤+펜디메탈린 중 메토라크롤의 인삼중 잔류량은 <0.01ppm 이었고, 펜디메탈린 잔류량도 <0.01ppm이었다. 메토라크롤+프로메트린중 메토라크롤의 인삼중 잔류량은 <0.01ppm이었고, 인삼중 프로메트린의 잔류량은 <0.02ppm이었다. 따라서

수확 후 인삼에서는 상기 제초제의 잔류량은 검출한계 이내로 잔류문제는 없었다.

Table 25. Herbicide residue in ginseng roots at harvest time.

Herbicide	Formulation (%)	Rate (ml/10a)	Herbicide detected	Herbicide residue (ppm)
Metolachlor	40	300	Metolachlor	<0.01
Metolachlor+ Prometryne	24+16	300	Metolachlor	<0.01
		300	Prometryne	<0.02
Metolachlor+ Pendimethalin	20+20	300	Pendimethalin	<0.01
		300	Metolachlor	<0.01

### 3) 실증시험의 경제성 분석

제초비용은 손제초구에서 가장 많았고, 다음은 멀칭, 손제초구에서 많았으며, 광엽잡초에 효과가 적은 Metolachlor처리구에서도 멀칭 및 무멀칭에서 모두 제초비용이 많이 소요되었다. 그러나 멀칭구의 Metolachlor+Pendimethalin에서는 제초비용이 가장 적게 소요되었고, 다음은 멀칭구의 Metolachlor+Prometryne에서도 낮은 제초비용을 나타냈다.



Table 26. Weeding cost of weed control by herbicide and mulching in ginseng field

Treatment		Weeding time (h/10a)	Labor cost (won)	Herbicide price (won/300cc)	Total (won)
Straw Mulching	Metolachlor+ Prometryne	11.71	38,057	4,500	42,557
	Metolachlor+ Pendimethalin	9.55	31,037	5,000	36,037
	Metolachlor	18.93	61,522	4,500	66,022
	Hand weeding	19.24	62,530		62,530
	Control	-	-		
No Mulching	Metolachlor+ Prometryne	25.95	84,337	4,500	88,837
	Metolachlor+ Pendimethalin	21.69	70,492	5,000	75,492
	Metolachlor	26.72	86,840	4,500	91,340
	Hand weeding	32.43	105,397		105,397
	Control	-	-		

## 제 4 절 적 요

고려인삼재배시 안전하고 효율적인 잡초방제법을 확립하고자 전국 5개도의 주요 인삼재배지를 중심으로 재배양식, 해가림구조, 상면피복 등 여러 재배 유형별로 나누어 잡초발생 양상 및 군락 특성을 분석하고, 인삼재배에서 사용가능한 제초제 선발과 멀칭에 의한 잡초방제법에 관하여 연구하였다.

1. 우리 나라 고려인삼의 주요 재배지역인 5개 도의 인삼재배포에서 발생되는 우점잡초는 각도에 따라 다소 다른 경향을 보이지만 주로 명아주, 벼룩나물, 여뀌 등이 우점잡초였으며, 차우점잡초는 망초, 속속이풀, 독새풀이었

다. 또한 인삼재배포 통로에서는 여뀌, 벼룩나물, 명아주 등이 우점잡초, 썩, 피, 개망초 등이 차우점잡초로 발생되었다.

전국 인삼포와 통로의 잡초발생 유사성은 78.2%로 다소 높은 유사성을 보였으며, 인삼포의 Simpson지수는 0.059로 낮아 잡초가 매우 다양하게 발생하는 것을 나타냈으며, 통로의 Simpson지수도 0.057로 낮고 잡초의 Simpson다양성지수는 매우 높게 나타나 잡초발생이 매우 다양한 것으로 나타났다.

2. 답전윤환인삼포에서는 벼룩나물, 명아주, 망초, 통로에서는 벼룩나물, 여뀌, 명아주가 우점잡초로 발생되었다. 산간지에서는 명아주, 냉이, 여뀌, 통로에서는 여뀌, 명아주, 망초가 우점잡초로 발생되었다. 중산간지에서는 명아주, 피, 여뀌, 통로에서는 명아주, 벼룩나물, 피가 우점잡초로 발생되었다.

3. 직파재배인삼포에서는 명아주, 피, 개망초가 우점잡초, 벼룩나물, 여뀌, 썩이 차우점잡초로 발생되었으며, 통로에서는 벼룩나물, 여뀌, 명아주가 우점잡초, 망초, 주름잎, 독새풀이 차우점잡초로 발생되었다. 이식재배포에서는 명아주, 여뀌, 벼룩나물이 우점잡초, 망초, 피, 왕고들빼기가 차우점잡초, 통로에서는 여뀌, 명아주, 망초가 우점잡초, 벼룩나물, 썩, 속속이풀이 차우점잡초로 발생되었다.

4. 해가림형식은 개랑식, 금산식, 관행식으로 나누어 조사한 결과, 개랑식의 상면에서는 명아주, 여뀌, 쇠별꽃, 통로는 벼룩나물, 명아주, 망초가 우점잡초로 발생되었다. 금산식 해가림에서는 명아주, 벼룩나물, 여뀌, 통로는 망초, 여뀌, 명아주, 벼룩나물이 우점잡초로 발생되었다. 관행해가림에서는 주로 경북, 경기에서 주로 행해지고 있으며, 상면의 우점잡초는 벼룩나물, 망초, 속속이풀, 통로에서는 피, 어저귀, 명아주, 여뀌가 우점잡초로 발생되었다.

5. 인삼포의 차광재료에 따른 잡초발생을 살펴보면, 주로 P.E. 차광망으로 차광한 재배포에서는 명아주, 망초, 쇠별꽃, 우점잡초로 발생되었으며, 벼룩나물, 여뀌가 차우점잡초로 발생되었다. 통로에서는 벼룩나물, 여뀌, 명아주, 망초가 우점잡초로 발생되었다. P.E. 차광망 + 비투수성 비닐 등으로 차광한 재배포에서는 명아주, 여뀌, 쇠뜨기가 우점잡초, 쑥, 닭의장풀, 망초가 차우점잡초로 발생되었으며, 통로에서는 벼룩나물, 여뀌, 명아주가 우점잡초로 발생되었다. 벗짚으로만 차광한 재배포에서는 여뀌, 벼룩나물, 별꽃이 우점잡초, 명아주, 피, 속속이풀이 차우점잡초이었으며, 통로는 망초, 주름잎, 여뀌, 명아주가 우점잡초로 발생되었다.

6. 인삼포의 피복종류에 따른 잡초발생은 벗짚이영을 상면에 피복한 경우 명아주, 벼룩나물, 여뀌, 망초가 우점잡초, 피, 독새풀, 쑥이 차우점잡초이었으며, 통로에서는 여뀌, 피, 명아주가 우점잡초로 발생되었다. 왕겨를 피복한 재배포에서는 여뀌, 피, 쇠별꽃이 우점잡초, 닭의장풀, 바랭이, 망초가 차우점잡초로 발생되었으며, 통로에서는 쑥, 망초, 독새풀이 우점잡초로 발생되었다. 고년근 재배포에서는 피복한 벗짚이영 등이 재배 년수가 경과될수록 부식되어 없어지거나 매우 조금 남아 있었으며, 쇠뜨기, 벼룩나물, 명아주가 우점잡초로 발생되었으며, 통로에서는 벼룩나물, 여뀌, 보리쟁이가 우점잡초로 발생되었다.

7. 1~2년생 고려인삼재배포에서는 명아주, 피, 여뀌가 우점잡초이고 통로에서 여뀌, 명아주, 피가 우점잡초로 발생되었다. 3~4년생 재배포에서도 벼룩나물, 피, 여뀌가 우점하였고, 통로에는 망초, 여뀌, 벼룩나물이 우점잡초로 발생되었다. 5~6년생 재배포에서는 벼룩나물, 여뀌, 명아주가 우점잡초, 통로에서는 벼룩나물, 쑥, 여뀌가 우점잡초로 발생되었다. 고년근이 될수록 상면에 잡초발생이 감소하였으며 상면과 통로에서의 잡초는 주로 벼룩나물, 여뀌, 명아주가 우점잡초로 발생되었다.

8. 토양처리제초제를 선발한 결과, Metolachlor, Metolachlor+Promethalin은 표준, 2배량 뿐만 아니라 4배량에서도 지상부와 뿌리의 생장억제가 없이 인삼에 가장 안전한 제초제로 입증되었다. 또한 Ethalfluralin도 Metolachlor+Pendimethalin과 같이 인삼 뿌리의 생장에 영향을 주지 않았으나 4배량에서 인삼의 지상부 생장이 약간 억제되었을 뿐 매우 안전한 제초제로 판명되었다.

9. 공시된 경엽처리제초제 중에서 Fenoxaprop-P-ethyl와 Propaquizafop은 표준, 2배, 4배량 농도에서도 인삼에 약해 없이 인삼은 정상적으로 성장하였다. Haloxyfop-R-methyl도 Fenoxaprop-P-ethyl와 비슷한 결과를 보였으나 전반적으로 인삼의 생장이 다소 억제되는 경향이였다. 그리고 Sethoxydim, Clethodim과 Fluazifop-butyl은 2배량이상 농도에서 약해를 나타냈다. 한편 2,4-D와 Fluazifop-P-butyl은 약해가 심하였으며, Bentazon은 표준농도에서도 완전고사되었다.

10. 멀칭종류에 따른 잡초의 생육량을 살펴보면, 벧짚 멀칭에 비하여 왕겨+비닐 멀칭에서는 잡초생장이 91.6% 억제되었고, 벧짚+차광망 멀칭에서도 59.7% 생장이 억제되었다. 벧짚+비닐 멀칭에서는 41.9%억제되었으나 차광망만 멀칭한 경우에는 생장억제율이 16%로 미미하였다. 따라서 인삼재배에서 멀칭에 의한 잡초방제방법은 왕겨+비닐 멀칭이 가장 적합한 것으로 나타났다.

11. 고려인삼재배포의 통로에서 비선택성제초제 Glufosinate, Glyphosate, Paraquat, Sulfosate에서 모두 100%의 방제가를 나타냈다. 효과적인 고려인삼재배포 통로의 잡초방제를 위해서는 연간 2회의 처리가 필요한 것으로 사료된다. 또한 김정비닐 멀칭과 부직포에서도 잡초가 거의 발생되지 않아 100%의 방제가를 나타냈다.

12. 전국적으로 조사된 180개 포장중에서 49포장에서 우산이끼가 발생되었으며, 우산이끼는 5-6년생 인삼포에서 가장 많이 발생되었고 3-4년생 인삼포에서도 비교적 많이 발생되었으나 1-2년생 인삼포에서는 거의 발생되지 않았다.

13. 포트실험 결과, Quinoclamine은 90g/10a, Simetryne, Simazine, Prometryne은 각각 30, 100, 100g/10a에서 우수한 제초효과를 나타냈으나 비선택성 제초제는 모두 4배량의 농도에서 높은 제초효과를 보였다. 포장실험 결과, Quinoclamine은 270g/10a, Simetryne 90g/10a, Simazine과 Prometryne은 300g/10a에서 우수한 제초효과를 나타냈다.

14. 잡초방제실증시험에서 멀칭구의 Metolachlor+Pendimethalin과 Metolachlor+Prometryne에서 제초효과가 가장 우수하였으며 인삼에서 제초제 잔류가 검출되지 않았고, 제초비용도 가장 낮았다.

## 참고문헌

1. 인삼협동조합. 인삼경작기술교육교재. 1995. 67pp
2. 장영희, 김창석, 연규복. 1990. 최근 한국의 전작지 잡초발생 분포에 관하여. 맥류연구소. 한국잡초학회지 10(4):294~304
3. 정재식, 이재석, 최충정, 최장수, 1999. 한국 사과원의 잡초군락에 관한 연구. 1997(2):136~148
4. 정재식, 이재석, 최충정. 1997. 우리나라 사과원의 잡초식생에 관한 분석. 한국잡초학회지 17(2):147~156

5. 조재성, 육성균, 원준연. 1998. 최신훈삼재배. 선진문화사. pp11~21
6. 조재성. 1989. 제초제 2,4-D에 대한 고려인삼의 반응. I. 2,4-D의 농도가 인삼의 생육 및 근수량에 미치는 영향. 한국작물학회지 34(4):422~427  
한국잡초학회지 16(1):1~7
7. Jo, J.S. 1995. Chemical weed control for the cultivation of Korean Ginseng. The Challenges of the 21st Century. Proceedings of International Ginseng Conference-Vancouver'94 pp:194-200. Simon Fraser University, Burnaby, British Columbia, Canada.
8. Jo, J.S., F.A. Blazich and T.R. Komsler. 1988. Postharvest seed maturation of American ginseng: stratification temperature and delay of stratification. HortScience 23(6): 995-997
9. 조재성, 김충수, 원준연. 1996. 고려인삼의 답전윤환 재배. 한국약용작물학회지 4(1): 19-26
10. 조재성, 김현호. 1999. 인삼재배의 길잡이. 금산군농업기술센터. pp. 11, 90
11. 조재성, 원준연, 신최순. 1991. 제초제 2,4-D에 대한 고려인삼의 반응 II. 2,4-D의 경엽처리가 인삼엽의 광합성, 에틸렌가스 발생 및 지상부 생육에 미치는 영향. 한국작물학회지 36(2):107~111
12. 조재성, 원준연. 1995. 고려인삼에 대한 제초제 Fluzifop-butyl의 안전성. 한국약용작물학회지 3(2): 146-150

13. 조재성. 1989. 제초제 2,4-D에 대한 고려인삼의 반응. ( I ) 2,4-D의 농도가 인삼의 생육 및 근수량에 미치는 영향. 한국작물학회지 34(4): 422-427
14. 강병화, 심상인. 1995. 잡초종에 대한 Paraquat 독성: 내성종과 감수성 종간의 반응 차이. 한국잡초학회지 15(3): 224-231
15. 강종국, 이정준, 박종철, 임일빈. 1998. 호남지방 동작물포장 잡초발생 양상. 한국잡초학회지 18별(1):46~ 50
16. 고영우, 채제천, 변종영. 1999. 제주도의 농업지별 우점잡초. 한국잡초학회지 19(2):149~155
17. 구연충, 성기영, 송득영, 이상복, 허일봉. 1997. 답전윤환에 따른 잡초 발생 변화. 한국잡초학회지 17(2):157~162
18. 김길웅, 신동현, 박상조, 정종우, 여명환. 1995. 답전윤환재배지에서 잡초 발생동태. 한국잡초학회지 15(4):305~312
19. 김길웅, 신동현, 박상조, 정종우, 황상섭. 1995. 답전윤환 콩 재배지에서 잡초발생 및 방제. 한국잡초학회지 15(4):312~320
20. 김성문, 장근정, 안문섭, 김용호, 황기환, 허장현, 한대성. 1999. 강원도 고랭지 채소 경작지의 잡초조사. 한국잡초학회지 19(4):288~298
21. 김선익, 성봉재, 김현호, 최봉규, 김흥기. 1999. 인삼 재작지에서 토양훈증제 Dazomet처리시 뿌리썩음병 방제 효과. 한국약용작물학회지 7별(1):34~35

22. 김현호. 1999. 1999년도 인삼시험연구보고서. 금산군농업기술센터. pp.11
23. 김현호, 최봉규, 박수근, 성봉재, 김선익. 1999. 원색 인삼 주요 병해충 도감. 금산군농업기술센터. pp.78-81, 85, 101-102
24. 권용웅, 황형식, 강병화. 1993. 불량환경하에서의 제초제 약해와 경감기술. 한국잡초학회지 13(4): 210-233
25. 이변우, 최일선. 1998. 건답지과재배에서 재생지 멀칭에 따른 잡초발생과 벼의 생육 및 수량. 한국잡초학회지 18(4):281~285
26. 이변우, 최일선, 이학래. 1997. 종이멀칭 이앙재배에서 잡초발생과 벼의 생육 및 수량. 한국잡초학회지 17(4)368~374
27. 이인용, 박재읍, 박태선, 유갑희, 유범선. 1998. 산채밭의 잡초발생 양상 및 방제에 관한 연구. 한국잡초학회지 18(1):63~68
28. 이증주. 1996. 경남지역 시설원예작물 재배지에 발생하는 잡초의 분포. 한국잡초학회지 16(1): 1~7
29. 이춘우, 김용욱, 윤의병. 1997. 벧짚에 함유한 생리활성물질 탐색. 한국잡초학회지 17(4):375~381
30. 이춘우, 김창석, 장영희, 연규복. 1991. 잡초생장에 미치는 벧짚, 보리짚의 Allelopathic Effect. 한국잡초학회지 11(2):122~127
31. 이춘우, 1998. 벧짚에 함유된 allelopathic compound의 분리 및 동정. 한



국잡초학회지 18별(2):23~24

32. 이춘우, 1998. 벚짚피복에 의한 차광 및 억제물질이 잡초생장에 미치는 영향. 한국잡초학회지 18별(2):21~22

33. 농촌진흥청. 농촌지도공무원전문교육교재 인삼·약초. 1998. 190~191pp

34. 박기웅, 노석원, 변종영. 1996. 충남지역 추계 원예경작지에서 발생하는 잡초 및 분포. 한국잡초학회지. 16(4): 259-263

35. 박영규, 최광태. 1996. 최신고려인삼(재배편). 한국인삼연초연구원. pp. 287

36. 변종영. 1987. 잡초군락의 변천동향과 효과적 방제. 농약과 식물보호 8(3)

37. 변종영, 구자옥, 구연충. 1997. 잡초관리를 위한 환경친화적 재배 기술. 한국잡초학회지 17(1): 124-134

38. Savage, J. 1991 American ginseng culture in the arid climates of British Columbia. Korean-Journal of Ginseng Science. 15(1): 41-73

39. 성봉재, 김현호, 김선익, 최봉규, 박수근, 한규홍. 1999. 인삼포에서 토양 훈증제 Dazomet 처리에 따른 잡초발생 및 방제효과. 한국약용작물학회지 7 별(1):32~33

40. 송득영, 구연충, 성기영, 이상복. 1998. 습지에 있어서 우산이끼방제 (*Marchantia polymorpha* Linnalus)에 관한 연구. 한국잡초학회지 18별(2):53

41. 우인식. 1988. 원예경작지에서의 잡초발생 특성에 관한 연구. 충남대학교. 박사학위논문 pp.150
42. 우인식, 변종영. 1988. 마늘 및 고추 경작지에서의 잡초발생 특성에 관한 연구. 한국잡초학회지 8(1):1~8
43. 우인식, 변종영. 1988. 사과 과수원에서의 잡초발생 특성에 관한 연구. 한국잡초학회지 8(2): 164-168
44. 우인식, 변종영. 1988. 시설재배지에서의 잡초발생 특성. 한국잡초학회지 8(3): 317-323
45. 우인식, 변종영, 구자옥. 1989. 원예경작지에서 잡초발생특성에 관한 연구. III. 주요 잡초종의 발생 계절성. 한국잡초학회지. 9(2): 130-140
46. 양계진. 1998. 인삼재배법 개선을 위한 생리활성물질을 가진 식물탐색. 건국대학교. 박사학위논문.
47. 양계진, 김광호, 정일민. 1998. 인삼재배법 개선을 위한 알레로파시 식물 탐색 및 이용. 한국잡초학회지 18(3):214~224
48. 양환승, 전재철, 임주혁. 1984. 발작물 및 잡초에 대한 제초제 약해·약효. 한국잡초학회지 4(1): 69-78
49. 양환승, 전재철, 황인택. 1984. 계절별, 재배작물 및 경작지별 잡초 식생 변화. 한국잡초학회지 4(1): 4-10
50. 원준연, 조재성. 1999. 고려인삼의 직파재배에 관한 조사 연구. 약용작물학회지 7(4):308~313

## 제 3장 환경친화적 근부병 방제법 개발

### 제 1 절 서 론

인삼재배시 근부병(뿌리썩음병)에 의한 피해는 심각하여 현재까지 효과적인 방제대책이 없고, 재배특성 상 경종적 방법만으로 효과적인 방제가 거의 불가능하며 재배기간 중 사용가능한 화학적 방제법이 없는 실정이다. 따라서 근부병을 방제하기 위하여 다양한 장점을 보유한 생물학적 방제와 토양환경 개선 등을 포함하는 종합방제법의 개발이 시급한 과제이다.

1980년 초부터 1992년도까지 수행된 길항균을 이용한 인삼 토양병의 생물학적 방제 연구는 제제 개선 및 포장실증시험을 계속하였지만, 인삼 근부병에 대한 생물학적 방제 효과는 뚜렷하지 않았다. 그 원인의 하나는 다양한 근권토양환경 및 발병생태에 대한 이해가 부족하여 체계적인 균처리방법이 확립되어 있지 않기 때문이었다. 또한 1992년 초까지 연작 장애 요인으로 독소물질의 축적, 미량요소 결핍, 그리고 병원균 밀도의 증가 등이 관여한다는 것 이외는 정확한 것이 밝혀지지 않은 상태이다. 1993년에 연작장애는 *Cylindrocarpon destructans*에 의한 근부병이 주된 원인이라고 구명되었다. 인삼 연작장애에 관한 외국의 연구는 장애발생 원인구명 등 초기단계로 이 분야에 있어서는 한국인삼연초연구원이 가장 선도적인 연구를 수행하고 있으며, 근부병균이 연작 장애 원인으로 밝혀졌으나 발병 후 효과적인 방제수단이 매우 미흡한 실정이다. 인삼 근부병에 의한 중도 폐포율을 40%이하로 격감시킴으로서 농민의 사기를 진작시키며 결주율을 감소 시킴으로써 수확량의 증가로 농가의 소득이 크게 증대될 수 있을 것이다.

생물학적 + 화학적+ 토양환경을 도입하여 근부병 방제의 복합 상승효과가 창출되며 연작(재작)이 가능하게 됨에 따라 인삼재배포장의 확보가 용이하게 되어 생산기반이 구축되며 환경친화적 농법인 생물학적 방제법 확립으로

인삼 내 농약 잔류 문제가 대폭 개선되어 국제경쟁력이 크게 향상될 수 있을 것이다.

## 제 2 절 길항미생물의 분리 및 선발

### 1. 재료 및 방법

#### 가. 포장관리 효과 분석

##### 1) 공시포장의 토양미생물상 조사

최근 전국적으로 인삼재배포장의 면적이 급증하고 있는 추세이며, 특히 밭과 논이 전환 인삼포가 늘어나고 있다. 수박재배로 유명한 전북 고창에서는 수박재배포장을 인삼재배포장으로 전환하여 사용하고 있는 농가가 급증하고 있다. 따라서 본 연구자들은 4월부터 9월까지 고창, 진안, 부여, 논산, 금산, 대전 일원의 대규모 인삼재배 포장에서 3년, 4년, 5년근별로 특히 근권토양과 인삼을 채집하였다. 채집된 근권 토양내의 미생물상을 조사하였다.

##### 2) 조사방법

조사방법은 근권토양을 희석평판배양법(Dilution plate methods)을 이용하여 총세균은 NA(Nutrient Agar)배지에서  $10^7$ ,  $10^8$ ,  $10^9$ 으로 도말하여 조사하였고, 총곰팡이수는 PDA(Potato Dextrose Agar)배지와 선택배지 PCNB배지에서  $10^6$ ,  $10^7$ ,  $10^8$ 으로 도말하여 조사하였다.

- NA배지 : 증류수 1ℓ 당 Bacto Beef Extract 3g, Bacto, Peptone 5g, Agar 20g, pH 6.8
- PDA배지 : 증류수 1ℓ 당 Potato 200g, Dextrose 20g, Agar 20g, final pH 5.1
- PCNB배지 : 증류수 1ℓ 당 Peptone 15g,  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  1g,  $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  0.5g, PCNB 1g, Streptomycin 0.3g, Agar 15g

나. 친환경적 저농약 병방제를 위한 길항미생물의 분리 및 선발

채집된 인삼 및 토양의 전염병 병원균인 *Fusarium oxysporum*과 *Cylindrocarpon destructans*에 대해 길항효과를 나타내는 길항미생물을 선발하기 위하여 근권토양 및 인삼표면 부위를 Homogenizer로 분쇄하고 토양을 15℃, 30℃, 50℃, 90℃ 등 여러 가지 온도조건하에서 30분간 열처리하여 Streptomycin, Ampicillin을 소량 첨가한 배지에 희석평판배양하였다. 이 배지들은 20℃에서 4일간 배양되었다. 4일간 배양한 후 형성된 배지 위에 전에 배양된 병원균(*Fusarium oxysporum*, *Cylindrocarpon destructans*) 포자를 Hemacytometer를 이용하여  $1 \times 10^7$  cell/ml로 희석한 후, 이 균들의 포자 현탁액을 분무 접종하였다. 저지원이 형성되는 균을 screening하여 NA배지에 순수 분리하여 glycerol 50%에 혼합하여 -70℃에서 보존하였다. Screening되어 순수 분리된 병원균들의 생육에 적합한 PDA배지 상에서 대치배양하여 길항력의 유무를 재조사하였다.

## 2. 결과 및 고찰

### 가. 포장관리 효과 분석

#### 1) 공시포장의 토양미생물상 조사

여러 주요 지역중 일부를 제외하고는 밭 전환 인삼재배 포장으로 3년, 4년, 5년근별로 근권토양과 인삼근면에서 미생물상을 조사하였다. 조사결과 곰팡이수는  $4.32 \times 10^7$ , 총세균 수는  $8.00 \times 10^8$ 으로 나타났다. 일반 밭토양에 비해 세균수는 거의 비슷한 경향을 보이지만 총곰팡이수는 10~100배 이상으로 토양 내의 곰팡이의 밀도가 높은 것으로 나타났다.

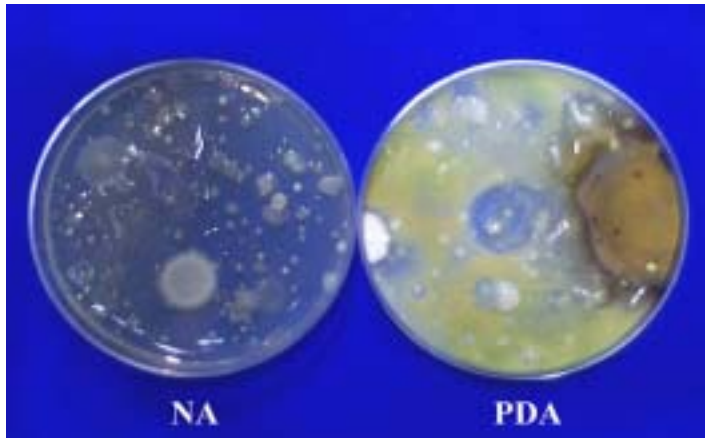


Fig. 1. Dilution culture of rhizosphere soil of ginseng.

나. 친환경적 저농약 병방제를 위한 길항미생물의 분리 및 선발

*Fusarium oxysporum*과 *Cylindrocarpon destructans*에 대해 길항효과를 나타내는 길항미생물을 분리하기 위하여 근권토양과 인삼근면에 서식하는 미생물을 PDA, PCNB 및 NA배지위에서 2-4일간 배양한 후 형성된 colony위에 배양된 병원균(*Fusarium oxysporum*, *Cylindrocarpon destructans*) 포자를 Hemacytometer를 이용하여  $1 \times 10^7$  cell/ml로 희석하고, 이 균들의 포자 현탁액을 분무 접종한 후 저지원이 형성되는 균을 1차 선발하였다. 병원균들의 포자 현탁액을 분무하여 15-30일간 길항효과를 지속시키는 균을 최종 길항세균으로 분리하였다(Fig. 2).

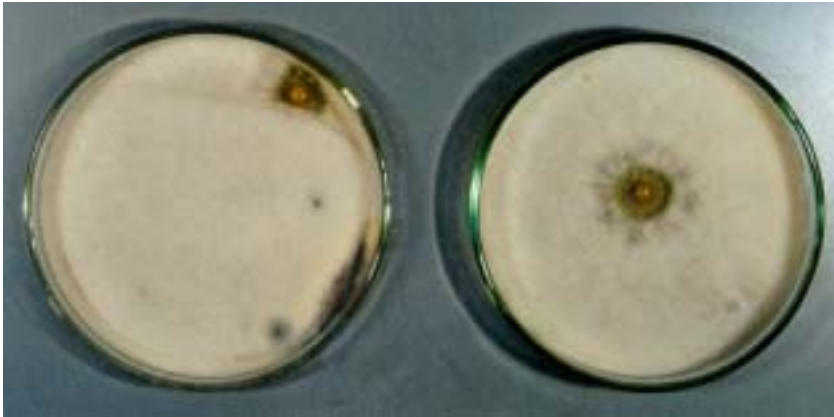


Fig. 2. Inhibition zone of pathogens (*Fusarium oxysporum*, *Cylindrocarpon destructans*) by antagonistic bacteria.

분리된 길항세균 균주는 각종 병원균들의 생육에 적합한 PDA배지 상에서 대치 배양하여 길항력으로 저지원 크기 및 지속기간을 5, 10, 20, 40, 80일간 조사한 결과 80일째 까지 저지원의 지속시킨 균주명 1, 2, 3, 4, 5를 최종 선발하였다(Fig. 3).

선발균주는 NA배지에 순수 분리하여 glycerol 50%에 혼합하여 -70℃ Deep freezer에 보존하였다. 4월 14일부터 16일까지 전북 고창일원의 대규모 인삼재배포장에서 3년, 4년, 5년근별로 근권토양내의 미생물상을 조사한 결과, 가능성이 있는 5개의 균주를 선발할 수 있었다. 길항력의 조사는 병원균이 생육함에 따라 길항력을 계속 유지하는 균들을 최종 길항균으로 최종적으로 선발하였다. 선발균주는 즉시 확대 배양하여 보존하였다.



Fig. 3. Inhibition zone of pathogens were treated with antagonistic bacteria on agar plates.

### 제 3 절 선발 길항미생물의 특성 조사

#### 1. 재료 및 방법

##### 가. 길항세균의 배지별 길항효과 조사

길항세균의 가장 적합한 배양 조건을 알기 위해 배지별 길항효과를 조사하였다. 사용된 배지는 Potato dextrose agar(PDA), Lusia agar(LA), King's B agar(KBA), Nutrient agar(NA), V8 juice agar(V8A), Czarpeck Dox agar(CDA)를 사용되었고, 25℃에서 배양하였다. 근부병균인 *Cylindrocarpon destructans*를 비롯한 인삼의 주요 병원균인 *Rhizoctonia solani* AG-2-1, *Rhizoctonia solani* AG-1(2B), *Fusarium solani*, *Fusarium oxysporum*, *Botrytis cinerea*를 사용하여 각각 배지별 길항효과를 조사하였다.

##### 나. 길항세균의 온도별 특성 조사



PDA배지상에서 길항세균을 10℃, 15℃, 20℃, 25℃의 온도조건하에서 각각의 병원균들과 대치배양하여 저지원의 크기를 측정하고 각 온도별 항균활성을 조사하였다.

다. 배지에 Chitin을 함유한 후 길항효과 조사

배지는 PDA와 LA를 사용하였고, PDA와 LA에 Chitin을 1.8g/ℓ를 첨가한 후 길항세균의 길항효과를 조사하였다. 사용된 병원균은 *Rhizoctonia solani* AG-1(2B), *R. solani* AG-4, *R. solani* AG-2-1, *R. solani* AG-5이다.

라. 식물에 대한 병원성 검정

길항세균이 인삼과 그밖의 식물로 상추, 마늘, 양파에 병원성을 갖고 있는지 조사하였다. 조사방법은 식물을 재배한 후 길항세균을 배양한 후 인산완충액으로 세척하고 세균농도를  $10^7$  cfu/ml 농도로 조정하여 한 식물 pot당 50ml씩 관주처리하였다. 처리 후 7, 30, 60일간 이병 여부를 조사하였다.

마. 길항세균의 동정

본 실험에서 공시한 근권길항세균들(S21, 16P5)은 16S rDNA gene sequence 분석(S21)과 gyrase subunit A를 암호화하고 있는 *gyrA* sequences의 일부분을 분석하여(16P5) 동정하였다.

## 2. 결과 및 고찰

가. 배지별 항균효과

사용된 배지 6종류 중 PDA에서 길항세균의 길항효과가 가장 높았다. 각각의 길항세균은 병원균 5종류 중 *Cylindrocarpon destructans*, *Fusarium oxysporum*, *Botrytis cinerea* 3종류에 길항효과가 뛰어났다.

나. 온도별 항균효과

온도별 저지원의 크기를 조사한 결과, H077과 H106 균주는 20℃에서 *Cylindrocarpon destructans*에 대해 각각 최대 13mm와 12mm에 이를 정도로 항균효과가 높았다. 그리고 25℃에서 두 균주는 *Rhizoctonia solani* AG-2-1와 AG-1(2B), *Fusarium oxysporum*, *Botrytis cinerea*는 25℃에서 길항효과가 더 높았다.

Table 1. Antagonistic spectra of two rhizobacteria to fungal pathogens of ginseng on agar plate at various temperature.

Pathogen	Inhibition zone (mm)							
	10℃		15℃		20℃		25℃	
	H077	H106	H077	H106	H077	H106	H077	H106
<i>Cylindrocarpon destructans</i>	-	-	-	-	13	12	9	12
<i>Fusarium oxysporum</i>	-	-	-	-	-	-	7	7
<i>Fusarium solani</i>	-	-	-	-	-	-	3	3
<i>Rhizoctonia solani</i> AG-2-1	-	-	-	-	-	-	7	6
<i>Rhizoctonia solani</i> AG-1(2B)	-	-	-	-	-	-	4	5
<i>Botrytis cinerea</i>	-	-	-	-	-	-	5	5

다. PDA와 LA에 chitin을 넣은 후 길항효과 조사

이 길항세균이 chitinase를 형성하는지, chitin이 배지에 첨가 되었을 때 길항 효과가 더 증대되는지 확인하였다. 길항균의 길항효과가 chitin의 유무에 따라 뚜렷한 차이는 없었으나, *R. solani* AG-2-1 경우에는 길항세균 H077에 대해서 chitin이 있을 경우 길항효과가 더 높았다.

Table 2. Comparison of inhibition zone on PDA, LA between PDA+chitin, LA+chitin media.

Pathogens	Inhibition zone(mm)							
	H077				H106			
	PDA	PDA+ chitin	LA	LA+ chitin	PDA	PDA+ chitin	LA	LA+ chitin
<i>R. solani</i> AG-1(2B)	2	3	2	2.5	10	10	1	2
<i>R. solani</i> AG-4	-	5	-	-	2	3	-	-
<i>R. solani</i> AG-2-1	5	10	2	5	10	13	12	6
<i>R. solani</i> AG-5	5	5	5	5	10	11	5	6

#### 라. 식물에 대한 병원성 검정

최종 선발된 길항세균들은 인삼과 그 밖의 작물로 상추, 마늘, 양파에 대한 병원성 유무를 조사한 결과 7일째까지는 병원성을 확인할 수 없었다. 30, 60일째에 1, 2, 3 균주들이 이병증상을 나타내어 제외시키고 4, 5균주는 인삼과 그밖의 식물로 상추, 마늘, 양파에 선발된 길항세균의 병원성 유무를 조사한 결과, 전 식물의 유묘 및 뿌리에도 전혀 병징을 나타내지 않아 최종 균주로 선발하였다.

#### 마. 근권길항세균의 동정

본 실험에서 공시한 근권길항세균들(S21, 16P5)중 S21 균주는 16S rDNA gene sequence 분석 결과 *Bukholderia pyrrocinia*로 동정되었다[Fig.4]. 16P5 균주는 16S rDNA gene sequence 분석 결과 *Bacillus amyloliquefaciens* ATCC 23350T 균주와 97.42%로 가장 높은 유사성을 보였으나, *Bacillus subtilis* complex에 속하는 균들간에는 16S rDNA 영역의 유사성이 매우 높으므로 분류의 척도로는 적합하지 않은 것으로 알려졌다. 반면에, protein-coding genes은 매우 높은 유전적 변이가 보여지므로 분류 및 동정에 높은 이용 가능성이 시사되어지고 있다. 16P5 균주의 경우는 gyrase

subunit A를 암호화하고 있는 *gyrA* sequences의 일부분을 분석한 결과 *Bacillus amyloliquefaciens*로 동정되었다[Fig.5].

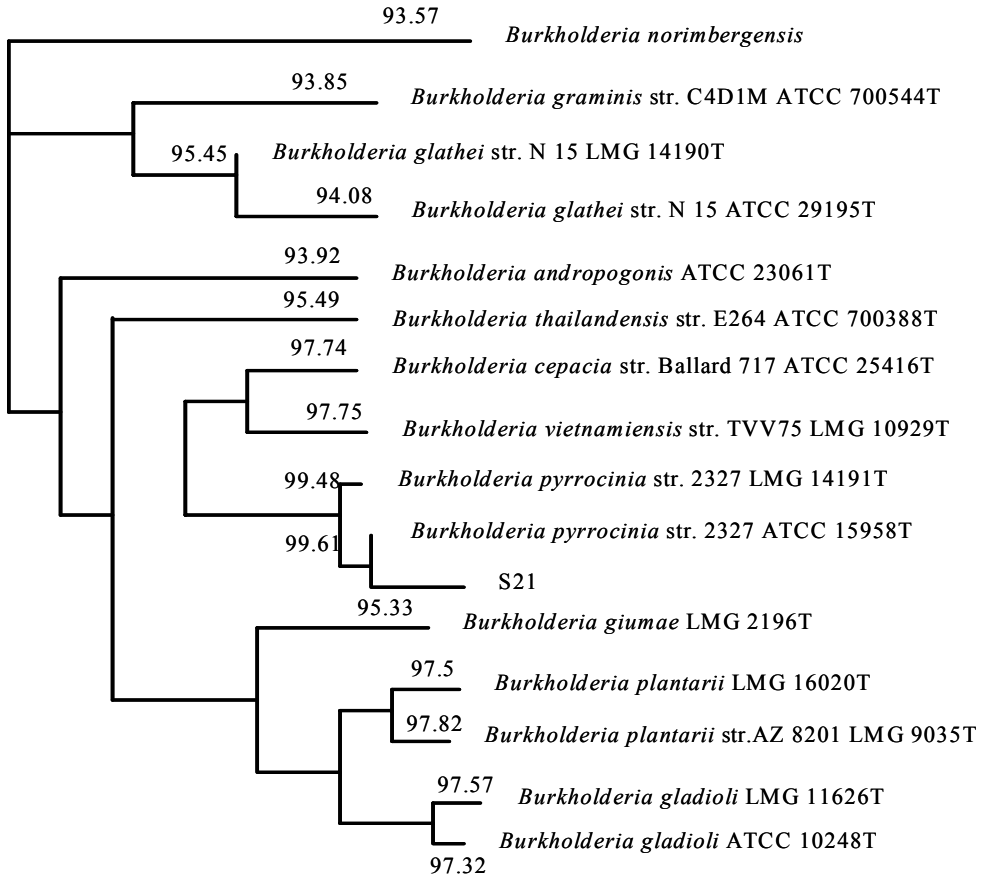


Fig. 4. Phylogenetic tree based on 16S rDNA gene nucleotide sequence of S21.

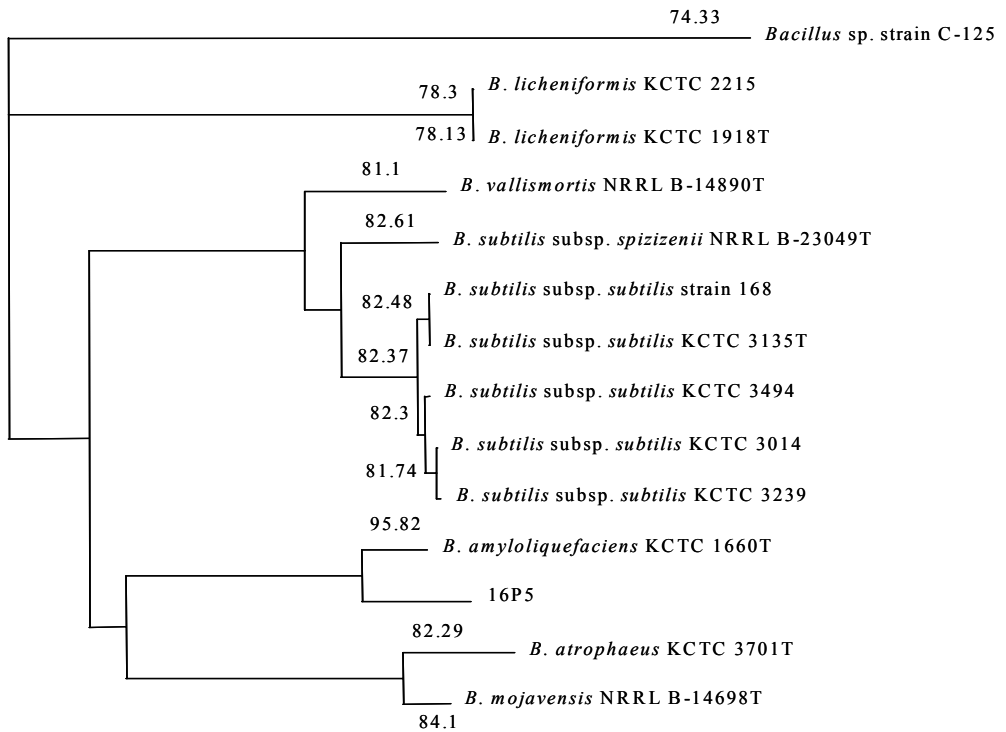


Fig. 5. Phylogenetic tree based on *gyrA* gene nucleotide sequence of 16P5.

## 제 4 절 제형의 선발 및 효과 증대 방안 모색

### 1. 재료 및 방법

다양한 타입으로 개발된 제형의 효과를 검증하기 위하여 각각의 제형을 토양처리 및 인삼 유묘에 분의처리를 하였고, 제형의 처리방법에 따른 효과 증대 방안을 모색하였다.

### 가. 제형의 선발

근부병의 생물학적방제를 위해 개발한 각각의 배양합성 타입 제형들 중에서 효과적인 제형을 선발하기 위해서 심각한 연작장해 포장에서 실험을 하였다. 이 포장은 관행적으로 인삼을 재배해온 포장으로 유묘이식 후 1~2개월이 지나면 인삼의 결주율이 90% 이상이 되는 전형적인 연작장해 포장이다. 각각의 배양합성 타입 제형은 유묘이식시에 유묘에 분의처리하는 방법으로 처리하였으며, 출아율 및 근부병의 이병율을 조사하였다. 출아율은 유묘이식 40일 후, 100일 후에 조사하였고, 이병율은 이식 160일 후에 조사하였다.

### 나. 제형의 효과 증대방안 모색

배양합성 타입과 수화제 타입 그리고 zeolite 타입 제형의 효과 증대 방안을 모색하기 위해서 처리방법 및 처리시기를 다르게 하여 실험하였다. 배양합성 타입 제형 중 효과가 좋았던 C type과 G type 그리고 zeolite 타입은 1) 이식시 유묘에 분의 처리(C2, G2, Z2), 2) 이식전 토양 처리 및 이식시 유묘에 분의 처리(C3, G3, Z3)를 하였다. 수화제 타입 제형은 1) 이식시 유묘에 분의 처리(WP2), 2) 제형을 50배 희석하여 이식시 유묘 침지 처리(WP3), 3) 이식전 토양 처리 및 이식시 유묘에 분의 처리(WP4)를 하였다. 실험은 재작지 포장과 재작지를 토양훈증한 포장에서 하였으며, 인삼 뿌리 생육촉진율과 근부병에 대한 방제효과를 조사하여 보다 효과적인 처리방법을 모색하였다.

## 2. 결과 및 고찰

### 가. 효과적인 제형의 선발

인삼근권내에서의 선발된 유용 길항미생물의 효과를 안정적으로 지속시키기 위한 처리방법등을 조사한다.

### 1) 심각한 연작장해 포장에서 제형의 효과 검정

이병포장에서 제형화에 따른 인삼유묘의 입모율 조사는 유묘 이식 40일과 이식 100일 후 2회 조사하였고 지하부의 근부병에 대한 방제 효과는 이식 160일 후에 조사하였다. 그 결과 Fig. 6에서 나타난 것 처럼 지상부의 발아율은 C처리구에서 90%(40일 후), 68.3%(100일 후)로 그리고 G처리구는 90%(40일 후), 73.3%(100일 후)로 좋은 결과를 나타내었다. 무처리구는 발아율은 초기 40일 후에는 95%로 뛰어났지만 100일 후 조사시 대다수가 고사하였다. 근부병에 대한 제형별 방제효과는 Fig. 7에서 나타난 것처럼 C 처리구와 G 처리구에서 각각 36.8%와 60.7%로 무처리구에 비하여 좋은 결과를 나타내었다.

심각하게 연작장해가 발생하는 포장에 본 연구수행과정에서 개발된 일곱종의 제형별로 인삼 유묘의 출아율 및 입모율에 미치는 영향을 조사하였다. 단지 정식시에 유묘에 분의처리만 했음에도 불구하고 각 제형간에 상당한 차이가 있었던 바 C제형과 G제형이 이식 40일과 100일후 조사 모두에서 가장 효과가 우수하였다. (Fig.6) 이 두 제형모두 특징적으로 sawdust를 주재료로 개발한 제형으로 톱밥에 길항균의 생육과 정착에 효과적으로 작용하는 것으로 추정된다. 특히 이 제제는 다른 제형보다도 제조원가 측면에서도 저렴하기 때문에 추후 대량생산 측면에서도 커다란 장점을 보유한 것으로 판단된다.

한편 길항효과 지속기간도 매우 길어 무처리에서 이식 100일후 입모율이 약 10%였는데 비해 이들 제형은 약 70%정도로 그 효과의 우수성을 확인시켜 주었다.

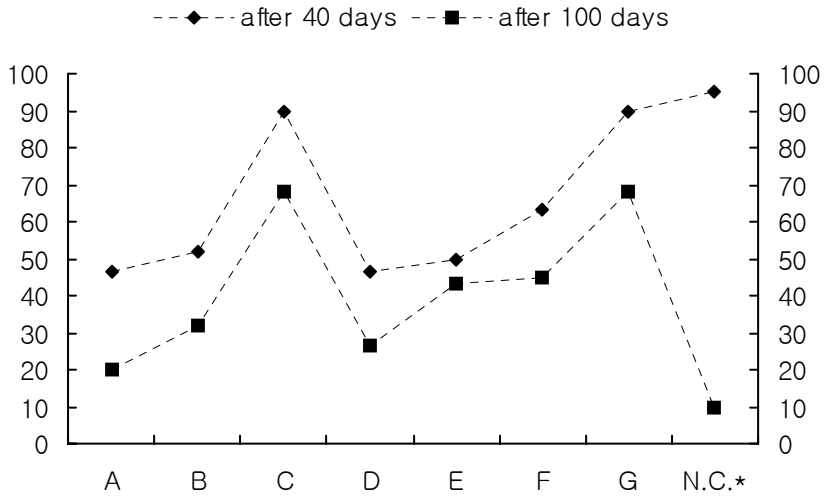


Fig. 6. Standing rate (%) of ginseng by formulations in severe contagious ginseng field, respectively. Experiment was investigated after 40 days and after 100 days. AA;46.7/20, B;51.7/31.7, C;90/68.3, D;46.7/26.7, E;50/43.3, F;63.3/45, G;90/73.3, N.C.;95/10, \*N.C.; nontreated check.

처리된 제형별 근부병 방제효과를 분석하였다. 이식 160일후의 이병율과 방제가 분석 결과에서도 역시 위의 Fig.6의 결과와 같이 Sawdust type 인 C와 G제형이 가장 강력한 병 방제 효과를 나타내었다(Fig.7). 무처리구의 모든 인삼이 근부병에 이병되어 있는데 반해 C 제형은 65%, G제형 처리구는 45%정도로 이를 무처리구에 대한 방제가로 환산할 경우 C제형과 G제형에서 각각 40%와 60%로써 다른 제형들에 비해 월등하게 우수하였다.



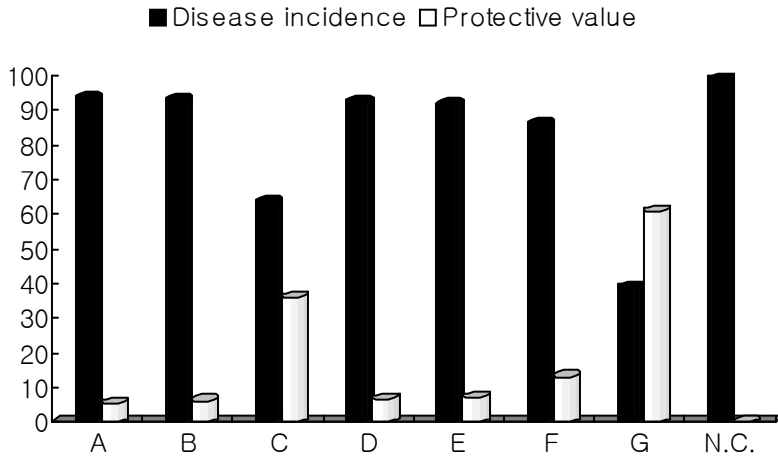


Fig. 7. Disease incidence and protective value to root rot of ginseng by formulations in severe contagious ginseng field, respectively. Experiment was investigated after 160 days. A;93.4/5.4, B;92.6/6.2, C;63.2/36.8, D;92.2/6.6, E;91.7/7.1, F;85.7/13.2, G;38.8/60.7, N.C.;98.7/0, \*N.C.; nontreated check.

근부병에 대한 제형의 효과를 검정하기 위해서 사용한 심각한 연작장해 포장으로서 유묘 이식 1-2 개월이 지나면 결주율이 90% 이상이 되는 포장의 실제 사진이다. 출아율과 근부병 방제효과가 가장 좋았던 G 처리구를 제외한 대부분의 처리구에서는 이미 근부병에 의해서 모두 결주되었기 때문에 지상부의 모습을 찾아볼 수가 없음을 보여주고 있다(Fig. 8).



Fig. 8. Effect of formulation type G on the growth of 2-year-old ginseng at 130 days after transplanting in severe contagious ginseng field.

## 2) 제형별 길항세균의 생존력과 지속력 조사

이병포장에 제형별 유묘처리후 40일과 160일후의 후에 인삼 근권 미생물상을 조사한 결과는 Table 3, 4와 같다. 제형에 따른 토양내의 미생물상의 변화에 차이가 있음을 알 수 있었고 시간이 경과함에 따라 인삼유묘가 근부병으로 없어짐에 따라 선발된 근권길항세균들이 160일 후에는 Table 4에서의 결과처럼 제형에 따라 차이는 있지만 길항효과를 나타내는 균이 다소 감소하는 것을 알 수 있었다.

Table. 3. Viable density of antagonistic bacteria strains mixture S21 and 16P5 in rhizosphere soil of ginseng root in severe contagious ginseng field after 40 days after transplanting 2 year-old ginseng with each formulation

	KB	SNAY +streptomycin	PCNB	Antagonistic rhizobacteria	
				PCNB Yellow colony	PCNB White colony
Control	- (-)	$1.1 \times 10^6$ ( $0.5 \times 10^5$ )	$1.2 \times 10^5$ ( $1.5 \times 10^5$ )	-	-
A	$4.4 \times 10^8$ ( $1.2 \times 10^8$ )	$7.8 \times 10^6$ ( $2.1 \times 10^7$ )	$3.7 \times 10^6$ ( $2.6 \times 10^7$ )	$0.1 \times 10^5$	$1.6 \times 10^6$
B	$6.3 \times 10^8$ ( $3.2 \times 10^7$ )	$9.2 \times 10^5$ ( $2.9 \times 10^7$ )	$3.6 \times 10^6$ ( $1.0 \times 10^8$ )	$0.9 \times 10^5$	$7.1 \times 10^5$
C	$3.2 \times 10^7$ ( $1.3 \times 10^7$ )	$1.9 \times 10^5$ ( $9.1 \times 10^5$ )	$2.3 \times 10^6$ ( $1.1 \times 10^6$ )	$0.3 \times 10^4$	$1.6 \times 10^5$
D	$5.8 \times 10^8$ ( $9.8 \times 10^7$ )	$1.9 \times 10^6$ ( $1.8 \times 10^7$ )	$3.3 \times 10^6$ ( $2.0 \times 10^7$ )	$5.7 \times 10^4$	$1.6 \times 10^6$
E	$3.7 \times 10^8$ ( $4.8 \times 10^7$ )	$5.3 \times 10^6$ ( $1.1 \times 10^7$ )	$4.2 \times 10^6$ ( $1.5 \times 10^7$ )	$9.3 \times 10^4$	$1.1 \times 10^6$
F	$1.6 \times 10^9$ ( $4.7 \times 10^7$ )	$9.8 \times 10^6$ ( $8.0 \times 10^7$ )	$5.7 \times 10^7$ ( $1.6 \times 10^7$ )	$8.3 \times 10^4$	$2.8 \times 10^7$
G	$1.6 \times 10^7$ -	$2.5 \times 10^6$ ( $1.8 \times 10^5$ )	$5.4 \times 10^5$ ( $1.4 \times 10^5$ )	$2.2 \times 10^5$	$5.4 \times 10^5$

\* Number of bacteria(Number of fungi),  
Unit (cfu/g rhizosphere soil)

Table 4. Viable density of antagonistic bacteria strains mixture S21 and 16P5 in rhizosphere soil of ginseng root in severe contagious ginseng field after 160 days after transplanting 2 year-old ginseng with each formulation

	KB	SNAY +streptomycin	PCNB	Antagonistic rhizobacteria	
				PCNB Yellow colony	PCNB White colony
Control	$3.74 \times 10^7$ ( $4.8 \times 10^6$ )	$1.5 \times 10^5$ ( $4.5 \times 10^5$ )	$1.3 \times 10^5$ ( $1 \times 10^5$ )		$1.14 \times 10^6$
A	$1.55 \times 10^8$ ( $2 \times 10^5$ )	$3.2 \times 10^5$ ( $6.9 \times 10^5$ )	· ( $1.3 \times 10^4$ )	$0.1 \times 10^5$	$1.26 \times 10^6$
B	$8.95 \times 10^7$ ( $1.2 \times 10^6$ )	$2.29 \times 10^6$ ( $3.6 \times 10^5$ )	$1 \times 10^6$ ·	$0.9 \times 10^5$	$3.5 \times 10^5$
C	$9.3 \times 10^7$ ( $3 \times 10^5$ )	$1.7 \times 10^7$ ( $2.9 \times 10^5$ )	$1 \times 10^5$ ( $2 \times 10^4$ )	$0.3 \times 10^4$	$2 \times 10^4$
D	$3.56 \times 10^8$ ( $1.7 \times 10^6$ )	$1.8 \times 10^6$ $2.7 \times 10^6$	$4 \times 10^5$ ( $1.1 \times 10^6$ )	$5.7 \times 10^4$	$1.3 \times 10^6$
E	$7.25 \times 10^8$ ( $5 \times 10^5$ )	$1.1 \times 10^6$ ( $4.17 \times 10^6$ )	$2.5 \times 10^5$ ( $1.05 \times 10^6$ )	$9.3 \times 10^4$	$5.0 \times 10^5$
F	$3.75 \times 10^7$ ( $2.7 \times 10^6$ )	$8.5 \times 10^5$ ( $4.1 \times 10^5$ )	$2.7 \times 10^5$ ( $7 \times 10^4$ )	$8.3 \times 10^4$	$5.4 \times 10^5$
G	$8.35 \times 10^7$ -	$1.8 \times 10^5$ ( $1.9 \times 10^5$ )	$1.4 \times 10^5$ ·	$2.2 \times 10^5$	$1.8 \times 10^5$

\* Number of bacteria(Number of fungi),  
Unit (cfu/g rhizosphere soil)

나. 제형의 효과 증대방안 모색

배양합성 type과 수화제 type 그리고 zeolite type 제형의 효과 증대 방안을 모색하기 위해서 처리방법 및 처리시기를 다르게 하여 실험하였다. 배양합성 type 제형 중 효과가 좋았던 C type과 G type 그리고 zeolite type은

1] 이식시 유묘에 분의 처리(C2, G2, Z2), 2] 이식전 토양 처리 및 이식시 유묘에 분의 처리(C3, G3, Z3)를 하였다.

수화제 type 제형은 1] 이식시 유묘에 분의 처리(WP2), 2] 제형을 50배 희석하여 이식시 유묘 침지 처리(WP3), 3] 이식전 토양 처리 및 이식시 유묘에 분의 처리(WP4)를 하였다. 실험은 재작지 포장과 재작지를 토양혼증한 포장에서 하였으며, 인삼 뿌리 생육촉진율과 근부병에 대한 방제효과를 조사하여 보다 효과적인 처리방법을 모색하였다.

#### 1) C, G 타입과 제올라이트 제형(zeolite type)

유묘 분의 처리시 근부병 방제효과가 우수하였다. C와 G제형을 중심으로 방제효과 증진방안을 모색하고자 기존의 이식시 유묘에 분의처리와 함께 이식전에 토양처리를 한 다음 유묘 분의 처리를 병행하는 처리구를 두어 그 효과를 비교하여 보았다. 아울러 새로운 제형으로 Zeolite를 톱밥대신에 사용한 대조구를 두었으며 연작재배구와 혼증 처리구에서 분석을 실시하였다 (Fig. 9, 10).

뿌리의 생육촉진율 분석결과 이식 전 토양처리를 유묘 분의 처리와 병행한 실험구에서 유묘분의 처리만 단독으로 행한 처리 구 보다 월등히 뿌리 생육이 촉진되었음이 확인되었다.

이러한 현상은 Z타입보다 C와 G제형에서 훨씬 뚜렷이 나타났으며 Z 제형은 혼증처리구의 유묘분의 단독 처리 구에서 생육이 오히려 억제되는 현상을 보이기도 했다.

인삼 근부병 방제효과 역시 이식 전 토양처리 병행구가 우수하여 유묘 분의 단독처리 보다는 이식전에 토양처리를 해 줌으로써 이식시에 이미 어느 정도 길항 미생물들이 증식되어 선점을 하게 하는 편이 방제에 크게 도움이 된다는 점을 증명해 주고 있었다. 이러한 결과는 연작 재배비나 혼증처리구 모두에서 동일하게 나타났으며 Z제형은 방제가 역시 상대적으로 낮았다. 무처리구의 인삼은 모두 썩거나 이병이 되어 있어 이들 제형이 실제로 생육촉진 효과와 병 방제효과를 공유하고 있음을 예견할 수 있었다.

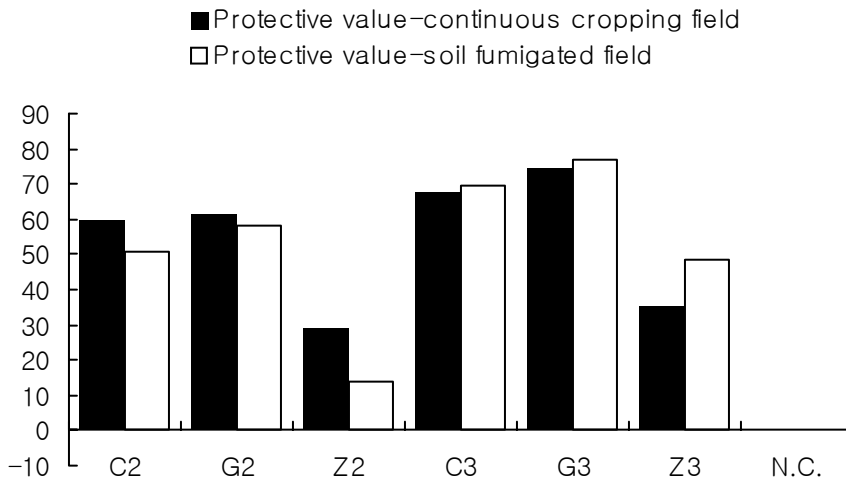


Fig. 9. Protection value to root rot disease of ginseng by formulations with antagonistic rhizobacteria at 150 days after transplanting in continuous cropping ginseng field and in soil fumigated ginseng field. Three formulations (C2, G2, Z2) were treated to seedlings when transplanted, three formulations (C3, G3, Z3) were treated to soil before seedlings were transplanted and were treated to seedlings when transplanted. N.C.; nontreated check

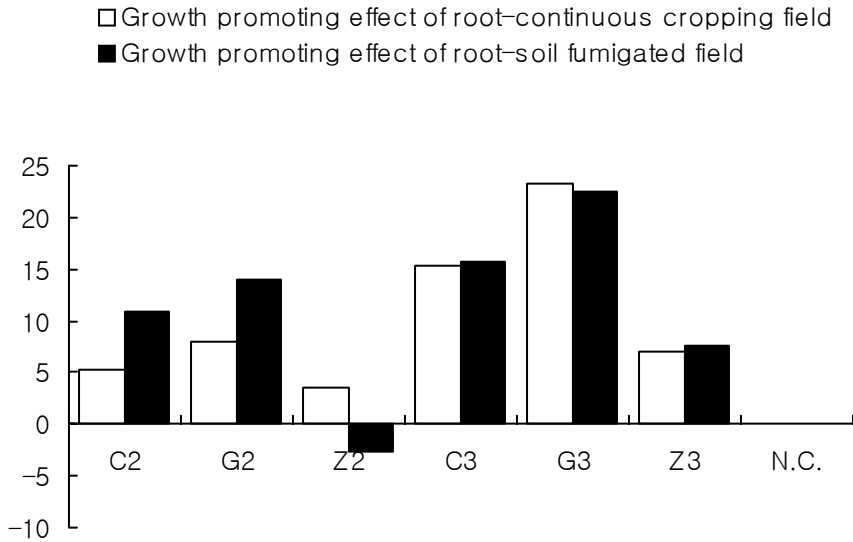


Fig. 10. Plant growth promoting effect of formulations with antagonistic rhizobacteria at 150 days after transplanting in continuous cropping ginseng field and in soil fumigated ginseng field. Three formulations (C2, G2, Z2) were treated to seedlings when transplanted, three formulations (C3, G3, Z3) were treated to soil before seedlings were transplanted and were treated to seedlings when transplanted. N.C.; nontreated check

## 2) 수화제 제형(Wettable powder type)

C 와 G제형같은 고체상의 비수화성 분말타입의 제형은 상대적으로 처리가 까다롭고 노력과 시간이 많이 소요되므로 이러한 단점을 보완하고자 수화제 형태의 제형을 개발하여 그 효과를 분석하여 보았다 (Fig. 11, 12).

유묘 이식시 분의 처리구, 이식시 침지 처리구와 함께 이식전 토양처리에 이식시 분의 처리를 병행하는 세가지로 구분하여 실시한 결과 이식시 단지 유묘를 침지만한 처리가 분의 생육촉진은 물론 근부병 방제 효과까지도 월등하게 좋았다. 특히 세 처리중 유묘 침지 처리한 지하부 생육도 촉진할 뿐

아니라 병 방제 효과가 전혀 없는 경우가 발생하는등 전혀 효과를 볼 수 없었다.

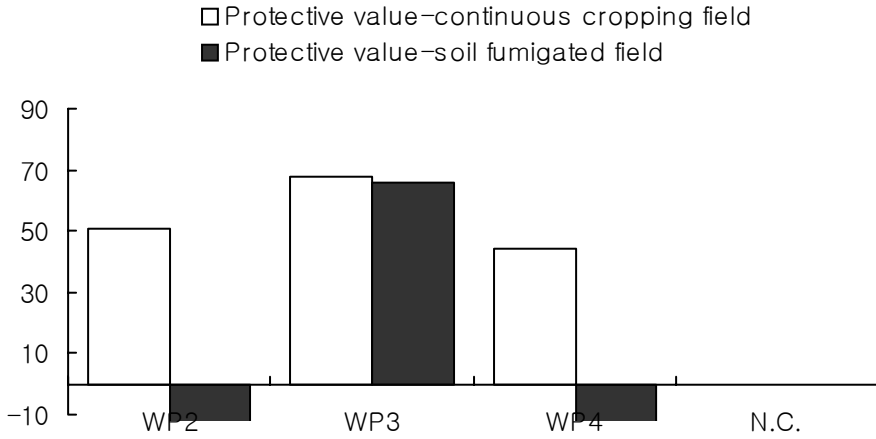


Fig. 11. Protection value to root rot disease of ginseng by formulations with antagonistic rhizobacteria at 150 days after transplanting in continuous cropping ginseng field and in soil fumigated ginseng field. WP2 formulation was treated to seedlings when transplanted, WP4 formulation was treated to soil before seedlings were transplanted and were treated to seedlings when transplanted, dipping (WP3) was treated to seedlings when transplanted. N.C.; nontreated check



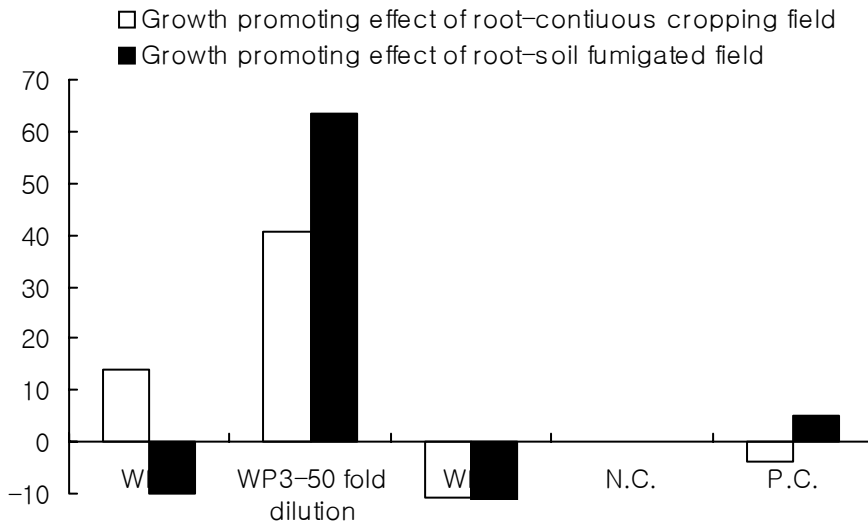


Fig. 12. Growth promoting effect of formulations with antagonistic rhizobacteria at 150 days after transplanting in continuous cropping ginseng field and in soil fumigated ginseng field. WP2 formulation was treated to seedlings when transplanted, WP4 formulation was treated to soil before seedlings were transplanted and were treated to seedlings when transplanted, dipping (WP3) was treated to seedlings when transplanted. N.C.,; nontreated check

따라서 수화제 제형의 처리구에서는 유묘 침지 처리를 가장 효과적인 것으로 선정하였다.

## 제 5 절 처리포장의 종합적 효과 검정

### 1. 재료 및 방법

다양한 포장 조건에서 제형의 효과를 검정하기 위해서 심각한 연작장해 포

장, 재작지 포장, 재작지를 토양훈증한 포장, 인삼을 재배 후 휴경과 윤작을 겸한 포장에서 실험하였다.

#### 가. 인삼 근부병 방제효과

제형별 처리방법과 제형의 효과를 검정하기 위해서 윤작 재배 포장과 윤작 재배 포장을 토양훈증한 포장 그리고 윤작과 휴경을 겸한 포장에서 실험을 하였다. 윤작 재배 포장은 수년간 인삼을 재배했던 포장으로 휴경이나 윤작 기간을 거치지 않은 포장으로서 인삼 근부병에 대한 인삼의 지하부 이병율이 50%에 달하는 포장이다. 처리 방법으로는 유묘 이식 10일전 토양 처리 및 이식시 유묘에 분의 처리(C3, G3, Z3)와 유묘 이식시 제형을 50배 희석하여 유묘 침지 처리(WP3)를 하였다. 실험은 유묘 49주씩 2반복 하였다. 토양 훈증 포장은 수년간 인삼을 재배했던 포장을 유묘 이식 5개월 전에 dazomet(제품명; 밧사미드)로 평당 133g의 비율로 처리하여 토양 훈증한 포장이다. 처리방법은 재작지 포장과 동일하다.

인삼 근부병에 대한 제형의 방제효과는 유묘 이식 150일 후에 처리구별 전체 수확을 하여 Scott 등의 방법을 기본으로 각각의 이병율을 조사하였고, 무처리구에 대비해서 각 제형별 인삼 근부병에 대한 방제가를 도출하였다. 이병정도 조사는 인삼 뿌리에 나타난 병반의 크기에 따라 이병지수를 계산하였으며 0%-5%를 a, 5.1%-20%를 b, 20.1%-50%를 c, 50.1% 이상을 d로 이병지수로 잡아 이병율(Disease incidence)을 다음 식에 의해 계산하였다.

$$\text{Disease incidence (\%)} = \frac{(a \times 0) + (b \times 1) + (c \times 2) + (d \times 3)}{a + b + c + d} \times \frac{100}{3}$$

\* a, b, c 그리고 d는 각각의 이병지수에 해당하는 인삼 개수이다.

#### 나. 인삼 생육에 미치는 영향 조사

제형이 인삼 생육에 미치는 영향을 알아보기 위하여 입모율, 지상부 생육

및 지하부 근중을 조사하였다. 입모율은 유묘 이식 50일 후에 조사하였고, 인삼의 지상부 생육은 이식 90일 후에 인삼의 옆장과 초장을 조사하여 Abdul Baki 등의 방법을 기본으로 지상부 생육율[Vigour index = (Mean leaf length + Mean shoot length) × Germination (%)]을 도출하였다. 인삼의 뿌리생육 촉진율[처리구 평균 단위 근중 - 무처리 평균 단위 근중 / 무처리 평균 단위 근중 × 100 (%)]은 이식 150 후에 수확하여 수돗물로 완전히 수세한 후 물기를 완전히 제거한 후 지하부 근중을 조사하여 무처리구에 대비해서 계산하였다. 실험에 사용한 포장과 처리방법은 근부병 방제 효과 조사에서와 동일하다.

#### 다. 길항세균의 정착능 검정

인삼의 생물학적 방제를 위하여 처리한 두 근권길항세균이 인삼뿌리의 근권에 정착하고 있는지를 확인하기 위하여 처리 150일 후에 각 길항세균별 선택배지[S21; PCNBA (Peptone 15g, KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> 1g, MgSO<sub>4</sub> · 7H<sub>2</sub>O 0.5g, Agar 20g, D.W 1ℓ) + rifampicin 20ppm + streptomycin 250ppm, 16P5; KBA (Proteose peptone 20g, K<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub> 1.5g, MgSO<sub>4</sub> · 7H<sub>2</sub>O 1.5g, Glycerol 15ml, Agar 15g, D.W 1ℓ)]를 이용하여 희석평판 배양법으로 처리된 두 길항세균을 재분리해서 근권정착능을 조사하였다. 또한 길항력의 소실여부를 확인하기 위해서 10<sup>4</sup> spores/ml (cell suspension) 농도의 *Fusarium solani*를 분무 접종한 후 25℃에서 3일간 배양한 후 길항력의 소실 여부를 조사하였다.

#### 라. 방제기작의 탐색

생물적 방제의 기작에는 기생(parasitism), 포식(predation), 경쟁(competition), 항생작용(antibiosis), 발병억제토양(suppressive soil), 식물생장촉진 근권 미생물(PGPR), 유도저항성(induced resistance) 등이 있지만 대부분의 경우에는 두 가지 이상의 기작이 복합적으로 작용하며 여러개의 작

용기작을 가질수록 더 좋은 효과를 발휘 할 수 있다.

인삼의 생물학적 방제를 위해서 사용한 두 근권 길항세균(S21, 16P5) 또한 두 가지 이상의 작용 기작을 나타내며, 다음과 같은 방법으로 식물병원균류의 방제기작을 탐색하였다.

두 근권길항세균이 식물병원균류에 미치는 영향을 조사하기 위해서 두 근권길항세균에 의한 식물병원균류의 저해 형태를 조사하였다. 또한 항균활성물질의 용매 추출성, 활성물질의 경시적인 안정성, 활성물질의 분포 등을 조사하였고 Silica gel open column chromatography와 Thin layer chromatography 분석을 통해서 활성물질의 존재 여부 및 특성을 알아보았다.

#### 1) 길항세균에 의한 식물병원균류의 저해 형태

두 근권길항세균에 의한 식물병원균류의 저해 형태는 PDA 배지 및 V8A 배지에 식물병원균과 길항세균을 대치배양한 후 25℃에서 1주일간 배양한 후에 저지원이 형성된 곳의 균사의 형태를 광학현미경적으로 조사하였다.

#### 2) 용매추출성의 검토

용매추출성의 검토는 두 근권길항세균의 배양액을 1000mlTlr 취하여 2배량의 hexane, chloroform, ethylacetate, buthanol를 가하여 overnight 시킨 후 2회 반복 추출한 후 유기용매층과 물층을 분리하여 감압농축하여 활성을 측정하였다. 항균활성의 측정은 *Fusarium solani* assay media를 조제하여 paper disk를 이용해서 실험하였다.

#### 3) 활성물질의 온도 및 경시적인 안정성

활성물질의 열 안정성의 검토는 용매추출액을 90℃로 30분간 열을 가한 후에 활성 측정을 하였으며, 경시적인 안정성의 검토는 *Fusarium solani* assay media를 조제하여 각 용매추출액을 묻힌 paper disk를 올려놓은 후 4

일이 경과후에 활성이 감소된 정도를 알아보았다.

#### 4) 활성물질의 분포

S21 균주에서 활성물질이 균체 내와 외에 어느 정도 존재하는지 여부를 알기 위해서 우선 3500rpm에서 15분간 원심분리 후 상징액과 균체를 분리하였다. 다시 상징액은 원심분리를 3회 반복 실시하였고, 균체는 멸균수로 3회 세척 및 원심분리를 하여 준비하였다. 균체는 멸균수를 첨가하여 상징액과 동량으로 조정 한 후에 상징액과 균체에 동량의 ethylacetate를 첨가하여 overnight 시킨 후 2회 반복 추출한 후 유기용매층과 물층을 분리하여 감압농축하여 각각의 활성을 측정을 통하여 활성물질의 분포 여부를 확인하였다.

#### 5) Silica gel open column chromatography

Ethylacetate층을 sodium sulfate로 탈수시키고 여과한 다음 감압농축하여 소량의 용매(chloroform:methanol=100:15)에 녹여 silica gel open column chromatography 를 하기 위한 시료로 사용하였다. 120ml의 silica gel 60을 3×30 cm column에 채우고 위의 시료를 충전하여 chloroform-methanol의 비율 10:0, 9:1, 8:2, 7:3, 6:4, 5:5, 0:10으로 조합된 용매를 이용하여 용출하였다. 활성의 측정은 *Fusarium solani* assay media를 조제하여 paper disk를 이용해서 실험하였다.

#### 6) Thin layer chromatography

Silica gel open column chromatography 분석에서 활성이 있는 분획을 다시 모아서 감압농축하여 thin layer chromatography 분석용 시료로 사용하였다. 10×20 cm의 분석용 TLC를 사용하여 적합한 용매조건을 찾아낸 후에 10×20 cm의 Prep. TLC를 사용하여 각각의 분획을 수거하여 용출한 후에 각각의 활성을 측정하였다.

## 2. 결과 및 고찰

다양한 포장 조건에서 제형의 효과를 검증하기 위해서 재작지 포장, 재작지를 토양훈증한 포장, 인삼 재배 후 휴경과 윤작을 겸한 포장에서 실험하였다. 각 포장별 처리는 유묘 이식전 토양에 제형 처리 및 이식시 유묘에 분의 처리(C3, G3, Z3)와 이식시 유묘 침지 처리(WP3)를 하였다. 입모율은 유묘 이식 50일 후에 조사하였고 지상부 생존율은 인삼의 옆장과 초장을 조사하였고 옆장과 초장의 값을 더한 값에 입모율(standing rate)을 곱하여 지상부 생장율(Vigour index) 값을 구하였다. 인삼 뿌리의 생육은 유묘 이식 150일 후에 전 처리구의 인삼을 수확하여 수돗물로 완전히 수세한 후에 물기를 완전히 제거한 후 지하부 근중을 조사하였다. 근부병에 대한 방제효과는 유묘 이식 150일 후에 Scott 등의 방법을 기본으로 이병율을 조사하였다.

### 가. 연작재배 포장

비교적 우수한 것으로 선발된 모든 제형들 중 가장 우수한 제형을 선발하고자 인삼에 선발 제형을 처리하여 실험재배를 실시하였다. 포장으로써 휴작이나 윤작기간을 거치지 않은 포장으로 지하부 이병율(root rot incidence)이 50%에 달하는 연작 재배 포장을 대상으로 C,G,Z제형과 수화제 제형(W)을 이용하여 유묘 이식전 토양처리 (C,G,Z제형), 이식시 유묘 분의 처리 (C, G, Z제형) 및 이식시 침지처리 (W제형)로 구분하여 제형별로 인삼의 생육과 병방제에 미치는 효과를 분석하였다.

이식 90일 후의 입모율은 모든 제형에서 무처리보다 약간 높았으나 제형 간에는 큰 차이가 없었다. 그러나 지상부의 생육을 나타내는 지상부생장율(Vigor index)은 처리간에 상당한 차이를 보여 수화제 타입의 제형처리구가 다른 처리구에 비해 훨씬 효과가 좋았다 (Fig.13).

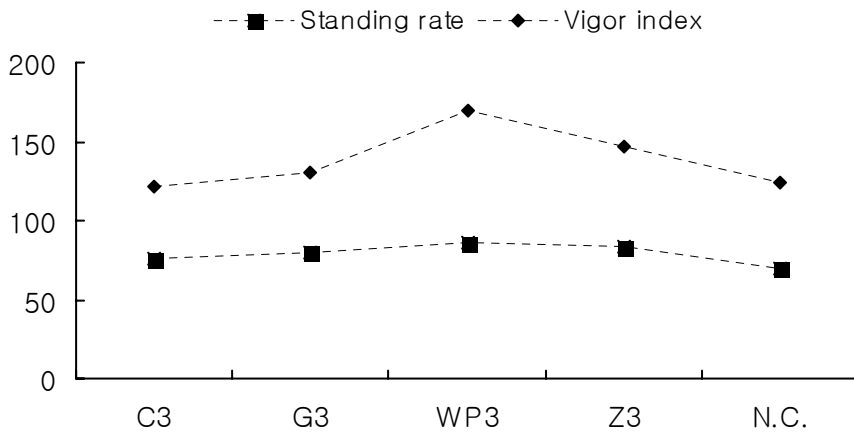


Fig. 13. Standing rate (50 days after transplanted) and vigor index (90 days after transplanting) of ginseng by formulations, respectively, in continuous cropping ginseng field. standing rate; 76.5%(C3), 79.6%(G3), 85.7%(WP3), 83.7%(Z3), 69.4%(N.C.), Vigor index = (mean of leaf length + mean of shoot length) × Germination, N.C. ; nontreated check

지상부 뿐만아니라 지하부 생육 촉진 효과 역시 수화제 타입을 유묘이식시 침지 처리한 경우가 가장 우수하여 C처리가 15%, G처리가 23%인데 비해 W처리에서는 40%이상의 뿌리 생육효과가 있었다 (Fig. 14). Z제형은 역시 그 효과가 가장 미미하여 우수 제형이 아님을 알 수 있었다.

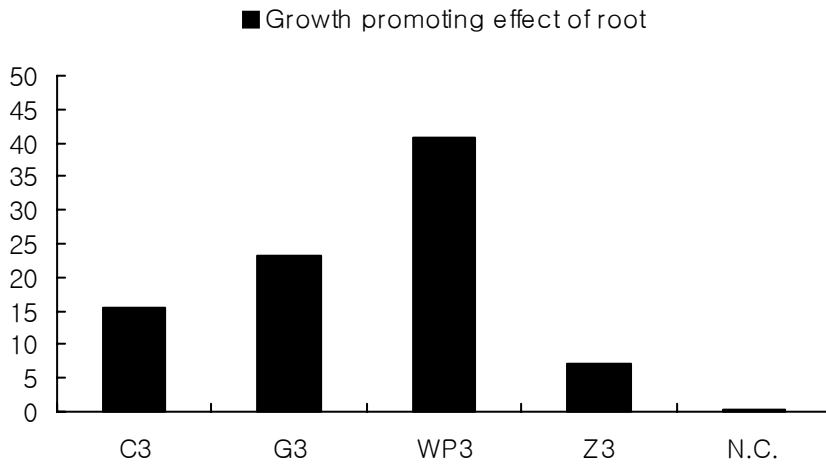


Fig. 14. Increased growth promotion rate of root of ginseng by formulations (150 days after transplanting) in continuous cropping ginseng field. Growth promotion rate; 15.4%(C3), 23.3%(G3), 40.7%(WP3), 7% (Z3), N.C.; nontreated check

각 제형별로 뿌리 썩음병 이병율과 미생물 제제 처리에 의한 방제가를 조사하였다 (Fig. 15). 이식 150일후 무처리 발병율이 48.9%인데 반해 C, G, W, Z제형 처리구는 15.6%, 12.5%, 15.9% 및 26.5%로서 모두 방제효과가 있었으나 Z제형에 비해서 C, G, W제형처리구의 발병율이 아주 낮은 경향을 나타내었다. 방제가 역시 67.5%내지 74.4%정도로 매우 우수한 것으로 나타났다. 이러한 결과는 앞선 심각한 연작 재배지에서의 결과와 일치하는 것으로 본 실험 결과의 신뢰성을 한층 높여주는 결과라고 판단된다.



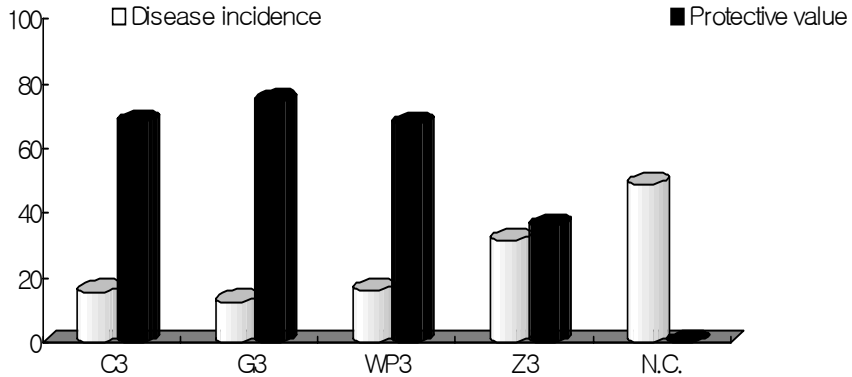


Fig. 15. Disease incidence of ginseng and protective value to root rot of ginseng by formulations respectively (150 days after transplanting) in continuous cropping ginseng field. Disease incidence; 15.6%(C3), 12.5%(G3), 15.9%(WP3), 26.5%(Z3), 48.9%(N.C.) Protective value; 68.1%(C3), 74.4%(G3), 67.5%(WP3), 35.6%(Z3), nontreated check

Fig. 13과 Fig. 14의 결과를 보면 인삼의 지상부 생장율은 지하부 생장율과 별다른 관계가 없는 것처럼 보이나, 지상부 생장율과 뿌리썩음병에 대한 방제효과를 종합하여보면 일정한 관계가 성립된을 알 수 있다. 이들 결과들을 보면 지상부 생육이 아무리 좋아도 인삼의 이병율이 높다면 지하부 생육이 저조함을 알 수 있고 인삼의 이병율도 낮고 지상부 생장율도 좋으면 WP3와 같이 지하부의 생육율이 월등히 높아짐을 알 수 있다.

이들 처리된 제형별 지상부와 지하부 생육촉진 효과를 분석한 결과 G타입과 W타입 제형이 우수하였으나 특히 W 타입의 뿌리 생육 촉진 효과는 그 어느 제형보다도 분명히 월등하게 좋았다(Fig. 16). 이 경우 병방제 효과가 좋았던 C 제형이 약 15%정도 밖에 촉진시키지 못했지만 W 제형은 무려 40%이상 촉진시킴으로써 병 방제효과 못지 않게 인삼 재배시 중요한 요인으로 작용하는 뿌리의 생육촉진 효과까지 우수함을 나타냄으로서 일단 가장

우수한 제형으로 선별하였다. 참고로 G 타입의 지하부 생육촉진율은 약 25% 정도였다.

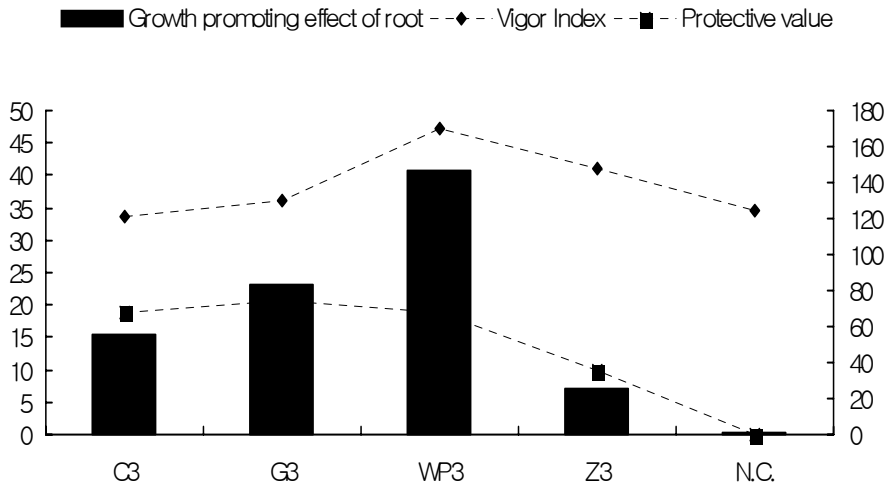


Fig. 16. Effect according to combination of vigor index and protective value to root rot of ginseng about increased growth promotion. N.C.; nontreated check.

이러한 결과들을 한곳에 집대성한 사진이 Fig. 17이다. 육안으로 충분히 판정이 가능할 만큼 뿌리의 생육간에 뚜렷한 차이를 보이고 있으며 병 방제 효과도 무처리나 Z타입에 비해 C, G 그리고 W타입 제형이 우수한 것으로 나타났다. 특히 W와 G타입은 더욱 우수하여 상품성 또한 월등하여 추후의 농가 포장에서의 유력한 활용가능성을 보유하는 것으로 추정할 수 있었다.

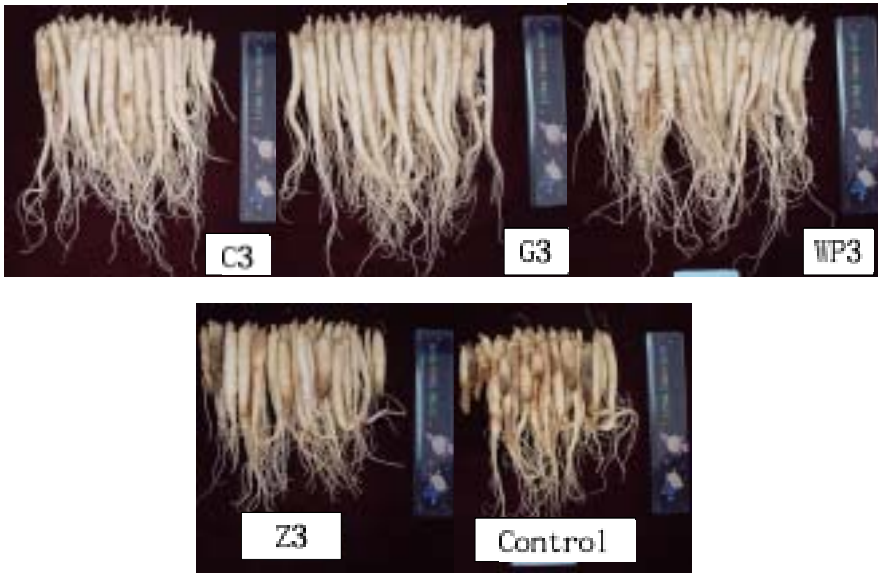


Fig. 17. Effect of formulations (C, G, WP and Z) on the growth of 2-year-old ginseng at 150 days after transplanting in continuous cropping ginseng field.

나. 토양 훈증 포장

각 제형별 효과를 검증하기 위해 관행적으로 인삼을 재배한 포장을 토양 훈증처리 하여 연작재배포장에서 실시한 방법과 동일하게 처리하여 비교를 실시하였다. 모든 제형에서 연작재배 포장결과보다는 입모율이 좀더 높았으나 제형별 처리효과를 연작재배포장 결과와 유사한 경향이였다. 그러나 토양훈증포장에서도 지상부 생육은 W 타입에서 가장 많이 촉진됨을 알 수 있었다.

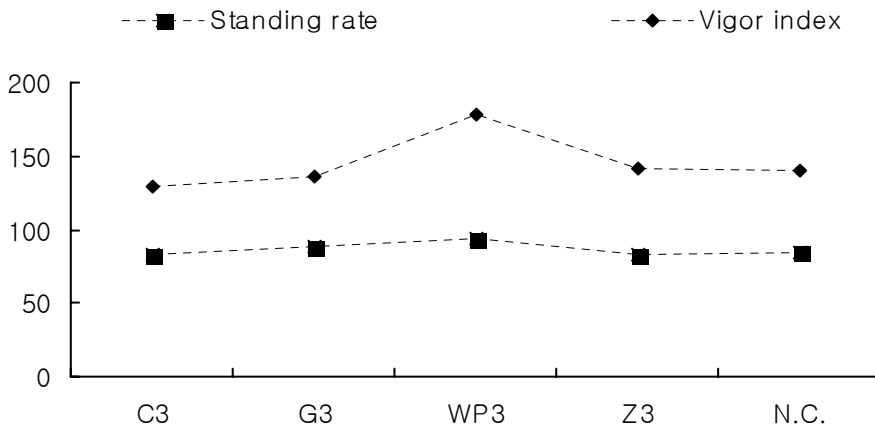


Fig. 18. Standing rate (50 days after transplanted) and vigor index (90 days after transplanted) of ginseng by formulations in soil fumigated ginseng field. standing rate; 82.7% (C3), 87.8% (G3), 93.9% (WP3), 82.7% (Z3), 84.7% (N.C.), Vigor index = (mean of leaf length + mean of shoot length) × Germination, N.C.; nontreated check

인삼 재배 농가에서 가장 중요하게 여기는 뿌리생육은 연작재배 토양에서의 실험결과보다 훨씬 더 뚜렷한 차이를 보여 수화제 타입인 W제형처리구가 무려 63.5%나 촉진되었다(Fig. 19). 이는 15.8%인 C제형이나 22.4%인 G제형과 비교가 되지 않을 정도의 아주 뛰어난 지하부 생육촉진효과를 지니고 있음을 의미한다 하겠다. 이 결과는 만약 수화제 타입의 제형이 근부병 방제 효과까지 갖는다면 이는 유용 길항 미생물제제가 갖추어야할 필수 조건을 거의 다 갖추고 있다고 보아야 할 정도로 획기적인 결과를 사료한다.

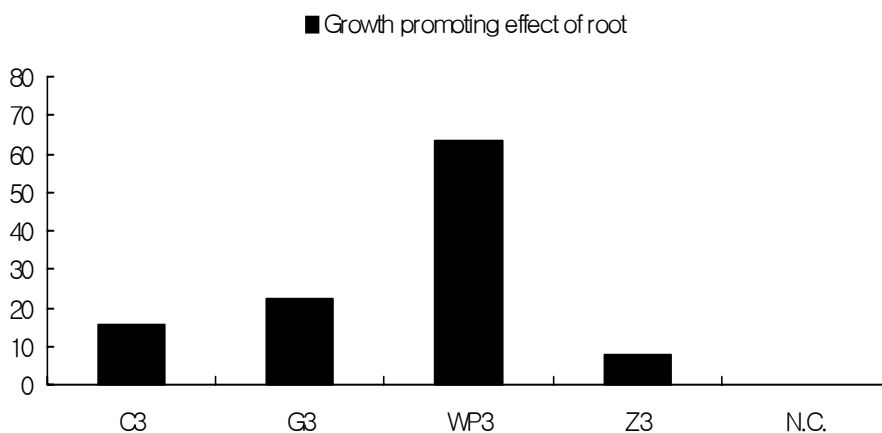


Fig. 19. Increased growth promotion rate of root of ginseng by formulations (150 days after transplanted) in soil fumigated ginseng field. growth promotion rate; 15.8% (C3), 22.4% (G3), 63.5% (WP3), 7.6% (Z3), N.C.; nontreated check

토양 훈증처리구에서의 근부병 방제효과를 제형별로 분석해 봄으로써 어느 제형이 우수한가를 조사한 결과 G제형이 가장 우수하였으며 C와 W제형이 방제가 65%이상으로 좋은 편이었다(Fig. 20). 이 실험은 일반 인삼재배 농가에서 수년을 휴경 한 후 토양소독을 실시하고 심는 방법과는 달리 인삼 수확 후 곧바로 휴경 없이 소독 후 이식한 인삼에서 얻은 결과로 이 정도의 방제가라면 정상적 재배 방식일 경우 이보다 훨씬 우수한 방제효과를 거둘 것이 틀림없다. 따라서 G제형과 함께 C와 W제형도 병 방제에 있어서 매우 우수한 제형인 것으로 생각된다.

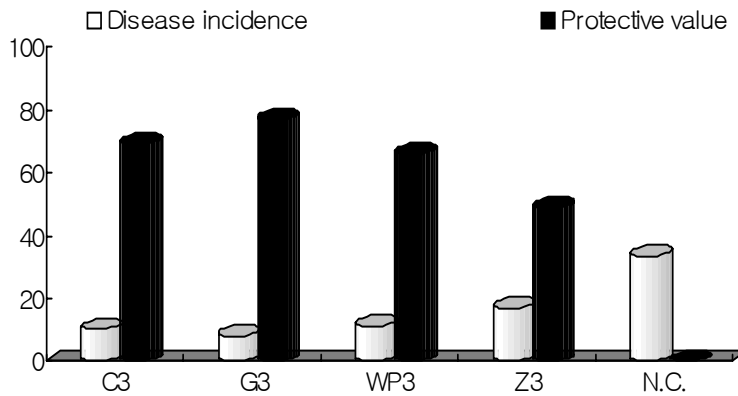


Fig. 20. Disease incidence of ginseng and protective value to root rot of ginseng by formulations (150 days after transplanted) in soil fumigated ginseng field. Disease incidence; 10.2% (C3), 7.7% (G3), 11.4% (WP3), 17.1% (Z3), 33.3% (N.C.) Protective value; 69.4% (C3), 76.9% (G3), 65.8% (WP3), 48.6% (Z3), N.C; nontreated check

지상부와 지하부 생육을 제형별로 비교했을 때 수화제 타입인 W제형이 연작재배토양에서와 마찬가지로 뛰어난 효과를 나타내었다(Fig. 21). 지상부 생육을 나타내는 Vigor index 도 물론 차이가 났지만 지하부 생육은 축진율이 20%이하인 다른 처리와 비교가 되지 않을 정도의 뚜렷한 차이를 나타내어 다시 한번 W제형의 우수성을 실감하게 되었다. 이러한 결과는 연작재배 토양에서 실시한 결과와 일치하는 결과이다.

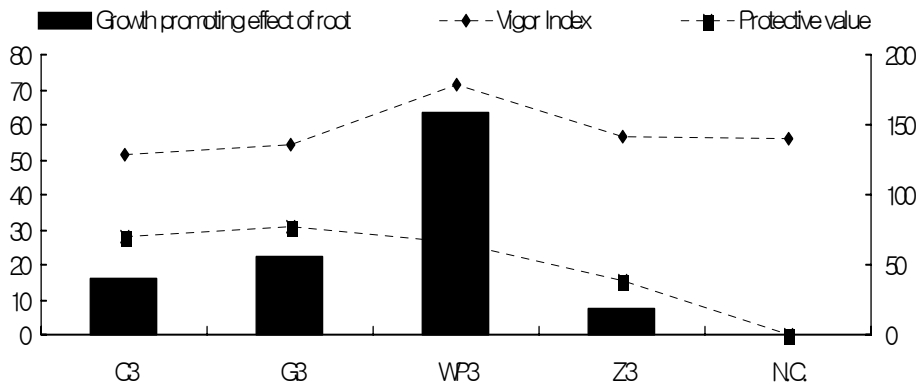


Fig. 21. Effect of combination of vigour index and protective value to root rot of ginseng on increase of growth. N.C.; nontreated check.

훈증 처리구에서 재배하여 분석한 결과이기에 앞선 연작재배 포장에서 얻은 결과보다 전반적으로 다소 나은 형태와 생육을 보이고 있지만 처리간에는 역시 뚜렷한 차이가 있음을 확인 할 수 있었다(Fig. 22). 일차적으로 근부병 방제효과는 G 타입과 W타입제형이 우수함을 알 수 있었고, 뿌리 생육 촉진 효과는 수화제 타입인 W제형이 가장 효과가 좋다. 눈에 떨 만큼 뿌리의 굵기나 길이가 차이가 났다. 이는 후에 실제 대규모 농가 포장 사용 시 성공가능성을 재확인 시켜주는 결과라고 사료된다.

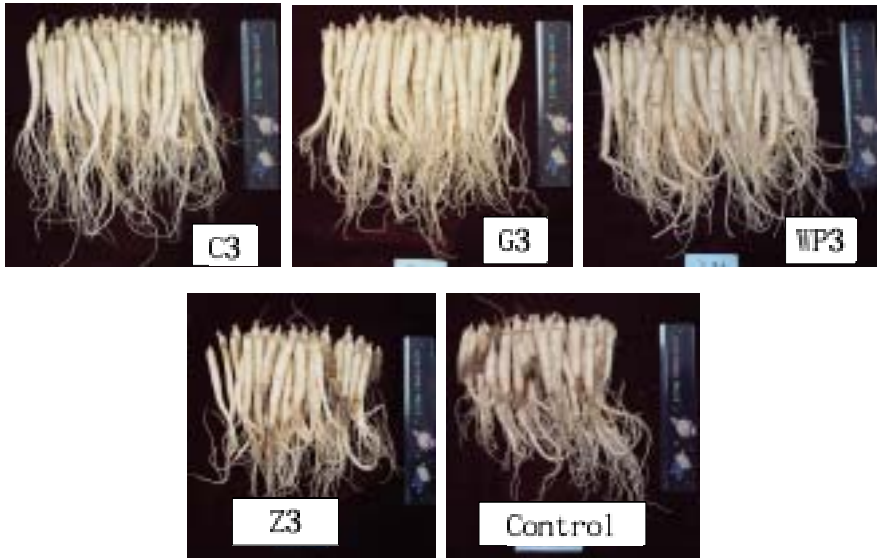


Fig. 22. Effect of formulations (C, G, WP and Z) on the growth of 2-year-old ginseng at 150 days after transplanting in soil fumigated ginseng field.

다. 윤작과 휴경을 겸한 포장

심각한 연작장애 포장, 연작제배포장, 그리고 토양훈증포장에서 각 제형별 병 방제 효과 및 생육 촉진율을 비교 분석하게 위해 인삼 재배 후 3년간의 윤작을 실시한 다음 낙엽부숙퇴비를 처리한 포장에서 시험을 실시하였다.

이식 90일 후 입모율은 다른 처리포장결과와 유사하였으며 제형간에도 큰 차이를 발견할 수 없었으나 지상부 생육만을 제형별로 차이가 있었고 W 제형이 타제형에 비해 월등히 우수하였으며 그 차이는 타 처리 포장 결과보다 더 컸다(Fig. 23). 그 차이가 60%이상이나 되어 일반 농가의 관해 재배법처럼 윤작과 휴경을 실시하고 부숙퇴비를 사용할 경우 본 연구에서 개발된 제제나 제형이 보다 더 유용할 것으로 판단되었다.



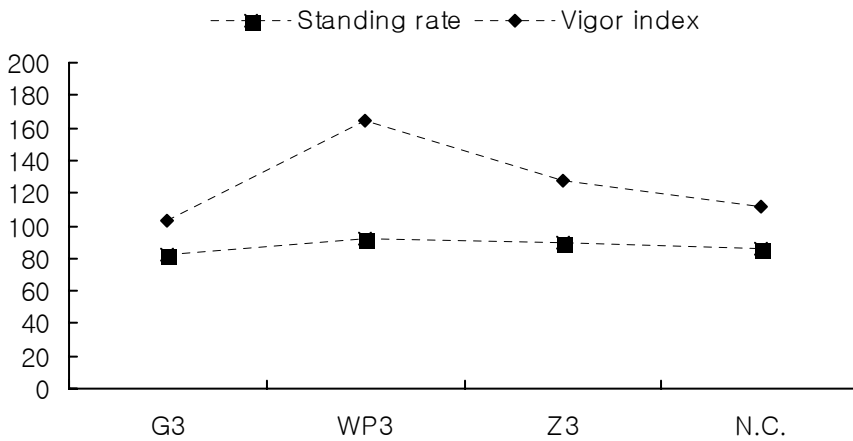


Fig. 23. Standing rate (50 days after transplanted) and vigour index (90 days after transplanting) of ginseng by formulations in conventional culture ginseng field. Standing rate; 82.1% (G3), 92.1% (WP3), 89.3% (Z3), 85.5% (N.C.), Vigor index = (mean of leaf length + mean of shoot length) × Germination, N.C.; nontreated check

휴경과 휴작을 행한 포장에 처리한 제형별 인삼뿌리 생육촉진에 미치는 영향을 조사한 결과 수화제 타입인 W제형의 효과가 가장 뛰어났다(Fig. 24). 비록 촉진을 29.6%의 W제형과 17.7%인 G제형간의 차이가 크지는 않았지만 2.9%에 불과한 Z제형과 비교했을 때는 매우 큰 차이라고 생각되며 이올러 병 방제 효과까지 뒷받침된다면 더욱 그 가치는 유용할 것이라 판단된다.

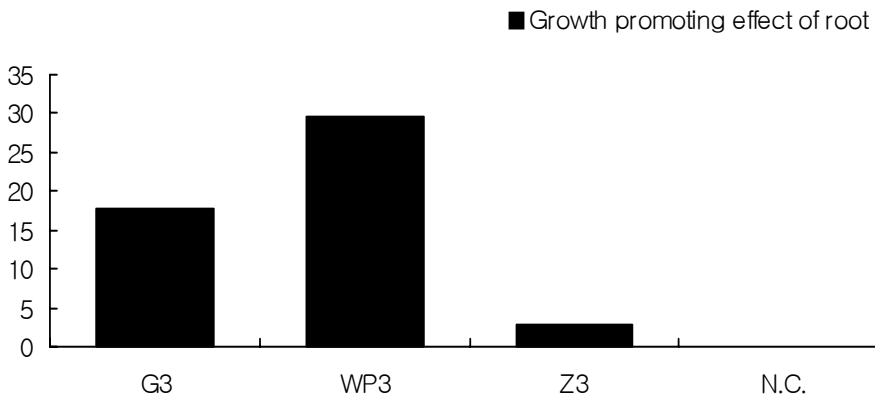


Fig. 24. Increased growth promotion rate of root of ginseng by formulations (150 days after transplanting) in continuous cropping ginseng field. Growth promoting rate; 15.4%(C3), 23.3%(G3),40.7%(WP3), N.C.; nontreated check

제형별 방제가를 조사하므로써 우수 제형을 선발하고자 하였다 이미 다른 처리 포장에서 얻어진 결과와 전체적인 경향을 유사하였으나 전반적으로 발병율은 낮은 편이었고 방제가는 보다 더 우수한 경향을 보였다(Fig. 25). W타입과 G타입제형이 82.4%의 높은 동일한 방제가를 보였기에 추후 활용 가능성을 한층 높여주었다. 이런 경우 처리한 유용 길항미생물의 정착능과 월동 후 생존율만 높다면 농민들이 기대하는 최상의 제품이 개발될 가능성이 충분히 있다고 생각한다.

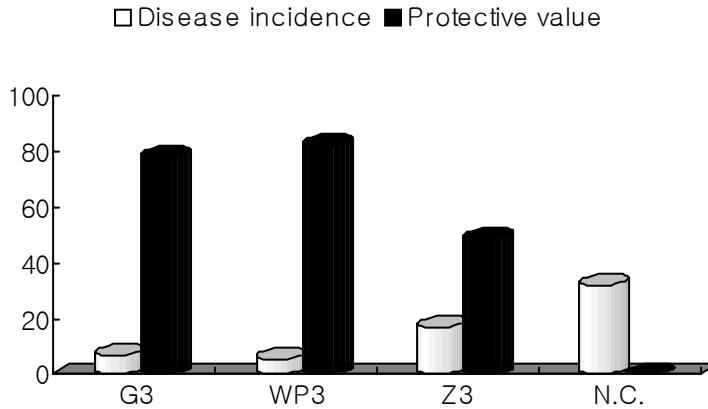


Fig. 25. Disease incidence of ginseng and protective value to root rot of ginseng formulations (150 days after transplanting) in conventional culture ginseng field. Disease incidence; 7.1% (G3), 5.7% (WP3), 16.7% (Z3), 32.3% (N.C.) Protective value; 78% (G3), 82.4% (WP3), 48.3% (Z3), N.C.; nontreated check

각 제형이 인삼의 지상부 생육과 지하부 뿌리 생육에 미치는 효과를 검정한 결과 역시 W타입제형이 가장 좋은 효과를 갖는 것으로 조사되었다 (Fig. 26). 이 경우는 특히 지상부 생육지수인 Vigor index에서 G타입보다 W타입제형이 월등히 우수한 것으로 나타나 W제형의 우수성을 다시 한번 확인할 수 있었다. 한편 Z타입은 지상부 생육은 오히려 G제형보다 우수하였으나 지하부 생육촉진은 아주 미약하여 위의 병 방제가와 비교할 때 근부병의 독특한 특징인 지상부 생육이 좋더라도 지하부 발병이 심하거나 발육이 양호하지 못한 경우가 있음을 알 수 있었다. 따라서 병 방제효과와 지상부, 지하부 생육촉진 효과 등을 총망라해 분석할 경우 수화제 타입인 W제형이 최고의 제형임을 다시 한번 입증시켜 주는 결과를 얻었다.

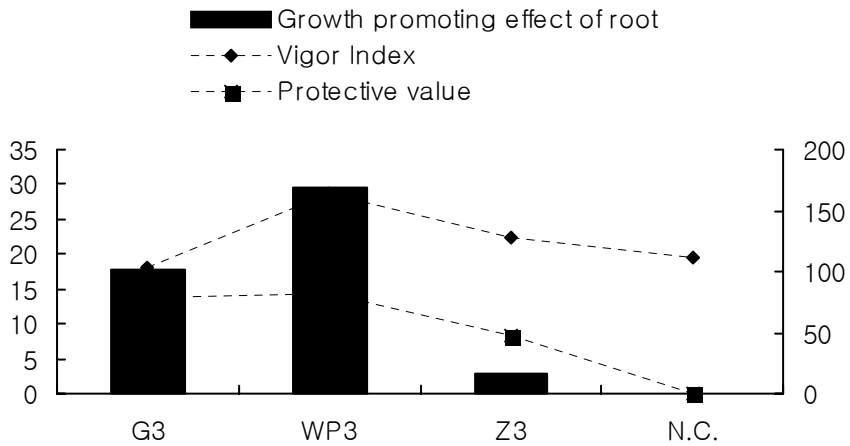


Fig. 26. Effect of combination of vigour index and protective value to root rot of ginseng on growth promotion. N.C.; nontreated check.

라. 길항세균의 정착능 검정

재작지 포장에서 길항세균 *Burkholderia pyrrocinia*(S21)과 *Bacillus amyloliquefaciens*(16P5)의 제형별 생존율을 조사한 결과 G3제형이 S21에서 가장 좋은 결과를 나타냈고, 16P5는 WP3제형이 높은 생존율을 나타냈다.

Table 5. Viable density of two antagonistic rhizobacteria in rhizosphere of ginseng root in continuous cropping ginseng field at 150 days after transplanting 2-year-old ginseng with each formulations

Formulation	C3	G3	WP3	Z3	Control
<i>Bu. pyrrocinia</i>	$1.7 \times 10^5$	$4.6 \times 10^6$	$< 10^3$	$< 10^3$	-
<i>Ba. amyloliquefaciens</i>	$1 \times 10^5$	$3 \times 10^5$	$2 \times 10^7$	$1.8 \times 10^6$	-

토양훈증처리포장에 *Burkholderia pyrrocinia*(S2)1과 *Bacillus amyloliquefaciens*(16P5)균을 다양한 제형화를 만들어 처리 후 150일째 인삼 근권 내에 처리 균의 생존율을 조사한 결과 *Burkholderia pyrrocinia*(S2)1 균의 경우는 C3,G3에서  $1.8\sim 2.3\times 10^6$ 으로 높은 생존율을 보였고 *Bacillus amyloliquefaciens*(16P5)의 경우는 WP3에서  $1.2\times 10^7$ 의 높은 생존율을 보였다.

Table 6. Viable density of two antagonistic rhizobacteria in rhizosphere of ginseng root in soil fumigated ginseng field at 150 days after transplanting 2 - year - old ginseng with each formulations

Formulation	C3	G3	WP3	Z3	Control
<i>Bu. pyrrocinia</i>	$1.8\times 10^6$	$2.3\times 10^6$	$\leq 10^3$	$\leq 10^3$	-
<i>Ba. amyloliquefaciens</i>	$6.5\times 10^5$	$9.5\times 10^5$	$1.2\times 10^7$	$1.3\times 10^6$	-

마. 방제 기작의 탐색

1) 길항세균에 의한 식물병원균류의 저해 형태

길항세균에 의한 식물병원진균의 4가지의 저해모습 사진이다.

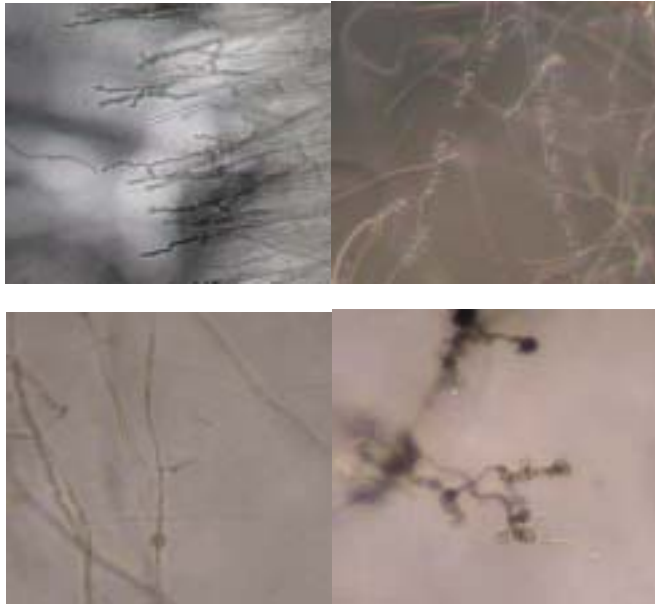


Fig. 27. Difference of mycelial shape in inhibition zone of pathogens were treated with two antagonistic bacteria on agar plates

#### 2) 용매 추출성

두 길항세균들의 배양여액을 hexane, chloroform, ethylacetate, butanol을 사용해 각각 2회 반복 추출하여 나온 각각의 유기용매층과 물층에 잔존하는 물질들의 항균 활성을 측정한 결과 활성물질이 ethylacetate 층에 많이 존재하는 결과를 보였다.

#### 3) 활성물질의 경시적인 안정성

활성물질의 시간에 따른 안정성을 검토한 결과 *Burkholderia pyrrocinia*는 3개월 후 까지 활성이 유지되는 반면에 *Bacillus amyloliquefaciens*는 4일이 경과하면 활성이 거의 소멸되어 불안정한 물질임을 알 수 있었다.

#### 4) 활성물질의 분포

S21 균주의 균체를 분리한 후 상등액과 함께 균체의 활성 측정을 통하여 활성물질의 존재 여부를 확인한 결과 균체 내에 대부분의 활성물질이 존재하였으며, 균체 외에는 소량의 활성물질이 존재함을 알 수 있었다.

#### 5) Silica gel open column chromatography

S21 균주의 용매 추출액을 Ethylacetate 층을 sodium sulfate로 탈수시키고 여과한 다음 감압농축하여 silica gel column chromatography를 하기 위한 시료로 사용하였다. silica gel 60을 120ml를 3×30cm column에 채우고 위의 시료를 충전하여 chloroform-methanol의 비율을 변화시켜가면서 용매를 이용하여 용출하였다. 용출된 활성분획에 대하여 분리정제 과정을 진행하였다.

#### 6) Thin layer chromatography

Silica gel column chromatography 분석에서 활성을 나타낸 분획을 모아서 물질을 분리 정제하기 위해서 thin layer chromatography 분석을 하였을 때 8개 이상의 뚜렷한 밴드가 형성되었다. 뚜렷한 밴드를 중심으로 총 8개의 분획으로 나누어서 재용출하여 활성 측정을 하였을 때 3개의 다른 분획에서 항균 활성이 나타났으므로 S21에는 적어도 3개 이상의 활성물질이 존재할 것으로 예상할 수 있다.

## 제 6 절 적 요

인삼 연작장해의 주 원인으로 밝혀진 *Cylindrocarpon destructans* (Zinssm.) Scholten에 의한 근부병의 생물학적 방제를 위하여 대부분의 토양전염성 균류에 길항력이 있는 근권길항세균을 인삼 근권토양에서 길항세균을 분리, 선발 하였으며 선발된 길항세균을 인삼종자와 유묘에 처리한 다음 실내 및 포장시험을 통해 생물학적 방제의 가능성을 조사하였고 항균

활성 증대 방안과 근권정착능 제고법에 관해 연구하였다. 또한 다양한 토양 조건에서 효과 검정을 위하여 연작장해지, 재작지, 토양훈증 처리 포장 및 윤작과 휴경을 겸한 포장에서 하였으며, 포장에서 효능의 증진과 유지를 위하여 근권길항세균을 제형화함으로써 연구를 실시하였다.

1. 인삼근권토양으로부터 56개의 길항세균을 분리하였는데, 고년근일수록 인삼근권토양에서 길항세균의 분리빈도는 적었다.

2. 작물에 비병원성이며 저온, 저영양조건에서 *Botrytis cinerea*, *Fusarium solani*, *Cylindrocarpon destructans*, *Alternaria panax*, *Rhizoctonia solani*, *Phytophthora cactorum* 그리고 *Pythium* sp. 균에 항균활성을 보이는 S21, 16P5 균주가 유용 길항세균으로 선발되었다.

3. S21균주는 10% PDA 및 대부분의 배지에서도 높은 항균활성을 보였을 뿐만 아니라 pH 4.0-8.0, 10℃ 이하에서도 생육하여 인삼토양병 방제를 위한 길항세균 선발기준에 가장 적합하였다.

4. 두 근권 길항세균은 *Burkholderia pyrrocinia*(S21), *Bacillus amyloliquefaciens* (16P5)로 동정되었다.

5. 근권길항세균의 근권 토양내 정착을 위하여 개발한 배양합성형 제형의 입모율과 근부병에 대한 방제효과는 sawdust type인 C type과 G type의 제형이 효과가 좋았다.

6. 제형의 근부병 방제 효과 증대를 위해 개발한 수화제(wettable powder type) 제형은 근부병에 대한 방제효과 뿐만 아니라 인삼의 생육촉진에도 탁월한 효과가 있었다.



7. 근부병 방제 효과 증대를 위한 제형의 처리방법으로는 C type과 G type의 경우 유묘 이식전에 제형을 토양에 전처리한 후 이식 시 유묘에 분의 처리하는 방법이 가장 좋았으며, wettable powder type의 경우에는 제형을 물에 50배 희석하여 유묘 침지 처리하는 방법이 가장 효과가 좋았다.

8. 포장 실험은 재작지 포장과 토양훈증처리 포장 그리고 연작과 휴경을 겸한 포장에서 하였으며, 근부병에 대한 방제 효과는 sawdust type인 G type과 wettable powder type 제형이 가장 좋았으며, 인삼의 생육촉진 효과는 모든 포장에서 wettable powder type 제형을 유묘 침지 처리한 처리구가 다른 type의 제형에 비해 탁월하였다.

9. 근권 길항세균의 인삼 근권에서의 정착력을 보았을 때 sawdust type의 경우는 인삼 근권에서 평균  $2.6 \times 10^6$  CFU/g rhizosphere soil (*Bu. pyrrocinia*)와  $5 \times 10^5$  CFU/g rhizosphere soil (*Ba. amyloliquefaciens*)의 재분리능을 보였으며, wettable powder type의 경우는 인삼근면에서  $1.6 \times 10^7$  CFU/ml washing-Ginseng solution of root(3 roots/10ml D.W.) (*Ba. amyloliquefaciens*)의 재분리능을 보였다.

10. 두 근권길항세균(S21, 16P5)에 의한 식물병원균류의 저해 양상은 균사벽의 분해, 균사막의 분해, 균사 팽윤, 균사의 생육저해 등으로 다양한 저해 양상을 보인다.

11. 식물병원균류에 항균활성을 지닌 물질은 *Fusarium solani* assay media를 이용하여 활성측정을 해보았을 때 두 근권길항세균(S21, 16P5)에서 모두 ethylacetate 층에 존재하며, *Bu. pyrrocinia*는 시간에 안정한 반면에 *Ba. amyloliquefaciens*의 경우는 4일 후면 활성이 거의 없어져 물질이 쉽게 분해됨을 알 수 있었다.

12. *Bu. pyrrocinia*의 식물병원균류에 대한 항균활성물질은 균체내에 주로 존재하며, silicagel open column chromatography와 thin layer chromatography 분석 결과 pyrronitrin을 비롯한 3가지 또는 그 이상의 항균활성물질이 존재 할 것으로 예측된다.

## 참고문헌

1. Abdul Baki AA and Anderson JD (1973). Vigour determination in soybean seed by multiple criteria. Crop Science 13:630-633.
2. Baker, R. 1968. Mechanisms of biological control of soil-borne pathogens. Ann. Rev. Phytopathol. 6:263-294.
3. Baker, K.F., and Cook. R.J. 1974. Biological control of plant pathogens, W.H. freeman and Co., Sanfrancisco. p: 433
4. Burpee, L. L., and Goulty,L. G. 1984. Evaluations of fungicides for control of pink and gray snow mold on creeping bentgrass. pp. 6-7 In : Turfgrass Research Annual Report. R. W. Sheard(ed.). Univ. of Guelph, Ontario.38p
5. Chao, W. L., Nelson, E. B., Harman, G. E., and Hoch, H. C. 1986. Colonization of the rhizosphere by biological control agents applied to seeds. Phytopathology 76: 60-65.
6. Chet, I. 1990. Biological control of soil-borne plant pathogens with fungal antagonists in combination with soil treatment. In; Biological

Control of soil-borne Plant Pathogen. edited by D. Hornby. C · A · B International Wallingford, UK. pp15-25

7. Cho, C. T. and Moon. B. J. 1984. Studies on the wilt of strawberry caused by *Frsarium oxysporum* f.sp. *fragariae* in Korea. Korean J. Plant Prot. 23:74-81.

8. Cook, R. J., and Baker. K. F. 1983. The nature and practice of biological control of plant pathogen. Phytopathol. soc, st., paul. Min

9. Cook, R.J., and Baker. K.F. 1983. The nature and practice of biological control of plant pathogens. Am. Phytopathol. Soc., St. Paul. p:539

10. Cook, R. J. 1990. Twenty-five years of progress towards biological control. In: biological Control of soil-borne plant pathogens. edited by D. Hornby. C · A · B International Wallingford, UK. pp1-14

11. Chung, H. S., Choi. W. B., and Koh. Y. J. 1986. Biological control of sesame seedling diseases by coating seed with antagonistic *Trichoderma viride*. Research report. Rural development administration. Agri. Institutional cooperation 141-150

12. Chung, H. S., W. B. Choi. 1990. Biological control of sesame damping-off in the field by coating seed with antagonistic *Trichoderma viride*. Seed Sci. & Technol. 18:451-459.

13. Fox GE. Wisotzkey JD and Jurtshuk PJ (1992). How close is close:

16S rDNA sequence identity may not be sufficient to guarantee species identity. Int. J. Syst. Bacteriol. 42:166-170.

14. Furuya, H., and T. Ui. 1981. The significance of soil microorganisms on the inhibition of the macroconidial germination of *Fusarium solani* F. sp. *phaseoli* in a soil suppressive to common bean root rot. Ann. Phytopath. Soc. Japan 47: 42-49.

15. Handelsman J., and Stabb, E. V. 1996. Biocontrol of soilborne plant pathogens. plant Cell 8 : 1855-1869.

16. Hardar, Y., I. Chet and Y. Henis. 1979. Biological control of *Rhizoctonia solani* damping-off with wheat bran culture of *Trichoderma harzianum*. Phytopathology 69:64-68.

17. Henis, Y., and I. chet. 1975. Microbial control of plant pathogens. Adv. Appl. Microbiol. 19: 85-111.

18. Hong S. S., K. S. park, C. H. Kim and E. J. Lee. 1990. Granule formulation of *Pseudomonas cepacea* antagonistic to *Phytophthora capsici* and its viability on red-pepper. Korean J. Plant pathol. 6:434-439.

19. 홍순성, 박경석, 김충희, 이은중. 1990. 고추역병균 길항균 *Pseudomonas cepacia*의 입제제형 및 활성. 한국식물병리학회지 6:434-439.

20. Hornby, D.1983. Suppressive soils. Ann. Rev. Phytopathol.21:65-85.

21. Howell, C. R. and Stipanovic, R. D. 1980. Suppression of *Pythium ultimum*-induced damping off of cotton seedlings by *Pseudomonas fluorescens* and its antibiotic, pyolufurin. *Phytopathology* 70:712-715.
22. Howie, W. J., Cook, R. J., and Weller, D. M. 1987. Effects of soil matric potential and cell motility on wheat root colonization by fluorescent *Pseudomonads* suppressive to take-all. *Phytopathology* 77:286-292.
23. Hoy M. A. and D. C. Herzog. 1985. Biological control in agriculture IPM system. *Acad Press*. Orlando, U.S.A.
24. 장종원, 김상달. 1995. "항진균성 길항세균 *Bacillus subtilis* YBL-7의 종자피막용 포자체의 생산과 발아조건. *한국산업미생물학회지* 23: 243-248.
25. Jee, H. J., C. G. Nam and C. H. Kim. 1988. Studies on biological control of *Phytophthora* blight of red-pepper I. Isolation of antagonists and evaluation of antagonistic activity in vitro and in greenhouse. *Korean J. Plant Pathol.* 4:305-312.
26. 지형진, 김희규. 1987. 오이덩굴쫓김병균에 대한 근권길항미생물의 분리, 동정 및 길항작용. *한국식물병리학회지* 3:187-197.
27. 정미정, 박창석, 김희규. 1993. *Gliocladium virens* 와 *Pseudomonas putita* 의 혼합처리에 의한 근권정착 능력 및 *Fusarium oxysporum* f. sp. *cucumerinum*과의 경합능력 향상. *한국식물병리학회지* 9:12-18.

28. 정후섭, 인인원. 1977. 인삼연작장해 방지책, 전매청 인삼 용역보고서.
29. 정후섭. 1979. 인삼의 병, 한국식물보호 연구논고 107-114. 한국식물 보호학회지.
30. 정영륜, 김홍진, 오승환, 박규진. 1984. 인삼근부병의 억제토양 및 유발토양의 근권환경 비교. 한식보지. 23:142-146.
31. Jonsik Chum and Kyung Sook Bae (2000). Phylogenetic analysis of *Bacillus subtilis* and related taxa based on partial *gyrA* gene sequences. *Antonie van Leeuwenhoek* 78: 123-127.
32. Kim BJ, Lee SH, Lyu MA, Kim SJ, Bai GH, Chae GT, Kim EC, Cha CY and Kook YH (1999). Identification of mycobacterial species by comparative sequence analysis of the RNA polymerase gene (*rpoB*). *J. Clin. Microbiol.* 37:1714-1720.
33. 김충희 · 조원대 · 김승철, 1982. 고추역병의 방제에 관한 연구, 농시보고 (토비 · 작보 · 균이 · 농가) 46-50.
34. 김충희, 서효덕, 조원대, 김성봉. 1982. *Fusarium oxysporum*에 의한 양딸기 시들음병의 약제방제 및 품종저항성에 관한 연구. 한국식물보호학회지 21:61-67.
35. Kim, C. H., Cho, W. D. and Kim, S.C. 1982. An investigation of the control of red-pepper fruit rot caused by *Phytophthora capsici* Lionian. Res. 174. Merriman, P. R., Price, R. D., Kollmorgen, J. F., Piggott, T. and

Ridge E. H. 1974. Effect of seed inoculation with *Bacillus subtilis* and *Streptomyces griseus* on the growth of cereals and carrots. Aust. J. Agric. Res 25:219-226.

36. 김충희, 지형진, 박경석, 이은중. 1990. 고추역병에 대한 생물학적 방제연구 V 길항균의 농가포장 시용효과. 한국식물병리학회지 6:201-206.

37. Kim, D. S., Cook, R. J., and Weller, D. M. 1997. *Bacillus* sp. L324-92 for biological control of three root diseases of wheat grown with reduced tillage, Phytopathology 87 : 551-558.

38. 김홍진, 정영륜, 이순구, 오승환, 김경태. 1982. 인삼토양병해의 생물학적 방제연구. 한국 인삼연초연구소, 연구보고서(인삼재배):46-63.

39. 김홍진, 박규진, 이순구, 정영륜, 이종화. 1984. 인삼연작장애의 생물학적 방제연구, 한국인삼연초연구소.

40. 김홍진, 박규진, 이순구, 이종화. 1987. 인삼연작장애의 생물학적 방제연구. PP 1-141. 인삼연구보고서(인삼재배). 한국인삼연초연구소.

41. 김광태, 임호성, 김상달. 1990. 생물방제균 *Pseudomonas stutzeri* YPL-1 이 가지는 약제내성 plasmid curing. 영남대 자원문제연구논문집 9: 71-76.

42. 김선익, 유성준, 김흥기. 1997. “인삼병의 생물학적 방제를 위한 길항균의 선발”, 한국식물병리학회지 13(5); 342-348.

43. 김용기, 최용철, 유갑희, 이경휘. 1989. 길항미생물 AC-1( *Bacillus* sp.)

처리시 고추 역병방제효과 및 토양미생물에 미치는 영향. 농시논문집(작물보호) 31(4):13-18.

44. 김용수, 김상달. 1990. 생물방제균 *Pseudomonas stutzeri* YPL-1의 형질 전환 조건. 한국산업미생물학회지 18: 454-459.

45. Kim, Y.S., and S.D. Kim. 1994. Antifungal mechanism and properties of antibiotic substances produced by *Bacillus subtilis* YB-70 as a biocontrol agent. J. Microbiol. Biotech. 4:296-304.

46. Kloepper, J. W., Leong, J., Tientze, M., and Schroth, M. N. 1980. Pseudomonas siderophores: A mechanism explaining disease-suppressive soils. Curr. Microbiol 4: 317-320.

47. Lee, E. J., H. J. Jee, K. S. Park, and C. H. Kim. 1990. Studies on biological control of Phytophthora blight of redpepper IV. Performance agents in field under polyethylene filmhouse. Korean J. Plant Pathol. 6:58-64.

48. 이순구. 1983. 인삼모잘록병의 피해 현황과 효과적인 방제 대책. 농약과 식물보호 4(7):46-59.

49. 이왕휴, 小林喜六. 1988. 사탕무우 근면에서 분리한 항균성 *Pseudomonas* sp.의 동정 및 항균성물질의 단리와 동정. 한국식물병리학회지 4(4):264-270.

50. 이왕휴, 生越 明. 1991. 사탕무우종자의 길항세균처리가 온실 및 포장에



서의 생육 및 입고병 억제에 미치는 영향. 한국식물병리학회지 7(12):88-93.

51. Liddell, C. M., and Parke, J. L. 1989. Enhanced colonization of pea taproots by a fluorescent *Pseudomonas* biocontrol agent by water infiltration into soil. *Phytopathology* 79:1327-1332.

52. Lim, H.S., and S.D. Kim. 1990. Antifungal mechanism of *Pseudomonas stutzeri* YPL-1 for biocontrol of *Fusarium solani* causing plant root rot korean J. Microbiol. Biotech. 18: 81-88.

53. Lim, H.S., and S.D. Kim. 1990 The role of chitinase of *Pseudomonas stutzeri* YPL-1 in biocontrol of *Fusarium solani*. Korean J. microbiol. Biotech. 18:188-194.

54. 임호성, 김상달. 1990. 식물근부균 *Fusarium solani*에 길항하는 생물방제 균 *Pseudomonas stutzeri* YPL-1의 유전공학적 개발. 한국산업미생물학회지 18: 437-441.

55. Lim, H.S., Y.S. Kim, and S.D. Kim. 1991. *Pseudomonas stutzeri* YPL-1 genetic transformation and antifungal mechanism against *Fusarium solani*, an agent of plant root rot. *Appl. Environ. Microbiol.* 57: 510-516.

56. Meera, M. S., Shivanna, M. B., kageyama, K., and Hyakumachi, M. 1994. Plant growth promoting fungi from zoysiagrass rhizosphere as potential inducers of systemic resistance in cucumbers. *Phytopathology* 84: 1399-1406.

57. Mitchell, R., and Alexander, M. 1961. The mycolytic phenomenon and biological control of *Fusarium* in soil. *Nature* 190:109-110.
58. 문병주, 노성환, 조종택. 1990. 길항세균 *Pseudomonas gladioli*를 이용한 딸기 시들음병의 생물학적 방제. *한국식물병리학회지* 6:461-466.
59. 오승환, 박창석, 김학진. 1978. 인삼근부병방제시험, 고려인삼연구소 인삼 연구보고서 7-16
60. 오승환. 1981. 인삼의 병해: 환경 및 기주조건과 발병과의 관계. *고려인삼학회지* 5:73-84.
61. 박진희, 김희규. 1989. 고추역병에 대한 우수길항균 *Trichoderma harzianum*과 *enterobacter agglomerans*의 선발 및 고추묘의 길항균 처리방법에 따른 병방제 효과. *한국식물병리학회지* 5(1):1-12.
62. Papavizas, G.C., and R.D. Lumsden. 1980. Biological control of soilborne fungal propagules. *Ann. Rev. Phytopathol.* 18:389-413.
63. Powell, K. A., Faull, H. L. and Renwick, A. 1990 The commercial and regulatory challenge. pp445-464 In : *Biological control of soil-borne plant Pathogens.* edited by D. Hornby. C·A·B International Wallingford, Oxon, UK.
64. Weller, D. M., and Cook, R. J. 1983. Suppression of Take-all of wheat by seed treatments with fluorescent *Pseudomonads*. *Phytopathology* 73: 463-469.

65. Yamamoto S, Bouvet PJ and Harayama S (1999). Phylogenetic structures of the genus *Acinetobacter* based on *gyrB* sequences: comparison with the grouping by DNA-DNA hybridization. *Int. J. Syst. Bacteriol.* 49:87-95.
66. Yojiro Anzai, Hongik Kim, Ju-Young Park, Hisatsugu Wakabayashi and Hiroshi Oyaizu, (2000). Phylogenetic affiliation of pseudomonads based on 16S rDNA sequence. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology* 50, 1563-1589.
67. 유갑희. 1988. *Pseudomonas fluorescens*에 의한 몇가지 채소토양병의 생물적 방제에 관한 연구. 서울대학교 농학박사학위논문.

## 제 4 장 인삼의 잔류농약 경감에 관한연구

### 제 1 절 서 론

농약이 현재 사회적 문제로 우려되는 것은 식품중에 함유될 수 있는 잔류농약을 장기적섭취로 인해 일어나는 만성독성과 잔류농약에 의한 환경오염이 있다. 병해충 및 잡초의 피해로부터 농작물을 보호하기 위한 수단으로 사용되어 그에 대한 필요성 또한 중요한 문제가 아닐수 없다. 농약이 효과를 발휘하기 위해서는 생물학적으로 활성이 있어야 하기 때문에 위험요소 또한 전혀 배제 할 수 없다.

따라서, 안전성의 확립, 피할 수 있는 위험 요소는 모두 제거하고 불필요한 경우에는 위험을 최소화 할 수 있는 모든 가능한 사전조치를 취하는 것이 현실적으로 가장 중요한 문제라 하겠다.

현재, 인삼중에 사용이 가능토록 등록되어 있는 약제는 수종에 불과하지만 수종의 농약이 추가로 등록될 예정이어서 인삼에 대한 잔류농약 안전성검토는 더욱 절실하다 할 것이다. 따라서 이러한 목적에 부합된 일련의 조사결과를 통한, 우리나라 인삼재배 지역과 유통되는 인삼의 잔류수준을 평가하므로서 농업환경내 오염실태와 인삼의 안전성 문제에 따른 기초 자료가 될 것이다.

### 제 2 절 잔류시험 분석법

#### 1. Carbendazim 잔류시험 분석법

##### 가. 기기분석조건

o Model : SHIMADZU HPLC System 10A

- o Dectetor :SPD-10AV (UV Dectetor)
- o Wave length : 285nm
- o Column : Cap Cell Pak C18 (UG 120 Å 3 $\mu$ m 15cm)
- o Mobile Phase : Methanol : Water (48 : 52, V/V)
- o Flow rate : 0.3ml/min
- o Oven Temperature : 40℃
- o Injection volume : 10 $\mu$ l
- o Retention Time : 9.6min

#### 나. 추출 및 정제법

인삼 시료를 Mixer에 넣고 과즙상태로 처리한다. 이중 50g씩을 Homoge-nizer 컵에 분취하여 넣고 Methanol + Water(9+1) 100ml와 Celite545 5g, Sodium L-Ascorbate 3% 용액 20ml를 가한 뒤 Homogenizer 로 10분간 추출 한다. 추출액은 Büchner여두를 사용하여 흡인여과하고 잔사는 Metha-nol로 세척한 뒤 여액을 합한다.여과액 중의 Methanol을 감압농축기를 이용하여 제거한 뒤 1000ml의 분액여두에 옮긴다. 분액여두에 Water 400ml, 포화 NaCl용액 20ml를 가한다. 1M HCl용액으로 산처리(PH 3.0) 후 Dichloro-methane 40ml씩 3회에 걸쳐 분배 세정 한다. Dichloromethane에 의한 분배 세정 후 수용액층에 1M NaOH용액으로 중성처리(PH 6.3 ~ 7.5) 후, Chlor-oform 40ml를 가한 뒤, 진탕시켜 가벤다짐 성분을 유출시킨다. Chloroform층을 250ml flask에 무수황산나트륨으로 탈수시켜 받는다. (Chlo-roform 유출을 3회 반복 후 감압농축기로 건고 시킨다.) 건고된 잔류 물에 Methanol 5ml를 가하여 용해한 뒤, 위의 분석조건에 따라 분석하여 잔류량을 산출한다.

## 2. Diethofencarb 잔류시험분석법

### 가. 기기분석조건

- o Model : SHIMADZU HPLC system 10A
- o Detector : SPD-10AV(UV-Detector)
- o Wave length : 255nm
- o Column : Cap Cell Pak C<sub>18</sub> (UG 120 Å 3 $\mu$ m 15cm)
- o Mobile Phase : Acetonitrile : Water (60 : 40, V/V)
- o Flow rate : 0.4ml/min
- o Oven Temperature : 40℃
- o Injection volume : 10 $\mu$ l
- o Retention Time : 8.8min

### 나. 추출 및 정제법

인삼시료를 Mixer에 넣고 과즙상태로 처리한다. 이중 50g씩을 Homogeniz-er 컵에 분취 하여 넣고 Methanol+Water(9+1) 100ml와 Celite 545 5g을 가한 뒤, Homogenizer로 10분간 추출한다. 추출액은 Büchner 여두를 사용하여 흡인여과하고 잔사는 Methanol로 세척한 뒤 여액을 합한다. 여과액 중의Methanol을 감압농축기를 이용하여 제거한 뒤 1000ml의 분액여두에 옮긴다.

분액여두에 Water 400ml, 포화 NaCl용액 20ml를 가하고, Hexane으로 진탕추출한다. Hexane 50ml씩 2회에 걸쳐 진탕추출시켜 Diethofencarb 성분을 유출시킨다. Hexane 층을 250ml flask에 무수황산나트륨으로 탈수시켜 받아 감압농축기로 건고시킨다. 건고된 잔류물에 Hexane 5ml를 가하여 용해한 뒤 Silicagel 정제를 행한다. 시판품 그대로의 Silicagel 5g을 Hexane 50ml에 Slurry 시켜 정제용 Column에 충전한 뒤 무수황산나트륨을 상부에 1cm 층이 되게 가한다. Hexane의 용출이 끝나면 잔류액 5ml 중 4ml를 취하여

Column에 가한다. 1차 전개액 Hexane:Ethylacetate(90:10) 50ml와 2차 전개액 Hexane:Ethylacetate(80:20) 50ml를 순차적으로 가한 뒤 2차 전개액 50ml를 받아 감압농축 기로 건조시킨다. 건조된 잔류물에 Acetonitrile 4ml도 재용해한 뒤 이 용액을 잔류량에 따라 희석, 10 $\mu$ l를 HPLC에 주입하여 잔류량을 산출한다.

### 3. Difenoconazole 잔류시험분석법

#### 가. 기기분석조건

- o Model : SHIMADZU HPLC 10A Series
- o Detector : SPD-10AV (UV Detector)
- o Wave length : 248nm
- o Column : Cap Cell Pak C<sub>18</sub> (UG 120 Å 3 $\mu$ m 15cm)
- o Mobile Phase : Acetonitrile : Water (70 : 30, V/V)
- o Flow rate : 0.4ml/min
- o Oven Temperature : 40°C
- o Injection volume : 10 $\mu$ l
- o Retention Time : 7.6min

#### 나. 추출 및 정제법

인삼시료를 Mixer에 넣고 과즙상태로 처리한다. 이 중 50g씩을 Homogenizer 컵에 분쇄 하여 넣고 Methanol+Water(9+1) 100ml와 Celite 545 5g을 가한 뒤, Homogenizer로 10분간 추출 한다. 추출액은 Büchner 여두를 사용하여 흡인여과하고 잔사는 Methanol로 세척한 뒤 여액을 합한다. 여과액 중의 Methanol을 감압농축기를 이용하여 제거한 뒤 1000ml의 분액여두에 옮긴다. 분액여두에 Water 400ml, 포화 NaCl용액 20ml를 가하고, Hexane으로 진탕추출한다. Hexane 50ml씩 2회에 걸쳐 진탕추출시켜 Difenoconazole 성분을

유출시킨다. Hexane 층을 250ml flask에 무수황산나트륨으로 탈수시켜 받아 감압농축기로 건조시킨다. (액량이 5ml 정도 될때까지) 건조된 잔류물에 물 15ml를 가하여 용해한 뒤 Extrelut 20 정제를 행한다. Extrelut 20 충전 kit에 15g의 Extrelut를 가한 뒤 잔류액을 전개시킨다. 완전히 흡착되기를 기다려 (10분정도) Hexane 100ml로 세척, Hexane 용출이 끝난 후 Hexane: Dichloromethane(90:10) 50ml로 시료액을 용출하여 감압농축, Acetonitrile로 용해 후 HPLC로 분석하여 잔류량을 산출한다.

#### 4. Tolyfluanid 잔류시험분석법

##### 가. 기기분석조건

- o Model : SHIMADZU HPLC 10A Series
- o Detector : SPD-10AV (UV Detector)
- o Wave length : 248nm
- o Column : Cap Cell Pak C<sub>18</sub> (UG 120 Å 3 $\mu$ m 15cm)
- o Mobile Phase : Acetonitrile : Water (70 : 30, V/V)
- o Flow rate : 0.4ml/min
- o Oven Temperature : 40°C
- o Injection volume : 10 $\mu$ l
- o Retention Time : 9.6min

##### 나. 추출 및 정제법

인삼시료를 Mixer에 넣고 과즙상태로 처리한다. 이중 50g씩을 Homogenizer 컵에 분쇄 하여 넣고 Methanol+Water(9+1) 100ml와 Celite 545 5g을 가한 뒤, Homogenizer로 10분간 추출한다. 추출액은 Buchner 여두를 사용하여 흡인여과하고 잔사는 Methanol로 세척한 뒤 여액을 합한다. 여과액중의 Methanol을 감압농축기를 이용하여 제거한 뒤 1000ml의 분액여



두에 옮긴다. 분액여두에 Water 400ml, 포화 NaCl용액 20ml를 가하고, Hexane으로 진탕추출한다. Hexane 50ml씩 2회에 걸쳐 진탕추출시켜 Tolyfluanid 성분을 유출시킨다. Hexane 층을 250ml flask에 무수황산나트륨으로 탈수시켜 받아 감압농축기로 건고시킨다. 건고된 잔류물에 Hexane 5ml를 가하여 용해한 뒤 Silicagel 정제를 행한다. 시판품 그대로의 Silicagel 5g을 Hexane 50ml에 Slurry시켜 정제용 Column에 충전한 뒤 무수황산나트륨을 상부에 1cm 층이 되게 가한다.Hexane의 용출이 끝나면 잔류액 5ml 중 4ml를 취하여 Column에 가한다. 1차 전개액 Hexane:Ethylether(90:10) 50ml, 2차 전개액 Hexane:Ethylether(80:20) 50ml를 순차적으로 가한 뒤 2차 전개액 50ml를 받아 감압농축기로 건고 시킨다.

건고된 잔류물에 Acetonile 4ml로 재용해한 뒤 이 용액을 잔류량에 따라 희석, 10 $\mu$ l를 HPLC에 주입하여 잔류량을 산출한다.

## 5. Cypermethrin 잔류시험 분석법

### 가. 기기분석조건

- o 모델명 : SHIMADZU GC-14AECD.
- o Detector : ECD (<sup>63</sup>Ni).
- o Column : 5%-Silicon SE 30 Packed Glass Column.
- o Column solide support : Chromosorb  
WAW/DMCS(100/120 mesh).
- o Column length : 1m.
- o Column Temperature : 250 $^{\circ}$ C.
- o Injector Temperature : 270 $^{\circ}$ C.
- o Detector Temperature : 290 $^{\circ}$ C.
- o Gas flow rate : N<sub>2</sub> (purity : 99.999%up) 50ml/min.
- o Injection volumn : 2 $\mu$ l.

o Retention Time : 2.5min.

#### 나. 추출 및 정제법

인삼시료를 Mixer에 넣고 과즙상태로 처리한다. 이중 25g씩을 Homogenizer 컵에 분취 하여 넣고 Acetone+Water(9+1) 100ml와 Celite 545 5g을 가한 뒤, Homogenizer로 10분간 추출한다. 추출액은 Büchner 여두를 사용하여 흡인 여과하고 잔사는 Acetone으로 세척한 뒤 여액을 합한다. 여과액을 1000ml의 분액여두에 옮긴다. 분액여두에 Water 400ml, 포화 NaCl용액 20ml를 가하고, Hexane으로 진탕추출한다. Hexane 50ml씩 2회에 걸쳐 진탕 추출시켜 Cypermethrin 성분을 유출시킨다. Hexane 층을 250ml flask에 무수황산나트륨으로 탈수시켜 받아 감압 농축기로 건조 시킨다. 건조된 잔류물에 Hexane 5ml를 가하여 용해한 뒤 Florisil 5g으로 정제를 행한다. 시료액중 4ml를 가하여 정제한다. 1차 전개액, Hexane:Ethylether(90:10, v/v) 50ml 2차 전개액 Hexane:Ethylether(80:20, v/v) 50ml를 순차적으로 가한 뒤 2차 전개액 50ml를 받아 감압농축, 건조시킨다. Hexane 4ml로 용해 후 이 용액 2 $\mu$ l를 GC-ECD에 주입하여 잔류량을 산출한다.

### 6. Mancozeb 잔류시험 분석법

#### 가. Mancozeb 잔류시험 분석법

##### 1) 기기분석조건

o 모델명 : SHIMADZU UV/VIS Spectrophotometer (UV/VIS 2201)

o 측정파장범위 : 300 ~ 600nm

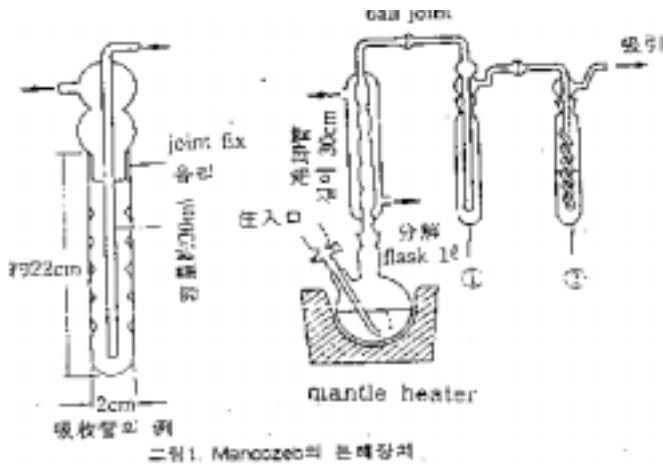
o  $\lambda_{max}$  : 435nm

o Cell : 10mm

##### 2) 추출 및 정제법

아래의 분해장치(그림 1. 참조)중 분해 Flask에 세절한 인삼시료 25g과

SnCl<sub>2</sub> · 2H<sub>2</sub>O 4g, 3N HCl 200ml를 넣고, 제1흡수관에 6.5% NaOH 용액 15 ml와 포화 KMnO<sub>4</sub>용액 5ml, 제2흡수관에 발색시약(0.5% Cu(CH<sub>3</sub>COO)<sub>2</sub>/ Ethanol 0.1ml와 Diethanol amine 10g을 Ethanol 100ml에 용해하여 조제)6ml와 Ethanol 4ml를 넣고 천천히 흡입하면서 45분간 계속 끓였다. 제2흡수관의 발색시약을 UV/VIS Spectrophotometer로 파장 600~300nm의 흡수 Spectrum을 측정, 파장 400nm와 490nm를 연결시켜 Base line을 긋고, 435nm에서 Peak높이를 측정하고 표준검량선에 의해 CS<sub>2</sub>의 함유농도를 산출하여 Mancozeb의 잔류량을 산출 한다.



#### 나. Mancozeb중 ETU 잔류시험 분석법

##### 1) 기기분석조건

- o 모델명 : SHIMADZU GC-14AECD.
- o Detector : ECD (<sup>63</sup>Ni).
- o Column : 10m×0.53mm×2.65μm. SPB608 (5% Ph Me Silicone)
- o Column Temperature : 230℃.
- o Injector Temperature : 250℃.

- o Detector Temperature : 270°C.
- o Gas flow rate : N<sub>2</sub> (purity : 99.999%up) 10ml/min.
- o Injection volumn : 2μl.
- o Retention Time : 3.1min.

## 2) 추출 및 정제법

인삼시료를 Mixer에 넣고 과즙상태로 처리한다. 이중 25g씩을 Homogenizer 컵에 분취하여 넣고 Methanol+Water(9+1) 100ml와 Celite 545 5g을 가한 뒤, Homogenizer로 10분간 추출한다. 추출액은 Büchner 여두를 사용하여 흡인여과하고 잔사는 Methanol로 세척한 뒤 여액을 합한다. 여과액 중의 Methanol을 제거한 뒤 S-Benzylolation 반응을 실시 한다. 여액에 1% Benzyl chloride/Methanol 2ml를 가하고, 150°C에서 30분간 환류반응 시킨다. 반응액을 250ml 분액여두에 옮겨 증류수 10ml, 1N HCl 5ml를 가한 후, Dichloromethane 50ml로 2회 분배 추출 한다. 이 액을 감압농축기를 이용하여 감압농축 후, Dichloromethane 5ml로 재용해후 시험관에 옮겨 질소 가스로 건조 하였다. 건조된 시험관에 1% Pentafluorobenzyl Chloride/Benzene 1ml와 0.1% Pyridine/Benzene 3~5방울을 가하고, 마개를 하여 60°C의 Water bath상에서 15분간 방치 한후 Hexane 5ml에 용해 하였다. Florisil 5g에 시료액중 4ml를 가하여 정제한다. 1차 전개액, Hexane: Benzene(50:50, v/v) 50ml, 2차 전개액 Benzene 80ml를 순차적으로 가한 뒤 2차 전개액 80ml를 받아 감압농축, 건조 시킨다. 건조된 잔류물에 Hexane 4ml로 용해 후 이 용액 2μl를 GC-ECD에 주입하여 잔류량을 산출 한다.

## 7. Deltamethrin 잔류시험 분석법

### 가. 기기분석조건

- o 모델명 : SHIMADZU GC-14AECD.
- o Detector : ECD ( $^{63}\text{Ni}$ ).
- o Column : 5%-Silicon SE 30 Packed Glass Column.
- o Column solide support : Chromosorb  
WAW/DMCS(100/120 mesh).
- o Column length : 1m.
- o Column Temperature : 270°C.
- o Injector Temperature : 280°C.
- o Detector Temperature : 290°C.
- o Gas flow rate :  $\text{N}_2$  (purity : 99.999%up) 50ml/min.
- o Injection volumn : 2 $\mu\text{l}$ .
- o Retention Time : 6.3min.

#### 나. 추출 및 정제법

인삼시료를 Mixer에 넣고 과즙상태로 처리한다. 이중 25g씩을 Homogenizer 컵에 분취 하여 넣고 Acetone+Water(9+1) 100ml와 Celite 545 5g을가한 뒤, Homogenizer로 10분간 추출 한다. 추출액은 Büchner 여두를 사용하여 흡인여과하고 잔사는 Acetone으로 세척한 뒤 여액을 합한다. 여과액을 1000ml의 분액여두에 옮긴다.분액여두에 Water 400ml, 포화 NaCl용액 20ml를 가하고, Hexane으로 진탕추출한다.

Hexane 50ml씩 2회에 걸쳐 진탕추출시켜 Deltamethrin 성분을 유출시킨다. Hexane 층을 250ml flask에 무수황산나트륨으로 탈수시켜 받아 감압농축기로 건조 시킨다. 건조된 잔류물에 Hexane 5ml를 가하여 용해한 뒤 Florisil 10g 으로 정제를 행한다. 시료액중 4ml를 가하여 정제한다. 1차 전개액 Hexane:Ethylether(90:10, v/v) 50ml, 2차 전개액 Hexane:Ethylether(80:20, v/v)50ml를 순차적으로 가한 뒤 2차 전개액 50ml를 받아 감압농축, 건조시킨다. Hexane 4ml로 용해 후 이 용액 2 $\mu\text{l}$ 를 GC-ECD에주입하여 잔류량을

산출한다.

## 8. Metalaxyl 잔류시험 분석법

### 가. 기기분석조건

- o 모델명 : SHIMADZU GC-14AFTD.
- o Detector : GC-FTD.
- o Column : 5%-Silicon SE 30 Packed Glass Column.
- o Column solide support : Chromosorb  
WAW/DMCS(100/120 mesh).
- o Column length : 1m.
- o Column Temperature : 230°C.
- o Injector Temperature : 250°C.
- o Detector Temperature : 260°C.
- o Gas flow rate : He (purity : 99.999%up) 50ml/min.  
H<sub>2</sub> : 4ml/min.  
Air : 150ml/min.
- o Injection volumn : 2μl.
- o Retention Time : 4.3min.

### 나. 추출 및 정제법

인삼시료를 Mixer에 넣고 과즙상태로 처리한다. 이중 25g씩을 Homogenizer 컵에 분취 하여 넣고 Acetone+Water(9+1) 100ml와 Celite 545 5g을 가한 뒤, Homogenizer로 10분간 추출 한다. 추출액은 Büchner 여두를 사용하여 흡인여과하고 잔사는 Acetone으로 세척한 뒤 여액을 합한다. 여과액을 1000ml의 분액여두에 옮긴다. 분액여두에 Water 400ml, 포화 NaCl용액 20ml를 가하고, Dichrolomethane 50ml씩 2회진탕 추출 시켜 Metalaxyl 성분

을 유출 시킨다. Dichloromethane 층을 250ml flask에 무수황산나트륨으로 탈수시켜 받아 감압농축기로 건조시킨다. 건조된 잔류물에 Dichloromethane 5ml를 가하여 용해한 뒤 Silicagel 5g 으로 정제를 행한다. 시료액 5ml중 4ml를 가하여 정제한다. 1차 전개액, Dichloromethane:Acetone(95:5, v/v)30ml, 2차전개액 Dichloromethane:Acetone(80:20, v/v) 50ml를 순차적으로 가한 뒤 2차 전개액 50ml를 받아 감압농축, 건조시킨다. 건조물을 Acetone 4ml로 용해 후 이 용액 2 $\mu$ l를 GC-FTD에 주입하여 잔류량을 산출한다.

### 제 3 절 회수율시험

인삼 및 토양에 대한 잔류시험분석법을 확인 하고자 각 약제별 무처리 시료에 회수율 시험을 수행하였다. 회수율 시험은 상기의 분석법과 동일하게 실시하였다.

Table 3. Recovery of fungicides in ginseng and soil.

Fungicide	Sample	Addition conc. (ppm)	Recovery(%)			Threshold level of detection (ppm)	Minimum detection (ng)
			Rep 1	Rep 2	Average		
Diethofencarb	Ginseng	0.05	98.42	96.85	97.64	0.005	0.5
		0.25	88.87	88.77	88.82		
	Soil	0.1	98.80	97.52	98.16		
		0.5	87.90	88.26	88.08		
Carbendazim	Ginseng	0.05	102.10	101.43	101.77	0.005	0.5
		0.25	88.13	88.40	88.27		
	Soil	0.1	101.82	102.04	101.93		
		0.5	88.86	88.06	88.46		
Difenoconazole	Ginseng	0.1	94.98	94.94	94.96	0.005	0.5
		0.25	88.12	87.97	88.05		
	Soil	0.2	90.74	90.64	90.69		
		0.5	89.14	89.40	89.27		
Tolyfluanid	Ginseng	0.05	94.59	96.20	95.40	0.005	0.5
		0.25	89.94	91.26	90.60		
	Soil	0.1	88.99	84.52	86.76		
		0.5	84.55	81.96	83.26		



Fungicide	Sample	Addition conc. (ppm)	Recovery(%)				Threshold level of detection (ppm)	Minimum detection (ng)
			Rep 1	Rep 2	Rep 3	Average		
Cypermethrin	Ginseng	0.05	108.72	109.45	108.97	109.05	0.005	0.05
		0.25	83.89	90.99	100.25	91.71		
	Soil	0.10	91.08	107.84	87.41	95.45		
		0.25	90.89	86.07	82.90	86.62		
Mancozeb	Ginseng	0.5	86.16	88.13	72.36	82.22	0.07	0.1
		1.0	89.42	77.59	81.53	82.85		
	Soil	0.5	94.05	101.93	96.02	97.33		
		1.0	95.33	91.39	89.42	92.05		
Mancozeb 중 ETU	Ginseng	0.1	81.69	88.45	84.24	84.80	0.02	0.1
		0.5	86.90	89.88	86.70	87.83		
	Soil	0.1	84.96	87.02	89.49	87.16		
		0.5	80.00	81.25	82.60	81.29		
Deltamethrin	Ginseng	0.05	106.05	95.12	97.08	99.42	0.005	0.05
		0.25	93.78	84.06	96.27	91.37		
	Soil	0.10	88.60	91.66	88.75	89.67		
		0.25	85.18	88.58	100.27	91.35		
Metalaxyl	Ginseng	0.05	103.56	103.73	103.08	103.46	0.005	0.05
		0.25	91.30	103.45	94.23	96.33		
	Soil	0.10	110.88	93.12	98.55	100.85		
		0.25	104.93	83.35	80.17	89.49		

각 약제의 회수율 시험 결과, Diethofencarb 인삼시료의 경우는 88.77% ~ 98.42%, 토양시료의 경우는 87.90% ~ 98.80% 범위, Carbendazim 인삼시료와 토양시료의 경우 각각 88.13% ~ 102.10%, 88.06% ~ 102.04% 범위, Difenoconazole의 인삼시료와 토양시료의 경우 각각 87.97% ~ 94.98%, 89.14% ~ 90.14% 범위, Tolyfluanid의 인삼시료와 토양시료의 경우 각각 89.94% ~ 96.20%, 81.96% ~ 88.99% 범위, Cypermethrin 인삼시료와 토양시료의 경우 각각 83.89% ~ 109.45%, 82.90% ~ 107.84% 범위, Mancozeb 인삼 인삼시료와 토양시료의 경우 각각 72.36% ~ 89.42%, 89.42% ~ 101.93% 범위, Mancozeb중 ETU 인삼시료와 토양시료의 경우 각각 81.69% ~ 89.88%, 80.00% ~ 89.49% 범위, Deltamethrin 인삼시료와 토양시료의 경우 각각 84.06% ~ 106.05%, 85.18% ~ 100.27% 범위, Metalaxyl 인삼시료와 토양시료의 경우 각각 91.30% ~ 103.73%, 80.17% ~ 110.88% 범위였으며 각 약제 모두 양호 하였다.

## 제 4 절 인삼재배지에서의 잔류량 조사

전국의 주요 인삼재배단지인 금산(충남), 강화(경기), 음성(충북), 진안(전북), 풍기(경북)지역을 중심으로, 해당연도 수확 예정인 인삼포를 지정하여 인삼의 농약사용실태를 조사하는 차원으로 인삼 및 토양을 채취하여 잔류농약검사를 실시하였다.

### 1. 재료 및 방법

#### 가. 시료채취방법

전국의 주요 인삼재배단지인 금산(충남), 강화(경기), 음성(충북), 진안(전북), 풍기(경북)지역을 중심으로, 해당 연도 수확예정인 인삼포를 지정하여 인삼의 농약사용실태를 조사하는 차원으로 인삼 및 토양을 채취하여 잔류농

약 검사를 실시하였다.

잔류시험용 인삼시료는 4년근 인삼을 기준으로 하여 상품성 있는 시료중 1.5kg씩을 채취하여 분석시료로 사용하였으며, 토양 시료는 인삼이 채취된 지점의 토양을 채취하여 인삼과 토양중의 잔류경향을 확인 하고자 동일포장에서 1kg씩을 채취하였다.

나. 시료채취내역

Table 1. Sampling of soil for analyzing pesticide residue in ginseng cultivated soil.

Soil sample location		Address	Soil sample (kg)	Sampling date
금산(충남)	재배지역인삼-금산	충남 금산군 금산읍 중도리	1.5(1)	2000/10/02
강화(경기)	재배지역인삼-강화	인천 강화군 강화읍 남산리	1.5(1)	2000/09/29
음성(충북)	재배지역인삼-음성	충북 음성군 음성읍 금왕리	1.5(1)	2000/08/22
진안(전북)	재배지역인삼-진안	전북 진안군 진안읍 군상리	1.5(1)	2000/09/26
풍기(경북)	재배지역인삼-풍기	경북 영풍군 풍기읍 성내리	1.5(1)	2000/08/30
금산(충남)	재배지역인삼-금산	충남 금산군 금산읍 중도리	1.5(1)	2001/10/10
강화(경기)	재배지역인삼-강화	인천 강화군 강화읍 남산리	1.5(1)	2001/10/12
음성(충북)	재배지역인삼-음성	충북 음성군 생극면 신양리	1.5(1)	2001/10/12
진안(전북)	재배지역인삼-진안	전북 진안군 진안읍 군상리	1.5(1)	2001/10/11
풍기(경북)	재배지역인삼-풍기	경북 영풍군 풍기읍 성내리	1.5(1)	2001/10/11
금산(충남)	재배지역인삼-금산	충남 금산군 금산읍 중도리	1.5(1)	2002/09/03
강화(경기)	재배지역인삼-강화	인천 강화군 강화읍 남산리	1.5(1)	2002/09/06
음성(충북)	재배지역인삼-음성	충북 음성군 생극면 차평리	1.5(1)	2002/09/05
진안(전북)	재배지역인삼-진안	전북 진안군 진안읍 군상리	1.5(1)	2002/09/04
풍기(경북)	재배지역인삼-풍기	경북 영풍군 풍기읍 성내리	1.5(1)	2002/09/03

## 2. 결과 및 고찰

인삼에 대한 각 약제의 사용실태를 조사하기 위해 전국 주요 인삼재배지역에서 채취한 인삼 및 토양시료 중의 잔류량을 조사한 결과, 각 약제 모두 검출한계 미만으로 검출되어 각 약제의 잔류성에 대해 안전한 것으로 판단되었다.

Table 4. Diethofencarb residue in ginseng and soil in major ginseng cultivated areas.

Sample location	Residue(ppm)		Average (ppm)	Maximum residue limit (mg/kg)
	Sample 1	Sample 2		
재배지역 인삼-금산	<0.005	<0.005	<0.005	0.5 (식품의약품 안전청고시)
재배지역 인삼-강화	<0.005	<0.005	<0.005	
재배지역 인삼-음성	<0.005	<0.005	<0.005	
재배지역 인삼-진안	<0.005	<0.005	<0.005	
재배지역 인삼-풍기	<0.005	<0.005	<0.005	
재배지역 토양-금산	<0.005	<0.005	<0.005	
재배지역 토양-강화	<0.005	<0.005	<0.005	
재배지역 토양-음성	<0.005	<0.005	<0.005	
재배지역 토양-진안	<0.005	<0.005	<0.005	
재배지역 토양-풍기	<0.005	<0.005	<0.005	

Table 5. Carbendazim residue in ginseng and soil in major ginseng cultivated areas.

Sample location	Residue (ppm)		Average (ppm)	Maximum residue limit (mg/kg)
	Sample 1	Sample 2		
재배지역 인삼-금산	<0.005	<0.005	<0.005	잔류허용기준 미설정
재배지역 인삼-강화	<0.005	<0.005	<0.005	
재배지역 인삼-음성	<0.005	<0.005	<0.005	
재배지역 인삼-진안	<0.005	<0.005	<0.005	
재배지역 인삼-풍기	<0.005	<0.005	<0.005	
재배지역 토양-금산	<0.005	<0.005	<0.005	
재배지역 토양-강화	<0.005	<0.005	<0.005	
재배지역 토양-음성	<0.005	<0.005	<0.005	
재배지역 토양-진안	<0.005	<0.005	<0.005	
재배지역 토양-풍기	<0.005	<0.005	<0.005	

Table 6. Difenoconazole residue in ginseng and soil in major ginseng cultivated areas.

Sample location	Residue (ppm)		Average (ppm)	Maximum residue limit (mg/kg)
	Sample 1	Sample 2		
재배지역 인삼-금산	<0.005	<0.005	<0.005	0.2 (식품의약품 안전청고시)
재배지역 인삼-강화	<0.005	<0.005	<0.005	
재배지역 인삼-음성	<0.005	<0.005	<0.005	
재배지역 인삼-진안	<0.005	<0.005	<0.005	
재배지역 인삼-풍기	<0.005	<0.005	<0.005	
재배지역 토양-금산	<0.005	<0.005	<0.005	
재배지역 토양-강화	<0.005	<0.005	<0.005	
재배지역 토양-음성	<0.005	<0.005	<0.005	
재배지역 토양-진안	<0.005	<0.005	<0.005	
재배지역 토양-풍기	<0.005	<0.005	<0.005	

Table 7. Tolyfluanid residue in ginseng and soil in major ginseng cultivated areas.

Sample location	Residue (ppm)		Average (ppm)	Maximum residue limit (mg/kg)
	Sample 1	Sample 2		
재배지역 인삼-금산	<0.005	<0.005	<0.005	0.3 (식품의약품 안전청고시)
재배지역 인삼-강화	<0.005	<0.005	<0.005	
재배지역 인삼-음성	<0.005	<0.005	<0.005	
재배지역 인삼-진안	<0.005	<0.005	<0.005	
재배지역 인삼-풍기	<0.005	<0.005	<0.005	
재배지역 토양-금산	<0.005	<0.005	<0.005	
재배지역 토양-강화	<0.005	<0.005	<0.005	
재배지역 토양-음성	<0.005	<0.005	<0.005	
재배지역 토양-진안	<0.005	<0.005	<0.005	
재배지역 토양-풍기	<0.005	<0.005	<0.005	

Table 8. Cypermethrin residue in ginseng and soil in major ginseng cultivated areas.

Sample location	Residue (ppm)		Average (ppm)	Maximum residue limit (mg/kg)
	Sample 1	Sample 2		
재배지역 인삼-금산	<0.005	<0.005	<0.005	0.1 (식품의약품 안전청고시)
재배지역 인삼-강화	<0.005	<0.005	<0.005	
재배지역 인삼-음성	<0.005	<0.005	<0.005	
재배지역 인삼-진안	<0.005	<0.005	<0.005	
재배지역 인삼-풍기	<0.005	<0.005	<0.005	
재배지역 토양-금산	<0.005	<0.005	<0.005	
재배지역 토양-강화	<0.005	<0.005	<0.005	
재배지역 토양-음성	<0.005	<0.005	<0.005	
재배지역 토양-진안	<0.005	<0.005	<0.005	
재배지역 토양-풍기	<0.005	<0.005	<0.005	

Table 9. Mancozeb(ETU) residue in ginseng and soil in major ginseng cultivated areas.

Sample location	Residue (ppm)			Average (ppm)	Maximum residue limit (mg/kg)
	Sample 1	Sample 2	Sample 3		
재배지역 인삼-금산	<0.07 (<0.02)	<0.07 (<0.02)	<0.07 (<0.02)	<0.07 (<0.02)	잔류허용기준 미설정
재배지역 인삼-강화	<0.07 (<0.02)	<0.07 (<0.02)	<0.07 (<0.02)	<0.07 (<0.02)	
재배지역 인삼-음성	<0.07 (<0.02)	<0.07 (<0.02)	<0.07 (<0.02)	<0.07 (<0.02)	
재배지역 인삼-진안	<0.07 (<0.02)	<0.07 (<0.02)	<0.07 (<0.02)	<0.07 (<0.02)	
재배지역 인삼-풍기	<0.07 (<0.02)	<0.07 (<0.02)	<0.07 (<0.02)	<0.07 (<0.02)	
재배지역 토양-금산	<0.07 (<0.02)	<0.07 (<0.02)	<0.07 (<0.02)	<0.07 (<0.02)	
재배지역 토양-강화	<0.07 (<0.02)	<0.07 (<0.02)	<0.07 (<0.02)	<0.07 (<0.02)	
재배지역 토양-음성	<0.07 (<0.02)	<0.07 (<0.02)	<0.07 (<0.02)	<0.07 (<0.02)	
재배지역 토양-진안	<0.07 (<0.02)	<0.07 (<0.02)	<0.07 (<0.02)	<0.07 (<0.02)	
재배지역 토양-풍기	<0.07 (<0.02)	<0.07 (<0.02)	<0.07 (<0.02)	<0.07 (<0.02)	

Table 10. Deltamethrin residue in ginseng and soil in major ginseng cultivated area.

Sample location	Residue (ppm)			Average (ppm)	Maximum residue limit (mg/kg)
	Sample 1	Sample 2	Sample 3		
재배지역 인삼-금산	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	0.02 (식품의약품 안전청고시)
재배지역 인삼-강화	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	
재배지역 인삼-음성	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	
재배지역 인삼-진안	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	
재배지역 인삼-풍기	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	
재배지역 토양-금산	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	
재배지역 토양-강화	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	
재배지역 토양-음성	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	
재배지역 토양-진안	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	
재배지역 토양-풍기	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	

Table 11. Metalaxyl residue in ginseng and soil in major ginseng cultivated area.

Sample location	Residue (ppm)			Average (ppm)	Maximum residue limit (mg/kg)
	Sample 1	Sample 2	Sample 3		
재배지역 인삼-금산	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	잔류허용 기준 미설정
재배지역 인삼-강화	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	
재배지역 인삼-음성	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	
재배지역 인삼-진안	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	
재배지역 인삼-풍기	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	
재배지역 토양-금산	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	
재배지역 토양-강화	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	
재배지역 토양-음성	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	
재배지역 토양-진안	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	
재배지역 토양-풍기	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	



## 제 5 절 등록약제의 경시적 잔류량 조사

인삼에 등록되어 있거나 등록예정인 농약을 대상으로 약제처리회수와 수확일을 중심으로 대상농약에 대한 경시적 잔류량을 조사하였다.

### 1. 재료 및 방법

#### 가. 약제처리 및 시료채취 내역

인삼에 등록되어 있거나 등록예정인 농약을 대상으로 약제처리회수와 수확일을 중심으로 대상농약에 대한 약제 처리 후 그 잔류량을 조사하였다.

##### 1) Diethofencarb+Carbendazim 수화제 :

○ 약제처리일 : 2000 - 7/15, 7/22, 7/29, 8/4

○ 시료채취일 : 8/4(0DAT), 8/7(3DAT), 8/12(7DAT),

8/19(14DAT), 8/26(21DAT), 9/9(35DAT)

○ 약제처리 후 0, 3, 7, 14, 21, 35DAT별 인삼시료를 채취하여 분석을 위한 추출조작 실시 후 분석.

##### 2) Difenconazole 수화제

○ 약제처리일 : 2000 - 6/16, 6/26, 7/6, 7/15, 7/22, 7/29, 8/4

○ 시료채취일 : 8/4(0DAT), 8/7(3DAT), 8/12(7DAT),

8/19(14DAT), 8/26(21DAT), 9/9(35DAT)

○ 약제처리 후 0, 3, 7, 14, 21, 35DAT별 인삼시료를 채취하여 분석을 위한 추출조작 실시 후 분석.

##### 3) Tolyfluanid 수화제

○ 약제처리일 : 2000 - 7/15, 7/22, 7/29, 8/4

○ 시료채취일 : 8/4(0DAT), 8/7(3DAT), 8/12(7DAT),

8/19(14DAT), 8/26(21DAT), 9/9(35DAT)

- 약제처리 후 0, 3, 7, 14, 21, 35DAT별 인삼시료를 채취하여 분석을 위한 추출조작을 실시 후 분석.

4) Mancozeb 수화제

- 약제처리일 : 2001 - 05/22, 05/31, 06/09, 06/19, 06/27, 07/04, 07/13

- 시료채취일 : 07/13(0DAT), 07/16(3DAT), 07/20(7DAT),

07/24(14DAT), 08/03(21DAT), 08/17(35DAT)

- 약제처리 후 0, 3, 7, 14, 21, 35DAT별 인삼시료를 채취하여 분석을 위한 추출조작 실시 후 분석.

5) Cypermethrin 유제

- 약제처리일 : 2001 - 05/31, 06/09, 06/19, 06/27, 07/04, 07/13

- 시료채취일 : 07/13(0DAT), 07/16(3DAT), 07/20(7DAT),

07/24(14DAT), 08/03(21DAT), 08/17(35DAT)

- 약제처리 후 0, 3, 7, 14, 21, 35DAT별 인삼시료를 채취하여 분석을 위한 추출조작 실시 후 분석.

6) Metalaxyl 수화제

- 약제처리일 : 2002 - 06/10, 06/20, 06/29, 07/09, 07/19

- 시료채취일 : 07/19(0DAT), 07/22(3DAT), 07/26(7DAT),

08/02(14DAT), 08/09(21DAT), 08/23(35DAT)

- 약제처리 후 0, 3, 7, 14, 21, 35DAT별 인삼시료를 채취하여 분석을 위한 추출조작 실시 후 분석.

7) Deltamethrin 유제

- 약제처리일 : 2002 - 06/20, 06/29, 07/09, 07/19

- 시료채취일 : 07/19(0DAT), 07/22(3DAT), 07/26(7DAT),  
08/02(14DAT), 08/09(21DAT), 08/23(35DAT)
- 약제처리 후 0, 3, 7, 14, 21, 35DAT별 인삼시료를 채취하여 분석을 위한 추출조작 실시 후 분석.

## 2. 결과 및 고찰

인삼 중 각 약제에 대한 경시적 잔류량 변화 시험 결과, Diethofencarb의 경우 약제처리 21일 후 초기 농도의 약 90%정도 감소, Carbendazim의 경우 약 84% 정도 감소, Difenconazole과 Tolyfluanid의 경우에도 약제 처리 21일 후 각각 초기 농도의 약 80%이상 감소, Cypermethrin의 경우 약제처리 35일 후 초기 농도의 약 90%이상 감소, Mancozeb의 경우 약제처리 35일후 초기농도의 약 95% 정도 감소, Deltamethrin의 경우 약제처리 35일 후 초기 농도의 약 80%정도 감소, Metalaxyl의 경우 약제처리 35일후 초기농도의 약 80% 정도 감소 하였다.

Table 12. Seasonal change in pesticide residue in ginseng after diethofencarb treatment.

Treatment times	Days after treatment	Residue (ppm)			Formula for residue change
		Sample 1	Sample 2	Average	
0	무처리	<0.005	<0.005	<0.005	$Y = 0.0924e^{-0.0874t}$ (r = 0.9824)
4	0일	0.092	0.094	0.093	
	3일	0.077	0.077	0.077	
	7일	0.049	0.050	0.050	
	14일	0.029	0.028	0.029	
	21일	0.011	0.011	0.011	
	35일	<0.005	<0.005	<0.005	

※ 경시적 잔류량 회귀곡선

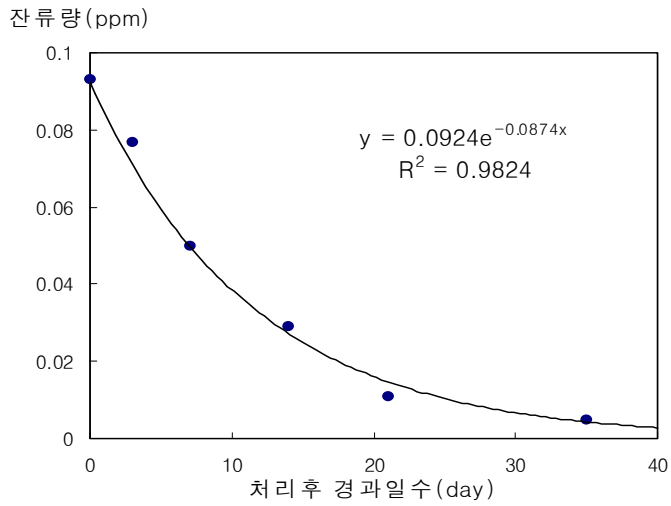


Table 13. Seasonal change in pesticide residue in ginseng after carbendazim treatment.

Treatment times	Days after treatment	Residue (ppm)			Formula for residue change
		Sample 1	Sample 2	Average	
0	무처리	<0.005	<0.005	<0.005	$Y = 0.1261e^{-0.0691t}$ ( $r = 0.8837$ )
4	0일	0.103	0.102	0.103	
	3일	0.116	0.115	0.116	
	7일	0.086	0.086	0.086	
	14일	0.070	0.070	0.070	
	21일	0.017	0.017	0.017	
	35일	0.013	0.013	0.013	

※ 경시적 잔류량 회귀곡선

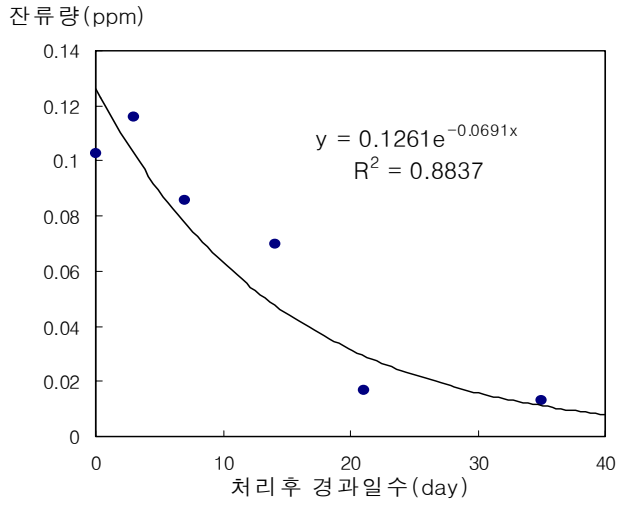


Table 14. Seasonal change in pesticide residue in ginseng after difenoconazole treatment.

Treatment times	Days after treatment	Residue (ppm)			Formula for residue change
		Sample 1	Sample 2	Average	
0	무처리	<0.005	<0.005	<0.005	$Y = 0.1023e^{-0.0548t}$ (r = 0.8791)
7	0일	0.115	0.115	0.115	
	3일	0.097	0.096	0.097	
	7일	0.080	0.081	0.081	
	14일	0.033	0.033	0.033	
	21일	0.024	0.024	0.024	
	35일	0.020	0.020	0.020	

※ 경시적 잔류량 회귀곡선

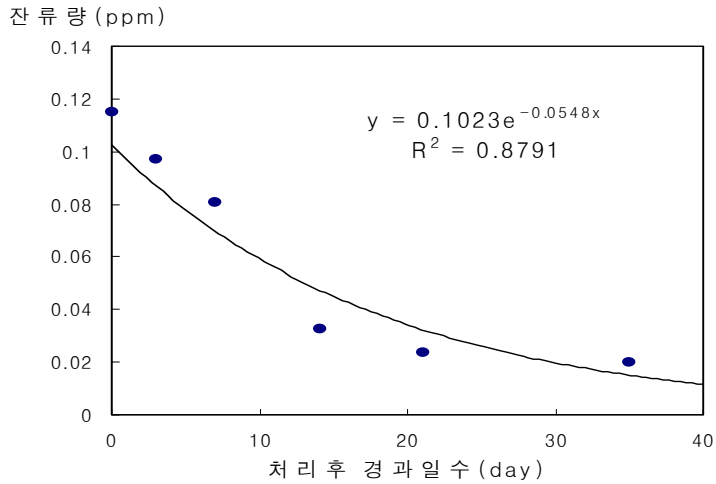


Table 15. Seasonal change in residue in pesticide ginseng after tolylfluanid treatment.

Treatment times	Days after treatment	Residue (ppm)			Formula for residue change
		Sample 1	Sample 2	Average	
0	무처리	<0.005	<0.005	<0.005	$Y = 0.0809e^{-0.0699t}$ (r = 0.9639)
4	0일	0.097	0.097	0.097	
	3일	0.072	0.071	0.072	
	7일	0.042	0.042	0.042	
	14일	0.032	0.031	0.032	
	21일	0.018	0.018	0.018	
	35일	0.009	0.009	0.009	

※ 경시적 잔류량 회귀곡선

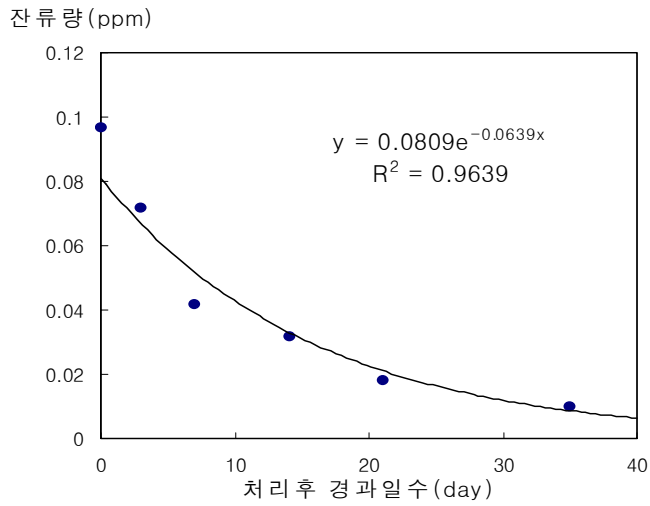


Table 16. Seasonal change in pesticide residue in ginseng after cypermethrin treatment.

Treatment times	Days after treatment	Residue (ppm)				Formula for residue change
		Sample 1	Sample 2	Sample 3	Average	
0	무처리	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	$Y = 0.081e^{-0.0755x}$ ( $r = 0.9674$ )
6	0일	0.091	0.083	0.084	0.086	
	3일	0.065	0.060	0.063	0.063	
	7일	0.040	0.039	0.040	0.040	
	14일	0.027	0.026	0.027	0.027	
	21일	0.022	0.023	0.022	0.023	
	35일	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	

※ 경시적 잔류량 회귀곡선

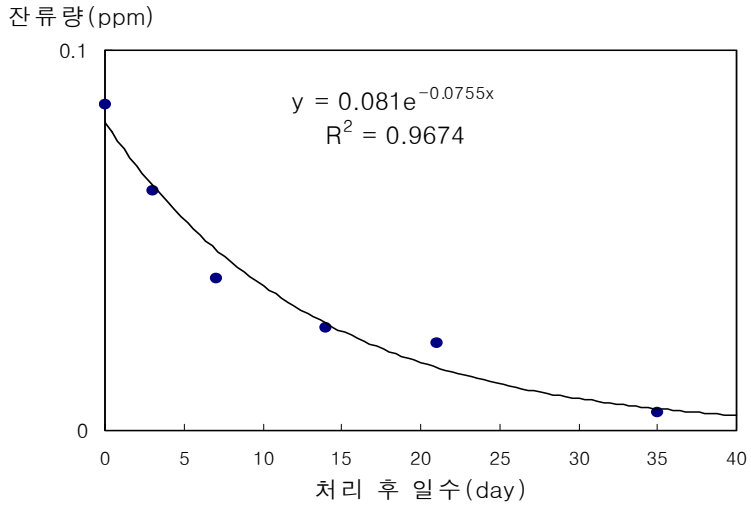


Table 17. Seasonal change in pesticide residue in ginseng after mancozeb (ETU) treatment.

Treatment times	Days after treatment	Residue (ppm)				Formula for residue change
		Sample 1	Sample 2	Sample 3	Average	
0	무처리	<0.07	<0.07	<0.07	<0.07	$Y = 0.03806e^{-0.0874x}$ ( $r = 0.9753$ )
7	0일	0.408	0.411	0.418	0.412	
	3일	0.358	0.332	0.338	0.343	
	7일	0.199	0.191	0.207	0.199	
	14일	0.097	0.092	0.092	0.096	
	21일	0.048	0.045	0.047	0.047	
	35일	0.021	0.024	0.022	0.022	



※ 경시적 잔류량 회귀곡선

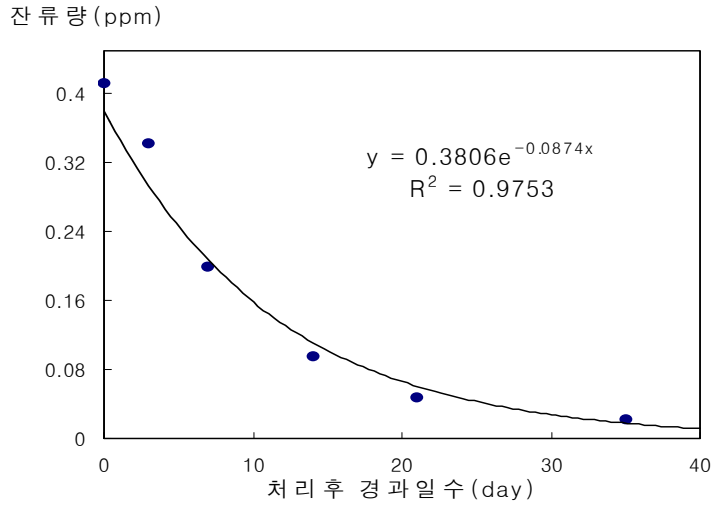


Table 18. Seasonal change in pesticide residue in ginseng after deltamethrin treatment.

Treatment times	Days after treatment	Residue (ppm)				Formula for residue change
		Sample 1	Sample 2	Sample 3	Average	
0	무처리	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	$Y = 0.0561e^{-0.0404x}$ ( $r = 0.8666$ )
4	0일	0.078	0.073	0.071	0.074	
	3일	0.056	0.052	0.051	0.053	
	7일	0.034	0.034	0.034	0.034	
	14일	0.025	0.026	0.024	0.025	
	21일	0.021	0.023	0.025	0.023	
	35일	0.015	0.015	0.016	0.016	

※ 경시적 잔류량 회귀곡선

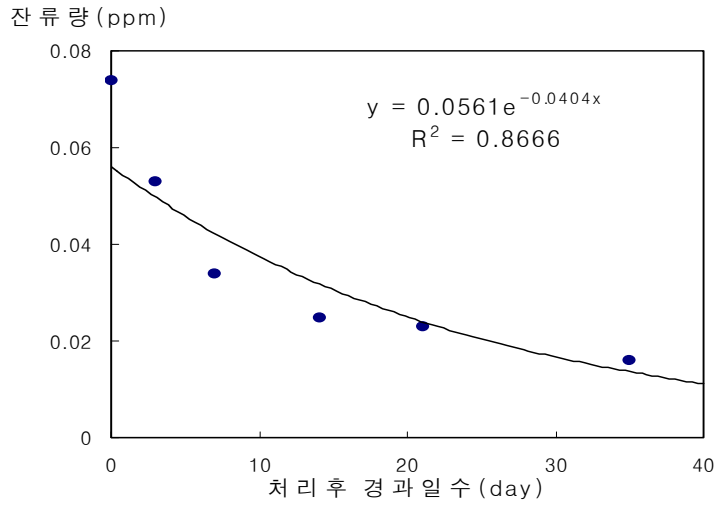
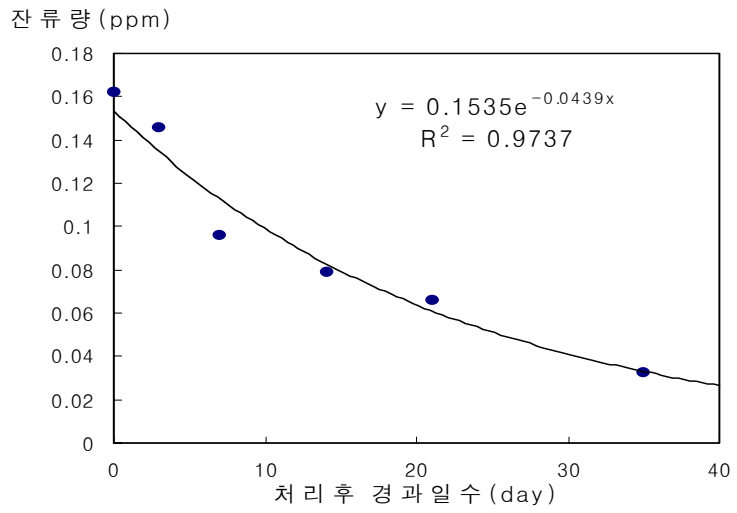


Table 19. Seasonal change in pesticide residue in ginseng after metalaxyl treatment.

Treatment times	Days after treatment	Residue (ppm)				Formula for residue change
		Sample 1	Sample 2	Sample 3	Average	
0	무처리	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	$Y = 0.1535e^{-0.0439x}$ ( $r = 0.9737$ )
5	0일	0.161	0.173	0.150	0.162	
	3일	0.159	0.129	0.148	0.146	
	7일	0.090	0.095	0.103	0.096	
	14일	0.077	0.081	0.079	0.079	
	21일	0.065	0.065	0.067	0.066	
	35일	0.033	0.032	0.033	0.033	

※ 경시적 잔류량 회귀곡선



## 제 6 절 유통인삼에 대한 임의표본 조사

서울, 경기도, 충남, 충북, 전북, 전남, 경북, 경남지역 판매, 유통되는 인삼을 구입하여 각 약제별 잔류분석법에 따라 잔류량을 조사하였다.

### 1. 재료 및 방법

#### 가. 시료채취방법

서울, 경기도, 충남, 충북, 전북, 전남, 경북, 경남지역의 시장판매 및, 유통센터에서 유통되는 인삼을 구입하여 각 약제별 잔류분석법에 따라 잔류량을 조사하였다.

#### 나. 시료채취내역

Table 2. Random sampling of ginseng for analyzing pesticide residue in ginseng collected from various markets in Korea.

Sampling place	Purchase site	Sampling amount(kg)	Purchase date
서울	서울특별시 롯데 백화점	1.5	2000/07/11
경기도	경기도 수원시 중앙시장	1.5	2000/07/12
충남	대전광역시 농수산물시장	1.5	2000/07/14
충북	충북 청주시 농협유통	1.5	2000/07/11
전북	전북 전주시 중앙시장	1.5	2000/07/15
전남	광주광역시 남광주 중앙시장	1.5	2000/07/12
경북	대구광역시 대구 백화점	1.5	2000/07/13
경남	경남 마산시 중앙시장	1.5	2000/07/12
서울	서울특별시 롯데쇼핑(주)강남점	1.5	2001/08/21
경기도	경기도 수원시 농협하나로클럽	1.5	2001/08/20
충남	대전광역시 롯데쇼핑(주)마그넷점	1.5	2001/08/23
충북	충북 청주시 (주)농협충북유통	1.5	2001/08/20
전북	전북 전주시 농협전주하나로클럽	1.5	2001/08/18
전남	광주광역시 전남인삼협동조합	1.5	2001/08/17
경북	대구광역시 (주)까르푸 동촌점	1.5	2001/08/18
경남	경남 창원시 농협창원하나로클럽	1.5	2001/08/18

Sampling place	Purchase site	Sampling amount(kg)	Purchase date
서울	서울특별시 롯데쇼핑(주)잠실점	1.5	2002/07/31
경기도	경기도 수원시 농협하나로클럽	1.5	2002/07/25
충남	대전시 엑스포인삼사(농수산물시장)	1.5	2002/08/03
충북	충북 청주시 청주하나로클럽	1.5	2002/07/23
전북	전북 진안 장수고을농원인삼식품	1.5	2002/07/24
전남	광주광역시 전남인삼협동조합	1.5	2002/08/08
경북	경북 영주시 소백인삼가공영농조합	1.5	2002/07/25
경남	경남 진주시 이마트 진주점	1.5	2002/07/30

## 2. 결과 및 고찰

시중에서 유통되고 있는 인삼을 구입하여 각 약제에 대한 잔류시험을 한 결과, 각 약제 모두가 검출한계 미만으로 검출되어 각 약제에 대한 잔류성에 있어 안전한 것으로 판단되었다.

Table 20. Diethofencarb residue in the ginseng collected from various ginseng markets in Korea.

Sample location	Residue(ppm)		Average (ppm)	Maximum residue limit (mg/kg)
	Sample 1	Sample 2		
서울	<0.005	<0.005	<0.005	0.5 (식품의약품 안전청고시)
경기도	<0.005	<0.005	<0.005	
충남	<0.005	<0.005	<0.005	
충북	<0.005	<0.005	<0.005	
전북	<0.005	<0.005	<0.005	
전남	<0.005	<0.005	<0.005	
경북	<0.005	<0.005	<0.005	
경남	<0.005	<0.005	<0.005	

Table 21. Carbendazim residue in the ginseng collected from various ginseng markets in Korea.

Sample location	Residue (ppm)		Average (ppm)	Maximum residue limit (mg/kg)
	Sample 1	Sample 2		
서 울	<0.005	<0.005	<0.005	잔류허용기준 미설정
경기도	<0.005	<0.005	<0.005	
충 남	<0.005	<0.005	<0.005	
충 북	<0.005	<0.005	<0.005	
전 북	<0.005	<0.005	<0.005	
전 남	<0.005	<0.005	<0.005	
경 북	<0.005	<0.005	<0.005	
경 남	<0.005	<0.005	<0.005	

Table 22. Difenoconazole residue in the ginseng collected from various ginseng markets in Korea.

Sample location	Residue (ppm)		Average (ppm)	Maximum residue limit (mg/kg)
	Sample 1	Sample 2		
서 울	<0.005	<0.005	<0.005	0.2 (식품의약품 안전청고시)
경기도	<0.005	<0.005	<0.005	
충 남	<0.005	<0.005	<0.005	
충 북	<0.005	<0.005	<0.005	
전 북	<0.005	<0.005	<0.005	
전 남	<0.005	<0.005	<0.005	
경 북	<0.005	<0.005	<0.005	
경 남	<0.005	<0.005	<0.005	

Table 23. Tolyfluanid residue in the ginseng collected from various ginseng markets in Korea.

Sample location	Residue (ppm)		Average (ppm)	Maximum residue limit (mg/kg)
	Sample 1	Sample 2		
서 울	<0.005	<0.005	<0.005	0.3 (식품의약품 안전청고시)
경기도	<0.005	<0.005	<0.005	
충 남	<0.005	<0.005	<0.005	
충 북	<0.005	<0.005	<0.005	
전 북	<0.005	<0.005	<0.005	
전 남	<0.005	<0.005	<0.005	
경 북	<0.005	<0.005	<0.005	
경 남	<0.005	<0.005	<0.005	

Table 24. Cypermethrin residue in the ginseng collected from various ginseng markets in Korea.

Sample location	Residue (ppm)			Average (ppm)	Maximum residue limit (mg/kg)
	Sample 1	Sample 2	Sample 3		
서 울	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	0.1 (식품의약품 안전청고시)
경기도	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	
충 남	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	
충 북	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	
전 북	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	
전 남	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	
경 북	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	
경 남	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	

Table 25. Mancozeb(ETU) residue in the ginseng collected from various ginseng markets in Korea.

Sample location	Residue (ppm)			Average (ppm)	Maximum residue limit (mg/kg)
	Sample 1	Sample 2	Sample 3		
서울	<0.07 (<0.02)	<0.07 (<0.02)	<0.07 (<0.02)	<0.07 (<0.02)	잔류허용기준 미설정
경기도	<0.07 (<0.02)	<0.07 (<0.02)	<0.07 (<0.02)	<0.07 (<0.02)	
충남	<0.07 (<0.02)	<0.07 (<0.02)	<0.07 (<0.02)	<0.07 (<0.02)	
충북	<0.07 (<0.02)	<0.07 (<0.02)	<0.07 (<0.02)	<0.07 (<0.02)	
전북	<0.07 (<0.02)	<0.07 (<0.02)	<0.07 (<0.02)	<0.07 (<0.02)	
전남	<0.07 (<0.02)	<0.07 (<0.02)	<0.07 (<0.02)	<0.07 (<0.02)	
경북	<0.07 (<0.02)	<0.07 (<0.02)	<0.07 (<0.02)	<0.07 (<0.02)	
경남	<0.07 (<0.02)	<0.07 (<0.02)	<0.07 (<0.02)	<0.07 (<0.02)	

Table 26. Deltamethrin residue in the ginseng collected from various ginseng markets in Korea.

Sample location	Residue (ppm)			Average (ppm)	Maximum residue limit (mg/kg)
	Sample 1	Sample 2	Sample 3		
서울	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	0.02 (식품의약품 안전청고시)
경기도	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	
충남	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	
충북	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	
전북	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	
전남	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	
경북	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	
경남	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	



Table 27. Metalaxyl residue in the ginseng collected from various ginseng markets in Korea.

Sample location	Residue (ppm)			Average (ppm)	Maximum residue limit (mg/kg)
	Sample 1	Sample 2	Sample 3		
서울	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	잔류허용기준 미설정
경기도	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	
충남	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	
충북	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	
전북	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	
전남	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	
경북	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	
경남	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	

## 제 7절 적 요

1. 인삼에 대한 각 약제의 사용실태를 조사하기 위해 전국 주요 인삼재배지역에서 채취한 인삼 및 토양시료 중의 잔류량을 조사한 결과, 각 약제 모두 검출한계 미만으로 검출되어 각 약제의 잔류성에 대해 안전한 것으로 판단되었다.

2. 인삼 중 각 약제에 대한 경시적 잔류량 변화 시험 결과, Diethofencarb의 경우 약제처리 21일 후 초기 농도의 약 90%정도 감소, Carbendazim의 경우 약 84% 정도 감소, Difenconazole과 Tolyfluanid의 경우에도 약제 처리 21일 후 각각 초기 농도의 약 80%이상 감소, Cypermethrin의 경우 약제처리 35일 후 초기 농도의 약 90%이상 감소, Mancozeb의 경우 약제처리 35일후 초기농도의 약 95% 정도 감소, Deltamethrin의 경우 약제처리 35일 후 초기 농도의 약 80%정도 감소, Metalaxyl의 경우 약제처리 35일후 초기농도의

약 80% 정도 감소 하였다.

3. 시중에서 유통되고 있는 인삼을 구입하여 각 약제에 대한 잔류시험을 한 결과, 각 약제 모두가 검출한계 미만으로 검출되어 각 약제에 대한 잔류성에 있어 안전한 것으로 판단되었다.

# 제 5 장 인삼 재작기간 단축을 위한 토양관리 기술개발

## 제 1 절 서 론

인삼은 우리나라를 대표하는 특산물로써, 약용으로 4~5천년 전부터 이용되어 온 신비로운 명약이며, 세계적으로 널리 알려진 명품이다. 이로 인해 우리의 인삼은 홍콩시장에서 중국삼의 5~7배, 일본삼의 2배, 미국삼의 3~4배의 높은 가격에 거래되고 있을 뿐만 아니라, 재배, 가공기술, 약리 효능 연구등 각 분야에서 인삼의 종주국으로 인정받고 있다.

그러나 최근에는 인삼산업에도 변화가 일어나, 내적으로는 새로운 인삼산업법이 발효되고 국가의 독점사업이었던 홍삼의 제조 판매가 자유화되었으며, 대외적으로는 WTO 출범으로 2004년부터는 국내 인삼시장을 개방하지 않을 수 없게 되었다. 또한 중국, 미국, 캐나다의 대규모 면적에서 값싼 노동력과 생력재배를 통한 값싼 인삼을 대량 수출하고 있어 인삼 종주국인 한국의 인삼산업을 위협하고 있는 실정이다. 그나마 다행인 것은 아직은 국제사회에서 최고의 품질과 명성을 우리 고려인삼이 유지하고 있고, 다이옥신 등 환경 유해물질에 효과적인 것이 밝혀지는 등 인삼은 여전히 최고의 명약으로 인정받고 있다. 위와 같은 명성을 유지하기 위해서는 우선 최고 품질의 원료 인삼의 안정적인 생산이 바탕이 되어야 한다. 인삼은 최고의 명성에 걸 맞는 몇 가지 특수성을 갖는다. 인삼은 반음지성 식물로 해가림 시설에서만 재배가 가능하며, 파종 및 이식전에 신선한 산야초 시용 및 호밀, 수단그라스 등과 같은 녹비작물만 재배하여 2년동안 토양을 관리하는 기간이 소요된다. 또한 재배기간이 4~6년으로 생육기간이 긴 작물로써 여러 가지 환경장해를 다른 작물보다 많이 받고 있으며, 6년동안 생육량은 한 뿌리에 100g 전후로 300평당 생산량은 500~600kg으로 벼 1년 생산량과 비슷하

다. 생육기간이 길다보니 투자 자본에 대한 회유 기간이 길고, 또한 토지에 인삼 재배시 6~8년이 소요되므로, 일정한 토지의 면적이 매년 필요하다. 이로 인해 인삼을 한번도 재배하지 않은 땅은 점차 줄어들고, 인삼을 재배 하였던 토양이 증가하게 되어 결국 인삼의 연작이 필요하게 되었다. 하지만 연작시 대부분의 인삼은 뿌리가 썩어 전혀 수확을 못하는 경우가 많다. 연작지 뿐만 아니라 인삼을 처음 재배하는 토양에서도 40% 정도는 뿌리가 썩어 피해를 주어, 근부병은 인삼 재배시 가장 문제가 되고 있다. 또한 최근 예정지 관리시 토양에 사용하는 시비용 재료중 산야초가 유기물 공급과 토양물리성 개선에 가장 좋으나, 구입이 어렵고 가격이 높아 저가의 가축분등을 사용하여 예정지를 관리하고 있으며, 이로인해 본포에서 결주율 증가, 적 변삼등이 발생 품질을 저하시키고 있는 실정이다.

근부병균 *Cylindrocarpon destructans*은 토양미생물로 연작시 뿌리를 부패시키거나, 해충, 부생균의 일차 전염원으로 작용해 수량감소와 품질 저하를 일으켜 농가 소득에 막대한 영향을 주고 있다.

이러한 문제점을 해결하기 위하여 농민들은 새로운 산지 즉 한번도 인삼을 재배하지 않은 처녀지를 찾아 이동경작을 하기도 하고, 금산이나 풍기와 같은 지역에서는 담전윤환재배를 하여 연작장해 피해를 최소화 하고 있다. 또한 기존에 알려져 있는 토양훈증제 처리방법과 처리시기 등에 대한 연구는 뚜렷한 결과를 나타내지 못하고 있으며, 처리시기에 대한 의문이 제기되고 있어 담수 및 토양훈증제 처리시기가 인삼 근부병 방제에 미치는 효과를 알아보고자 본 실험을 수행하였다.

인삼 근부병의 주 원인은 토양미생물 진균인 *Cylindrocarpon destructans*이며 병 발생부위에 2차적으로 감염 더욱 병 진전 및 피해를 증가시키는 여러 부생성균 및 선충 등이 관여한다. 인삼을 처음 재배하는 토양(초작지)은 병원균의 밀도가 적어 피해가 적으나 연작시에는 병원균의 밀도가 증가하게 되어 더욱 병의 발생이 빠르고 피해가 확산된다 이로 인해 연작지에서의 근부병에 의한 결주율은 2년생이 10.7%, 3-4년생에서는 거의 95% 이상 결주

가 발생한다(정후섭 1979, 홍순근 1992).

근부병균은 불완전균으로 균사는 백색이며 격막이 있고 대형, 소형분생포자, 후막포자를 형성한다. 소형분생포자는 격막이 없거나 1개이며, 대형분생포자는 1-3개이다. 후막포자는 균사의 중간이나 끝부분에서 형성되는데, 갈색으로 한 개나 서너개의 사슬모양으로 형성된다(한국연초연구원 1996).

생육온도는 5℃에서 30℃이하의 비교적 넓은 온도범위에서 생육이 가능하고, 15~20℃에서 잘자란다. 토양중에서는 후막포자 형태로 존재한다. 후막포자에 대한 발아는 실내에서 인위적으로 포자를 형성 후 발아율을 조사한 결과 CD배지에서 Novozym 20ppm과 GA 10ppm을 조합처리 후 5℃로 정치 배양시 49.4%의 발아율을 보였다(유성준 1996), 토양 중 발아에 대한 연구가 이루어지지 않아 토양내 정확한 밀도의 측정, 변화, 밀도에 영향을 주는 요인들은 앞으로 이루어져야 할 것이다(조대휘 2000). 이동은 주로 배수로를 따라 이루어지며, 생존기간은 물에서도 6년 이상이다. 주요 가해작물은 인삼을 비롯하여 택사, 작약, 딸기, 방풍나물, 침엽수 등이나 실제 피해는 인삼과 작약에서 발생하며, 다른 작물은 문제되지 않는다.

인삼 근부병의 방제는 일부지역에서는 관행적으로 논에서는 5년 경과후 밭에서는 10년 이상 경과한 포장에서만 연작하는 방법으로 근부병을 회피하였으나 이들 지역에서는 4-5년근 재배에 한정하였고(조재성 1994), 주로 초작지에서 인삼을 재배하는 것으로 근부병을 어느 정도 방제하였다. 화학적 방제방법으로는 밭에서 인삼수확 후 5년 경과후 9~10월에 다조메 입제를 10a당 40kg를 사용하는 방법이 시도 중이며(한국인삼연초연구원 2001), 인삼 근부병의 생물학적 방제를 위하여 현재 우리나라에서 시판 중인 미생물 제제의 사용실태 및 효과를 조사한 결과를 보면 미생물 제제의 우점균은 3~4가지 정도이며, 길항력은 매우 떨어지는 현실이고, 인삼 병 방제도 역시 거의 없는 것으로 나타난 보고도 있다(충남대학교 최재을, 2000). 또한 근부병균을 방제하기 위하여 길항미생물을 이용하여 인삼 근부병 방제를 연구(김홍진 1987)한 보고가 있으나 실용화는 아직 안된 상태이다.

근부병외에 가장 문제가 되는 것은 염류장해로서 화학비료와 축분의 과다한 사용으로 인삼 재배적지가 고갈되고 있는 실정이며, 이로 인해 다비작물 재배지에 인삼을 식재하고 있는 실정으로 과거엔 청초만을 사용했던 관습이 가축분뇨로 전환시비하는 방법으로 바뀌고 있어 각종 생리 장애가 다발하고 있는 실정이다.

특히 전 작물별로 염류농도를 보면 고추, 배추, 담배, 과 재배지에서 높았고, 염류는 대부분 표토 5cm 부위인 표토층에 집적되었으며, 인산 함량은 모든 부위에 관계없이 높았다. 본포에서의 염류집적은 3년근부터 급격히 증가되어 고년근시 뇌두 부패의 원인이 되었으며, 표토층의 염류집적현상은 식양토에 비해 사양토에서 심하였다.

염류집적의 주요성분은  $\text{NO}_3\text{-N}$ ,  $\text{NH}_4\text{-N}$ , Ca, K, Mg 등 다량원소가 대부분이었으며 그중에서도  $\text{NO}_3\text{-N}$ 가 가장 높았다. 염류장해의 피해로는 황증 발생, 뇌두 부패, 적변삼 발생과 결주율이 증가되어 품질과 수량의 감소를 가져온다.

방제 방법으로는 염류고농도 포장에 상면 부초, 돈나물 재배, 황토, 원야토, 고랑흙등으로 2-3cm 복토 처리시 복토층으로 염류가 이동하여 뇌두부패, 결주가 크게 감소되는 효과가 있었다(목성균 1998, 성봉재 2001).

따라서 인삼의 연작시 문제가 되는 근부병 방제를 위해서 토양훈증 및 담수처리를 하였으며, 벼짚외 몇 가지 유기물 사용 및 녹비작물을 재배하여 토양을 개선하고자 본 연구를 수행하였다.

## 제 2 절 담수 및 토양훈증 시기별 근부병 방제 효과

### 1. 재료 및 방법

#### 가. 공시포장

본 시험은 충남 금산군 금성면 의총리의 농가포장에서 수행하였으며, 시험포장은 근부병이 발생되어 3년근에 수확한 포장(인삼재배기간 '96. 11~2000. 3월, 직파 3년근 수확)을 2000년 4월 임차하여 공시포장으로 선정 관리하여 시험을 수행하였다. 공시포장의 농가 수확량은 평당 0.2kg으로 초작지 평균 1.9kg의 10%로 중도폐포된 포장이며, 수량감소 요인은 근부병이었다.

#### 나. 처리내용

2000. 4월 공시포장을 담수, 토양훈증 살포구, 무처리구로 나누었으며, 토양훈증구는 다시 5월, 8월 9월 처리구로 세분하였다. 토양훈증처리는 각 처리시기별로 토양훈증제인 다조메입제(40kg/10a)를 상면에 고루살포한 후 경운 및 로타리를 2회 반복하여 토양혼합한 후, 비닐을 14일간 피복하였다. 비닐을 제거후 2회 로타리 작업으로 잔류가스를 제거하였다. 5월 토양 훈증처리구는 토양훈증 후 갈잎(1,200kg/10a)을 시용한후 로타리작업 하여 토양과 혼합 하였으며, 갈잎시용후 수단그라스를 파종 재배하였다. 8월 수단그라스 예취후 11월까지 수시 경운 관리하였다. 8월 토양훈증제 처리구는 5월에 갈잎시용 및 수단그라스를 파종 재배후 8월초 예취하여 토양과 혼합후 토양훈증을 하였으며, 이후 11월까지 수시 경운관리하였다. 10월 토양훈증 처리구는 8월처리구와 동일한 방법으로 토양을 관리한 후 훈증제 처리시기를 10월말에 실시하였다. 담수처리구는 5월 갈잎시용 후 수시로 경운하였으며 7월에서 8월까지 60일간 지하수로 담수처리하였다. 담수처리후 경운관리하였다. 무처리구는 갈잎을 시용후 수시로 경운관리만 하였다. 10월 토양훈증처리를 완료후 두둑 및 이랑(0.9mx 0.9m)을 만들었으며, 이듬해 3월 20일경 건전한 묘삼(80본/750g)을 칸당(1.8mx0.9m) 80본(8행x10열)씩 이식하였으며, 이식 후 상면에 벗집꺼치로 덮어주었다. 해가림 설치는 4월 20일경 PE차광망(2중직 + 4중직)으로 설치하였다. 이후 병해충방제 및 관리는 표준인삼경작방법에 준하여 실시하였다.

#### 다. 조사내용

##### 1) 공시포장 근부병 발생정도

공시포장의 근부병 발생정도를 조사하고자 농가의 인삼수확 후 일정량의 흙을 채취 포트에 인삼을 이식 재배하여 병 발생 정도를 조사하였다.

##### 2) 토양 미생물상

훈증제 처리후 토양미생물상 변화를 알기 위하여 세균, 진균, 방선균의 밀도를 조사하였다. 조사는 각각의 선택배지를 이용하여 희석평판법으로 조사하였다.

##### 3) 토양훈증후 작물 약해검정

토양훈증제 처리후 100g의 토양을 일정 시기별로 채취하여 밀봉된 병에 넣고 상추종자를 젖은 솜에 넣은 후 발아율을 조사하였다.

##### 4) 토양이화학성 및 유기물 성분분석

토양의 분석은 토양을 채취하여 음지에서 풍건한 후 20mesh를 통과하도록 분쇄하였다. 분쇄된 시료는 1:5(시료:증류수) 방법에 의한 토양 pH(pH meter MP225) 및 전기전도도(Orion conductivity meter M162)를 이용하여 측정하였다. 시료의 유기물 함량은 Tyurin 방법으로, 인산은 Lancaster법으로 침출후 비색정량 하였다. 또한 치환성양이온(K, Ca, Mg, Na)은 Inductivity Coupled Plasma Optical Emission Spectrometer(GBC Integra XMP. Australia)를 사용하여 분석하였다(농촌진흥청, 1978).

유기물 분석은 시료를 105℃에서 향량이 될 때까지 건조하여 수분함량을 구한 다음, 싸이크론 밀로 분쇄하여 0.1mm 체를 통과시켜 분석시료로 하였다. 건조시료를 일정량 취하여 마이크로웨이브용 용기에 넣고 증류수를 10ml를 가하여 적신 다음 농질산 5ml를 가하여 잘 혼합하여 주고 밀봉한 다음 초단파마이크로웨이브로 20분간 분해하였다. 상온으로 냉각시킨후 Whatman



No. 6 여과지로 여과하여, Total phosphate(T-P), K, Ca, Mg 및 중금속 성분을 ICP로 분석하였다.

5) 인삼생육 및 병 발생 효과

시험구간별 출아율, 생존율 및 생육상황을 시기별로 칸당 3반복으로 조사하였으며, 지하부 생육은 10월초 뿌리를 채굴하여 생육상황 및 적변율, 근부패율등을 조사하였다.

2. 결과 및 고찰

가. 인삼수확후 근부병 발생 정도

인삼수확포장의 근부병의 발생정도를 파악하고자 일정량의 흙을 채취 포트에 인삼을 이식재배하였다. 인삼의 출아율을 조사한 결과(Table 1-1) 95%로 양호하였으나 출아후 잎의 전개 및 시들음 증상을 볼 수 있었으며, 지하부는 흑갈색의 부패증상을 보였다. 병발생주율은 5월에 5%, 7월에 80.5% 9월에 모든 인삼에 근부병이 발생하였으며, 병 발생 및 이병시기는 주로 6월에서 7월로 나타났다.

또한 이병부위를 표면훈증 후 배양한 결과 *Cylindrocarpon*이 분리되었다. 따라서 본 포장은 근부병균에 의한 피해를 확인할 수 있었다.

Table 1. Disease incidence of 2 year-old ginseng in ginseng replant soil.

Emergence rate(%)	Days after replating				
	5. 20	6. 20	7. 20	8. 20	9. 20
95.0	5.0	15.6	80.5	90.5	100

나. 토양훈증제 처리시기 및 처리후 경시적인 작물 약해 검정

토양 훈증 및 처리시기에 따른 1차적 작물안전성을 검정하여 청초 대체 녹

비 작물의 안정 재배와 토양잔류성을 간이적으로 판단하고자 약제처리 후 경시적으로 일정 깊이별 토양을 채취하여 상추종자를 공시해서 약해 유무를 조사한 결과는 Table 1-2와 같다. 5월에 훈증처리후 1~3일 에서는 토양 깊이에 관계없이 전혀 발아가 안되었으며 5일 후에는 40~50%의 발아율을 보였으나 처리후 10일에서는 100%의 발아율을 보여 약해가 전혀 없었다. 8월 처리시 작물 약해 정도는 5월 처리구와 비슷한 경향으로 처리후 10일에서 약해가 전혀 없었으며 처리후 5일 표토층에서는 약해가 전혀 없고 5~15cm 깊이 토양에서는 발아가 전혀 안되었는데 이는 8월 처리시 토양수분이 과다하여 이로 인해 가스의 휘산이 늦은 것 같다. 따라서 두 시기별 약제처리 후 10일 정도면 약해는 발생지 않아 녹비작물의 재배가 가능하다고 판단되었으며 토양훈증 후 토양 잔류 및 약해 유무는 토양수분과 밀접한 관계가 있으나 보통 약제처리 후 비닐로 토양 피복을 하고 1주일 경과 후 비닐을 제거하고 경운 및 로타리 작업 후 녹비를 재배하게 되므로 토양훈증에 따른 약해 및 녹비작물 재배에 큰 영향이 없었다. 10월 처리시 가을비 인한 토양수분과다로 피복기간을 15일로 연장한 결과, 비닐 제거후 15일이면 약해가 발생하지 않았다. 약제의 효과를 최대화하기 위해서는 9월이나 10월보다는 5월경에 처리하는 것이 강우 및 가스 휘산의 안정적이며, 특히 논삼의 경우 처리가 늦어질 경우에는 가을에 파종하는 묘포나, 직파 재배 및 추식시 약해의 가능성이 있을 것으로 생각된다.

Table 2. Germination percent of lettuce in soil after treatment with Dazomet.

Treatment time	Soil depth (cm)	Days after treatment					Soil moisture content(%)
		1	3	5	10	15	
May 25	0~5	0	0	60	100	100	13
	5~10	0	0	40	100	100	15
	10~15	0	0	50	100	100	16
August 15	0~5	0	0	100	100	100	16
	5~10	0	0	0	100	100	18
	10~15	0	0	0	100	100	22
October 15	0~5	0	0	0	0	100	23
	5~10	0	0	0	0	100	24
	10~15	0	0	0	0	100	24

다. 연작지 토양훈증제 처리 및 담수처리시 토양미생물상

인삼연작을 위한 예정지에 토양훈증 후 토양내 미생물상의 변화를 알기 위해 경시적으로 미생물상을 조사한 결과 Table 1-3과 같다. 세균의 밀도는 토양훈증후 1일 후 무처리보다 2배정도 높은 밀도를 보였으며 4일후에는 무처리와 비슷한 경향이였다. 진균 및 방선균은 처리시 토양내 10cfu/g soil 이하로 낮은 밀도를 보였으나 4일후 증가하기 시작하여 15일후 무처리와 비슷한 밀도를 나타내었다. 토양훈증 후 모든 균이 사멸후 세균이 급속하게 증가하였는데 이는 세균의 증식 속도가 빠르고 경쟁관계에 있는 진균 및 방선균의 밀도가 적은 이유로 생각된다. 또한 토양훈증 후 정착하는 미생물들의 경향을 알기 위해 토양을 100℃열처리하고, 항생제 Streptomycin 500ppm을 첨가하여 미생물 상을 조사한 결과 무처리 토양과 비슷한 경향을 보여 새로 정착하는 미생물(세균, 방선균)은 특정 균이 새로 우점을 하지 않는 것을 확인 할 수 있었다.

Table 3. Changes in population of microorganism in ginseng harvested soil treated with Dazomet (cfu/g soil).

Microorganism (x10 <sup>5</sup> )	Days after treatment						Control
	1	4	9	15	30	60	
Bateria	769.3	475.8	465.9	105.4	441.0	465.0	460
Fungi	0.0007	0.0066	0.385	1.49	1.41	1.50	5.0
Actinomycetes	0.03	0.51	0.62	18.5	11.5	10.0	1.5

인삼수확후 논에서는 4-5년, 밭에선 10년정도가 경과하면 연작이 가능한데 이와 같은 원인은 담수에 의해 근부병균의 밀도감소, 병원성의 상실등 여러 원인에 의해 연작이 가능한데 이를 구명하기 위해 인삼을 수확한 포장에 담수를 60일정도 실시한후 미생물상을 조사하였다(Table 1-4). 세균의 경우 담수시 무담수구보다 밀도가 높은 경향이었고, 진균은 비슷하였으며, 방선균은 세균과 대조적으로 담수시 밀도가 감소하는 경향을 보였다. 전체적으로 미생물상에 큰 변화는 없었는데 이는 4~5년 벼를 재배할때의 담수기간에 비해 담수기간이 짧아 미생물상에 영향을 미치지 않은 것으로 생각되며 앞으로 담수기간을 늘리고 연차별 담수에 대한 연구가 필요하다고 생각된다.

Table 4. Population of microorganism in ginseng harvested soil after flooding (cfu/g soil)

Treatment	Microorganism(x10 <sup>5</sup> )		
	Bacteria	Fungi	Actinomycetes
Flooding (60 days)	340	2.0	5.0
Control	280	2.0	10

담수 및 토양훈증 시기에 따른 토양 미생물상을 인삼 2년재배 후 조사한

결과(Table 1-5) 세균의 경우 토양훈증제 처리시기와 관계없이 비슷한 경향이 있었지만, 담수처리구는 낮은 밀도를 보였는데 이는 유기물 분해과정중 담수에 의한 조직의 분해가 빠르게 진행된 결과로 생각된다. 특히 담수처리구에서는 방선균이 세균보다 밀도가 높았는데 이와 같은 결과로 담전윤환재배시 인삼 연작기간이 짧아지는 한가지 원인으로 생각된다.

Table 5. Population of microorganism in ginseng cultivated soil for two years after fumigation and flooding (cfu/g soil).

Treatment	Microorganism(x10 <sup>5</sup> )		
	Bacteria	Fungi	Actinomycetes
May 25	912	1.0	100
August 15	905	1.0	101
October 15	910	0.6	20
Flooding (60 days)	50	2.0	151
Control	300	1.0	150

라. 연작지 토양훈증제 처리후 녹비작물 재배시 수량 및 이화학적 토양훈증 처리시기가 달라 토양관리시 유기물 시용 및 녹비작물의 재배시 생육차이를 보기 위해 토양훈증 후 유기물(갈잎) 시용 후 수단그라스 재배구와 토양훈증을 하지 않고 갈잎시용 후 수단그라스 재배구와 생육을 비교해본 결과(Table 1-6) 토양훈증 후 유기물 시용후 수단그라스 재배구가 다소 수량이 높은 경향이였다. 이는 무처리시 토양내 갈잎이 부숙되면서 질소기아 현상으로 다소 수량이 낮은 것 같고 훈증시는 미생물상을 회복하는 필요한 15일간 이러한 현상이 없어 초기 생육이 빨라 다소 수량이 높은 것 같다. 따라서 토양훈증 후 유기물 시용후 녹비작물을 재배하는 것이 상당히 효과적이였다.

Table 6. Fresh yield of sudangrass in ginseng harvested soil after fumigation.

Treatment	Yield (kg/10a)
Fumigation	2,500
Control	2,100

담수, 토양훈증제 처리 및 녹비작물 재배에 따른 토양화학성은 Table 1-7과 같다. 산도는 모든 처리구에 예정지 관리후 pH 6.5~6.7로 차이가 없었으며 인삼 재배후에는 다소 낮아지는 경향을 보였다. 유기물은 예정지 관리후에는 1.7~1.8%로 토양훈증구가 다소 높았으며, 인삼재배후에도 같았다. 인산, 칼리성분은 처리간 비슷한 경향을 보였으나 인삼재배후에는 다소 증가하였다. 칼슘과 마그네슘 성분도 처리간 차이가 없었으나, 인삼 재배후에는 다소 감소하는 경향이였다.

Table 7. Changes in chemical properties of soil after fumigation and flooding.

Fumigation time	pH		OM		P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>		Ex. cation(cmol+/kg)						EC	
	(1:5)		(%)		(ppm)		K		Ca		Mg		(ds/m)	
	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
May 25	6.6	6.3	1.87	1.81	55	68	0.31	0.40	10.7	5.8	2.9	1.3	0.24	0.37
August 15	6.6	6.3	1.89	1.89	61	72	0.36	0.41	12.1	5.9	2.7	1.4	0.26	0.39
October 15	6.6	5.6	1.87	1.89	49	71	0.26	0.42	9.1	6.5	2.7	1.7	0.18	0.85
Flooding (60 days)	6.7	6.1	1.72	1.73	56	64	0.23	0.43	8.4	5.7	3.2	1.8	0.14	0.30
Control	6.7	6.6	1.82	1.72	65	89	0.29	0.43	9.1	5.4	2.7	1.4	0.14	0.52

\*Fumigated in 2000 and the ginseng seedling was transplanted in March, 2001 and soil sampled in September, 2000(A) and 2002(B).

염농도는 훈증제 처리구가 무처리구 및 담수처리구보다 높은 경향을 보였으며, 인삼 재배후에는 10월처리구가 0.85로 가장 높았으며, 담수처리구가 0.3로 가장 낮은 수치를 보였다. 이는 10월 훈증제 처리시 잔류성분에 의한 것으로 판단되며, 담수구는 담수에 의해 양분의 용탈에 의한 것으로 생각된다. 따라서 훈증제 처리시 염류장해를 감소시키기 위해서는 예정지 관리전 토양훈증제를 처리후 녹비작물이나 유기물을 시용후 관리하는 것이 효과적이라고 판단된다.

마. 연작지 담수, 유기물 시용 및 토양훈증에 따른 인삼 생육 및 병방제 효과

연작지 담수 및 훈증제 처리시 출아율을 조사한 결과(Table 1-8), 모든 처리구에서 95~96%의 높은 출아율을 보였고, 담수처리구(90.0%)와 무처리구(77.5%)에서는 모잘록병이 발생되어 낮은 출아율을 보여 토양훈증제 처리시 모잘록병 방제에도 효과적이었다. 또한 담수 60일 처리시 모잘록병은 훈증

처리구에 비해 효과는 떨어지지만 무처리구에 비해 상당히 효과적이었다.

토양훈증제 처리시기별 지상부 생존율은 처리시기에 관계없이 9월까지 90%이상의 높은 생존율을 보였지만, 무처리구와 담수처리구에서는 근부병 이병으로 6~7월에 급격한 생존율 감소를 보여 무처리구는 모두 고사하였고, 담수 처리는 무처리보다는 생존율이 높았으나 12.6%의 저조한 생존율을 보였다.

Table 8. Emergence and survival percent of 2 year-old ginseng in the ginseng replanted field after fumigation and flooding.

Fumigation time	Emergence (%)	Survival percent (aerial parts)				
		May 10	June 10	July 10	Aug.10	Sept.10
May 25	97.9	97.9	97.9	95.5	92.4	91.6
August 15	96.6	96.6	96.7	93.3	91.6	90.2
October 15	97.9	97.9	97.3	94.7	92.9	92.4
Flooding (60 days)	90.0	90.0	70.4	25.0	13.5	12.6
Control	77.5	77.5	57.8	2.7	0.0	0.0

3년근 출아율과 시기별 지상부 생존율을 조사한 결과(Table 1-8B), 출아율은 2년근에서와 같이 처리시기에 따라 차이가 없이 75%~73%의 출아율을 보였다. 식재당년의 출아율과의 비교에서는 20%정도의 출아율이 감소하여 3년근에서는 방제효과가 다소 감소하였다. 이와는 대조적으로 훈증제 미처리 또는 담수만 60일 하였을 경우는 근부병으로 인해 출아가 되지 않았으며, 담수시 2년근에서는 다소 효과적이었지만 3년근에는 효과가 없어 앞으로 담수기간에 대한 검토가 이루어져야 할 것으로 생각된다. 시기별 생존율은 훈증제처리시 5월처리구가 72.5%로 가장 높았으며 10월처리구가 가장 낮았다. 이는 토양내 근부병의 밀도가 상당히 높으며, 훈증제 처리시 10월 처리가 토양수분 과다에 의한 효과 감소로 생각된다. 따라서 훈증제 처리시



기상 및 인삼의 시기별 작업상황을 고려하면 예정지 관리후에 훈증제를 처리하는 것보다는 예정지 관리전 훈증제를 처리하는 것이 효과적이라고 할 수 있다.

Table 9. Emergence and survival rates of 3 year-old ginseng in the ginseng replanted field after fumigation and flooding.

Fumigation time	Emergence (%)	Survival rate (aerial parts)				
		5. 10	6. 10	7.10	8.10	9.10
May 25	75.4	75.4	75.0	74.5	73.5	72.5
August 15	74.6	74.6	73.5	71.5	71.0	70.3
October 15	73.3	71.5	70.7	67.5	65.5	65.2
Flooding (60 days)	-	-	-	-	-	-
Control	-	-	-	-	-	-

담수 및 토양훈증 시기별 지상부 생육은 식재 당년 2년생에서는 훈증제 처리시기별로 뚜렷한 차이를 보이지 않았으나 5월처리시 엽장, 엽폭, 경직경등이 다소 높은 경향을 보였다(Table 1-9). 3년근은 2년근과 같이 훈증제 처리시기별 뚜렷한 차이를 보이지 않았으나 5월처리구가 엽장과 엽폭의 생육이 좋았으며, 경장과 경직경은 10월 처리시 생육이 양호하였다.

Table 10. Characteristics of aerial parts in replanted field after fumigation and flooding.

Fumigation time	Leaf length (cm)		Leaf width (cm)		Stem length (cm)		Stem diameter (mm)	
	2*	3	2	3	2	3	2	3
May 25	6.0	11.2	2.9	5.1	9.9	22.6	2.2	3.5
August 15	5.1	10.9	2.7	5.2	8.4	23.4	1.9	3.7
October 15	5.3	10.3	2.8	4.9	8.8	21.5	2.0	3.3
Flooding (60 days)	5.0	-	2.8	-	9.1	-	2.1	-
Control	-	-	-	-	-	-	-	-

\* Age of ginseng

담수 및 토양훈증시기가 지하부에 미치는 영향을 조사한 결과(Table 1-10) 근중, 근장 및 근직경의 지하부 2년근 생육은 5월 훈증제처리구가 8월과 10월 처리구보다 양호한 생육을 보여 5월에 토양훈증제를 처리하는 것이 효과적인 것으로 나타났다. 적변율은 8월 처리에서만 12% 발생하였다. 3년근은 훈증제 처리구에서 건전삼일 경우 생육은 비슷한 경향을 보였다. 적변율은 5월 훈증제처리구가 4.5%로 가장 낮았으며 8월 처리가 2년근과 마찬가지로 15.5%의 높은 적변율을 보였다. 이는 8월 훈증제 처리시 유기물의 분해가 늦어진 결과로 생각된다. 따라서 지하부 생육은 5월 훈증제 처리시기가 양호하며, 적변율이 적어 가장 효과적이었다.

Table 11. Characteristics of root parts in replanted field after fumigation and flooding.

Fumigation time	Root weight (g)		Root length (cm)		Root diameter (mm)		Rusty Root rates(%)	
	2*	3	2	3	2	3	2	3
May 25	3.7	20.5	16.6	23.2	10.8	17.7	0.0	4.5
August 15	2.4	20.3	15.5	22.5	8.5	16.6	12.5	15.5
October 15	2.9	20.5	15.8	23.5	8.9	16.9	0.0	7.5
Flooding (60 days)	1.4	-	-	-	-	-	-	-
Control	-	-	-	-	-	-	-	-

\* Age of gineng

담수 및 토양훈증제 처리에 따른 2년근 인삼의 근부병 발생율을 조사한 결과(Fig 1-1) 5월에 토양훈증제를 처리한 구가 2.5%로 근부병 방제에 가장 효과적이었고, 10월 처리구는 5.0%, 8월처리구는 10%의 적은 발생율을 보였다. 무처리구에서는 6월부터 급격히 발생되어 8월 이후에는 완전 부패하였고, 담수시에는 6~7월에 이병되어 9월에는 50%정도 발생하여 무처리 보다 는 근부병 발생율이 낮았다.

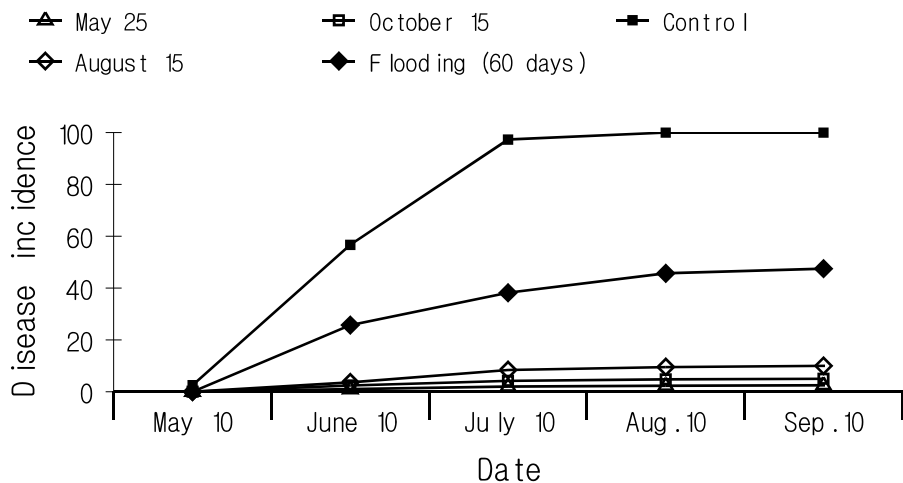


Fig 1. Disease incidence of 2 year-old ginseng in replanted field after fumigation and flooding.

담수 및 토양훈증제 처리에 따른 시기별 3년근 인삼의 근부병 발생율을 조사한 결과(Fig 1-2) 훈증제 처리시기중 5월 처리구가 30.5%로 근부병 방제에 가장 효과적이었고, 8월과 10월처리구도 33.7%, 36.5%의 적은 발생율을 보였으나 무처리구는 2년근 8월에, 담수 60일 처리구는 2년근 동절기에 완전부패하였다.

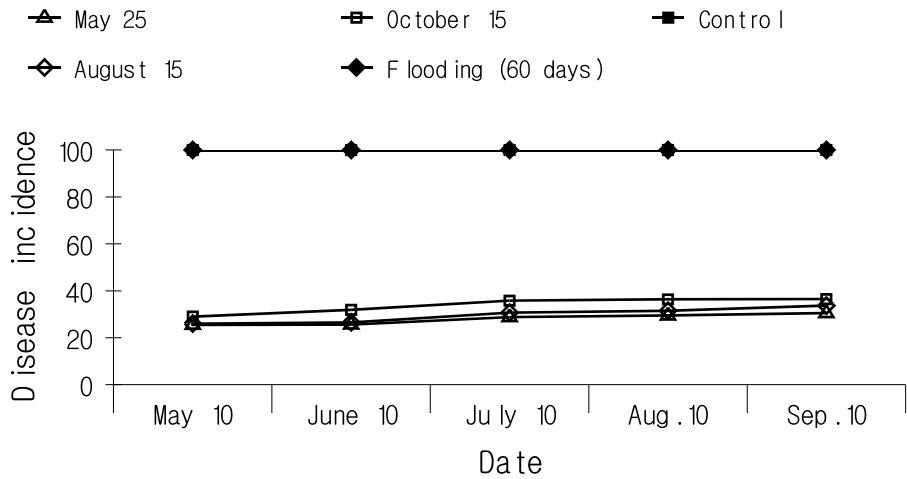


Fig 2. Disease incidence of 3 year- old ginseng in replanted field after fumigation and flooding.

바. 담수, 토양훈증 시기별 생존율 및 수량

인삼 연작지 훈증제 처리시기별 생존율을 조사한 결과(Table 1-11) 2년근의 경우 92.7%~95.5%의 높은 생존율을 보였으며, 3년근에서도 다소 감소하여 69.8%~75.6%의 생존율을 보였다. 처리시기별로는 5월처리구가 가장 생존율이 높아 효과적이었다. 훈증제 무처리시 담수처리구에서만 2년근에서 53.5%의 생존율을 보여 무처리보다는 효과적이었지만 3년근에서는 근부병에 의해 모두 고사하였다. 각처리별 수량은 5월처리구가 8월처리구 357.4kg 및 10월처리구 343.2kg보다 높은 371kg의 수량을 보여 가장 효과적이었다.

Table 12. Root yield and survival percent of 2, 3 year-old ginseng in replanted field after fumigation and flooding.

Fumigation time	Survival percent (%)		Yield (kg/10a)
	2 year-old	3 year-old	
May 25	95.5	75.6	371.5
August 15	92.7	73.4	357.4
October 15	94.7	69.8	343.2
Flooding (60 days)	53.5	-	-
Control	-	-	-

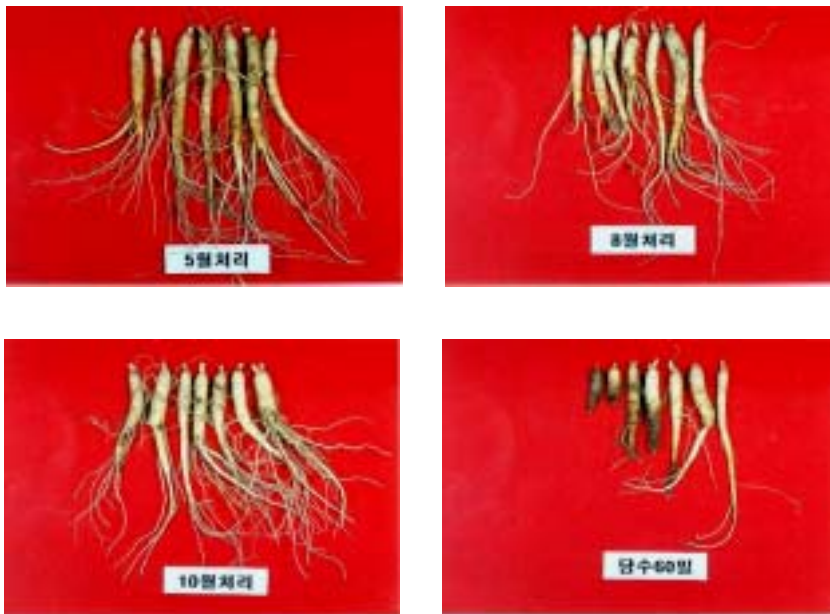


Photo 1. Growth of 2 year-old roots in replanted field after fumigation and flooding.



Photo 2. Growth of 3 year-roots in replanted field after fumigation and flooding.

### 제 3 절 연작지 훈증후 여러유기물 시용에 따른 인삼 생육 및 근부병 방제 효과

#### 1. 재료 및 방법

##### 가. 공시포장

본 시험은 충남 금산군 금성면 의총리의 농가포장으로 근부병이 발생되어 3년근에 수확한 포장(인삼재배기간 '96. 11~2000. 3월, 직파 3년근 수확)을 2000. 4월에 임차하여 공시포장으로 선정 시험을 수행하였다. 공시포장의 수확량은 평당 0.2kg으로 초작지 평균 1.9kg의 10%로 수량감소 요인은 근부

병이었다.

#### 나. 처리내용

인삼 수확포장을 토양훈증 후 호밀시용후+옥수수, 수단그라스 재배, 갈잎, 퇴비, 볏짚, 무처리구로 나누었다. 토양훈증처리는 토양훈증제 다조메입제 (40kg/10a)를 5월 25일 상면에 고루살포한 후 경운 및 로타리를 2회 반복 후 6월 2일까지 비닐을 9일간 피복하였으며 비닐을 제거후 2회 로타리 작업으로 잔류gas를 제거하였다. 토양훈증 후 호밀짚, 갈잎, 퇴비(팽연왕겨40+청초40+채종박10+갯묵6+어분1+쌀겨1+골분1+계깍질1, 부숙기간 12주), 볏짚을 1,200kg/10a을 각 처리별로 시용후 로타리하여 토양과 혼합하였으며, 호밀짚 시용구는 옥수수 파종구와 수단그라스 파종구를 두어 6월 8일 파종하여 8월 3일 까지 재배하였다. 무처리구는 수시로 경운만하였다. 8월 옥수수 및 수단그라스 예취하여 토양 혼합 후 11월까지 수시 경운 관리하였다. 11월초 인삼재배를 위한 두둑 및 이랑(0.9mx 0.9m)을 만들었으며, 이듬해 3월 20일경 건전한 묘삼(80본/750g)을 칸당(1.8mx0.9m) 80본(8행x10열)씩 이식하였다. 이식 후 상면에 볏짚꺼치로 덮어주었다. 해가림 설치는 4월 20일경 PE차광망(2중직 + 4중직)으로 설치하였다. 이후 병해충방제 및 관리는 표준인삼경작방법에 준하여 실시하였다.

#### 다. 조사내용

##### 1) 토양훈증 후 유기물 시용량 및 환원량 및 성분함량

토양훈증후 유기물 시용후 녹비작물 재배시 생육정도를 파악하기 위해 8월 2일 예취하여 생체중 및 건물중을 조사하였으며 성분분석은 시료를 105℃에서 항량이 될 때까지 건조하여 수분함량을 구한 다음, 싸이크론 밀로 분쇄하여 0.1mm 체를 통과시켜 분석시료로 하였다. 건조시료를 일정량 취하여 마이크로웨이브용 용기에 넣고 증류수를 10ml를 가하여 적신 다음 농질산 5ml를 가하여 잘 혼합하여 주고 밀봉한 다음 초단파마이

크로웨이브로 20분간 분해하였다. 상온으로 냉각시킨후 Whatman No.6 여과지로 여과하여, Total phosphate(T-P), K, Ca, Mg 및 중금속 성분을 ICP로 분석하였다.

## 2) 토양이화학성 분석

토양의 분석은 토양을 채취하여 음지에서 풍건한 후 20mesh를 통과하도록 분쇄하였다. 분쇄된 시료는 1:5(시료:증류수) 방법에 의한 토양 pH(pH meter MP225) 및 전기전도도(Orion conductivity meter M162)를 이용하여 측정하였다. 시료의 유기물 함량은 Tyurin 방법으로, 인산은 Lancaster법으로 침출후 비색정량 하였다. 또한 치환성양이온(K, Ca, Mg, Na)은 Inductivity Coupled Plasma Optical Emission Spectrometer(GBC Integra XMP. Australia)를 사용하여 분석하였다(농촌진흥청, 1978).

## 3) 토양 미생물상

훈증제 처리후 토양미생물상 변화를 알기 위하여 세균, 진균, 방선균의 밀도를 조사하였다. 조사는 각각의 선택배지를 이용하여 희석평판법으로 조사하였다

## 4) 인삼생육 및 병 발생 효과

시험구간별 출아율, 생존율 및 생육상황을 시기별 및 년생별로 칸당 3반복으로 조사하였으며, 지하부 생육은 10월초 뿌리를 채굴하여 생육상황 및 적변율, 근 부패율등 조사하였다.

## 2. 결과 및 고찰

### 가. 토양훈증 후 유기물 시용량, 환원량 및 성분분석

인삼 연작지 토양훈증 후 유용미생물 번식 및 연작지 토양이화학성 개선용 적정 유기물을 선발하고자 5월에 토양훈증 처리 후 갈잎등 유기물과 녹비를



재배한 후 토양에 환원하였다. 토양훈증후 유기물을 시용하고 녹비작물인 옥수수, 수단그라스를 재배한 결과(Table 2-1) 생물중은 수단 그라스가 4,500kg/10a로 약간 높았으나, 건물중은 옥수수가 다소 높은 경향이였다. 또한 건물중으로 계산 토양으로 환원시 수량이 높아 유기물을 보충하는데 충분할 것으로 보였으며, 토양훈증제 처리후 유기물시용 및 녹비작물 재배가 예정지 관리에 상당히 효과적일 것으로 생각된다.

Table 13. Yield of sudangrass and maize in ginseng harvested soil after fumigation

Crops	Yield (kg/10a)	
	Fresh	Dry
Maize	4,400	1,000
Sudan grass	4,500	900

처리된 유기물 및 재배한 녹비작물의 성분분석을 한 결과 Table 2-2와 같다. 인삼 재배시 가장 좋은 유기물원인 갈잎에 비해 질소함량은 활성퇴비가 2.1%로 가장 높았고, 다른 유기물은 갈잎에 비해 다소 낮은 경향이였다. K<sub>2</sub>O는 모든 유기물이 갈잎에 비해 높았고 CaO은 호밀, 수단그라스, 옥수수가 갈잎에 비해 다소 낮은 경향이였으며 다른 성분들은 비슷하였다.

Table 14. Chemical components of organic matter for applied resources of organic matter(%)

Resources of organic matter	T-N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO	MgO	OM	T-C	C/N
Leaves(oak)	1.4	0.4	0.7	1.7	0.5	92.6	51.5	42.5
Wheat	0.9	0.5	1.9	0.5	0.1	95.2	52.9	60.4
Rice straw	0.8	0.4	2.2	1.5	0.3	84.5	46.9	59.4
Sudangrass	0.8	0.1	2.1	0.2	0.2	94.7	52.6	64.1
Maize	0.8	0.5	2.4	0.6	0.4	83.8	46.6	62.1
Compost	2.1	0.6	0.9	1.1	0.4	89.6	49.8	23.7

나. 인삼연작지 토양훈증 후 유기물시용 및 녹비작물 재배에 따른 토양화학성  
삼연작지 토양훈증후 토양개량을 위하여 몇가지 유기물을 시용하고 녹비작  
물을 재배한후 토양 화학성을 조사한 결과는 Table 2-3과 같다. 산도는 처  
리간 비슷한 경향이였으며, 유기물은 무시용에 비해 증가하였으며 벅짚 >  
갈잎 > 호밀 + 녹비작물 재배 처리구 순으로 높았다. 인산은 처리간 비슷하  
였으며 활성퇴비 시용구가 다소 높은 경향이였다. 칼리, 칼슘, 마그네슘은  
무처리에 비해 모두 증가하였으며, 칼슘, 마그네슘은 활성퇴비 시용구가 가  
장 높았다. 유기물 처리에 의한 염농도는, 유기물 시용으로 50%이상 낮아졌  
으며, 벅짚처리시 가장 낮았다. 인삼 연작지 훈증후 유기물 처리시 유기물  
및 무기성분의 증가등 효과가 있으며, 염농도의 감소에 가장 효과적이였다.

Table 15. The Chemical properties of soil in fumigation followed by application of  
organic matter.

Resources of organic matter	pH (1:5)	O.M. (%)	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (ppm)	Ex. cation(cmol+/kg)			EC (ds/m)
				K	Ca	Mg	
Wheat fb Maize	6.3	1.65	153	0.19	10.03	2.03	0.23
Leaves(oak)	6.3	1.82	152	0.22	10.61	2.10	0.25
Wheat fb Sudangrass	5.9	1.65	151	0.26	10.66	2.09	0.14
Compost	5.8	1.20	173	0.27	12.04	2.42	0.13
Rice straw	5.8	1.92	152	0.25	11.22	2.28	0.09
Control	6.2	1.16	151	0.18	6.27	1.85	0.42

\* Soil sampled in September., 2000, fb : followed by

토양훈증후 유기물 및 녹비작물 재배후 토양관리를 하여 인삼을 2년간 재  
배한후 토양화학성을 분석한 결과(Table 2-3B), 산도는 pH 5.8~6.2로 처리  
간 비슷한 결과를 보였으며, 유기물함량은 호밀 시용후 녹비작물 재배시 높

았으며, 볏짚 시용시 1.28%로 무처리 0.82% 보다 높아 유기물 함량이 증가하는 효과를 보였다. 인산 및 칼리 성분은 무처리에 비해 높았으나 큰 차이를 보이지 않았다. 칼슘은 유기물 처리시 9.0~10으로 무처리 6.9에 비해 높았으며, 마그네슘은 유기물 시용 및 녹비작물 재배구가 무처리에 비해 높았으며, 호밀시용+옥수수재배 및 볏짚 시용구가 2.2로 가장 증가 하였다. 염농도는 무처리 0.44에 비해 유기물 시용 및 녹비작물 재배시 0.25로 낮아 염농도의 감소에 효과적이었으며, 활성퇴비 처리구가 0.16으로 가장 효과적이었다.

Table 16. The chemical properties of ginseng cultivated soil for two years after fumigation and organic matter application.

Resources of organic matter	pH (1:5)	O.M. (%)	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (ppm)	Ex. cation(cmol+/kg)			EC (ds/m)
				K	Ca	Mg	
Wheat fb Maize	6.0	1.60	144	0.42	10.0	2.2	0.25
Leaves(oak)	6.0	1.40	143	0.43	9.6	1.8	0.31
Wheat fb Sudangrass	5.8	1.52	147	0.44	9.5	1.7	0.25
Compost	6.2	1.51	147	0.44	9.3	1.6	0.16
Rice straw	6.2	1.28	142	0.46	9.0	2.2	0.20
Control	5.9	0.82	140	0.41	6.9	1.5	0.44

\* Soil sampled in September, 2002

다. 인삼연작지 토양훈증 후 유기물시용 및 녹비작물재배에 따른 미생물상 변화

토양훈증제 처리후 유기물 시용 및 녹비작물을 재배하여 토양 미생물상을 조사한 결과(Table 2-4), 세균의 경우 갈잎 시용구가 예정지 관리후에는 높았으나 인삼 1년재배 후는 호밀시용+옥수수재배구가 높았으며, 인삼 2년 재

배재시 유기물 처리구별로는 비슷한 경향이나 활성퇴비 및 무시용구는 낮았다. 진균도 세균과 비슷한 경향을 보여 인삼 2년 재배후에는 유기물 처리간 비슷하였으며, 무처리 및 퇴비시용구 보다 높았다. 방선균은 초기에는 갈잎 및 호밀시용+수단그라스 재배구에서 높았으며, 인삼 1년 재배후에는 호밀시용+옥수수재배구가 높았다. 인삼 2년 재배후에는 갈잎시용구에서 높았으나 유기물처리간 비슷한 경향을 보였다. 토양훈증제 처리후 유기물 처리물 밀도 변화는 세균에서 가장 크고, 방선균의 밀도 변화가 적었다. 이는 유기물별 분해시기 및 미생물의 증식속도, C/N율등에 의한 결과로 호밀시용+옥수수재배지에서 미생물 변화 폭이 큰 것을 확인할 수 있었으며, 발효를 시켜 시용한 퇴비구에서는 변화가 적었다. 또한 토양속에서 미생물상의 안정화에 필요한 시기는 2년정도 필요한 것으로 생각되며, 1년 관리시는 어느정도 부숙시켜 시용하는 것이 효과적일 것으로 생각된다.

Table 17. Density of microorganism in ginseng cultivated soil in fumigation followed by application of organic matter (cfu/g soil).

Resources of organic matter	Microorganism								
	Bacteria( $\times 10^6$ )			Fungi( $\times 10^4$ )			Actinomycetes( $\times 10^5$ )		
	A	B	C	A	B	C	A	B	C
Wheat fb Maize	41.5	190.0	4.9	30	50.0	6.7	1.5	4.0	3.5
Leaves(oak)	77.0	45.0	3.7	15	7.5	5.4	10	0.5	4.5
Wheat fb Sudangrass	23.5	45.0	3.8	20	20.0	5.8	8.0	1.5	3.9
Compost	17.0	12.0	2.1	5	2.8	3.5	10	0.4	2.6
Rice straw	28.0	20.0	3.5	5	15.0	4.6	20	2.5	3.0
Control	46.5	5.0	2.0	15	10.0	2.5	10	0.5	1.5

\* Soil sampled in September, 2000(A), 2001(B), 2002(C)

라. 토양훈증후 유기물시용 및 녹비작물재배에 따른 인삼생육 및 근부병 발생

인삼연작지의 토양훈증후 유기물 처리결과 식재당년 2년근의 출아율은 Table 2-5와 같다. 훈증후 유기물 처리 및 녹비작물재배구는 출아율이 98.8~100%로 매우 양호하였으며 시기별 지상부 생존율도 9월까지 91.5%~94.2%로 높은 출아율을 유지하였다. 이와는 대조적으로 무처리시 출아율은 98.5%의 높은 출아율을 보였지만 6월 10일경부터 생존율이 급감하여 9월에는 65%의 낮은 생존율을 보였다. 따라서 훈증제 무처리시 인삼의 연작은 근부병의 심한 피해를 확인할 수 있었으며, 훈증제의 처리는 효과적이었다.

Table 18. Emergence and survival percent of 2 year-old ginseng in the ginseng replanted field in fumigation followed by application of organic matter.

Resources of organic matter	Emergence (%)	Survival rates(areal parts)				
		May10	June10	July10	Aug.10	Sep.10
Wheat fb Maize	98.8	98.8	98.8	97.8	98.8	91.5
Leaves(oak)	99.5	99.5	99.5	98.7	95.3	92.6
Wheat fb Sudangrass	99.5	99.5	99.7	97.4	92.8	91.5
Compost	100.0	100.0	99.5	98.7	94.6	93.5
Rice straw	98.8	98.8	98.8	96.5	95.3	94.2
Control	98.5	98.5	88.3	78.7	68.0	65.0

3년근의 출아율과 시기별 지상부 생존율을 조사한 결과(Table 2-5B) 출아율은 호밀시용+옥수수재배구가 82.1%로 다소 감소하였으며, 그 외 훈증제 처리구는 94.2%~97.5%로 높은 출아율을 보였다. 무처리구는 2년근 출아율 98.5%보다 급감한 51.1%로 낮은 출아율을 보였다. 시기별 생존율은 출아율이 낮았던 호밀시용+옥수수재배구가 생육후기에도 81.0%로 다른 유기물 처리구의 생존율 92.5%~94% 보다 낮은 경향을 보였으며, 무처리구는 6월 10일경 35.5%, 9월에 10%로 대부분 근부병에 의해 고사하였다.

Table 19. Emergence and survival percent of 3 year-old ginseng in the ginseng replanted field in fumigation followed by application of organic matter.

Resources of organic matter	Emergence (%)	Survival percent (areal parts)				
		May10	June10	July10	Aug.10	Sep.10
Wheat fb Maize	82.1	82.1	81.5	81.0	81.0	81.0
Leaves(oak)	94.2	94.2	93.5	92.5	92.5	92.5
Wheat fb Sudangrass	94.6	94.6	94.0	93.0	93.0	93.0
Compost	97.5	97.5	96.5	94.0	93.5	93.5
Rice straw	95.5	95.5	94.0	94.0	94.0	94.0
Control	51.1	51.1	35.5	15.5	12.8	10.0

토양훈증후 유기물별 시용 및 녹비작물재배에 따른 지상부 생육은 Table 2-6와 같다. 2년근의 엽장은 무처리, 호밀+옥수수재배구가 높았으며, 엽폭과 경장도 비슷한 경향이었고 경직경은 호밀+수단그라스재배, 호밀 옥수수재배구가 다소 높은 경향이였다. 3년근의 엽장, 엽폭등 지상부 생육은 훈증제 처리시 비슷한 경향을 보였으나 벗짚시용구가 다소 낮은 생육상황을 보였다. 무처리시 지하부 근부병 발생으로 모든 생육상황이 저조하였다.

Table 20. Characteristics of aerial parts in replanted field in fumigation followed by application of organic matter.

Resources of organic matter	Leaf length (cm)		Leaf width (cm)		Stem length (cm)		Stem diameter(mm)	
	2*	3	2	3	2	3	2	3
Wheat fb Maize	6.0	12.2	3.1	5.3	8.8	22.6	2.2	3.8
Leaves(oak)	5.3	12.2	2.6	5.3	8.2	26.8	2.0	4.0
Wheat fb Sudangrass	4.9	11.9	2.7	5.4	8.4	26.0	2.6	3.8
Compost	5.7	12.3	3.0	5.6	7.3	24.1	1.9	3.9
Rice straw	5.1	11.0	2.8	5.0	7.1	23.4	1.8	3.6
Control	6.5	5.5	3.3	3.0	8.2	16.5	2.0	2.3

\*Age of ginseng

토양훈증 후 유기물시용 및 녹비작물 재배별 지하부 생육은 2년근은 훈증제 처리시 무처리와 뚜렷한 차이를 보였으며, 유기물 처리별로는 유사한 경향이였다(table 2-7). 근중은 호밀+옥수수재배, 활성퇴비 처리구가 높은 경향이였으며, 근장은 호밀+수단그라스재배, 활성퇴비 시용구가 높았고, 근직경은 근중과 같이 호밀+옥수수재배, 활성퇴비 처리구가 높은 경향을 보였다. 적변율은 호밀시용+옥수수재배구에서만 5.5%로 높게 발생하였다. 3년근의 경우 훈증제 처리별로 비슷한 생육상황을 보였으나 근중은 갈잎시용구가 18.7g로 가장 높았으며 근장은 벚짚시용구가 근직경은 호밀시용+수단그라스재배구가 좋았다. 활성퇴비시용구는 근중과 근직경이 각각 13.5g과 14.9mm로 낮은 생육상황을 보였다. 적변율은 갈잎시용구를 제외하고는 2.1%~2.6%로 발생하여 비슷한 경향을 보였으나 갈잎시용구가 전혀 적변되지 않아 가장 효과적이였다.

Table 21. Characteristics of root parts in replanted field in fumigation followed by application of organic matter.

Resources of organic matter	Root weight (g)		Root length (cm)		Root diameter (mm)		Root rust rates(%)	
	2*	3	2	3	2	3	2	3
Wheat fb Maize	3.6	16.8	17.2	23.6	9.4	16.4	5.5	2.6
Leaves (oak)	3.2	18.7	18.9	23.1	7.9	16.3	0.0	0.0
Wheat fb Sudangrass	2.9	18.1	19.1	26.4	7.9	16.7	0.0	2.0
Compost	3.6	13.5	20.2	23.5	8.7	14.9	0.0	2.1
Rice straw	2.9	16.5	18.7	26.8	7.8	15.4	0.0	2.1
Control	1.5	5.6	-	-	-	-	-	-

\* Age of ginseng

연작지 토양의 토양훈증 처리 및 유기물 시용에 따른 2년근 포장의 근부병 발생율을 조사한 결과(Fig 2-1) 무처리구에서는 42.5%가 발생한 반면, 토양

훈증 후 유기물 처리시 0.0~16.5%의 근부병 발생율을 보여 토양훈증이 근부병 발생을 감소시키는데 상당히 효과적이었으며, 특히 벚지 시용구가 미발생하여 가장 근부병 방제에 효과적이었다. 활성퇴비, 호밀+수단그라스 재배구에서도 2.5%의 낮은 근부병 발생율을 보여 호밀시용+옥수수재배, 갈잎 시용구 보다는 효과적이었다. 시기별 근부병 발생율은 6월경에 시작하여 7월경에 집중적으로 발생하였으며 이는 무처리나 훈증처리구나 유사한 경향을 보였다.

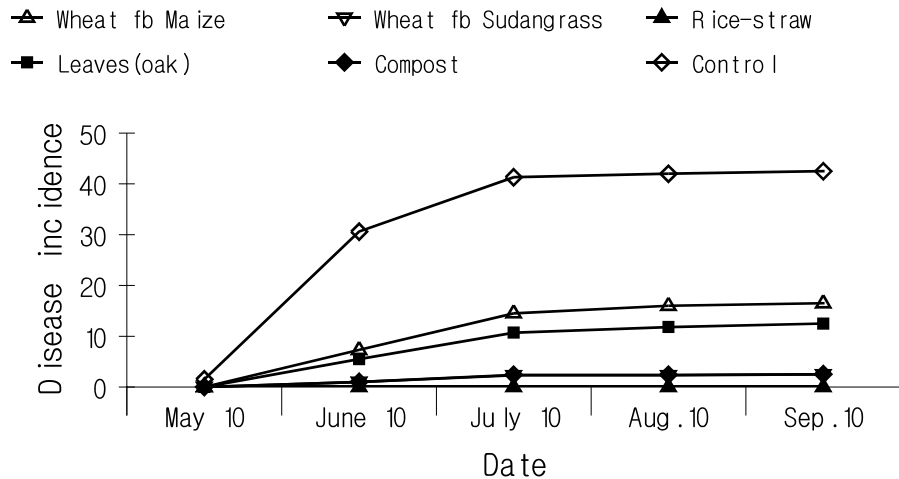


Fig 3. Disease incidence of 2 year-old ginseng in replanted field in fumigation followed by application of organic matter.

연작지 토양훈증 및 유기물 시용에 따른 3년근 포장의 근부병을 조사한 결과(Fig 2-2) 무처리구의 근부병 발생율은 73.3%로 매우 높은 발생율을 보였지만, 토양훈증 처리구인 호밀+옥수수재배구도 20.5%의 근부병 발생율을 보여 다른 처리구보다 비교적 높은 근부병 발생율을 보였다. 갈잎 처리구에서는 14.0%, 호밀시용+수단그라스 재배구 11.8%, 활성퇴비시용구 6.9%의 병



발생율을 보였으며, 볏짚 시용구가 3.1% 발생하여 가장 효과적이었다.

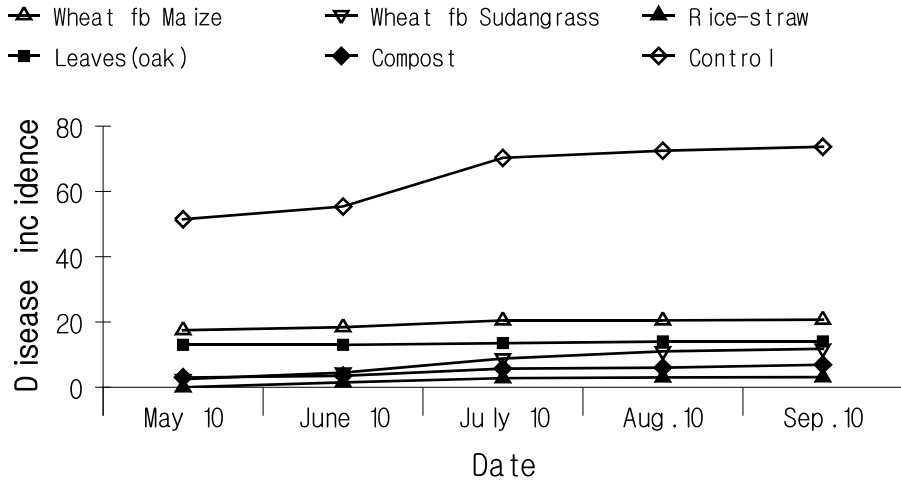


Fig 4. Disease incidence of 3 year-old ginseng in replanted field in fumigation followed by application of organic matter.

마. 인삼연작지 토양훈증후 유기물시용 및 녹비작물 재배에따른 생존율과 수량

인삼 연작지 토양훈증 및 여러 유기물 시용 및 녹비작물 재배에 따른 예정지 관리후 인삼재배시 생존율은 2년근의 경우훈증제 처리시 호밀시용+옥수수재배구를 제외하고 95%이상의 높은 생존율을 보였으며 3년근에서도 비슷한 경향을 보였으나 갈잎처리구가 88.7%로 10%정도 생존율이 감소하였다 (Table 2-8). 무처리시는 2년근에서 51.1% 3년근에서 28.5%의 생존율을 보여 연작에 의한 피해가 식재 당년부터 심하게 발생하여 재배 2년이면 대부분 고사하였다. 수량을 보면 호밀 시용+수단그라스 재배구 및 갈잎 시용구가 생존율은 활성퇴비에 비해 낮았지만 개체별 생육이 좋아 10a당 각각 409.4kg, 398.3kg으로 효과적이었다.

Table 22. Root yield and survival rate of 2, 3 year-old ginseng in replanted field in fumigation followed by application of organic matter.

Resources of organic matter	Survival rate (%)		Yield (kg/10a)
	2 year-old	3 year-old	
Wheat fb Maize	84.1	80.5	324.6
Leaves(oak)	96.2	88.7	398.3
Wheat fb Sudangrass	96.6	94.2	409.4
Compost	99.5	96.8	313.5
Rice straw	97.5	94.8	366.8
Control	51.1	28.5	38.3



Photo 3. Growth of 2 year-old roots in replanted field in fumigation followed by application of organic matter.



Photo 4. Growth of 3 year- and 2 year-old root in replanted field in fumigation followed by application of organic matter.



Photo 5. Comparison of survival rate of 3 year-old ginseng by soil fumigation in replanted ginseng field. A: control, B: soil fumigation

## 제 4 절 적 요

### 1. 담수 및 토양훈증 시기별 근부병 방제 효과

가. 인삼 연작지 토양에서의 묘삼 출아율은 95%로 양호하였고, 근부병 발생은 5월에 5%, 7월에는 80.5% 발생되었으며, 9월에는 100% 이병 되어 공시포장의 근부병 밀도가 상당히 높은 것을 확인할 수 있었으며, 병 발생 및 감염 시기는 주로 6월에서 7월임을 알 수 있었다. 또한, 감염 부위를 배양한 결과 병원균은 *Cylindrocarpon*으로 근부병의 주원인에 의한 피해임을 알 수 있었다..

나. 토양훈증 처리후 작물안정성은 5월과 8월 처리에서는 훈증 후 10일에 약해가 없었으며, 10월에 처리할 경우 15일 경과해야 가스피해가 없었다.

다. 토양훈증 처리후 토양내 미생물상은 세균이 가장 급속하게 증식되었는데 이것은 경쟁 관계의 진균과 방선균의 밀도가 감소한 이유로 보이고, 담

수 처리에서는 세균보다 방선균의 밀도가 높아 인삼의 연작기간을 단축할 수 있는 하나의 방법으로 사료된다.

라. 토양훈증 처리후 지상부 생존율은 2년근에서 9월까지 90% 이상의 높은 생존율을 보였지만, 담수 및 무처리 1에서는 9월에 각각 12.6%, 0%의 낮은 생존율을 보여 식재년도에 거의 고사되었고, 3년근에 와서는 훈증처리에서만 9월까지 70% 정도의 생존율을 보였다.

마. 토양훈증처리 포장에서 근부병 발생율은 5월 훈증시 2년근에서 2.5%의 가장 적은 발생을 보였고, 3년근에서도 30.5%로 가장 적었으나 대조구에서는 2년근에 근부병이 100% 발생하였다.

바. 토양 훈증시기별 생육에 대한 처리효과는 5월 처리시 2-3년생 인삼의 지상부, 지하부 생육이 모두 양호한 결과를 보였다.

사. 지하부 생존율은 5월 처리구에서 2년근 5.5%, 3년근은 75.6%로 가장 높았고, 수량도 371.5kg/10a로 가장 높았다.

## 2. 인삼 연작지에서 토양훈증후 여러 유기물 시용에 의한 토양개선효과

가. 분시험에 공시된 유기물의성분 분석 결과 활성퇴비가 T/N율과 인산함량 가장 높았고, 옥수수는 칼리가, 갈잎은 칼슘과 마그네슘이, 호밀은 유기물함량이 가장 높은 경향을 보였다.

나. 유기물 시용 및 녹비작물 재배에 따른 토양의 유기물 함량은 벼짚> 갈잎> 호밀+ 녹비재배구 순으로 높았다.

다. 토양훈증후 유기물 시용과 녹비작물 재배에 따른 세균, 진균 및 방선균

의 밀도조사결과, 토양에서 미생물상의 안정화에 필요한 기간은 2년 정도이며, 1년 토양 관리시에는 부숙된 유기물을 사용하는 것이 효과적인 것으로 나타났다.

라. 토양훈증후 활성퇴비 시용구에서 2년생 인삼의 출아율은 100%, 3년생 출아율은 97.5%로 가장 높았고, 지상부 생존율은 벚짚 시용구가 2년생은 94.2%, 3년생은 94%로 가장 양호 하였다.

마. 토양 훈증제 처리후 2년근 인삼의 엽장과 엽폭은 대조구가, 경장 과 경직경은 호밀시용+옥수수재배구가 가장 생육이 좋았고, 3년근 인삼의 엽장과 엽폭은 활성 퇴비구가, 경장 및 경직경은 갈잎 시용구가 가장 양호한 생육을 보였다

바. 토양훈증후 2년근 인삼의 근중은 호밀 시용 + 옥수수 재배구와 활성퇴비 시용구가 3.6g으로 가장 높았고, 3년근 인삼의 근중은 갈잎 시용구가 18.8g으로 가장 높았다.

사. 유기물 시용 및 토양훈증제 처리에 따른 근부병 발생율은 무처리에서 2년생 42.5%, 3년생은 73.7%의 높은 발생율을 보였지만, 토양훈증후 유기물 시용구에서는 2년생은 0-16.5%, 3년생은 3.1-20.7%의 낮은 발생율을 보였고, 그중 벚짚 시용구가 가장 적은 발생율을 보였다.

아. 토양훈증후 2-3년근의 지하부 생존율 및 수량을 조사한 결과 2년근의 생존율은 95% 이상의 높은 생존율을 보였고, 3년근에서도 90% 이상의 높은 생존율을 보였으며, 수량은 호밀시용 + 수단그라스 재배구에서 409.4kg/10a로 가장 높았다.

## 참고문헌

1. 김홍진, 박규진, 이순구, 이종화. 1997. 인삼 연작장해의 생물학적 방제연구. 인삼 연구보고서(인삼재배 : 환경 및 육종편), PP.1-141. 한국인삼연초연구소.
2. 김희규. 1995. 우리나라 식물병의 생물학적 방제에 대한 현황과 발전전망. 식물균병학연구. pp.319-336. 한림원.
3. 박규진, 박은우, 정후섭. 1997. 유묘 근부병 진전에 따른 인삼재배 토양의 유형. 한국식물병리학회지 13: 37-45.
4. 박규진, 유연현, 오승환. 1997. 토양수분함량에 따른 인삼 근부병균인 *Cylindrocarpon destructans* 및 토양미생물의 밀도 변화. 한국식물병리학회지 13: 100-104
5. 박규진, 정후섭. 1997. 인삼유묘 근부병 진전에 따른 토양균별 특성. 한국식물병리학회지 13: 46-56.
6. 박규진, 조대휘, 유연현, 오승환. 1997. 연작지에서 2년생 인삼의 근부병 진전 근권 미생물 밀도변화. 한국식물병리학회지 13: 262-268.
7. 박은경, 김상석, 김영호, 김시관, 박규진, 채순용, 윤지병, 김동성. 1991. 미생물농약 개발에 관한 연구. 과학기술처 특정연구개발 사업보고서, 101pp.
8. 북성해. 1992. 차세대 생물농약 개발 현황과 전망. 한국식물병리학회 특별 심포지움-식물병 방제와 농약의 합리적 사용, pp.78-99. 한국식물병리학회.
9. 유연현, 오승환, 김기황, 박규진, 조대휘. 1997. 인삼 연작장해 해소 및 병해충 방제. 인삼연구보고서(재배분야), pp.79-155. 한국인삼연초연구소.
10. 이광승, 박은경, 김영호, 박규진. 1991. 미생물농약 개발에 관한 연구. 유전공학 연구보고서(인삼 및 연초편), pp.69-141



11. 이일호, 박현석, 박찬수, 김효근, 변정수, 오승환. 1997. 청정인삼 생산 및  
답진윤환 재배법 연구. pp.157-216. 인삼연구보고서(재배분야), 한국인  
삼연초연구원.
12. 정봉구. 1995. 고추 역병의 생물학적 방제. 식물균병학연구. pp337-353. 한  
림원.
13. 정영륜. 1995. 식물병원진균을 이용한 잡초의 생물학적 방제. 식물균병학연  
구.  
pp.355-372. 한림원.
14. Caesar, A. J. and Burr, T. J. 1991. Effect of conditioning, betain, and  
sucrose on survival of rhizobacteria in powder formations. *App.  
Environ. Microbiol.* 57: 168-172.
15. Chung, H. S. 1994. Past, present, and future researches on biological  
contral of plant diseases in Korea. *Poc. Int.. Sympo. on Biological  
Contral of Plant diseases*, pp.1-10. Korea Society of Plant  
Pathology, Korea.
16. Connick, W. J. Jr. 1998. Fornulation of living biological contral agents  
with alginate. pages 241-250. in Cross and H. B. Scher (eds),  
*Pesticide formulations: Innovations and developments*. American  
Chemical Society.
17. Oh, Byung Youl. 1998. Present status and future trends of pesticide  
formulations. *Proceedings of international symposium on recent  
technology of chemical contral of plant disease*. pp.88-119. Korea  
Society of Plant Pathology, Korea.
18. Suslow, T. V. 1982. Role of root-colonizing bacteria in plant growth.  
pages 187-224. in M. S. Mount and G. H. Lacy (eds),  
*Phytopathogenic prokaryotes*, Vol.1. Academic Press.
19. 안용준, 김홍진, 오승환, 최승윤. 1982, 연작지 토양에서 토양훈증제 처

- 리가 인삼의 근부, 적변, 및 생육에 미치는 영향. 고려인삼 학회지 6 : 164-173
20. 최재을. 2000. 토양미생물제 처리가 인삼 생육에 미치는 영향. 충남대학교 농과대학 농업과학 연구소 연구용역보고서
  21. Chung,H. S. 1975. Rept. Tottori Mycol. Inst. Japan 12. p.127
  22. 홍순근, 오승환, 유연현. 1992. 인삼 토양병해충방제 및 농약개발 연구. 한국인삼연초연구소 인삼 연구보고서 : 121~160
  23. 한국인삼연초연구원. 1996. 최신 고려인삼재배
  24. 정후섭. 1979. 인삼의병. 한국식물병리 학회창립 15주년 기념 연구 논문 pp107-144
  25. 조재성, 김충수. 1994. 고려인삼의 답전윤환 재배에 관한 기초연구. 한국과학재단 연구보고서 : p1~20
  26. 조대휘, 유연현, 오승환, 이호자. 1996. 인삼 근부병균 *Cylindrocarpon destructans*(Zinssm.) Scholten의 포자 생성에 미치는 배양 기간, 온도, pH의 영향, 고려인삼 학회지 20(1) : 88 ~ 95.
  27. 유성준, 조진웅, 조재성, 유승현. 1996. 인삼 근부병균(*Cylindrocarpon destructans*) 후막포자의 형성 및 발아에 영향을 주는 물리화학적 요인. 한국식물병리 학회지 12(4)422~427.
  28. 농촌진흥청. 농업기술연구소. 토양화학(식물체)분석법. 1978.
  29. 농촌진흥청. 2000. 인삼재배기술
  30. 김홍진, 박규진, 이순구, 이종화 1987. 인삼 연작장해의 생물학적 방제 연구. PP. 1-141. 인삼 연구보고서
  31. 목성균. 1998. 수삼의 품질 향상을 위한 재배법 개선 연구. 1-55. 인삼 연구결과 년차 보고서
  32. 원준연, 조재성 1999. 고려인삼의 직파재배에 관한 조사 연구. 한국약용작물 학회지 7(4) : 308-313
  33. 김충희, 양성석, 한기돈. 1998. *Pythium myriotyrum* 에 의한 생강 근

- 부병의 포장내 발병진전에 미치는 토양훈증, 살균제 시용, 좁은 이랑재 배효과. 한국식물병리학회 14(3) : 253-259
34. 조대휘, 유연현. 2000. 초음파 처리에 의한 인삼 근부병균 *Cylindrocarpon destructans* 후막포자의 분리. 고려인삼학회지24(2) : 53-57
35. 박훈. 1982. 인삼의수분생리(3) 토양수분, 생리장해, 병해충과 품질. 고려인삼학회지6(2) : 169-203
36. 官擇洋一, 萩原博司. 1976. 藥用 コンジン栽培土壤 水田輪環しな場會にをけろ 水田年數と根腐病發生との關係. 長野園試報告 13:37
37. 官擇洋一, 萩原博司. 1972. 藥用 コンジンの連作障害とその 防止に關する 研究. 長野園試報告 9:109
38. 김요태, 김홍진, 이순구. 1980. 근부병방제연구, 인삼 시연보 p357. 고려인삼연초연구소
39. 김선익. 1997. 근권길항세균을 이용한 인삼병의 생물학적 방제에 관한 연구. 충남대학교 석사학위논문
39. 김선익, 성봉재, 김현호, 김흥기. 1999. 인삼재작지에서 토양훈증제 Dazomet 처리시 뿌리썩음병 방제 효과. 한국양용작물학회지 제 7권 별책 2호 : 34-35

## 주 의

1. 이 보고서는 농림부에서 시행한 농림기술 개발사업의 연구보고서입니다.
2. 이 보고서 내용을 발표할 때에는 반드시 농림부에서 시행한 농림기술개발사업의 연구결과임을 밝혀야 합니다.
3. 국가과학기술 기밀유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 아니됩니다.