

최 종  
연구보고서

고려인삼의 답전윤환 재배(논삼)에서  
잡초방제 및 논제초제 잔류경감 기술에 관한 연구

Weed Control Practices and Reducing Techniques  
of Residues of Rice Herbicides in Ginseng  
Gardens of Paddy-Upland Rotation Fields

연구기관  
충남대학교

협동연구기관  
금산인삼약초시험장

농 립 부

## 제 출 문

농림부 장관 귀하

본 보고서를 “고려인삼의 담전유훈재배(논삼)에서 잡초방제 및 논제초제 잔류경감 기술에 관한 연구” 과제의 최종보고서로 제출합니다.

2007년 8월 8일

주관연구기관명 : 충남대학교

총괄연구책임자 : 변종영

세부연구책임자 : 변종영

협동연구기관명 : 금산인삼약초시험장

협동연구책임자 : 김현호

연구원 : 성봉재

연구원 : 김선익

# 요 약 문

## I. 제목

고려인삼의 답전윤환재배(논삼)에서 잡초방제 및 논제초제 잔류경감 기술에 관한 연구

## II. 연구개발의 목적 및 필요성

최근 우리나라에서는 쌀 수확량은 증대되고 있고, 국민의 쌀 소비량은 계속 감소되어 정부의 쌀 재고부담은 계속 증가되어 심각한 문제로 대두되고 있는 실정이다. 그러므로 농림부에는 쌀 재고부담을 줄이기 위하여 쌀 생산을 감소시킬 방안으로 일정기간 경작을 쉬고 논리거나 타작물을 재배하는 경우 정부가 보조금을 지급하는 쌀 생산조정제를 2003년부터 실시하고 있는 실정에서 논에서 인삼 재배를 유도함으로써 쌀 생산을 적절히 조절함은 물론 쌀 생산조절을 도모하는 한편, 인삼 생산을 확대시킬 수 있는 인삼의 답전윤환재배 기술이 절실히 요청되고 있다.

한편 벼를 심었던 논을 밭으로 전환하여 인삼을 재배하는 답전윤환재배 경우에는 잡초의 생육환경이 현저하게 변화되어 논잡초와 밭잡초가 모두 다양하게 발생되어 잡초피해가 우려되기 때문에 잡초방제에 관한 연구는 매우 중요하지만 답전윤환 인삼재배에서는 아직까지 이루어진 바 없다.

토양에서 제초제의 잔류와 윤작에서 제초제의 토양잔류에 대한 후작물의 감수성은 제초제 처리 후에 파종된 후작물에 대한 약해유발 위험성에 영향을 미치는 주된 요인이 된다. 모든 논에서 벼를 재배할 때 토양처리 논제초제를 처리하는 방법이 보편화되었으며, 잡초를 방제하기 위하여 토양에 처리된 논제초제의 잔효성은 길어야 하지만 윤작을 하는 경우 후작물에 약해를 입힐 가능성이 매우 높다. 일부 답전윤환 인삼재배 농민의 제초제 잔류약해 민원사례와 인삼 증장기연구계획 수립을 위한 워크숍 (작물시험장, 2003)에서도 전년도 처리된 논제초제의 잔류가 답전윤환재배 인삼에 약해를 입힐 가능성에 대하여 토론된 바 있다.

현재 우리 나라의 고려인삼의 답전윤환재배(논삼)에서 잡초방제 및 논제초제 잔류경감 기술에 관한 연구는 답전윤환논에서 인삼을 재배할 때 문제되는 잡초를 안전하고 효과적인

잡초방제법을 확립하여 인삼의 답전윤환재배법의 조기 정착을 도모하며, 답전윤환재배에서 논제초제 잔류가 후작물 인삼에 약해가 야기될 수 있는 문제점을 하기 위하여 인삼에 약해가 적은 논제초제를 선발하고, 벼 수확후 녹비작물 재배(잔류 논제초제 흡수)와 토양개량제(잔류 논제초제 흡착) 처리에 의하여 논제초제에 의한 잔류피해를 경감시킬 수 있는 경종적예정지 관리기술을 개발하고자 하였다.

### III. 연구개발 내용 및 범위

본 연구는 답전윤환재배 논에서 인삼재배를 할 때 문제되는 잡초를 생력적으로 방제하는 방법을 확립하기 위한 시험 및 인삼을 재배하기 전에 처리된 논 제초제의 잔류가 인삼에 미치는 영향(I)과 잔류경감을 위한 수단으로 예정지관리방법의 일환으로 녹비작물 재배와 토양개량제 처리에 의한 잔류경감기술 시험(II)을 다음과 같이 수행하였다.

#### I. 답전윤환인삼재배에서 잡초방제 및 논제초제 잔류 생물검정

- 가. 답전윤환인삼재배에서 멀칭 및 제초제에 의한 잡초방제법
- 나. 답전윤환인삼재배에서 논제초제의 후작물 인삼에 대한 약해검정
- 다. 녹비작물과 토양개량제에 의한 논제초제의 잔류피해 경감효과 생물검정
- 라. 답전윤환인삼재배에서 잡초방제 실증시험
- 마. 논제초제 잔류수준이 인삼생육에 미치는 영향
- 바. 답전윤환인삼재배 논에서 잡초방제 농가실증시험 및 제초제 잔류분석

#### II. 답전윤환인삼재배에서 제초제 잔류 경감기술 개발

- 가. 논 제초제 잔류피해 경감용 녹비작물 선발
- 나. 논 제초제 잔류피해 경감용 토양개량제 선발
- 다. 답전윤환인삼재배에서 논제초제 잔류피해 경감 실증시험
- 라. 답전윤환인삼재배에서 식재방법에 따른 논 제초제 잔류피해 영향
- 마. 답전윤환인삼재배에서 논제초제의 잔류피해 경감 농가실증시험

#### IV. 연구개발 결과 및 활용에 대한 건의

##### 1. 연구개발 결과

가. 답전윤환인삼재배에서 잡초방제 및 논제초제 잔류 생물검정

###### 1) 답전윤환인삼재배에서 멀칭 및 제초제에 의한 잡초방제법

짚멀칭 처리는 전반적으로 잡초의 발생을 억제하였으며 무멀칭제초제처리보다 잡초방제효과 우수하였다. 제초제에 의한 제초효과는 oxadiazon+pendimethalin (해도지), metolachlor+pendimethalin (듀스)과 metolachlor+prometryne (코달)에서 높은 방제가를 보였다. 삼직경, 근장, 근중 및 수량은 멀칭처리에서 높은 경향을 보였고, Metolachlor 합제처리에서는 수량이 가장 높은 반면, 초기에 약해를 나타낸 oxadiazon+pendimethalin (해도지)에서 인삼의 수량이 낮았다.

###### 2) 답전윤환인삼재배에서 논제초제의 후작물 인삼에 대한 약해검정

16종의 논 제초제 중 7종의 제초제가 후작물 인삼에 심한 약해를 초래하였으며, butachlor + bensulfuron-methyl (만드리), halosulfuron-methyl+molinate (마패), esprocarb + pyrazosulfuron-methyl (폴박사), carfentrazone-methyl+anilofos+pyrazosulfuron-ethyl(부자들), Bensulfuron-methyl+molinate (포도대장)은 1/2 및 표준농도에서 인삼의 지상부는 완전히 황화 고사되었고, molinate + azimsulfuron (만천하), esprocarb+pyrazosulfuron-methyl(폴박사), pyrazosulfuron-methyl+mefencet (만냥)은 표준농도 및 배량에서 인삼에 심한 생장억제 현상을 나타냈다.

###### 3) 녹비작물과 토양개량제에 의한 논제초제의 잔류피해 경감효과 생물검정

녹비작물재배에 의한 잔류경감효과는 크지 않았지만 직파 1년근의 출아율은 호밀 재배구에서 94%로 가장 양호하였고, 자운영 재배구는 91%로 출아율이 가장 낮았으며, 지상하부 생육에서도 호밀재배구에서 가장 양호하여 제초제 잔류경감 효과가 좋은 경향이었다. 토양개량제 중에는 훈탄처리와 유기퇴비인 로자쏘일 처리에서 출아율과 지하하부 생육이 가장 높아 제초제 잔류경감효과가 우수하다고 판단되었다.

###### 4) 답전윤환인삼재배에서 잡초방제 실증시험

코달, 듀스와 길자비에서는 인삼에 약해가 전혀 없었고 푸레왕은 경미한 약해를 보였으나 내노내는 약해가 심하게 나타났고, 코달, 듀스, 길자비와 푸레왕에서 초장은 손제초와 차이가 없었으나 내노내는 생육이 억제되어 초장이 짧은 경향이었다.

#### 5) 논제초제 잔류수준이 인삼생육에 미치는 영향

esprocarb+pyrazosulfuron-ethyl (풀박사)와 halosulfuron-methyl+molinate (마패)에서 8주까지 인삼생육이 억제되었으나 anilofos+carfentrazone-ethyl+pyrazosulfuron-ethyl (부자들)은 표준량 및 배량처리에서 모두 약해가 보이지 않아 잔류성이 없었다고 사료된다. 논제초제 잔류수준이 인삼수량에 미치는 영향을 살펴보면, 전반적으로 배량처리에서 표준량처리보다 수량이 적은 경향이 나타났으며, 논제초제 처리 후 토양채취시간이 경과됨에 따라 잔류량이 낮아져 인삼 수량구성요소와 수량이 증가하였다. Esprocarb + pyrazosulfuron-ethyl (풀박사) 배량처리 0주와 halosulfuron-methyl+molinate (마패) 표준량처리 8주 까지는 잔류량이 높아 수량이 가장 낮았고, 12주까지 인삼수량이 대조구에 비해 적은 경향이였다.

#### 6) 답전윤환인삼재배 논에서 잡초방제 농가실증시험 및 제초제 잔류분석

코달, 듀스와 길자비에서는 인삼에 약해가 전혀 없었다. 그리고 7월 17일 인삼의 초장 및 엽수를 조사한 결과, 코달, 듀스, 길자비에서는 초장이 순제초와 차이가 없었다.

부자들의 Molinate와 Cinosulfuron, 마패의 Halosulfuron-methyl과 Molinate, 만드리의 Butachlor와 Bensulfuron-methyl, 풀박사의 Esprocarb와 pyrazosulfuron -ethyl 성분 모두 토양내에서 검출한계 0.01mg/kg 미만으로 검출되어 토양내의 잔류는 거의 없는 것으로 조사되었다. 제초제 부자들 처리구에서 호밀재배, 호밀재배+직파재배 및 호밀재배+로자쏘일 처리구의 molinate 잔류량이 0.01mg/kg 검출되었으나 반올림 결과에 의한 것으로 검출한계 미만인 수치였고, 또한 제초제 풀박사 처리구에서도 호밀재배, 호밀재배+직파재배 및 호밀재배+로자쏘일 처리구의 molinate 잔류량이 0.01mg/kg 검출되었으나 이 또한 수치의 반올림 결과로 판단되어, 농가실증포장에서도 벼 재배시에 사용되었던 제초제는 예정지관리기간을 1년 이상으로 관리하면 전혀 잔류에 문제가 없는 것으로 판단된다.

#### 나. 답전윤환인삼재배에서 제초제 잔류 경감기술 개발

##### 1) 논 제초제 잔류피해 경감용 녹비작물 선발

녹비작물인 호밀, 보리, 헤어리벳치 및 자운영을 재배한 후 논제초제의 토양내 잔류가 인삼의 생육 및 수량에 미치는 영향은 직파 1년근의 출아율은 호밀 재배구가 94%로 가장 양호하였고, 자운영 재배구는 91%로 출아율이 가장 떨어졌다. 지상하부 생육에서도 호밀재배구가 가장 양호하였고, 2년근 인삼의 출아율은 호밀과 헤어리벳치 재배에서 96%로

가장 높았지만, 처리간의 유의차가 없었으며, 지상하부 생육에 있어서는 호밀재배뿐만 아니라 콩과작물인 헤어리벳치와 자운영 재배에서 지상하부 생육이 좋은 결과를 보였다.

#### 2) 논 제초제 잔류피해 경감용 토양개량제 선발

논제초제 잔류경감을 위해 훈탄, 제오라이트, 부식산 및 일라이트 등 4종의 토양개량제를 처리하였고, 토양개량제 처리에 의한 제초제 잔류경감 효과 검정한 결과 출아율은 훈탄처리구가 95%로 가장 높았고, 유기유기퇴비인 로자쏘일 처리구도 94%로 양호하였으며, 지하하부 생육은 로자쏘일 처리구와 훈탄처리구가 우수한 생육을 보였다. 2년근 인삼의 생육상황 조사에서는 출아율은 유기퇴비인 로자쏘일 처리구가 가장 96%로 가장 양호하였고, 훈탄처리구도 95%로 양호하였으며, 지상하부생육은 로자쏘일 처리구가 가장 우수하였고, 논제초제 잔류에 따른 2년근 인삼의 약해발생은 모든 처리에서 보이지 않았다.

#### 3) 답전윤환 인삼재배포장의 논 제초제 잔류분석

토양개처리와 월동기 녹비작물을 재배한 토양을 채취하여 제초제의 토양중잔류량을 정량분석한 결과 부자논, 마패, 만드리 및 풀박사 등 4가지 제초제 성분의 토양시료에 대한 회수율은 마패성분의 halosulfuron-methyl이 138.6%로 가장 양호하였고, 부자논의 molinate 성분은 80.1%로 가장 적은 회수율을 보였으며, 토양내 잔류량은 제초제중 부자논의 Molinate가 0.02mg/kg의 잔류량이 검출되었고, 마패의 Halosulfuron-methyl 성분은 0.05mg/kg의 높은 토양내 잔류량을 보여 토양내 잔류로 인한 인삼과 기타 농작물의 생육에 문제가 있을 것으로 사료되었다.

#### 4) 답전윤환인삼재배에서 논 제초제 잔류피해 경감 실증시험

녹비작물인 호밀, 보리, 헤어리벳치 및 자운영을 재배한 논제초제 처리에서의 토양내 제초제 잔류가 2년근 인삼의 생육 및 수량에 미치는 영향을 조사한 결과, 출아율은 호밀과 자운영 재배구가 95%로 가장 양호하였으며, 지상부 생육에 있어서는 호밀재배구에서, 지하부의 근중은 자운영 재배구에서 근중 3.3g으로 가장 좋았다. 훈탄, 제오라이트, 로자쏘일 및 일라이트 등의 토양개량제를 처리한 포장에서는 출아율은 로자쏘일과 훈탄 처리구가 96%, 95%로 양호한 결과를 보였으며, 제오라이트 처리구는 대조구와 같이 93%로 가장 적은 출아율을 보였고, 지상하부 생육에 있어서도 로자쏘일 처리구가 생육이 가장

좋았다. 녹비작물 및 토양개량제 처리구 전체가 대조구에 비해 큰 차이를 보이지 않아 토양에 잔류되어 있는 논 제초제로 인한 생육불량 효과는 없는 것으로 판단되었다.

#### 5) 답전윤환인삼재배에서 식재방법에 따른 논 제초제 잔류피해 영향

식재방법에 따른 논 제초제의 잔류피해 정도를 조사한 결과 직파 1년근에서의 출아율은 녹비재배구에서는 헤어리벳치 재배구에서 95%로 가장 양호하였고, 지상부 생육과 지하부 생육이 우수하였다. 토양개량제 처리구의 출아율에 있어서는 훈탄 처리구가 95%로 가장 높았고, 지상부 생육은 유기물 퇴비인 로자쏘일 처리에서 엽장 3.1cm, 엽폭 2.3cm로 우수하였고, 지하부 생육도 근중 0.83g, 근장 14.8cm로 우수한 결과를 보였다.

2년근 포장에서는 녹비작물 재배구의 출아율은 헤어리벳치 재배구가 94.5%로 가장 양호하였지만, 자운영 재배구는 90.8%로 가장 저조한 출아율을 보였고, 토양개량제 처리구에서는 훈탄처리구가 93.7%의 가장 높은 출아율을 보였고, 지상부 생육도 훈탄처리구에서 엽장 8.2cm, 엽폭 4.0cm 및 경장 6.7cm로 가장 우수하였다.

토양내 논제초제의 잔류량을 정량분석결과 제초제 부자논, 마패, 만드리 및 풀박사 등의 토양중 잔류량은 전 처리구 모두 검출한계 0.01mg/kg 미만으로 검출되어 후작물인 인삼의 생육에 전혀 장애를 주지 않을 것으로 판단되었다.

#### 6) 답전윤환 인삼재배에서 논 제초제의 잔류피해 경감 농가실증 시험

인삼재배농가의 답전윤환 재배지에 녹비작물재배와 토양개량제를 처리한 후 제초제 잔류경감에 미치는 영향에 관한 실증시험 결과, 직파 1년근의 생육은 녹비작물 재배구에서는 헤어리벳치 재배구가 94.3%의 가장 높은 출아율을 보였고, 토양개량제 중에는 훈탄처리에서 93.6%로 가장 높았으며, 지상하부 생육에 있어서도 헤어리벳치 재배구와 훈탄처리구에서 가장 양호한 결과를 보였다.

직파재배 1년생 인삼체내의 제초제 잔류량을 조사한 결과 부자논, 마패, 만드리 및 풀박사 등 4종의 제초제 성분 중 잔류가 의심되었던 molinate와 halosulfuron -methyl를 비롯한 대부분의 성분이 검출한계 이하 수준으로 검출되어 인삼의 생육에 미치는 영향은 거의 없는 것으로 판단되었다.

이식재배한 농가포장에서의 2년근 생육은 녹비작물재배구에서의 출아율은 헤어리벳치 93.7%, 호밀 93.5%로 양호하였고, 토양개량제 처리구에서는 93.7%로 제오라이트 처리구가 출아율이 가장 좋았으나, 지상하부의 생육에 있어서는 로자쏘일과 훈탄 처리구가 양호한



결과를 보였다.

2년생 인삼체내의 제초제 잔류량을 조사한 결과에서도 직파재배 인삼에서와 같이 부자논, 마패, 만드리 및 풀박사 등 4종의 제초제 성분중 잔류가 의심되었던 molinate와 halosulfuron-methyl 및 esprocarb 등 대부분의 성분이 검출한계 이하 수준으로 검출되어 인삼의 생육에 미치는 영향은 거의 없는 것으로 판단되었다.

## 2. 활용에 대한 건의

가. 답전윤환인삼재배에서 직파 직후 metolachlor + pendimethalin (듀스)과 metolachlor + prometryne (코달)을 토양처리하거나 인삼 이식전에 처리하고 짚을 멀칭하는 방법은 약해가 없고 제초효과가 우수하였다.

⇒ 농약품목등록시험을 건의하여 인삼재배농가에 보급.

나. 답전윤환 포장을 인삼예정지로 선정시 관리기간을 1년 이상 필히 실시하고, 녹비작물은 호밀, 토양개량제는 훈탄을 처리하여 제초제 잔류를 경감시킨다.

⇒ 농가 기술이전 및 시범사업 통한 확대보급

다. 중기제초제중 부자논이나 마패를 사용한 논은 예정지관리를 철저히 하고, 타작물을 식재하여 제초제 잔류로 인한 피해를 입지 않도록 해야 한다.

⇒ 인삼재배농가에 기술보급

## SUMMARY

### I. Title

Weed Control Practices and Reducing Techniques of Residues of Rice Herbicides in Ginseng Gardens of Paddy-Upland Rotation Fields

### II. Research Purpose and Significance

#### 1. Research Purpose

To establish chemical weed control methods in ginseng gardens of paddy fields and to develop reducing techniques of residues of rice herbicides treated before growing ginseng in rice paddy fields by planting green manure crops and application of soil conditioners to paddy fields after rice harvest.

#### 2. Significance of Research

As several weeds were dominant in ginseng gardens, ginseng growers pulled out weeds by hand weeding practices. Therefore, convenient and economical safe herbicides are badly needed to control weeds in upland ginseng fields as well as paddy ginseng fields. Newly opened ginseng gardens in paddy fields after rice harvest showed herbicide residues and thus reducing techniques are needed to study for preventing ginseng injury by planting green manure crops and application of soil conditioners to paddy fields after rice harvest before ginseng cultivation.

### III. Research Results and Their Application

#### I. Weed Control Practices and Bioassay of Residues of Rice Herbicides in Ginseng Gardens of Paddy-Upland Rotation Fields

##### 1. Weed control by mulching and herbicide treatments in ginseng field.

Straw mulching was good practice to suppress emergence and growth of weeds in ginseng fields and metolachlor+pendimethalin and metolachlor+prometryne controlled weeds without crop injury to ginseng. Oxadiazon+pendimethalin also controlled

weeds effectively, but showed slight phytotoxicity to ginseng.

2. Injury of ginseng as affected by residue of rice herbicides.

Butachlor+bensulfuron-methyl, halosulfuron-methyl+molinate, esprocarb+pyrazosulfuron-methyl, cafentrazone-methyl+anilos+pyrazosulfuron-ethyl and bensulfuron-methyl+molinate injured ginseng seriously at half application rate level.

3. Bioassay of reducing effects ginseng by green manure crops and soil conditioners.

Rye, carbonized chaff and Rosasoil (organic compost) were most effective to reduce herbicide residue according to bioassay.

4. Verification trial of weed control practices in farmer's ginseng field.

Seeding or seedling planting of ginseng followed by straw mulching and treatments of metolachlor+pendimethalin and metolachlor+prometryne controlled weeds in farmer's ginseng fields without crop injury to ginseng.

## II. Reducing Techniques of Residues of Rice Herbicides in Ginseng Gardens of Paddy-Upland Rotation Fields

1. Selection of green manure crops for reducing damage caused by residue of rice herbicides.

The growing of rye and hairy vetch after rice harvest in paddy field were most effective to reduce rice herbicide residues compared to barley and milk vetch based on bio-assay (emergence, growth of top and underground part of ginseng).

2. Selection of soil conditioners for reducing damage caused by residue of paddy herbicides

Carbonized chaff and Rozasoil (organic compost) which showed high emergence and growth of top as well as underground part were effective to reduce residues of rice herbicides among carbonized chaff, zeolite, Rozasoil and illite.

3. Verification trial of reduction of the damage caused by residue of rice herbicides in paddy-upland rotation fields.

Rye and milk vetch growing showed higher emergence, weight of ginseng roots. Among soil conditioners, Rozasoil and carbonized chaff showed good results to reduce rice herbicide residues and produce top and underground part of ginseng.

4. Effect of planting methods of ginseng on reducing rice herbicide residue

Hairy vetch, carbonized chaff and Rozasoil (organic compost) were so effective to reduce rice herbicide residues that good top and underground growth were obtained in one year-old direct-seeding ginseng as well as in two year-old direct-seeding ginseng regardless of planting methods. The residues of Buzanon (cinosulfuron+molinate), Maphae halosulfuron-methyl+molinate), Mandri (bensulfuron-methyl+butachlor) and Poolbacsa (pyrazosulfuron-ethyl+esprocarb) were all less than 0.01mg/kg by the residue analysis.

5. Verification trial on reduction of damage caused by residues of paddy herbicides in a farmer's paddy-upland rotation field

Hairy vetch and carbonized chaff were most efficient to reduce herbicide residue and produce good top and underground growth of one year-old direct-seeding ginseng plants after paddy-upland rotation paddy field was grown with green manure crops or treated with soil conditioners. The residue of molinate and halosulfuron-methyl and other ingredients in four kinds of herbicides, i.e., Buzanon, Maphae, Mandri and Poolbacsa, were mostly less than the detection limit. In the two-year transplanted ginseng, cultivation of hairy vetch and rye, and treatments of zeolite, Rozasoil and carbonized chaff showed good results in the top and underground growth of ginseng. The herbicidal residue in two-years ginseng examined indicated that the ingredients such as molinate, halosulfuron-methyl and esprocarb were mostly less than the detection limit the same as the direct-seeding ginseng and thus, it may be concluded that residues

of above herbicides hardly influenced the growth of ginseng by reduction of residue levels after one year cultivation of green manure crops or treatments of soil conditioners.

### III. Implication for the Application of the Results

1. Seeding of ginseng seeds or planting of ginseng seedlings followed by soil applications of metolachlor+pendimethalin or metolachlor+prometryne before straw mulching in farmer's ginseng fields were most effective to control major weeds and thus this practices are recommended to ginseng farmers.
2. One year cultivation of rye and hairy vetch, green manure crops or treatments of carbonized chaff and Rozasoil, soil conditioners are recommended to reduce rice herbicide residues in ginseng garden of paddy-upland rotation field. These results should be actively transferred to ginseng growing farmers.
3. Ginseng should not planted in the fields treated with Buzanon or Maphae among mixed rice herbicides to be free from the damage caused by herbicidal residues. Application of safe herbicides and green manures crops and soil conditioners are recommended for growing ginseng in paddy field to prevent from rice herbicide residues.

## CONTENTS

Summary in Korean .....	2
Summary in English .....	9
Contents in English .....	13
Contents in Korean .....	16
Chapter 1. Outline of Research Project .....	18
Section 1. Objective of Research .....	18
Section 2. Significance of Research .....	18
Section 3. Research purpose and Scope .....	21
Chapter 2. Status of Research and Development in Korea and Abroad .....	24
Chapter 3. Research Contents and Results .....	28
Section 1. Weed control in ginseng gardens of paddy fields and bioassay of residue of rice herbicides .....	28
1. Materials and Methods	
1) Weed control by mulching and herbicide treatments in ginseng gardens of paddy fields .....	28
2) Ginseng injury by residues of rice herbicides after rice harvest .....	28
3) Bioassay of reducing residues of rice herbicides after rice harvest by green manure cropping and soil conditioners .....	29
4) Verification trial of weed control in ginseng gardens of paddy fields .....	29
5) Effects of residue levels of rice herbicides on growth and yields of ginseng .....	29
6) Final verification trial of weed control and residue analysis in ginseng gardens of paddy fields .....	29
2. Results and Discussion	
1) Weed control by mulching and herbicide treatment in ginseng gardens of paddy fields .....	30
2) Ginseng injury by residues of rice herbicides after rice harvest .....	33

3) Bioassay of reducing residues of rice herbicides after rice harvest by green manure cropping and soil conditioners .....	40
4) Verification trial of weed control in ginseng gardens of paddy fields .....	41
5) Effects of residue levels of rice herbicides on growth and yields of ginseng .....	44
6) Final verification trial of weed control and residue analysis in ginseng gardens of paddy fields .....	47
Section 2. Reducing techniques of residues of rice herbicides in ginseng gardens of paddy-upland rotation fields .....	55
1. Materials and Methods	
1) Selection of green manure crops for reducing residues of rice herbicides in ginseng gardens of paddy fields .....	55
2) Selection of soil conditioners for reducing residues of rice herbicides in ginseng gardens of paddy fields .....	59
3) Verification trial of reducing residues of rice herbicides in ginseng gardens of paddy fields .....	60
4) Effect of planting methods of ginseng on reducing residues of rice herbicides in ginseng gardens of paddy fields .....	61
5) Final verification trial of reducing residues of rice herbicides in ginseng gardens of paddy fields .....	62
2. Results and Discussion	
1) Selection of green manure crops for reducing residues of rice herbicides in ginseng gardens of paddy fields .....	68
2) Selection of soil conditioners for reducing residues of rice herbicides in ginseng gardens of paddy fields .....	70
3) Verification trial of reducing residues of rice herbicides in ginseng gardens of paddy fields .....	78
4) Effect of planting methods of ginseng on reducing residues of rice herbicides in ginseng gardens of paddy fields .....	80

5) Final verification trial of reducing residues of rice herbicides in ginseng  
gardens of paddy fields ..... 88

**Chapter 4. Attainment of Research Results and Contribution on Related Fields ·98**

**Chapter 5. Utilization Plan of Research Results ..... 103**

**Chapter 6. Abroad Technology Information Collected during Research Activities ... 104**

**Chapter 7. References ..... 105**



# 목 차

제 1 장	연구개발과제의 개요 .....	18
제 1 절	연구개발의 목적 .....	18
제 2 절	연구개발의 필요성 .....	18
제 3 절	연구개발 범위 .....	21
제 2 장	국내외 기술개발 현황 .....	24
제 3 장	연구개발 수행 내용 및 결과 .....	28
제 1 절	답전유회환인삼재배에서 잡초방제 및 논제초제 잔류 생물검정 .....	28
1.	재료 및 방법	
가.	답전유회환인삼재배에서 멀칭 및 제초제에 의한 잡초방제법 .....	28
나.	답전유회환인삼재배에서 논제초제의 후작물 인삼에 대한 약해검정 .....	28
다.	녹비작물과 토양개량제에 의한 논제초제의 잔류피해 경감효과 생물검정 .....	29
라.	답전유회환인삼재배에서 잡초방제 실증시험 .....	29
마.	논제초제 잔류수준이 인삼생육에 미치는 영향 .....	29
바.	답전유회환인삼재배 논에서 잡초방제 농가실증시험 및 제초제 잔류분석 .....	29
2.	결과 및 고찰	
가.	답전유회환인삼재배에서 멀칭 및 제초제에 의한 잡초방제법 .....	30
나.	답전유회환인삼재배에서 논제초제의 후작물 인삼에 대한 약해검정 .....	33
다.	녹비작물과 토양개량제에 의한 논제초제의 잔류피해 경감효과 생물검정 .....	40
라.	답전유회환인삼재배에서 잡초방제 실증시험 .....	41
마.	논제초제 잔류수준이 인삼생육에 미치는 영향 .....	44
바.	답전유회환인삼재배 논에서 잡초방제 농가실증시험 및 제초제 잔류분석 .....	47
제 2 절	답전유회환인삼재배에서 제초제 잔류 경감기술 개발 .....	55
1.	재료 및 방법	
가.	답전유회환인삼재배에서 논제초제의 잔류피해 경감용 녹비작물 선발시험 .....	55
나.	답전유회환인삼재배에서 논제초제의 잔류피해 경감용 토양개량제 선발시험 .....	59
다.	답전유회환인삼재배에서 논제초제의 잔류피해 경감 실증시험 .....	60
라.	답전유회환인삼재배에서 식재방법에 따른 논제초제의 잔류피해 영향 .....	61
마.	답전유회환인삼재배에서 논제초제의 잔류피해 경감 농가실증시험 .....	62

2. 결과 및 고찰	
가. 답전윤환인삼재배에서 논제초제의 잔류피해 경감용 녹비작물 선발시험	68
나. 답전윤환인삼재배에서 논제초제의 잔류피해 경감용 토양개량제 선발시험	70
다. 답전윤환인삼재배에서 논제초제의 잔류피해 경감 실증시험	78
라. 답전윤환인삼재배에서 식재방법에 따른 논제초제의 잔류피해 영향	80
마. 답전윤환인삼재배에서 논제초제의 잔류피해 경감 농가실증시험	88
제 4 장 목표달성도 및 관련분야에의 기여도	98
제 1 절 년도별 연구개발 목표 및 범위	98
제 2 절 연구 평가 착안점 및 달성도	101
제 3 절 관련 분야의 기술 발전 기여도	102
제 5 장 연구개발결과의 활용계획	103
제 6 장 연구개발과정에서 수집한 해외과학기술정보	104
제 7 장 참고문헌	105

# 제 1 장 연구개발과제의 개요

## 제 1 절 연구개발 목적

1. 답전윤환 인삼재배 논에서 멀칭과 제초제를 사용한 생력 잡초방제법을 연구하기 위하여 얻은 잡초방제체계 기술을 농가 실증시험을 통하여 실용화 가능성을 모색하며, 논삼재배에서 종합적 잡초방제법을 확립한다.
2. 답전윤환재배에서 논제초제 잔류가 후작물 인삼에 약해가 적은 논제초제를 선발하며, 선발된 논제초제 잔류량을 분석하여 후작물 인삼에 미치는 영향을 구명한다.
3. 벼 수확후 녹비작물 재배 (잔류 논제초제 흡수)와 토양개량제 (잔류 논제초제 흡착) 처리에 의하여 논제초제에 의한 잔류피해를 경감시킬 수 있는 경종적 예정지 관리기술을 개발한다.
4. 정부에서 적극 추진하고 있는 답전윤환재배에서 필요한 안전하고 효과적인 잡초방제법을 확립하여 인삼의 답전윤환재배 조기 정착을 도모한다.

## 제 2 절 연구개발의 필요성

### 1. 기술적 측면

최근 우리나라에서는 쌀 수확량은 증대되고 있고, 국민의 쌀 소비량은 계속 감소되어 정부의 쌀 재고부담은 계속 증가되어 심각한 문제로 대두되고 있는 실정이다. 그러므로 농림부에는 쌀 재고부담을 줄이기 위하여 쌀 생산을 감소시킬 방안으로 쌀 농사를 짓는 농민이 일정기간 경작을 쉬고 놀리거나 타작물을 재배하는 경우 정부가 보조금을 지급하는 쌀 생산조정제를 2003년부터 실시하고 있다

따라서 논에서 인삼 재배를 유도함으로써 쌀 생산을 적절히 조절함은 물론 쌀 생산조절을 도모하는 한편, 인삼 생산을 확대시킬 수 있는 인삼의 답전윤환재배 기술이 절실히 요청되고 있다.

현재 인삼재배 산지에서는 초작지의 부족, 연작장해 발생, 자재비 및 인건비 상승 등으로 인해 재배면적이 줄어들고 있고 농산물 수입개방에 따라 국내 인삼가격의 전망도 불투명하며, 재배의욕도 저하되어 인삼의 생산기반이 흔들릴 염려가 있다. 그리고 수삼원료의 안정적 공급은 물론 재배의 생력화를 위해서는 평지인 논이 이용이 긴요하며,

UR협상으로 주곡중심의 농업에서 작목의 다양화, 집약화됨에 따라 논에서 인삼재배 가능성 여부는 경지이용면에 있어서도 절실하게 요구되고 있다.

현재 인삼의 주산단지인 충남의 금산과 경북의 풍기지방에서는 초작지가 전무한 실정으로 적절한 인삼재배용 포장의 확보에 어려움이 많으므로 인삼경작지의 부족으로 답전윤환의 형태로 논에서 인삼을 재배하기 시작하였다(조 등, 1998). 논삼재배는 최근 논삼재배지역인 풍기와 금산지역에서 홍삼 6년근 주산지인 중북부 지역으로 재배면적이 점차 증가하고 있어 전체면적의 13% 이상으로 확대되고 있는 실정이나 토양병에 의한 피해 및 토양관리개선 방법 소홀로 인하여 인삼 생산량과 수삼의 품질이 떨어지고 있는 실정이다.

한편 벼를 심었던 논을 밭으로 전환하여 인삼을 재배하는 답전윤환재배 경우에는 잡초의 생육환경이 현저하게 변화되어 논잡초와 밭잡초가 모두 다양하게 발생되어 잡초피해가 우려되기 때문에 잡초방제에 관한 연구는 매우 중요하지만 답전윤환 인삼재배에서는 아직까지 이루어진 바 없다.

윤작재배에서 전작물에 처리된 일부 제초제 잔류수준은 후작물의 생장에 치명적인 영향을 줄 수 있기 때문에 제초제 지속성은 매우 중요하다. 토양에서 제초제의 잔류와 윤작에서 제초제의 토양잔류에 대한 후작물의 감수성은 제초제 처리후에 파종된 후작물에 대한 약해유발 위험성에 영향을 미치는 주된 요인이 된다. 모든 논에서 벼를 재배할 때 토양처리 논제초제를 처리하는 방법이 보편화되었으며, 잡초를 방제하기 위하여 토양에 처리된 논제초제의 잔효성은 길어야 하지만 윤작을 하는 경우 후작물에 약해를 입힐 가능성이 매우 높다.

벼 재배후 제초제 잔류가 후작물에 미치는 영향이 가장 심각하였던 사례로서 Quinclorac은 주로 이앙벼와 직파벼 재배에서 피를 3-4엽기까지 방제할 수 있는 선택성 제초제로 널리 사용되었음에도 불구하고 미분해된 Quinclorac이 토양, 관개수 및 지하수에 잔류하여 잔류제초제가 후작물인 토마토, 감자, 담배 가지, 상추 등에 약해를 일으켜 국내에서 사용이 중지되었다(농약공업협회, 1992, 1996). 그리고 일부 답전윤환 인삼재배 농민의 제초제 잔류약해 민원사례와 인삼 중장기연구계획 수립을 위한 워크샵 (작물시험장, 2003)에서도 전년도 처리된 논제초제의 잔류가 답전윤환재배 인삼에 약해를 입힐 가능성에 대하여 토론된 바 있다.

논삼재배를 할 경우 벼 재배시 화학비료와 선택성제초제 시용에 따른 생리장해 현상이 발생하고 있는 실정으로 화학비료 시용에 의한 염류집적 방지와 제초제 종류별 잔류피해

방지에 관한 연구는 매우 중요하다. 따라서 논제초제의 토양잔류성과 제초제에 대한 인삼의 감수성에 대하여 연구할 필요성이 있다. 그러나 논제초제 잔류가 인삼에 피해가 없어야만 답전윤환재배를 성공적으로 정착시킬 수 있지만 이 분야의 연구는 이루어지고 있지 않은 실정이다.

따라서 인삼의 답전윤환재배시 멀칭과 제초제에 의한 잡초방제법과 논제초제 잔류가 인삼에 미치는 영향 및 녹비작물 재배와 토양개량제처리에 의한 잔류피해 경감대책을 연구할 필요성이 절실히 요망된다.

## 2. 경제적 측면

인삼의 답전윤환재배에서 잡초방제법과 제초제 잔류 피해가 없는 논제초제를 선발하고, 인삼재배를 위한 예정지 관리에 의하여 잔류피해 경감 기술을 개발함으로써 인삼의 생산비 절감과 아울러 인삼의 증수에 의한 농가소득 향상에 기여하며, 논에서 인삼 재배를 유도하여 정부가 추진하고 있는 논 적정 재배면적 유지대책에 활용될 수 있도록 이에 관한 연구 수행이 요망된다.

## 3. 사회문화적 측면

정부가 쌀 생산을 감소시킬 방안으로 적극 추진하고 있는 답전윤환재배의 일환으로 논삼재배에서 발생하는 잡초를 현재는 관행으로 손제초를 하여야 하기 때문에 중노동과 많은 경비가 소요된다. 그러므로 잡초를 효과적으로 방제할 수 있는 잡초방제법과 전작물인 벼에서 사용된 제초제가 인삼에 야기되는 잔류피해를 경감시킬 수 있는 방법을 연구하여 인삼의 답전윤환재배의 정착화와 휴경 논의 이용도를 높일 필요성이 요구된다.

### 제 3 절 연구개발 범위

구 분	연구 개발 목표	연구개발 내용 및 범위	연구개발결과
1차년도 (2004)	○답전윤환논 인삼재배에서 멀칭 및 제초제에 의한 잡초방제법 개발	○인삼재배포에서 제초제와 멀칭처리에 의한 잡초방제 효과와 인삼에 대한 약해, 생육 및 수량에 미치는 영향을 조사하였다.	○멀칭 및 제초제 처리에 의한 생력 잡초방제법 확립
	○논제초제의 인삼에 대한 약해 검정	○온실에서 Wagner 포트에 인삼묘를 이식한 다음, 주요 논제초제 15종을 1, 2배량 처리한 후 생물검정으로 인삼의 약해, 생육 및 수량에 미치는 영향을 조사하여 논제초제에 대한 인삼의 내성 및 감수성 반응을 구명하였다	○후작물 인삼에 대한 잔류피해가 적은 논제초제 선발
	○답전윤환 인삼재배에서 논제초제의 잔류피해 경감용 녹비작물 선발시험(협동과제)	○답전윤환 논에서 벼 제초제를 처리하여 벼를 재배하여 수확한 직후에 호밀 등 녹비작물을 재배한 다음, 인삼을 재배하여 생육상황을 조사하여 논제초제의 잔류를 생물검정하였다.	○답전윤환논에서 논제초제의 잔류경감효과가 우수한 녹비작물 선발
	○답전윤환 인삼재배에서 논제초제의 잔류피해 경감용 토양개량제 선발시험(협동과제)	○답전윤환 논에 처리된 논제초제의 잔류피해 경감을 위하여 토양개량제를 선발하였으며, 토양에 처리한 후 인삼을 식재한 다음, 인삼의 생육 및 수량에 미치는 영향을 조사하여 논제초제의 잔류를 검정하였다.	○답전윤환논에서 논제초제의 잔류경감효과가 우수한 토양개량제 선발

구분	연구개발목표	연구개발 내용 및 범위	연구개발결과
2차년도 (2005)	○ 녹비작물과 토양 개량제에 의한 논제초제의 잔류 피해 경감효과 생물검정	○ 녹비작물 재배와 토양개량제 처리후 인삼 식재전 논토양을 채취하여 와그너 포트에 채운 다음 인삼묘를 이식하여 재배한 후 인삼의 지상부 및 지하부의 건물중 측정에 의하여 제초제 잔류피해 경감효과를 생물검정하였다.	○ 논제초제 잔류가 후작물 인삼에 미치는 약해 및 경감 방법 구명
	○ 답전윤환 인삼재배에서 잡초방제 실증시험	○ 답전윤환 인삼재배포에서 선발된 제초제처리와 잡초생육 억제효과가 우수한 멀칭방법을 설치하여 잡초의 본수와 건물중 조사에 의한 잡초방제 효과를 검정하고 인삼의 생육 및 수량을 조사하였다.	○ 답전윤환 인삼재배에서 잡초방제법 확립
	○ 논제초제 잔류수준이 인삼생육에 미치는 영향 평가	○ 논제초제 4종을 전년도에 표준량, 2배량으로 논에 처리한 후 0, 4, 8, 12, 16주에 토양을 채취하여 냉동보관한 다음, 포트실험으로 논제초제의 잔류가 인삼의 약해 및 생장에 미치는 영향을 조사하였다.	○ 답전윤환논에서 논제초제 잔류에 따른 인삼의 생육 및 수량에 미치는 영향과 잔류량 구명
	○ 논제초제 잔류 피해 경감 실증 시험(협동과제)	○ 답전윤환 논에 논제초제를 처리하여 벼를 재배하여 수확한 직후에 논제초제 잔류 경감효과가 우수한 토양개량제 처리와 녹비작물을 재배한 다음, 인삼을 재배하여 생육 및 수량에 미치는 영향을 조사하였으며, 경시적으로 토양을 채취하여 GC분석법으로 논제초제의 잔류량을 분석하였다.	○ 벼제초제 잔류 피해 경감을 위한 재배 및 경종 관리 기술 구명
	○ 답전윤환 인삼재배에서 식재방법에 따른 논제초제의 잔류피해 영향조사(협동과제)	○ 답전윤환 포장에서 식재방법(직파, 이식 및 논식)별로 인삼생육에 미치는 잔류 제초제의 영향을 조사하였으며, 인삼종자의 발아율, 묘삼의 출아율 및 지상하부의 생육조사를 통하여 논제초제의 잔류피해를 경감시킬 수 있는 방법을 모색하였다.	○ 식재방법별 논제초제 잔류 피해 경감 효과 구명

구 분	연 구 개 발 목 표	연 구 개 발 내 용 및 범 위	연 구 개 발 결 과
3차년도 (2006)	○답전윤환 인삼재배 논에서 잡초방제 농가 실증시험 및 제초제 잔류 분석	○전년도에 최종적으로 선발된 논제초제 3종을 1, 2배량으로 처리한 후 답전윤환 논 포장에 인삼을 이식한 다음, 최종 선발된 인삼용 제초제 처리와 멀칭을 설치하여 잡초방제 효과를 조사하였으며, 인삼의 약해, 초기 생육 및 수량을 조사하였다. 또한 시험 토양에서 경시적으로 토양을 채취하여 냉동보관한 다음, GC분석법으로 논제초제의 잔류량을 분석하였다.	○답전윤환 인삼재배 논에서 잡초방제법의 효과와 논제초제 잔류량 구명
	○답전윤환 인삼재배에서 제초제 잔류피해 경감 실증 시험 (협동과제)	○농가 답전윤환 논에서 전년도에 논제초제를 처리하여 벼를 재배하여 수확한 직후에 논제초제 잔류 경감 효과가 우수한 녹비작물 재배와 토양개량제를 처리한 다음, 인삼을 재배하여 인삼의 생육 및 수량을 조사하였다. 그리고 경시적으로 토양을 채취하여 GC분석법으로 논제초제의 잔류량을 분석하였다.	○답전윤환 인삼재배에서 예정지 관리에 의한 논제초제 잔류경감 및 인삼 제초제 잔류량 검정



## 제 2 장 국내외 기술개발 현황

우리나라는 국토면적에 대한 경지면적이 비율이 매우 낮을 뿐만 아니라 그 이용률도 적으며, 이러한 원인은 UR협상(1986)의 타결과 쌀 소비량의 지속적인 감소 등으로 벼 재배면적이 줄어들면서 유향농지의 발생이 크게 증가하고 있다. 따라서 경지의 이용도를 높이고 소득증대를 위하여 논에 밭작물 또는 소득작물을 도입한 새로운 답전윤환 작부체계의 확립이 요청되고 있다. 정부에서는 쌀 재고부담을 줄이기 위하여 쌀 생산을 감소시킬 방안으로 쌀 생산조정제를 실시하여 많은 쌀 재배농가에서 벼를 심지 않고 휴경하거나 다른 작물을 재배하는 답전윤환재배는 정부의 시책으로 계속 확대될 전망이다(농림부 2003).

잡초방제는 작물의 재배관리에서 중요한 요소 중의 하나이며, 재배하는 작물의 종류, 재배시기, 재배방법, 재배지의 환경, 잡초방제의 수단 및 제초제의 종류 등에 따라 크게 변화하는 것으로 알려져 있다(오 등, 2004). 또한, 제초제는 농경지, 목초지, 산림 등 인간이 식재하는 유용식물과 경합하거나, 도로, 수로, 철로변 및 운동장 등에 자라는 잡초를 죽이거나 생육을 억제시키기 위하여 사용하는 화학제품으로서, 농촌환경의 노동력 부족과 고령화에 따라 사용이 필수적이다. 우리나라에서 사용되고 있는 논 제초제의 약 70% 이상이 설포닐유리아계 혼합제인 일발처리제초제로 대부분의 농가에서 이들 제초제를 필연적으로 사용하고 있으며, 이들 제초제는 설포닐우레아계 제초제에 피를 전문적으로 방제할 수 있는 molinate, dimepiperate, pyriminobac, cyhalofop, pyriftalid 등의 혼합제이거나 피와 기타 일년생 잡초를 방제할 수 있는 비설포닐우레아계 제초제로 구성되어 있으며 이들 제초제의 약량은 추천량의 1/2 - 2/3량 정도에 불과하다고 하였다(권, 2002).

인삼재배포장에서 잡초는 60여종으로 다양하게 발생되고 있고 광엽잡초가 대부분을 차지하고 있으며, 답전윤환 인삼재배포장에서는 벼룩나물과 명아주가 우점하였다(노, 변, 2003, 변 등, 2002). 인삼에서 잡초방제는 주로 손 제초에 의존하고 있는 실정이나 변 등(2002)의 연구결과, PE차광망, 왕겨+PE차광망 멀칭에 의하여 잡초발생이 현저하게 억제되었고 제초제 Metolachlor, Metolachlor+Prometryn, Metolachlor+Pendimethalin, Oxadiazon+Pendimethalin은 인삼의 약해와 잔류가 없고 잡초방제효과가 우수하였다. 그리고 김 등(1995)과 유 등(1995)은 답전윤환 콩재배 논에서 잡초의 발생양상을 조사하였다. 그러나 외국에서는 인삼재배에서 잡초방제와 제초제 사용에 관한 연구는 아직 연구된 바 없는 실정이다.

윤작은 토양의 물리화학성질을 개선하고 병, 해충, 잡초의 방제수단으로 흔히 이용되고

있다. 토양에 처리된 제초제의 잔효기간과 토양 잔류문제는 제초효과 및 후작물 재배에 직접적으로 영향을 미치게 되므로 제초제의 합리적이고 안전한 사용을 위하여 매우 중요한 과제이다. 밭 초작지의 인삼재배 예정지의 부족에 따른 답전윤환재배지의 이용은 토양의 물리성 개량, 병해충 경감 및 방제, 연작피해의 회피, 잡초발생 경감, 단위생산성 증대 및 토지의 합리적 이용 등의 장점이 있어 최근 전국적으로 재배면적이 증가하고 있지만, 우리나라에서 전작물에 처리된 제초제 잔류가 후작물에 미치는 영향에 관한 연구는 매우 미흡한 실정이며, 특히 논을 인삼 식부예정지로서 선정할 경우 벼 재배시 사용된 제초제가 인삼의 생육에 미치는 영향과 잔류제초제의 경감에 관한 연구는 지표식물로 인삼보다 제초제 quinclorac에 대한 내성이 약간 작은 강낭콩과 오이를 20-30일 정도 재배함으로써 인삼에 대한 약해발생여부를 판단 할 수 있고, 활성탄을 50kg/10a 이상의 수준으로 토양에 처리함으로써 제초제 quinclorac의 인삼에 대한 약해를 해소시킬 수 있었다는 이 등(1996)의 연구 외에는 거의 전무한 실정에 있다.

후작물에 대한 제초제 약해 가능성은 제초제의 잔류에 영향을 주는 토양수분, 온도와 같은 환경 조건에 따라 계절적으로 달라질 수 있고, 토양에서 pendimethalin 분해는 온도와 토양수분이 낮아질수록 감소하며(Zimdahl 등, 1984), 토양수분을 증가시키는 토양보존 경운(무경운)방법은 제초제 잔류를 감소시킨다(Banks and Robinson, 1984; Barnside and Wicks, 1980)는 보고가 있다. 논 잡초를 방제하기 위해 사용되는 molinate의 제형은 주로 입제형태로 사용되기 때문에 입제의 물 중 용출성은 24시간 이내에 90% 이상이 물 중으로 용출되며, molinate의 물 중 반감기는 토양이 존재하는 조건에서 4.1일이고, 물만 처리한 구에서는 4.2일로 비슷하게 나타났고, 공기 중 molinate에 의한 고추약해발현 농도를 설정한 결과  $6.8\mu\text{g}/\text{m}^3$  농도에서는 노출 3일째에 약해가 발현되었고, 4일째는 약해증상이 심하게 나타났고,  $13.6\mu\text{g}/\text{m}^3$  농도에서는 노출 2일째에 약해가 심하게 나타나 약해가 발현되기 위해서는 2일 이상 노출되어야 한다고 하였다(박, 2003). 또한 수도용 제초제 molinate에 대하여 벼 재배환경에서 휘산양상과 공기 중 고추에 대한 약해증상 및 발현 농도설정 시험결과 휘산양상은  $35^\circ\text{C}$ , 20L/min에서 47시간 후의 누적 휘산비가 22.7%였고,  $25^\circ\text{C}$  10L/min에서는 3.2%로 7배 이상 차이를 보였다고 하였다(박 등, 2005).

제초제의 토양잔류성과 목초의 생육장해 시험결과 제초제중 glyphosate 제초제는 처리직후의 당일과종에서도 목초의 80% 이상이 출현되었으며, 10일 이후의 과종에서는 과종된 목초가 모두 출현, 정상적인 생육이 가능하며, glyphosate 제초제의 경우 토양중, 잔류농약에 의한 생육장해는 거의 없었고, butadiazole 제초제 처리에서는 약제 처리 후

30일 이내 조기파종의 경우 정상적인 출현 및 생육이 불가능 하였으며, 이와 같은 생육장애는 60-80일 이후의 파종에서도 계속된다고 보고하였다(김, 1991).

우리 나라에서는 전작물에 처리된 제초제 잔류가 후작물에 미치는 영향에 관한 연구는 매우 미흡한 실정이다. 양 등(1989)은 월동채소작물과 춘하채소작물에 처리된 주요 채소용 제초제의 토양중에서 잔효와 후작물에 미치는 영향을 연구하였고, 국 등(1992a)이 논에 처리된 Quinclorac이 후작물에 미치는 영향을 조사하여 토마토, 감자 등 후작물에 약해가 발생되었음을 밝혔다. 또한 국 등(1992b)에 의하면 활성탄이나 부숙퇴비 시용은 Quinclorac이 잔류된 논에서 후작물에 대한 약해 경감효과가 있다고 한다. 그러나 답전윤환 인삼재배에서 제초제 잔류가 후작물에 미치는 영향은 연구된 바 없다.

인삼에 대한 논제초제 밧사그라피 및 포졸(Quinclorac합제)에 대한 잔효성 검정을 강낭콩과 오이에 의한 생물검정 결과, 퀴클로락 처리후 1-2년된 논토양은 잔류농도가 2ppb 이하로 되었고 인삼에는 약해발현이 없었고, 퀴클로락 처리에 의한 약해발현 토양은 활성탄 50kg/10a 시용으로 생육장애를 조금은 해소할 수 있다고 보고(이일호, 1995)하였고 그 이외에는 인삼에 관한 연구는 없다.

후작물에 대한 제초제 약해 가능성은 제초제의 잔류에 영향을 주는 토양수분, 온도와 같은 환경 조건에 따라 계절적으로 달라질 수 있다. 토양에서 pendimethalin 분해는 온도와 토양수분이 낮아질수록 감소하며(Zimdahl 등, 1984), 토양수분을 증가시키는 토양보존 경운(무경운)방법은 제초제 잔류를 감소시킨다(Banks and Robinson, 1984; Barnside and Wicks, 1980). Trifluralin을 포함한 dinitroanilide제초제의 잔류는 겨울에 논에 담수하면 잔류량이 감소되어 벼의 약해를 경감시켰다(Brewer 등, 1982). Oryzalin처리시 토양표면에 짚을 멀칭하면 토양표면에 도달하는 oryzalin의 양이 감소되고 건조한 조건에서 토양으로부터 oryzalin의 분해가 더 빨리 일어나 소실된다고 한다(Banks and Robinson, 1984).

한편 미국 남부에서 벼는 일반적으로 콩, 수수, 목화과 윤작으로 재배되고 있다(Johnson 등, 1995). 구미에서는 제초제의 토양 중 이동, 흡착 및 잔류에 관한 연구가 활발히 이루어졌고, 주로 밭에서 전작물에 처리된 제초제의 잔류가 후작물의 생육에 미치는 영향이 맥류, 옥수수, 콩, 목화, 사탕수수, 사탕무 등에서 연구되었다.

따라서 답전윤환재배지에서 잡초방제법 개발 및 벼 재배에 사용된 제초제가 후작물 인삼의 생육에 미치는 영향을 분석하고, 잔류되어 있는 제초제를 경감 시킬 수 있는 녹비작물과 토양개량제를 선발 하여 인삼재배농가들이 안심하고 답전윤환재배지를 인삼의

예정지로 선정, 관리할 수 있도록 하기 위하여 본 연구를 수행하였다

## 제 3 장 연구개발수행 내용 및 결과

### 제 1 절 답전윤환인삼재배에서 잡초방제 및 논제초제 잔류 생물검정

#### 1. 재료 및 방법

##### 가. 답전윤환 인삼재배에서 멀칭 및 제초제에 의한 잡초방제법 (1차년도)

충남 금산군에 위치한 답전윤환 인삼재배중인 논에서 발제초제인 듀알 (Metolachlor (2-chloro-6'-ethyl-N-(2-methoxy-1-methylethyl) aceto-toluidide (40%), 코달 (Metolachlor(2-chloro-6'-ethyl-N-(2-methoxy-1-methylethyl) aceto-toluidide (2%) + Prometryn (2, 4-bis(isopropylamino)-6-methylthio-1,3,5-triazine (1%), 듀스 (Metolachlor (2-chloro-6'-ethyl-N-(2-methoxy-1-methylethyl) aceto-toluidide (3%) + Pendimethalin (N-(1-ethylpropyl)-2,6-dinitro-3,4-xylidine (3%), 해도지 (Oxadiazon (5-Tert-3-(2,4-dichloro-5-isopropoxyphenyl)-1,3,4-oxidiazal-2-one (4%) + Pendimethalin (N-(1-ethylpropyl)-2,6-dinitro-3,4-xylidine (15%))를 토양처리한 다음, PE차광망 멀칭 또는 무멀칭 조건, 멀칭+ 손제초 조건에서 발생된 잡초의 개체수와 건물중 조사에 의하여 잡초방제 효과를 검정하며, 제초제가 인삼의 약해와 생장 및 수량에 미치는 영향을 조사하였다.

##### 나. 답전윤환재배에서 논제초제의 후작물 인삼에 대한 약해 검정

하우스에서 Wagner 포트(1/5,000a)에 인삼묘를 3본식 이식한 다음, 현재 논에서 가장 많이 사용되고 있는 논제초제인 부타크로르입제(마세트), 벤설푸론+모리네이트입제(포도대장), 옥사디아존입제(론스타), 피라조선푸론에칠+메페나셀입제(만냥), 벤타존액제(빛사그란), 에스프로카브 + 피라조선푸론에칠입제(플박사), 할로선푸론메칠입제(슈퍼겔런트), 부타벤설입제(만드리), 모리네이트 + 아짐선푸론입제(만천하), 피리노박메칠+벤설푸론에칠입제(내노내) 등 15종 제초제를 1, 2배량 처리한 후 경시적으로 인삼의 약해를 조사하며, 인삼의 초장과 지상부 및 지하부의 건물중을 측정하여 인삼에 내성과 감수성을 나타내는 논제초제를 검정하였다.

다. 녹비작물과 토양개량제에 의한 논제초제의 잔류피해 경감효과 생물검정

논제초제 잔류가 후작물 인삼에 미치는 약해를 경감시키기 위하여 벼 수확 후 2004년 10월 15일에 녹비작물(호밀, 보리, 헤아리벻치, 자운영)을 파종하여 재배하였고, 토양개량제(훈탄, 제오라이트, 로자쏘일, 이라이트) 처리하였으며, 이듬해인 2005년 3월 12일에 인삼 파종전 논토양(협동연구 시험 1, 2)을 채취하여 와그너 포트에 채운 다음, 인삼종자를 파종하여 재배한 후 인삼의 지상부 및 지하부의 생장과 건물중 측정에 의하여 제초제 잔류피해 경감효과를 조사하였다.

라. 답전윤환 인삼재배에서 잡초방제 실증시험 (2차년도)

답전윤환 인삼재배포장에서 시험 1(가)의 결과로 제초효과가 우수하고 약해가 없어 선발된 발제초제와 잡초생육 억제효과가 우수한 멀칭방법을 설치하여 잡초의 본수와 건물중 조사에 의한 잡초방제 효과를 검정하고 인삼의 생장과 수량에 미치는 영향을 조사하였다.

마. 논제초제 잔류수준이 인삼생육에 미치는 영향

시험 2(나)에서 인삼에 내성 또는 감수성으로 판명된 논제초제 4종을 전년도에 표준량, 2배량으로 논에 처리한 후 0, 4, 8, 12, 16주에 토양을 채취하여 냉동보관한 다음, Wagner 포트(1/5,000a)에 논 흙을 채우고 인삼을 직파하여 인삼의 약해, 초장 및 건물중을 측정하여 논제초제의 잔류가 인삼의 약해 및 생장에 미치는 영향을 조사하였다.

바. 답전윤환 인삼재배 논에서 잡초방제 농가 실증시험 및 제초제 잔류분석 (3차년도)

전년도에 논제초제 4종을 1, 2배량 처리한 후 금산군농업기술센터 답전윤환 논 포장에서 인삼묘를 이식한 다음, 시험 3에서 최종 선발된 논 제초제인 metolachlor+prometryn (코달), metolachlor+pendimethalin (듀스), pendimethalin+propanil (길자비)를 2006년 4월 21일에 토양처리한 다음, 각 처리구당 벵짚 멀칭 또는 무멀칭하였다. 잡초본수와 건물중을 측정하여 초종별 잡초방제 효과를 조사하였으며, 인삼의 약해, 초기생육 및 수량을 조사하였다. 그리고 시험 토양에서 경시적으로 토양을 채취하여 논제초제의 잔류량을 분석하였다.

## 2. 결과 및 고찰

가. 답전윤환 인삼재배에서 멀칭 및 제초제에 의한 잡초방제법 (1차년도)

답전윤환 인삼포에서 잡초방제법을 확립하고자 5년인삼포에 시험지를 선정하여 제초제마다 멀칭 및 무멀칭 조건에서 제초제의 잡초방제효과와 인삼 생육에 미치는 영향을 조사하였다. 약제처리 4주 후인 2004년 5월 12일에 인삼포에서 잡초발생을 조사한 결과, 6종의 잡초가 발생하였으며 명아주, 닭의장풀, 바랭이, 피, 자귀풀이 우점하였다 (표 1).

Table 1. Effect of mulching and herbicide treatments on weed control efficacy in ginseng field.

Dry weight: g/m<sup>2</sup>

	Herbicide	Rate (g/10a)	CA	CC	AI	BI	AI	Pi	EA	Total*	% weed control
No mulching	Metolachlor (듀알)	200	17.6	6.8	1.0	0.2	0.6	0.5	0.4	27.1c	62
	Metolachlor+ Pendimethalin (코달)	300	12.3	0.0	0.8	0.1	0.2	0	0	13.4b	81
	Metolachlor+ Prometryne (듀스)	300	9.4	0.2	0.5	1.0	0.0	0	0	11.1b	84
	Oxadiazon+ Pendimethalin (해도지)	300	5.1	0.1	0	0.1	0.1	0	0	5.4ab	92
	Hand-weeding		2.3	0.0	0.6	0.7	0.4	0.4	0.1	4.5a	94
	Control		27.2	2.3	6.5	15.7	0.0	17.9	1.1	70.7e	0
Mulching	Metolachlor (듀알)	200	7.6	0.7	1.2	0.2	0.3	0.1	0.1	10.2b	77
	Metolachlor+ Pendimethalin (코달)	300	0.0	7.1	0	0.0	0.0	0	0	7.1ab	84
	Metolachlor+ Prometryne (듀스)	300	0.6	3.1	0	0.5	1.1	0	0	5.3ab	88
	Oxadiazon+ Pendimethalin (해도지)	300	0	0.2	0	0	0	0	0	0.2a	99
	Hand-weeding		0.7	0	0.1	0.7	0.1	0.5	0	2.1a	95
	Control		20.8	0.0	4.3	8.9	0.2	10.5	0.3	45.0d	0

CA: 명아주 CC: 닭의 장풀 AI: 자귀풀 BI: 바랭이

AL: 개비름 Pi: 피 EA: 개망초

\* Means followed by the same letter within a column are not significantly different at 5% level by DMRT.

멀칭처리에서는 전반적으로 잡초 발생이 억제되었으며 제초제에 의한 무멀칭 보다 잡초방제효과 우수하였다. 제초제에 의한 제초효과는 oxadiazon+pendimethalin (해도지),



metolachlor+pendimethalin (듀스)과 metolachlor+prometryne (코달)에서 높은 방제가를 보였다(표 1).

처리간 인삼의 생육은 멀칭에 인해 차이 없는 경향이였다. 제초제처리 5주 후 metolachlor (듀알), metolachlor+prometryne (코달)과 metolachlor+pendimethalin (듀스)에서 64.6, 64.5, 64.0cm로 초장이 길었다(표 2). Metolachlor(듀알), metolachlor+prometryne (코달)과 metolachlor+pendimethalin (듀스)는 인삼에 대한 약해가 없이 정상적으로 성장하였으며, oxadiazon+pendimethalin (해도지)는 초기에 약해를 나타내어 잎에 약간 소엽현상이 나타났다.

Table 2. Effect of mulching and herbicide treatments on growth and injury of ginseng plants.

Herbicide	Rate (g/10a)	Phytotoxicity	Mulching		No mulching	
			Plant height	Leaf number	Plant height	Leaf number
Metolachlor(듀알)	200	0	63.2*	4.8*	64.6*	4.5*
Metolachlor +prometryne(코달)	300	0	64.5	4.9	61.6	5.1
Metolachlor +pendimethalin(듀스)	300	0	64.0	5.0	60.0	5.1
Oxadiazon +pendimethalin(해도지)	300	2	62.0	4.7	60.0	4.1
Hand weeding	-	0	62.9	5.1	63.3	5.2
Control	-	0	62.4	4.9	61.0	4.7

\* Date of measurement: July 23, 2004

수확된 인삼의 수량구성요소 및 수량을 조사한 결과, 삼직경, 근장, 근중 및 수량 등 모든 면에서 멀칭처리에서 높은 경향을 보였다(표 3). Metolachlor에서는 수량이 가장 높은 반면, 초기에 약해를 나타낸 oxadiazon+pendimethalin (해도지)에서 인삼의 수량이 적었다.

Table 3. Effect of mulching and herbicide treatments on yield of ginseng roots.

Herbicide	Rate (g/10a)	Mulching				No mulching			
		Dia. (mm)	Length (cm)	Weight (g/plant)	Yield* (kg/10a)	Dia. (mm)	Length (cm)	Weight (g/plant)	Yield* (kg/10a)
Metolachlor (듀알)	200	20.1	27.9	30.6	545.3a	19.6	25.6	29.1	518.6ab
Metolachlor+ prometryne (코달)	300	19.5	25.9	28.8	513.2ab	18.6	23.7	27.6	491.8b
Metolachlor+ pendimethalin (듀스)	300	18.2	25.0	27.5	490.1b	19.2	26.4	28.2	502.5ab
Oxadiazon+ pendimethalin (해도지)	300	18.2	25.0	27.6	491.8b	17.8	25.9	25.3	450.8d
Hand weeding	-	17.9	24.9	27.9	497.2b	-	-	-	-
Control	-	17.3	25.0	26.6	474.0c	16.3	27.1	25.1	447.3d

\* Means followed by the same letter within a column are not significantly different at 5% level by DMRT.

나. 답전윤환재배에서 논제초제의 후작물 인삼에 대한 약해 검정

공시된 16종의 논 제초제 중 7종의 제초제가 후작물 인삼에 심한 약해를 초래하였으며, butachlor + bensulfuron-methyl(만드리), halosulfuron-methyl + molinate (마패), esprocarb + pyrozosulfuron-methyl (플박사), carfentrazone-methyl + anilofos + pyrazosulfuron-ethyl (부자들), Bensulfuron-methyl + molinate (포도대장) 1/2, 표준 및 배량농도에서 인삼의 지상부는 완전히 황화 고사되었고, molinate + azimsulfuron (만천하), esprocarb + pyrozosulfuron-methyl (플박사), pyrazosulfuron-methyl + mefencet (만냥)표준농도 및 배량에서 인삼에 심한 생장억제 현상을 나타냈다. Butachlor (마세트), pendimethalin + propanil(길자비),oxidiazon(론스타),bentazon (밧사그란)pyriminobac-methyl + pyrozosulfuron-methyl(내노내), azimsulfuron + bensulfuron-methyl + molinate (푸레왕), pyrazoxyfen+piperophos (바로매),pretilachlor (솔네트), clomazone+butachlor(손시네) 등 9종 제초제에서는 약해가 적었다.

Table 4. Effects of rice herbicide treatments on injury of ginseng in paddy field.

Herbicide	Active ingredient	Rate (g/10a)	Phytotoxicity*	Herbicide	Active ingredient	Rate (g/10a)	Phytotoxicity*
Butachlor (마세트)	GR 95%	20	2	Pendimethalin+ propanil (길자비)	EC 25+25%	25	2
		40	2			50	2
		80	2			100	2
Oxidiazon (론스타)	EC 12%	20	2	Bensulfuron -methyl+ molinate (포도대장)	GR 0.17+5%	150	4
		40	2			300	8
		80	3			600	9
Bentazon (밭사그란)	SL 40%	20	3	Halosulfuron -methyl+ molinate (마패)	GR 0.18+7%	150	7
		40	4			300	9
		80	4			600	9
Pyriminobac -methyl+ pyrazosulfuron (내노내)	GR 0.1+0.07%	150	2	Anilofos+ carfentrazone -methyl+ pyrazosulfuron -ethyl(부자들)	GR 0.06%	150	6
		300	4			300	8
		600	4			600	9
Pyrazoxyfen+ piperophos (바로매)	GR 6+3%	150	2	Molinate+ azimsulfuron (만천하)	GR 0.1+0.05%	150	3
		300	2			300	8
		600	3			600	9
Pretilachlor (솔네트)	GR 2%	150	2	Butachlor+ bensulfuron -methyl (만드리)	GR 2.5+0.17%	150	7
		300	3			300	9
		600	3			600	9
Azimsulfuron +bensulfuron -methyl+ molinate (푸레왕)	GR 0.03+0.08 +5%	150	4	Esprocarb+ pyrazosulfuron -methyl (플박사)	GR 5+0.07%	150	6
		300	5			300	9
		600	7			600	9
Clomazone +butachlor (손시네)	EC 1.6+2%	20	2	Mefencet+ pyrazosulfuron -methyl (만냥)	GR 0.07+3.5%	150	6
		40	3			300	8
		80	4			600	8

\* Phytotoxicity; 0-9; 0: no phytotoxicity; 9: dead.

(만천하), esprocarb + pyrazosulfuron-methyl (플박사), pyrazosulfuron-methyl + mefencet (만냥) 표준농도 및 배량에서 인삼에 심한 생장억제 현상을 나타냈다. Butachlor

(마세트), pendimethalin + propanil (길자비), oxidiazon (론스타), bentazon (밧사그란), pyriminobac-methyl + pyrazosulfuron-methyl (내노내), azimsulfuron + bensulfuron-methyl + molinate (푸레왕), pyrazoxyfen + piperophos (바로매), pretilachlor (솔네트), clomazone + butachlor(손시네) 등 9종 제초제에서는 약해가 적었다.

논 제초제가 인삼생육에 미치는 영향을 조사한 결과,인삼은 논 제초제에 의하여 생육이 억제되는 경향이었으나 수확까지 생존율이 bentazon (밧사그란)과 azimsulfuron + bensulfuron-methyl + molinate (푸레왕) 제외한 모든 처리에서 70%이상이었다 (표 5). 인삼의 초장은 butachlor (마세트), pendimethalin + propanil (길자비), oxidiazon (론스타), bentazon (밧사그란), pyriminobac-methyl + pyrazosulfuron-methyl (내노내), pretilachlor (솔네트)에서 농도별간 차이가 적었으며, 제초제에 의한 억제정도가 가장 적었다.

반면, 표 6에서 보는 바와 같이 bensulfuron-methyl+molinate (포도대장), mefencet + pyrazosulfuron-methyl (만냥), esprocarb+pyrazosulfuron-methyl (플박사), halosulfuron-methyl + molinate (마패), butachlor + bensulfuron-methyl (만드리), molinate + azimsulfuron (만천하), anilofos + carfentrazone-methyl + pyrazosulfuron-ethyl (부자들)에서 인삼의 생존율이 가장 낮았으며, 심각한 약해를 보였다. 그리고 mefencet + pyrazosulfuron-methyl (만냥), esprocarb + pyrazosulfuron-methyl (플박사), halosulfuron-methyl + molinate (마패), butachlor + bensulfuron-methyl (만드리), anilofos + carfentrazone-methyl + pyrazosulfuron-ethyl (부자들) 표준농도 및 배량에서 인삼은 고사되었다. Bensulfuron-methyl + molinate (포도대장)과 azimsulfuron + molinate (만천하)에서 인삼의 생존율이 높았으나 지상부 생장이 억제되었고 뚜렷한 약해를 보였다.

Table 5. Effects of rice herbicide treatments on growth of ginseng plants.

Herbicide	Rate (g/10a)	First evaluation <sup>a</sup>		Second evaluation <sup>b</sup>			
		Height (cm)	% Survival	Height (cm)	Leaf dry weight (g/plant)	Stem dry weight (g/plant)	% Survival
Butachlor (마세트)	20	11.2	96	16.7	0.125	0.032	96
	40	8.9	100	12.3	0.093	0.026	100
	80	6.9	92	8.6	0.090	0.024	92
Oxidiazon (론스타)	20	9.8	92	12.6	0.119	0.027	92
	40	6.3	100	8.0	0.104	0.023	100
	80	8.9	100	9.3	0.088	0.019	100
Bentazon (밭사그란)	20	11.6	84	13.5	0.065	0.017	84
	40	10.1	80	12.3	0.034	0.006	80
	80	8.6	56	9.7	0.021	0.003	56
Pyriminobac-methyl+ pyrosulfuron-methyl (내노내)	150	11.3	96	12.6	0.105	0.028	96
	300	7.8	100	8.4	0.087	0.024	100
	600	6.5	100	7.3	0.056	0.022	100
Pyrazoxyfen+ piperophos (바로매)	150	12.3	84	15.6	0.138	0.036	84
	300	4.3	80	5.3	0.111	0.027	80
	600	3.2	92	4.1	0.113	0.022	92
Pretilachlor (솔네트)	150	12.2	100	15.6	0.111	0.029	100
	300	8.9	92	9.7	0.136	0.037	92
	600	6.8	72	7.6	0.113	0.025	72
Azimsulfuron+ bensulfuron-methyl+ molinate (푸레왕)	150	8.5	76	12.3	0.074	0.022	76
	300	5.3	60	7.6	0.054	0.016	60
	600	5.6	52	6.9	0.107	0.013	52
Clomazone+ butachlor (손시네)	20	15.2	64	17.8	0.086	0.022	64
	40	10.2	72	13.1	0.102	0.022	72
	80	11.2	60	13.1	0.073	0.015	60
Pendimethalin+ propanil (길자비)	25	9.6	76	12.3	0.144	0.037	76
	50	8.9	92	11.0	0.093	0.023	92
	100	10.3	72	12.0	0.091	0.024	72
Hand weeding	-	15.3	100	18.1	0.172	0.043	100

<sup>a</sup> May 21, 2004

<sup>b</sup> September 26, 2004

Table 6. Selection of susceptible rice herbicides to ginseng due to herbicide residue in paddy fields.

Herbicide	Rate (g/10a)	First evaluation <sup>a</sup>		Second evaluation <sup>b</sup>			
		Height (cm)	% survival	Height (cm)	Leaf dry weight (g/plant)	Stem weight (g/plant)	% survival
Bensulfuron-methyl+m olinate (포도대장)	150	9.5*	95	11.1	0.054	0.015	95
	300	7.6	25	8.7	0.016	0.003	25
	600	5.3	40	6.6	0.09	0.004	40
Pyrazosulfuron-methyl +mefencet (만냥)	150	6.2	95	9.8	0.113	0.023	95
	300	5.3	40	6.3	0.063	0.020	30
	600	3.5	25	0	0	0	0
Esprocarb+ pyrozosulfuron-methyl (플박사)	150	6.3	55	11.6	0.036	0.010	55
	300	5.3	15	0	0	0	0
	600	4.9	25	0	0	0	0
Halosulfuron-methyl+ molinate (마괘)	150	6.1	30	7.2	0.027	0.009	30
	300	0	0	0	0	0	0
	600	0	0	0	0	0	0
Butachlor+ bensulfuron-methyl (만드리)	150	6.2	45	7.0	0.072	0.018	45
	300	0	0	0	0	0	0
	600	0	0	0	0	0	0
Molinate+azimsulfuron (만천하)	150	6.8	80	9.6	0.130	0.029	80
	300	6.1	65	7.0	0.045	0.014	65
	600	5.3	40	6.2	0.023	0.005	40
Anilofos+ carfentrazone-ethyl+ pyrazosulfuron-ethyl (부자들)	150	5.3	45	6.9	0.067	0.017	45
	300	5.3	45	6.3	0.090	0.022	52
	600	0	0	0	0	0	0
Hand weeding	-	15.3	100	18.1	0.172	0.043	100

<sup>a</sup> May 21, 2004

<sup>b</sup> September 26, 2004

논 제초제가 인삼의 수량 및 수량구성요소에 미치는 영향을 살펴보면, 처리농도의 증가에 따라 인삼 수량구성요소와 수량이 감소하였다. Butachlor (마세트), oxidiazon (론스타), pretilachlor (솔네트)에서 근장이 가장 길었다(표 7). Bentazon (밧사그란), pyrazoxyfen + piperophos (바로매) 과 pendimethalin + propanil (길자비) 1/2농도에서 근장, 삼직경, 근건물중이 가장 높았으며, 풋트당 수량이 0.7g 이상이였다. 인삼의 지상부 생육에 심한 약해를 일으킨 bensulfuron-methyl + molinate (포도대장), halosulfuron-methyl + molinate (마패), molinate + azimsulfuron (만천하), esprocarb + pyrazosulfuron-methyl (플박사), butachlor +bensulfuron-methyl (만드리), bentazon (밧사그란), azimsulfuron + bensulfuron-methyl + molinate (푸레왕) 표준 및 배량노도에서 낮은 수량을 보였다. 특히 bensulfuron-methyl + molinate (포도대장), halosulfuron-methyl + molinate (마패), esprocarb + pyrazosulfuron-methyl (플박사)에서 인삼의 수량감소가 현저하였다.

따라서 인삼에 가장 감수성을 나타내는 molinate+halosulfuron (마패), butachlor + bensulfuron-methyl (만드리), esprocarb + pyrazosulfuron-ethyl (플박사) 등 3종을 협동과제의 잔류시험을 위한 대상 제초제로 선발하여 추천하였다.

Table 7. Effects of rice herbicide treatments on yield and yield components of ginseng.

Herbicide	Rate (g/10a)	Length (cm)	Dia (cm)	Weight (mg/plt)	Yield (g/pot)	Herbicide	Rate (g/10a)	Length (cm)	Dia (cm)	Weight (mg/plt)	Yield (g/pot)
Butachlor (마세트)	20	10.7	6.0	260	0.78	Pendimethalin+ propanil (길자비)	25	9.7	5.9	240	0.72
	40	8.3	5.7	160	0.48		50	9.8	5.4	170	0.51
	80	8.1	5.7	170	0.51		100	9.9	5.3	100	0.30
Oxidiazon (론스타)	20	11.5	6.2	320	0.96	Bensulfuron -methyl+ molinate (포도대장)	150	8.6	4.7	200	0.60
	40	9.2	6.1	200	0.60		300	7.8	4.7	120	0.36
	80	8.9	5.8	150	0.45		600	4.4	3.8	9	0.03
Bentazon (밭사그란)	20	9.0	5.1	170	0.51	Halosulfuron -methyl+ molinate (마괘)	150	9.1	4.7	190	0.57
	40	6.7	5.1	130	0.39		300	8.8	4.3	110	0.33
	80	4.3	4.6	130	0.39		600	5.7	3.6	8	0.02
Pyriminobac -methyl+ pyrazosulfuron -methyl (내노내)	150	11.7	5.6	210	0.63	Anilofos+ carfentrazone -methyl+ pyrazosulfuron- ethyl (부자들)	150	8.0	5.7	190	0.57
	300	11.0	5.6	180	0.54		300	7.4	5.2	180	0.54
	600	7.7	4.7	150	0.45		600	6.6	3.8	100	0.30
Pyrazoxyfen+ piperophos (바로매)	150	9.2	6.6	260	0.78	Molinate+ azimsulfuron (만천하)	150	7.3	5.3	200	0.60
	300	9.0	6.2	170	0.51		300	5.2	4.0	140	0.42
	600	7.3	5.5	130	0.39		600	5.4	3.3	120	0.36
Pretilachlor (솔네트)	150	11.8	7.9	240	0.72	Butachlor+ bensulfuron -methyl (만드리)	150	7.8	5.5	190	0.57
	300	9.8	6.3	200	0.60		300	6.8	4.8	120	0.36
	600	9.1	5.7	170	0.51		600	5.5	4.1	110	0.33
Azimsulfuron+ bensulfuron -methyl+ molinate (푸레왕)	150	9.2	5.0	220	0.66	Esprocarb+ pyrazosulfuron -methyl (플박사)	150	7.7	4.7	190	0.57
	300	5.8	4.9	130	0.39		300	7.5	4.5	110	0.33
	600	5.3	4.4	120	0.36		600	4.9	3.3	7	0.02
Clomazone+ butachlor (손시네)	20	7.9	5.7	220	0.66	Mefencet+ pyrazosulfuron -methyl (만냥)	150	10.0	5.3	200	0.60
	40	7.2	5.3	220	0.66		300	6.6	5.3	160	0.48
	80	5.6	4.1	110	0.33		600	5.8	5.0	100	0.30
Hand weeding	-	10.4	6.1	200	0.60						



다. 녹비작물과 토양개량제에 의한 제초제의 잔류피해 경감효과 생물검정

제초제 잔류가 후작물 인삼에 미치는 약해를 경감시키기 위하여 녹비작물 재배와 토양개량제 처리한 후 재배한 다음, 2005년 3월 10일에 인삼 이식전 논토양(협동연구 시험 1, 2)을 채취하여 와그너 포트에 채운 다음, 3월 15일에 인삼종자를 파종하여 6월 20일에 인삼의 지상부 및 지하부의 생장과 건물중 측정에 의하여 제초제 잔류피해 경감효과를 조사한 결과, 녹비작물재배에 의한 잔류경감효과는 크지 않았지만 직파 1년근의 출아율은 호밀 재배구에서 94%로 가장 양호하였고, 자운영 재배구는 91%로 출아율이 가장 떨어졌으며, 지상하부 생육에서도 호밀재배구에서 가장 양호하여 제초제 잔류경감 효과가 좋은 경향이였다(표 8).

Table 8. Reducing effect of rice herbicides in one year-old ginseng plants after growing green manure crops (Bio-assay).

Treatment	Emergence (%)	Leaf length (cm)	Stem length (cm)	Root weight (g)	Root length (cm)	Root diameter (mm)
Rye	94	3.2	8.5	0.85	15.6	5.5
Barley	92	3.1	8.5	0.72	15.3	5.4
Hairy vetch	94	3.1	8.5	0.69	15.2	5.2
Milk vetch	91	3.1	8.5	0.78	14.9	5.3
Control	91	3.1	8.5	0.75	15.1	5.3

토양개량제 처리에 의한 제초제 잔류경감 효과 검정을 위해 인삼종자를 Wagner 포트에 파종하여 재배하여 생육상황을 정기적으로 조사한 결과(표 9), 출아율은 훈탄처리구가 95%로 가장 높았고, 유기퇴비인 로자쏘일 처리구도 94%로 양호하였으며, 지하하부 생육은 로자쏘일 처리구와 훈탄처리구는 우수한 생육을 보여, 제초제 잔류경감효과가 우수하다고 판단되었다.

Table 9. Reducing effect of rice herbicides in one year-old ginseng plants after application of soil conditioners (Bio-assay)

Treatment	Emergence (%)	Leaf length (cm)	Leaf diameter (cm)	Stem length (cm)	Root weight (g)	Root length (cm)	Root diameter (mm)
Carbonized chaff	95	3.2	2.4	8.5	0.79	15.5	5.2
Zeolite	91	3.1	2.3	8.4	0.75	15.4	5.1
Roza soil	94	3.2	2.4	8.5	0.80	15.8	5.4
Illite	93	3.1	2.3	8.5	0.74	15.1	5.0
Control	92	3.2	2.3	8.5	0.69	15.0	5.1

라. 답전윤환 인삼재배에서 잡초방제 실증시험 (2차년도)

답전윤환 인삼재배포에 잡초방제법을 확립하기 위해 선발된 5종 제초제를 선정하여 금산군 농업기술센터에서 답전윤환 논삼포에서 처리구(구당면적 10m<sup>2</sup>)를 난괴법 3반복으로 배치하여 시험을 수행하였다. 2005년 4월 17일에 논제초제인 metolachlor + prometryn (코달), metolachlor + pendimethalin (듀스), pendimethalin + propanil (길자비), pyriminobac-methyl + pyrozorsulfuron-methyl(내노내)와 azimsulfuron + bensulfuron-methyl + molinate (푸레왕)을 토양처리한 다음, 각 처리구당 벧짚 멀칭 또는 무멀칭하였다.

약제처리 5주후인 6월 23일인삼의 약해 달관조사한 결과, 코달, 듀스와 길자비에서는 인삼에 약해가 전혀 없었고 푸레왕은 경미한 약해를 보였으나 내노내는 약해가 심하게 나타났다(표 10). 그리고 7월 13일 인삼의 초장 및 엽수를 조사한 결과, 코달, 듀스, 길자비와 푸레왕에서는 초장이 손제초와 차이가 없었으나 내노내는 생육이 억제되어 초장이 짧아진 경향이였다.

Table 10. Effect of mulching and herbicide treatments on the plant height and injury of ginseng plants.

Herbicide	Rate* (g/10a)	Plant height (cm)		Phytotoxicity**
		Mulching	No mulching	
Metolachlor+pendimethalin	300	22.1	22.0	0**
Metolachlor+prometryne	300	22.4	22.3	0
Pendimethalin+propanil	300	21.1	21.0	0
Pyriminobac-methyl +pyrozorsulfuron-methyl	300	19.4	19.7	2
Azimsulfuron+bensulfuron +molinate	200	22.1	21.5	1
Hand weeding	-	22.7	22.4	0
Control	-	21.9	21.2	0

\* Formulation base.

\*\* Phytotoxicity; 0-9; 0: no phytotoxicity; 9: dead.

제초제 처리 5주후에 조사된 잡초방제효과는 멀칭구에서는 코달, 듀스, 길자비에서 모두 90%이상으로 우수하였고, 또 무멀칭구에서도 모두 80%이상으로 비교적 높은 방제효과를 나타냈다(표 11). 그러나 내노내와 푸레왕에서는 잡초방제 효과가 낮았다.

2005년 9월 15일에 조사된 인삼 수량은 멀칭구에서는 무멀칭구에 비하여 전반적으로 높은 경향이였으며, 푸레왕에서 인삼 수량이 가장 높았고 내노내에서도 높은 수량을 나타냈다(표 12).

Table 11. Effect of mulching and herbicide treatments on the weed control efficacy in ginseng field.

Herbicide	Rate* (g/10a)	Pa	Sk	Bl	Ly	Pi	Yk	Mc	Total**
No mulching									
Metolachlor +pendimethalin	300	0.8	0	0.1	0	0.3	0	0	1.2a
Metolachlor +prometryne	300	0.5	0	0	0	0.2	0	0	0.7a
Pendimethalin +propanil	300	0.6	0	0.8	0.3	0.1	0	0	1.8a
Pyriminobac +pyrozorsulfuron	300	0.8	0	5.4	0	0.7	0	0	6.9b
Azimsulfuron +bensulfuron +molinate	200	0	1.4	1.7	0.3	2.8	0	0	6.2b
Hand weeding	-	0	0	0.4	0.4	0.6	0	0	1.4a
Control	-	0.9	31.4	2.9	1.2	7.5	34.5	3.8	82.2f
Mulching									
Metolachlor +pendimethalin	300	1.9	0	5.7	4.3	0	0	0	11.9bc
Metolachlor +prometryne	300	1.4	0	0	7.6	0	0	0	9.0b
Pendimethalin +propanil	300	4.2	0	4.9	5.8	0	0	0	14.9c
Pyriminobac +pyrozorsulfuron	300	1.9	0	14.8	2.2	7.4	0	0	26.3d
Azimsulfuron +bensulfuron +molinate	200	3.5	0.8	13.9	2.6	8.1	0	0	28.9d
Hand weeding	-	0.4	0	0.1	0	0.1	0	0	0.6a
Control	-	0	15.2	0.3	0	1.4	16.3	0	33.2e

Pa: 포아풀  
Kp: 깨풀  
Mk: 미국가막사리

Bl: 바랭이  
Ly: 냉이  
Pi: 피

Yk: 여뀌  
Tb: 털비름

\* Formulation base.

\*\* Means followed by the same letter within a column are not significantly different at 5% level by DMRT.

Table 12. Effect of mulching and herbicide treatments on yield of ginseng roots.

Herbicide	Rate* (g/10a)	Mulching				No mulching			
		Dia. (mm)	Length (cm)	Weight (g/plant)	Yield** (kg/10a)	Dia. (mm)	Length (cm)	Weight (g/plant)	Yield** (kg/10a)
Metolachlor +pendimethalin	300	9.7	17.1	3.7	177.6	8.9	16.2	2.7	129.6
Metolachlor +prometryne	300	9.7	17.8	3.9	187.2	9.0	17.2	2.4	115.2
Pendimethalin +propanil	300	10.0	16.1	3.8	182.4	8.5	17.9	2.8	134.4
Pyriminobac +pyrozorsulfuron	300	10.3	15.5	4.4	211.2	9.1	16.5	3.5	168.0
Azimsulfuron +bensulfuron+molin linate	200	10.6	15.8	4.9	235.2	9.7	16.6	3.7	177.6
Hand weeding		10.9	14.8	4.8	230.4	9.2	17.5	3.6	172.8
Control		8.9	18.8	3.2	153.6	8.8	17.2	2.7	129.6

\* Formulation base.

\*\* Means followed by the same letter are not significantly different at the 5% level by DMRT.

마. 논제초제 잔류수준이 인삼생육에 미치는 영향

시험 2에서 인삼에 감수성을 나타낸 논제초제 4종을 전년도에 표준량, 2배량으로 논에 처리한 후 0, 8, 12, 16주에 토양을 채취하여 냉동 보관한 다음, 와그너 포트(1/5,000a)에 논흙을 채우고 인삼을 이식하여 인삼의 약해, 초장 및 건물중을 측정하여 논제초제의 잔류가 인삼의 약해 및 생장에 미치는 영향을 조사한 결과, esprocarb + pyrazosulfuron-ethyl (풀박사)와 halosulfuron-methyl + molinate (마패)에서 8주까지 인삼생육이 억제되었으나 anilofos + carfentrazone-ethyl + pyrazosulfuron-ethyl (부자들)은 표준량 및 배량처리에서 모두 약해가 보이지 않아 잔류성이 없었다고 사료된다(표 13).

논제초제 잔류수준이 인삼수량에 미치는 영향을 살펴보면, 전반적으로 배량처리에서 표준량처리보다 수량이 적은 경향이 나타났으며, 논제초제 처리 후 토양채취시간이 경과됨에 따라 잔류량이 낮아지며 인삼 수량구성요소와 수량이 증가하였다. Esprocarb+pyrazosulfuron-ethyl (풀박사) 배량처리 0주와 halosulfuron-methyl + molinate (마패) 표준량처리 8후 까지는 잔류량이 높아 수량이 가장 낮았고, 12주까지 인삼수량이 대조구에 비해 적은 경향이였다(표 14). Butachlor+bensulfuron-methyl (만드리)와 anilofos+carfentrazone-ethyl +pyrazosulfuron-ethyl (부자들) 배량처리에서 8주까지 제초제 잔류에 의하여 수량은 대조에 비하여 다소 적었으나

12주이후 부터는 차이가 없었다.

Table 13. Effect of herbicide residues in the soil treated by standard or double rates at different periods after herbicide treatments on top growth of ginseng plants.

Time after herbicide treatments (week)	Herbicide	Standard rate (1X)				Double rate (2X)			
		Plant height (cm)	Leaf length (cm)	Leaf weight (g/plant)	Leaf number (No./plant)	Plant height (cm)	Leaf length (cm)	Leaf weight (g/plant)	Leaf number (No./plant)
0	Esprocarb +pyrazosulfuron	10.9	5.2	0	0	14.9	3.9	0	0
	Halosulfuron +molinate	15.1	4.3	1.6	1.0	12.0	4.1	1.1	1.0
	Butachlor +bensulfuron	13.3	5.7	1.1	1.2	0.0	5.2	0.0	0.0
	Anilofos +carfentrazone +pyrazosulfuron	15.6	5.4	1.4	2.0	14.2	5.6	1.3	1.7
8	Esprocarb +pyrazosulfuron	14.8	6.5	1.2	1.3	15.2	5.1	1.4	1.6
	Halosulfuron +molinate	15.8	6.1	1.4	1.7	14.3	4.6	1.9	1.2
	Butachlor +bensulfuron	16.0	6.7	1.9	1.9	13.2	5.9	1.4	1.3
	Anilofos +carfentrazone +pyrazosulfuron	15.6	6.7	2.0	2.7	15.1	6.5	2.9	3.0
12	Esprocarb +pyrazosulfuron	14.4	6.5	1.7	1.6	14.7	6.1	2.3	1.5
	Halosulfuron +molinate	16.2	6.1	1.2	1.3	15.0	5.7	2.9	1.3
	Butachlor +bensulfuron	16.9	6.8	2.3	2.1	14.4	6.2	2.4	1.9
	Anilofos +carfentrazone +pyrazosulfuron	16.3	6.9	2.1	2.5	15.2	6.8	2.1	2.4
16	Esprocarb +pyrazosulfuron	16.1	6.1	1.9	2.1	15.7	6.7	0.8	2.1
	Halosulfuron +molinate	16.3	6.2	2.5	2.1	14.3	5.1	1.5	1.8
	Butachlor +bensulfuron	16.7	5.5	1.5	1.9	14.4	5.6	2.4	2.1
	Anilofos +carfentrazone +pyrazosulfuron	16.7	6.3	2.4	2.3	15.8	6.5	2.3	2.6
	Control	15.7	6.6	2.4	2.6				

Table 14. Effect of herbicide residues in the soil treated by standard or double rates at different periods after herbicide treatments on yield and yield component of ginseng.

Time after herbicide treatments (week)	Herbicide	Standard rate (1X)					Double rate (2X)				
		Root length (cm)	Root dia (mm)	Root weight (g/plant)	No. of root (plot)	Yield (kg/10a)	Root length (cm)	Root dia (mm)	Root weight (g/plant)	No. of root (plot)	Yield (kg/10a)
0	Esprocarb +pyrazosulfuron	8.9	7.3	1.5	1.7	76	11.9	8.2	0.8	1.6	56
	Halosulfuron +molinate	6.3	8.1	1.6	1.6	79	7.4	6.9	0.9	1.5	78
	Butachlor +bensulfuron	7.4	8.2	1.4	1.7	97	6.8	6.7	1.2	2.1	80
	Anilofos +carfentrazone +pyrazosulfuron	9.3	9.0	1.9	2.2	98	10.7	8.1	1.9	1.9	95
8	Esprocarb +pyrazosulfuron	9.1	7.6	1.6	2.2	95	9.2	7.2	1.6	1.4	89
	Halosulfuron +molinate	9.7	7.5	1.3	1.8	65	10.0	8.1	1.7	1.6	85
	Butachlor +bensulfuron	9.8	8.3	1.6	2.3	102	8.9	8.6	1.9	2.1	95
	Anilofos +carfentrazone +pyrazosulfuron	10.7	9.7	1.9	2.3	106	8.5	9.4	2.1	2.5	105
12	Esprocarb +pyrazosulfuron	10.7	8.9	2.0	2.1	110	10.4	8.5	2.0	2.0	100
	Halosulfuron +molinate	10.3	8.4	2.1	2.0	109	10.2	8.4	2.1	2.3	105
	Butachlor +bensulfuron	10.2	8.9	2.3	3.0	115	10.7	10.1	1.8	2.1	103
	Anilofos +carfentrazone +pyrazosulfuron	10.3	8.6	2.4	2.8	112	10.3	7.8	1.7	2.5	101
16	Esprocarb +pyrazosulfuron	9.7	9.3	2.2	2.8	110	10.3	9.1	2.4	2.0	103
	Halosulfuron +molinate	10.2	9.2	2.8	2.8	140	10.6	7.9	2.6	2.3	106
	Butachlor +bensulfuron	10.6	8.2	2.5	3.0	125	10.4	8.6	1.9	2.8	112
	Anilofos +carfentrazone +pyrazosulfuron	10.3	9.1	2.7	3.0	131	10.5	8.2	1.7	2.5	105
	Control	10.7	12.7	2.7	3.0	136					

바. 답전윤환 인삼재배 논에서 잡초방제 농가실증시험 및 제초제 잔류분석

1) 잡초방제 농가실증시험

답전윤환 인삼재배포에 잡초방제법을 확립하기 위해 선발된 3종 제초제를 선정하여 금산군 농업기술센터에서 답전윤환 논삼포에서 2006년 4월 21일에 논제초제인 metolachlor+prometryn (코달), metolachlor+pendimethalin (듀스), pendimethalin+propanil (길자비)를 토양처리한 다음, 각 처리구당 벚짚 멀칭 또는 무멀칭하여 조사한 결과, 약제처리 5주후인 6월 27일과 7월 17일에 일년생 인삼(표 15)과 이년생 인삼(표 16)의 약해를 달관으로 조사한 결과, 코달, 듀스와 길자비에서 모두 인삼에 약해가 전혀 없었고, 인삼의 초장도 코달, 듀스, 길자비에서 손제초와 차이가 없었다.

Table 15. Plant height and injury of one year-old ginseng by mulching and herbicide treatments.

Mulching Herbicide	Rate (g/10a)	Plant height (cm)	Phytotoxicity*
Mulching Metolachlor+prometryne(듀스)	300	22.6	0
Metolachlor+pendimethalin(코달)	300	22.4	0
Pendimethalin+propanil(길자비)	300	22.0	0
Hand weeding	-	22.8	0
Untreated control	-	21.3	0
No mulching Untreated control	-	20.5	0

\* Phytotoxicity; 0-9; 0: no phytotoxicity; 9: dead.



Table 16. Plant height and injury of two year-old ginseng by mulching and herbicide treatments.

Mulching	Herbicide	Rate (g/10a)	Plant height (cm)	Phytotoxicity
Mulching	Metolachlor+prometryne(듀스)	300	29.8	0*
	Metolachlor+pendimethalin(코달)	300	29.5	0
	Pendimethalin+propanil(길자비)	300	29.7	0
	Hand weeding	-	30.6	0
	Untreated control	-	28.6	0
No mulching	Untreated control	-	28.3	0

\*: Phytotoxicity; 0-9; 0: no phytotoxicity; 9: dead.

멀칭조건에서는 무멀칭에 비하여 전반적으로 잡초방제효과가 높았으며, 일년생 인삼밭에서는 51.5%(표 17), 2년생 인삼밭에서는 43.5% 방제효과가 높았다(표 18).

일년생 인삼밭의 멀칭구에서 코달, 듀스 및 길자비에서는 모두 98%이상 높은 방제효과를 나타냈고(표 17), 2년생 인삼밭에서도 코달, 듀스 및 길자비 처리에서는 98% 이상 높은 방제효과를 나타냈다(표 18).

Table 17. Weed control efficacy of mulching and herbicide treatments in one year-old ginseng field

		Dry weight (g/m <sup>2</sup> )									
Mulching	Herbicide	Rate (g/10a)	EC	DS	SM	AE	PH	EC	AI	Total*	% weed control
Mulching	Metolachlor+ Prometryne (듀스)	300	0.3	0.1	0	0	0.2	0	0	0.6a	98.9
	Metolachlor+ Pendimethalin (코달)	300	0.3	0.2	0	0	0.3	0	0	0.8a	98.5
	Pendimethalin+ propanil (길자비)	300	0.2	0.2	0.1	0	0.1	0	0.1	0.7a	98.7
	Hand-weeding		0.2	0.1	0	0.1	0	0.3	0.2	0.9a	98.3
	Untreated control	-	8.5	4.8	1.5	1.8	4.7	0.9	3.1	25.3b	51.5
No mulching	Untreated control	-	14.4	11.4	3.6	4.8	10.2	2.4	5.4	52.2c	0

EC: 피 DS: 바랭이 SM: 별꽃 AE: 새콩

PH: 여뀌 EC: 망초 AI: 자귀풀

\* Means followed by the same letter within a column are not significantly different at 5% level by DMRT.

Table 18. Weed control efficacy of herbicide treatment in two year-old ginseng field.

Mulching Herbicide	Rate (g/10a)	EC	DS	CA	AE	PH	BF	AI	Dry weight (g/m <sup>2</sup> )	
									Total	% weed control
Mulching Metolachlor+ Prometryne (듀스)	300	0.4	0.2	0	0	0.3	0	0.2	1.1a	98.0
Mulching Metolachlor+ Pendimethalin (코달)	300	0.3	0.1	0	0.1	0.2	0.1	0.1	0.9a	98.4
Mulching Pendimethalin+ propanil (길자비)	300	0.2	0	0.2	0	0.4	0.2	0.2	1.2a	97.9
Mulching Hand-weeding		0.1	0.1	0	0.2	0.3	0.1	0	0.8a	98.6
Mulching Untreated control	-	7.6	8.1	1.8	1.2	7.7	1.6	3.7	31.7b	43.5
No mulching Untreated control	-	13.2	12.6	4.2	3.8	11.9	3.9	6.5	56.1c	0

EC: 피 DS: 바랭이 CA: 명아주 AE: 새콩

PH: 여뀌 BF: 미국가막사리 AI: 자귀풀

\* Means followed by the same letter within a column are not significantly different at 5% level by DMRT.

일년생 인삼의 수량은 손제초구에서 가장 높고, 코달, 듀스 및 길자비에서도 높은 수량을 나타냈으나 멀칭 및 무멀칭의제초제 무처리구에서는 매우 낮은 수량을 나타냈다(표 19). 한편 2년생 인삼의 수량은 전반적으로 일년생 인삼에 비하여 높았으며, 손제초구에서 가장 높고, 코달, 듀스 및 길자비에서 비교적 높은 수량을 나타냈다(표 20).

Table 19. Root growth of one year-old ginseng in paddy field as affected by mulching and herbicide treatments.

Mulching Herbicide	Root diameter (mm)	Root length (cm)	Root weight (g/plant)	Yield* (kg/10a)
Mulching Metolachlor+prometryne	9.2	16.8	2.9	134.6b
Metolachlor+pendimethalin	9.5	17.1	3.1	133.5b
Pendimethalin+propanil	9.1	16.5	2.6	130.7b
Hand weeding	9.8	17.2	3.5	157.8a
Untreated control	8.9	17.4	3.0	128.3c
No mulching Untreated control	8.7	16.9	2.7	120.4c

\* Means followed by the same letter within a column are not significantly different at 5% level by DMRT.

Table 20. Root growth and yield of two year-old ginseng in paddy field s affected by mulching and herbicide treatments.

MulchingHerbicide	Root diameter (mm)	Root length (cm)	Root weight (g/plant)	Yield (kg/10a)
Mulching Metolachlor+prometryne	13.1	22.7	6.1	302.7b
Metolachlor+pendimethalin	13.8	23.1	6.7	308.6b
Pendimethalin+propanil	13.5	23.3	6.4	310.1b
Hand weeding	14.3	22.9	7.2	332.4a
Untreated control	12.7	21.4	6.0	221.3c
No mulching Untreated control	12.5	19.5	5.6	190.5d

\* Means followed by the same letter within a column are not significantly different at 5% level by DMRT.

## 2) 제초제 잔류분석

농가의 답전윤환 재배지의 인삼재배시 벼 재배시 사용한 부자논, 마패, 만드리 및 풀박사 등 4종의 제초제가 후작물 인삼의 재배시 미치는 잔류피해를 경감시키기 위하여 호밀, 보리, 헤어리벳치 및 자운영 등 4종의 녹비작물을 재배하였고, 훈탄, 제오라이트, 로자썬일 및 맥섬석 등 4종의 토양개량제를 처리하였으며, 녹비작물과 토양개량제의 복합처리 등 다양한 형태의 처리를 실시한 결과, 부자논의 Molinate와 Cinosulfuron, 마패의 Halosulfuron-methyl과 Molinate, 만드리의 Butachlor와 Bensulfuron-methyl, 풀박사의 Esprocarb와 pyrazosulfuron-ethyl 성분 모두 토양내에서 검출한계 0.01mg/kg 미만으로 검출되어 토양내의 잔류는 거의 없는 것으로 조사되었다(표 21). 제초제 부자논 처리구에서 호밀재배, 호밀재배+직파재배 및 호밀재배+로자썬일 처리구의 molinate 잔류량이 0.01mg/kg 검출되었으나 반올림 결과에 의한 것으로 검출한계 미만인 수치였고, 또한 제초제 풀박사 처리구에서도 호밀재배, 호밀재배+직파재배 및 호밀재배+로자썬일 처리구의 molinate 잔류량이 0.01mg/kg 검출되었으나(표 22) 수치의 반올림 결과로 판단되어, 농가실증포장에서도 벼 재배시에 사용되었던 제초제는 예정지관리기간을 1년 이상으로 관리하면 전혀 잔류에 문제가 없는 것으로 나타났다.

Table 21. Analysis of the herbicide residues in the field treated with mixed rice herbicides after growing green manure crops.

Mixed herbicide	Ingredient analysis	Green manure crop	Residues quantity (mg/kg)
Buzanon(부자논) (Molinate+Cinosulfuron)	Molinate	Rye	< 0.01
		Barley	< 0.01
		Hairy vetch	< 0.01
		Milk vetch	< 0.01
	Cinosulfuron	Rye	< 0.01
		Barley	< 0.01
		Hairy vetch	< 0.01
		Milk vetch	< 0.01
Mapae(마패) (Halosulfuron-methyl+Molinate)	Halosulfuron -methyl	Rye	< 0.01
		Barley	< 0.01
		Hairy vetch	< 0.01
		Milk vetch	< 0.01
	Molinate	Rye	< 0.01
		Barley	< 0.01
		Hairy vetch	< 0.01
		Milk vetch	< 0.01
Mandri(만드리) (Butachlor+Bensulfuron-methyl)	Butachlor	Rye	< 0.01
		Barley	< 0.01
		Hairy vetch	< 0.01
		Milk vetch	< 0.01
	Bensulfuron -methyl	Rye	< 0.01
		Barley	< 0.01
		Hairy vetch	< 0.01
		Milk vetch	< 0.01
Poolbacsa(풀박사) (Esprocarb+Pyrazosulfuron-ethyl)	Esprocarb	Rye	< 0.01
		Barley	< 0.01
		Hairy vetch	< 0.01
		Milk vetch	< 0.01
	Pyrazosulfuron -ethyl	Rye	< 0.01
		Barley	< 0.01
		Hairy vetch	< 0.01
		Milk vetch	< 0.01

Table 22. Effects of soil conditioners and green manure crops on residue levels of rice herbicide residues.

Mixed herbicide	Ingredient analysis	Treatment	Residues quantity (mg/kg)
Buzanon(부자논) (Molinate+Cinosulfuron)	Molinate	Control	< 0.01
		Buzanon+Rye+Roza soil	0.01
	Cinosulfuron	Control	< 0.01
		Buzanon+Rye+Roza soil	< 0.01
Mapae(마패) (Halosulfuron-methyl +Molinate)	Halosulfuron -methyl	Control	< 0.01
		Mapae+Rye+Roza soil	< 0.01
	Molinate	Control	< 0.01
		Mapae+Rye+Roza soil	< 0.01
Mandri(만드리) (Butachlor+ Bensulfuron-methyl)	Butachlor	Control	< 0.01
		Mandri+Rye+Roza soil	< 0.01
	Bensulfuron -methyl	Control	< 0.01
		Mandri+Rye+Roza soil	< 0.01
Poolbacsa(풀박사) (Esprocarb+ Pyrazosulfuron-ethyl)	Esprocarb	Control	< 0.01
		Poolbacsa+Rye+Roza soil	0.01
	Pyrazosulfuron -ethyl	Control	< 0.01
		Poolbacsa+Rye+Roza soil	< 0.01

## 제 2 절 답전윤환재배에서 제초제 잔류 경감기술 개발

### 1. 재료 및 방법

논제초제 잔류가 후작물 인삼에 미치는 약해를 경감시키기 위하여 호밀, 자운영 등 녹비작물 재배와 토양개량제 처리를 통한 경종적 예정지 관리에 의한 제초제 잔류피해 경감효과를 조사하였다.

#### 가. 답전윤환 인삼재배에서 논제초제의 잔류피해 경감용 녹비작물 선발시험

##### 1) 공시포장

본 시험은 충남 금산군 금성면 양전리 논 포장을 2003년 12월 임차하여 토양물리성 개선 및 유기물 증시를 위하여 2004. 4. 19일에 (주)풍림의 홍삼퇴비를 200kg/10a 사용하였고, 로타리 작업 및 써레질 후 2004년 6월 12일에 벼를 이앙하였으며, 썬라이트를 설치하여 시험구획을 설정 공시포장으로 사용하였고, 녹비작물을 선발하기 위하여 Wagner pot에 2년근 인삼을 이식재배 하였다.

##### 2) 처리내용

답전윤환 인삼포장의 제초제 잔류시험에 사용된 4종의 제초제는 인삼의 지상하부 생육에 큰 장애를 주는 제초제로서 만드리(butachlor + bensulfuron-methyl), 풀박사 (esprocarb + pyrazosulfuron-ethyl), 부자논(molinate + cinosulfuron), 마패 (halosulfuron + molinate) 등이고, 벼 이앙 후 뿌리 활착이 가능한 15일후 2004년 6월 27일에 제초제 4가지를 추천량 살포하여 벼를 재배하였으며, 각 제초제 처리후 별다른 약해증상은 없었으며, 2004년 10월 15일 벼를 수확한 후 경운 및 로타리작업을 실시하여 토양혼화처리한 후 호밀, 보리, 헤어리벧취 및 자운영등 4종류의 녹비작물을 파종하였다.

##### 3) 조사내용

가) 토양이화학성 분석토양분석은 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 비색정량하였다. 또한 치환성양이온(K, Ca, Mg, Na)은 Inductivity



Coupled Plasma Optical Emission Spectrometer(GBC Integra XMP. Australia)를 사용하여 분석하였다(농촌진흥청, 1978).

## 나) 잔류농약분석법

### (1) Molinate의 잔류분석법

#### (가) 검량선의 작성

Molinate standard를 acetone에 용해하여 100 mg/L의 stock solution을 제조하였다. 이를 희석하여 0.1, 0.5, 1.0 및 3.0 mg/L의 표준용액을 조제하고 각각 2  $\mu$ L씩 GC/NPD에 주입하여 나타난 chromatogram상의 peak 면적을 이용하여 표준검량선을 작성하였다.

#### (나) 시료분석과정

##### ① 시료추출

토양시료 40 g에 acetone 100 mL를 첨가하여 rotary shaker에서 300 rpm으로 1시간 동안 진탕 추출하였다. 추출물은 약 5 g정도의 Celite 545가 깔린 büchner funnel상에서 감압, 여과하고 이때 acetone 50 mL로 용기 및 잔사를 씻어 앞의 여액과 합하였다. 이 여액을 separatory funnel에 옮겨 증류수 450 mL와 50 mL의 포화식염수를 가하고 60 mL의 dichloromethane으로 2회 분배한 후 anhydrous sodium sulfate층에서 탈수하고 40°C 수욕상에서 감압 농축하였다.

##### ② 정제

시료 정제를 위하여 column chromatographic 방법이 수행되었다. Florisil 5 g과 anhydrous sodium sulfate 2 g이 습식충진된 glass column ( $\phi$ 10 mm)을 70 mL의 hexane으로 pre-washing한 후 5 mL의 hexane에 재 용해된 잔사를 loading하였다. 이 후 acetone/hexane(1/99, v/v) 혼합용매 30 mL로 유출시켜 버리고, acetone/hexane(5/95, v/v) 혼합용매 50 mL로 molinate를 용출시켜 받은 후 감압 농축하였다. 농축 직후 잔사를 acetone 4 mL에 재 용해하여 각각 2  $\mu$ L씩 GC/NPD에 주입하여 나타난 chromatogram상의 peak 면적을 표준검량선과 비교하여 잔류량을 산출하였다.

##### ③ 회수율 시험

무처리 토양시료 40 g에 0.2 mg/kg의 수준이 되도록 표준용액을 정확히 첨가 하여 균일하게 혼합하고 1시간 동안 방치한 후 상기 분석과정을 거쳐 회수율을 구하였다.

④ 검출한계

Molinate의 GC/NPD에서의 최소 검출량 : 0.2 ng

분석법의 검출한계 : 0.01 mg/kg

$$0.2ng \times \frac{4mL}{2\mu L} \times \frac{1}{40g} = 0.01mg/kg$$

(2) Halosulfuron-methyl의 잔류분석법

(가) 검량선의 작성

Halosulfuron-methyl standard를 acetone에 용해하여 100 mg/L의 stock solution을 제조하였다. 이를 희석하여 0.1, 0.5, 1.0 및 3.0 mg/L의 표준용액을 조제하고 각각 2  $\mu$ L씩 GC/NPD에 주입하여 나타난 chromatogram상의 peak 면적을 이용하여 표준검량선을 작성하였다.

(나) 시료분석과정

토양시료 40 g에 acetone 100 mL를 첨가하여 rotary shaker에서 300 rpm으로 1시간 동안 진탕 추출하였다. 추출물은 약 5 g정도의 Celite 545가 깔린 büchner funnel상에서 감압, 여과하고 이때 acetone 50 mL로 용기 및 잔사를 씻어 앞의 여액과 합하였다. 이 여액을 separatory funnel에 옮겨 증류수 450 mL와 50 mL의 포화식염수를 가하고 여기에 중탄산나트륨(NaHCO<sub>3</sub>) 1 g을 가하여 알카리화한 후 60 mL의 hexane으로 2회 분배한 후 유기용매층을 버렸다. 다시 수층을 산성화하기 위해 인산 2 mL를 가하고 dichloromethane 60 mL로 다시 분배한 후 anhydrous sodium sulfate층에서 탈수하고 40°C 수욕상에서 감압 농축하였다. 농축 직후 잔사를 acetone 4 mL에 재 용해하여 각각 2  $\mu$ L씩 GC/NPD에 주입하여 나타난 chromatogram상의 peak 면적을 표준검량선과 비교하여 잔류량을

산출하였다.

(다) 회수율 시험

무처리 토양시료 40 g에 0.2 mg/kg의 수준이 되도록 표준용액을 정확히 첨가하여 균일하게 혼합하고 1시간 동안 방치한 후 상기 분석과정을 거쳐 회수율을 구하였다.

(라) 검출한계

Halosulfuron-methyl의 GC/NPD에서의 최소 검출량 : 0.2 ng

분석법의 검출한계 : 0.01 mg/kg

$$0.2ng \times \frac{4mL}{2\mu L} \times \frac{1}{40g} = 0.01mg/kg$$

(3) Esprocarb의 잔류분석법

(가) 검량선의 작성

Esprocarb standard를 acetone에 용해하여 100 mg/L의 stock solution을 제조하였다. 이를 희석하여 0.1, 0.5, 1.0 및 3.0 mg/L의 표준용액을 조제하고 각각 2  $\mu$ L씩 GC/NPD에 주입하여 나타난 chromatogram상의 peak 면적을 이용하여 표준검량선을 작성하였다.

(나) 시료분석과정

① 시료추출

토양시료 40 g에 acetone 100 mL를 첨가하여 rotary shaker에서 300 rpm으로 1시간 동안 진탕 추출하였다. 추출물은 약 5 g정도의 Celite 545가 깔린 büchner funnel상에서 감압, 여과하고 이때 acetone 50 mL로 용기 및 잔사를 씻어 앞의 여액과 합하였다. 이 여액을 separatory funnel에 옮겨 증류수 450 mL와 50 mL의 포화식염수를 가하고 60 mL의 dichloromethane으로 2회 분배한 후 anhydrous sodium sulfate층에서 탈수하고 40°C 수욕상에서 감압 농축하였다.

② 정제

시료 정제를 위하여 column chromatographic 방법이 수행되었다. Florisil 5 g과 anhydrous sodium sulfate 2 g이 습식충진된 glass column (ø10 mm)을 70 mL의 hexane으로 pre-washing한 후 5 mL의 hexane에 재 용해된 잔사를 loading하였다. 이 후 ethyl ether/hexane(5/95, v/v) 혼합용매 70 mL로 esprocarb를 용출시켜 받은 후 감압농축 하였다. 농축 직후 잔사를 acetone 4 mL에 재 용해하여 각각 2 µL씩 GC/NPD에 주입하여 나타난 chromatogram상의 peak 면적을 표준검량선과 비교하여 잔류량을 산출하였다.

③ 회수율 시험

무처리 토양시료 40 g에 0.2 mg/kg의 수준이 되도록 표준용액을 정확히 첨가하여 균일하게 혼합하고 1시간 동안 방치한 후 상기 분석과정을 거쳐 회수율을 구하였다.

④ 검출한계

Esprocarb의 GC/NPD에서의 최소 검출량 : 0.2 ng  
 분석법의 검출한계 : 0.01 mg/kg

$$0.2ng \times \frac{4mL}{2\mu L} \times \frac{1}{40g} = 0.01mg/kg$$

나. 답전유회환 인삼재배에서 논제초제의 잔류피해 경감용 토양개량제 선발시험

1) 공시포장

본 시험은 답전유회환 논에서 토양개량제의 논제초제의 잔류피해 경감효과를 구명하기 위하여충남 금산군 금성면 양전리 논 포장을 2003년 12월 임차하여 토양물리성 개선 및 유기물 증시를 위하여 2004. 4. 19일에 (주)풍림의 홍삼퇴비를 200kg/10a 시용하였고, 로타리 작업 및 써레질 후 2004년 6월 12일에 벼를 이앙하였으며, 썬라이트를 설치하여 시험구획을 설정 공시포장으로 사용하였고, 토양개량제 처리효과 규명을 위하여 Wagner pot에 2년근 인삼을 이식재배 하였다.

## 2) 처리내용

논제초제를 처리하여 벼를 수확한 논조건에서 2004년 10월 29일 논 제초제 잔류경감효과에 우수한 토양개량제인 훈탄, 제오라이트, 유기퇴비 및 일라이트 등을 토양에 처리하였다.

## 3) 조사내용

이듬해 4월에 인삼을 식재하여 인삼의 생육 및 수량에 미치는 영향을 조사하였으며, 논제초제의 잔류량 분석은 앞의 녹비작물 선발시험(가)의 잔류농약분석법과 동일한 방법으로 분석하였다.

### 다. 답전윤환인삼재배에서 논 제초제의 잔류피해 경감 실증시험

#### 1) 공시포장

본 시험은 충남 금산군 금성면 양전리 논 포장을 2003년 12월 임차하여 토양물리성 개선 및 유기물 증시를 위하여 2004. 4. 19일에 (주)풍림의 홍삼퇴비를 200kg/10a 시용하였고, 로타리 작업 및 써레질 후 2004년 6월 12일에 벼를 이앙하였으며, 썬라이트를 설치하여 시험구획을 설정 공시포장으로 사용하였고, 녹비작물재배 및 토양개량제 처리 후 년 20회 심경하여 토양관리를 하고, 두둑을 만들어 공시포장으로 사용하였다.

#### 2) 처리내용

##### 가) 제초제 처리

벼 이앙후 15일 뒤인 2004년 6월 27일 답전윤환 논토양에 제초제 부자논 (molinate + cinosulfuron), 마패(halosulfuron methyl + molinate), 만드리(butachlor + bensulfuron-methyl) 및 풀박사(esprocarbpyrazosulfuron-methyl)등을 추천량으로 처리하였다.

##### 나) 토양개량제 처리 및 녹비작물 재배

논제초제 잔류경감효과가 우수한 토양개량제인 훈탄, 제오라이트, 유기퇴비 및 일라이트를 권장 시용량으로 처리하였고, 2004년 10월 15일 벼 수확 후 녹비작물 파종전 토양개량제 4종(훈탄, 로자쏘일, 제오라이트, 이라이트)을 파종하여 제초제

잔류경감효과를 조사하였다.

다) 묘삼식재 및 종자파종

토양개량제 처리와 녹비작물 재배가 인삼생육에 미치는 영향을 조사하기 위하여 2005년 11월 3일 종자파종 및 묘삼을 추식하였다.

3) 조사내용

가) 제초제 잔류분석

토양개량제 처리 및 녹비작물재배 후 2005년 11월에 토양을 채취 GC 분석법을 통하여 2004년도와 동일한 분석법으로 논제초제의 잔류 경감효과를 분석 하였다

나) 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.

다) 인삼생육 조사

녹비작물 재배와 토양개량제 처리에 의한 논 제초제 잔류경감효과를 분석하기 위하여 인삼 1, 2년근의 생육조사를 실시하였다.

라. 답전윤환인삼재배에서 식재방법에 따른 논 제초제 잔류피해 영향

1) 공시포장

본 시험은 충남 금산군 금성면 양전리 논 포장에서 2004년 6월 12일에 벼를 이앙하였고, 벼 이앙후 15일 뒤인 2004년 6월 27일 답전윤환 논토양에 제초제 부자논(molinate+inosulfuron), 마패(halosulfuron methyl+molinate),만드리(butachlor+bensulfuron-methyl) 및 풀박사(esprocarb pyrazosulfuron-methyl)등을 추천량으로 처리하였다. 논제초제 잔류경감효과가 우수한 토양개량제인 훈탄, 제오라이트, 유기퇴비 및 일라이트를 권장 시용량으로 처리하였고, 2004년 10월 15일 벼 수확 후 녹비작물 파종전 토양개량제 4종(훈탄, 로자쏘일, 제오라이트, 이라이트)을 파종하여 제초제 잔류경감효과를 조사하였다.

2) 인삼식재 및 종자파종

답전윤환 인삼재배포장에서 식재방법에 따른 논 제초제의 잔류피해를 경시적으로 조사하기 위하여 2005년 11월 3일 종자파종 및 묘삼을 추식하였다.

### 3) 인삼생육 조사

식재방법에 따른 논 제초제의 잔류피해를 경시적으로 조사하기 위하여 직파재배한 1년근 포장과 묘삼 이식재배 포장에서 각각 인삼 1, 2년근의 생육조사를 실시하였다.

## 마. 답전윤환인삼재배에서 논 제초제의 잔류피해 경감 농가실증시험

### 1) 공시포장

본 농가실증 시험은 충남 금산군 금성면 의총리의 농가 논 포장을 임차하여 수행하였으며, 벼 재배 후 공시포장의 지력증진과 토양물리성 개선 등 예정지관리를 위하여 볏짚 1,500kg/10a, 유기질 퇴비 300kg/10a를 사용하였고, 작관설치 전까지 년 20회 이상 경운하였다.

### 2) 처리내용

#### 가) 제초제 처리

벼 이앙후 15일 뒤인 2004년 6월 27일 답전윤환 논토양에 제초제 부자논(molinate + cinosulfuron), 마패(halosulfuron methyl + molinate), 만드리(butachlor + bensulfuron-methyl) 및 풀박사(esprocarbpyrazosulfuron-methyl)등을 추천량으로 처리하였다.

#### 나) 토양개량제 처리 및 녹비작물 재배

벼 재배 후 논제초제 잔류경감효과가 우수한 토양개량제인 훈탄, 제오라이트, 유기퇴비 및 일라이트를 녹비작물 재배 전 권장 사용량으로 처리하였다.

#### 다) 묘삼식재 및 종자파종

토양개량제 처리와 녹비작물 재배가 인삼생육에 미치는 영향을 조사하기 위하여 2005년 11월 3일 종자파종을, 2006년 3월 23일 묘삼을 식재하였다.

### 3) 조사내용

#### 가) 인삼생육 조사

녹비작물 재배와 토양개량제 처리에 의한 논 제초제 잔류경감효과를 분석하기 위하여 농가실증시험한 인삼 1, 2년근의 생육조사를 실시하였다.

#### 나) 농약잔류분석법

1, 2차 제초제 잔류분석법을 변경하여 분석을 실시 정밀성을 높였고, 그 조건과 방법은 1, 2차 분석시 잔류가 되었던 성분을 아래와 같이 기록하였다.

○ Molinate의 잔류분석법

가) 구조식 및 이화학적 성상

▶ Molinate : S-ethyl azepane-1-carbothioate; S-ethyl perhydroazepin-1-carbothioate; S-ethyl perhydroazepine-1-thiocarboxylate

성상 : Clear liquid, with an aromatic odour.

V.p.: 746 mPa (25 °C)

Kow: logP = 2.88

Solubility : In water 990 (pH 5), 900 (pH 9) (both mg/L, 25°C).

Miscible with most common organic solvents.

Stability : Relatively stable to hydrolysis by acids and alkalis (pH 5-9)at 40°C.

Unstable to light.

나) 사용기기 및 시약

- Dichloromethane : Burdick & Jackson (USA) 잔류분석용
- Acetone : Burdick & Jackson (USA) 잔류분석용
- Acetonitrile : Burdick & Jackson (USA) HPLC용
- Potassium phosphate monobasic anhydrous : Junsei chemical Co. (Japan) GR급
- Sodium chloride : Junsei chemical Co. (Japan) GR급
- Octadecyl functionalized silica gel : Sigma-Aldrich Chemical Co.
- Bondesil-PSA : Varian Co. (USA)
- Sodium sulfate : Junsei chemical Co. (Japan) GR급
- Filter paper No.6 : Toyo Roshi Kaisha Co. ; Japan
- Rotary vacuum evaporator : EYELA Co. ; Japan
- GCMS : Shimadzu-QP2010 with Autoinjector ; Japan



다) 분석기기 및 분석조건

(1) 분석기기

GCMS : Shimadzu-QP2010 with Autoinjector ; Japan

Detector : MSD

Data system : Shimadzu GC Workstation

Column : DB-5MS (0.25 mm(i.d.) × 30 m(L), Film thickness 0.25 μm)

(2) 분석조건

Temperature : Columnprogramed from 80°C for 1 min, 10°C/min until 200°C and held for 5 min. Inj. port 280°C, Interface 300°C,

Ion source 200°C

Split Ratio : 20

Flow rate : He ; 1.0 mL/min

Injection volume : 2 μL

Ion source energy : 0.93 eV

Mode of ionization : EI-SIM

SIM-ion fragment : 126

\* 위의 조건하에서 molinate의 retention time은 약 8.3 min이었음.

라) 검량선의 작성

Molinate standard를 acetone에 용해하여 100 mg/L의 stock solution을 제조하였다. 이를 희석하여 0.1, 0.2, 0.5 및 1.0 mg/L의 표준용액을 조제하고 각각 2 μL씩 GC/MDS에 주입하여 나타난 chromatogram상의 peak 면적을 이용하여 표준검량선을 작성하였다.

마) 시료분석과정

토양 시료 40 g에 acetone 70 mL를 첨가하여 약 200 rpm에서 60분간 진탕추출하였다. 추출물은 약 5 g 정도의 Celite 545가 깔린 Büchner funnel상에서 감압·여과하고 이때 acetone 50 mL로 용기 및 잔사를 씻어 앞의 여액과 합하였다. 이 여액을 separatory funnel에 옮겨 증류수 450 mL와 50 mL의

포화식염수를 가하고 60 mL의 hexane으로 2회 분배한 후 anhydrous sodium sulfate층에서 탈수하고 40°C 수욕상에서 감압·농축하였다. 잔류물을 4 mL의 acetonitrile에 재용해한 후 C<sub>18</sub>과 PSA(Primary Secondary Amine)를 이용하여 정제하였다. 50 mg 정도의 C<sub>18</sub>과 PSA를 E-tube에 옮긴 후 100 mg 정도의 무수 MgSO<sub>4</sub>를 첨가하고 재용해한 시료 1 mL를 취하여 E-tube에 옮기고 약 1분간 격렬히 섞어 혼화한 후 10,000 rpm에서 원심분리하고 상등액을 취하여 각각 2 µL씩 GLC/MSD에 주입하여 나타난 chromatogram상의 peak 면적을 표준검량선과 비교하여 잔류량을 산출하였다.

바) 검출한계

Molinate의 GC/MSD에서의 최소 검출량 : 0.2 ng

분석법의 검출한계 : 0.01 mg/kg

$$0.2ng \times \frac{4mL}{2\mu L} \times \frac{1}{40g} = 0.01mg/kg$$

○ Halosulfuron-methyl의 잔류분석법

가) 구조식 및 이화학적 성상

▶ Halosulfuron-methyl : methyl 3-chloro-5-(4,6-dimethoxypyrimidin-2-yl carbamoylsulfamoyl)-1-methylpyrazole-4-carboxylate

성상: White powder.

V.p.: < 0.01 mPa(25℃)

Kow: logP = -0.0186 (pH 7, 23℃)

Solubility : In water 0.015 (pH 5), 1.65 (pH 7) g/L (20℃).

In methanol 1.62 g/L (20℃).

Stability : Stable under normal storage conditions.

나) 사용기기 및 시약

- Dichloromethane : Burdick & Jackson (USA) 잔류분석용
- Acetone : Burdick & Jackson (USA) 잔류분석용
- Acetonitrile : Burdick & Jackson (USA) HPLC용
- Phosphoric acid : Junsei chemical Co. (Japan) GR급
- Sodium hydrogen carbonate : Junsei chemical Co. (Japan) GR급
- Sodium chloride : Junsei chemical Co. (Japan) GR급
- Sodium sulfate : Junsei chemical Co. (Japan) GR급
- Filter paper No.6 : Toyo Roshi Kaisha Co. ; Japan
  - Rotary vacuum evaporator : EYELA Co. ; Japan
  - GCMS : Shimadzu-QP2010 with Autoinjector ; Japan

다) 분석기기 및 분석조건

(1) 분석기기

GCMS : Shimadzu-QP2010 with Autoinjector ; Japan

Detector : MSD

Data system : Shimadzu GC Workstation

Column : DB-5MS (0.25 mm(i.d.) × 30 m(L), Film thickness 0.25 μm)

(2) 분석조건

Temperature : Columnprogramed from 80°C for 1 min, 10°C/min until 200°C and held for 5 min.

Inj. port 280°C, Interface 300°C, Ion source 200°C

Split Ratio : 20

Flow rate : He ; 1.0 mL/min

Injection volume : 2 µL

Ion source energy : 0.93 eV

Mode of ionization : EI-SIM

SIM-ion fragment : 154

\* 위의 조건하에서 halosulfuron-methyl의 retention time은 약 8.2 min이었음.

라) 검량선의 작성

Halosulfuron-methyl standard를 acetonitrile에 용해하여 100 mg/L의 stock solution을 제조하였다. 이를 희석하여 0.1, 0.2, 0.5 및 1.0 mg/L의 표준용액을 조제하고 각각 2 µL씩 GC/MDS에 주입하여 나타난 chromatogram상의 peak 면적을 이용하여 표준검량선을 작성하였다.

마) 시료분석과정

토양 시료 40 g에 4 M 인산 용액 5 mL와 acetone 70 mL를 첨가하여 약 200 rpm에서 60분간 진탕 추출하였다. 추출물은 약 5 g정도의 Celite 545가 깔린 Büchner funnel상에서 감압·여과하고 이때 acetone 50 mL로 용기 및 잔사를 씻어 앞의 여액과 합하였다. 이 여액을 separatory funnel에 옮겨 증류수 450 mL와 50 mL의 포화식염수를 가하고 2 g sodium hydrogen carbonate를 처리 한 후 60 mL의 hexane으로 2회 분배한 후 hexane 층은 버리고 물층을 받아 separatory funnel에 옮긴 후 인산 1 mL를 처리하여 산성화시킨 후 60 mL의 dichloromethane으로 2회 분배하고 dichloromethane층을 받아 anhydrous sodium sulfate층에서 탈수하고 40°C 수욕상에서 감압·농축하였다. 잔류물을 4 mL의 acetonitrile에 재용해한 후 각각 2 µL씩 GLC/MSD에 주입하여 나타난 chromatogram상의 peak 면적을 표준검량선과 비교하여 잔류량을 산출하였다.

바) 검출한계

Halosulfuron-methyl의 GLC/MSD에서의 최소 검출량 : 0.2 ng

분석법의 검출한계 : 0.01 mg/kg

$$0.2ng \times \frac{4mL}{2\mu L} \times \frac{1}{40g} = 0.01mg/kg$$

## 2. 결과 및 고찰

### 가. 논 제초제 잔류피해 경감용 녹비작물 선발시험

논제초제 잔류가 후작물 인삼의 생육에 미치는 영향을 조사하기 위하여 선정된 시험포장의 토양화학성은 표1과 같이 인삼을 재배하기에 적절한 토양산도와 염류농도를 함유하고 있지만 유기물 함량이 다소 적은 편이었다.

Table 1. The chemical properties of soil in herbicidal residue experiment.

pH (1:5)	OM (g/kg)	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (mg/kg)	Ex. Cation(cmol <sup>+</sup> /kg <sup>-1</sup> )			EC (dS/m)
			K	Ca	Mg	
5.3	18	299	0.48	7.1	1.2	0.32

녹비작물인 호밀, 보리, 헤어리벳치 및 자운영을 재배하여 논제초제의 토양내 잔류가 인삼의 생육 및 수량에 미치는 영향을 조사하기 위해 녹비작물을 재배한 토양을 2005년 4월에 채취하여 Wagner 포트에 넣고 종자를 파종하여 생육 상황을 경시적으로 조사한 결과(표 2), 직파 1년근의 출아율은 호밀 재배구가 94%로 가장 양호하였고, 자운영 재배구는 91%로 출아율이 가장 떨어졌으며, 지상하부 생육에서도 호밀재배구가 가장 양호하여 엽장 3.15cm, 엽폭 2.33cm, 근중 0.85g, 근장 15.6cm 및 근직경 5.5mm의 생육상황을 보였다.

Table 2. The growth of one year-old ginseng planted after growing green manure crops.

Treatment	Emergence (%)	Leaf length (cm)	Leaf width (cm)	Stem length (cm)	Root weight (g)	Root length (cm)	Root diameter (mm)
Rye	94a	3.15a	2.33a	8.51a	0.85a	15.6a	5.5a
Barley	92b	3.11a	2.31a	8.45a	0.72bc	15.3a	5.4a
Hairy vetch	94a	3.10a	2.25a	8.49a	0.69c	15.2a	5.2a
Milk vetch	91b	3.13a	2.28a	8.50a	0.78b	14.9a	5.3a
Control	91b	3.12a	2.30a	8.47a	0.75b	15.1a	5.3a

\* Means followed by the same letter within a column are not significantly different at 5% level by DMRT.

\*\* Observation date of emergence: May 10, 2005.

2년근 인삼의 생육상황 조사결과(표 3) 출아율은 호밀과 헤어리벳치 재배구에서 96%로 가장 높았지만, 처리간의 유의차가 없었으며, 지상하부 생육에 있어서는 호밀재배구 뿐만 아니라 콩과작물인 헤어리벳치와 자운영 재배구가 지상하부 생육이 약간 좋은 결과를 보였다.

콩과식물을 녹비작물로 이용할 경우 토양의 보비력을 향상시켜 후작물의 양분이용률을 높여주는데, 특히 자운영과 헤어리벳치가 양호한 결과를 보였다. 콩과 녹비작물은 특히 C/N율이 10~15:1로 낮아 토양에서 쉽게 분해되므로 분해촉진을 위한 별도의 질소비료를 시용할 필요가 없어 콩과 녹비작물이 투입된 토양에서는 토양미생물과 녹비후작물 간의 양분탈취 경쟁도 적다고 알려져 있다.

그러나 호밀, 보리등의 화분과 작물은 C/N율이 20:1 이상으로 높기 때문에 토양에 투입되면 분해되는데 많은 시간이 걸리고, 또한 이들 화분과 녹비작물의 분해과정에서 토양미생물이 질소 등 많은 양분을 이용하게 되므로 척박지에서는 녹비 후작물에서 양분결핍 증상이 나타나기도 한다고 보고되어 있다. 그리고 콩과식물은 토양비옥도 개선과 토양생물의 다양성을 높이는데 있어서 화분과 식물보다 유리한데, 그것은 식물이 근류균과 공생관계를 이루면서 많은 공중질소를 고정하고 토양내 집적양분을 많이 이용하여 양질의 유기물을 생산할 수 있기 때문이다.

Table 3. The growth of two year-old ginseng planted after growing green manure crops.

Treatment	Emergence (%)	Leaf length (cm)	Leaf width (cm)	Stem length (cm)	Root weight (g)	Root length (cm)	Root diameter (mm)
Rye	96a	6.5a	3.2a	8.2a	3.0a	23.2a	7.8a
Barley	94a	6.1a	3.1a	7.9a	2.8a	20.4a	7.9a
Hairy vetch	96a	6.4a	2.9a	8.1a	3.1a	24.8a	8.2a
Milk vetch	95a	5.9a	3.0a	8.2a	3.0a	23.5a	8.1a
Control	94a	6.3a	3.1a	7.9a	2.9a	22.1a	7.2b

\* Means followed by the same letter within a column are not significantly different at 5% level by DMRT.

\*\* Observation date of emergence: May 10, 2005.

#### 나. 논 제초제 잔류피해 경감용 토양개량제 선발시험

답전윤환 논토양에 부자논(molinate + cinosulfuron), 마패(halosulfuron methyl + molinate), 만드리(butachlor + bensulfuron-methyl) 및 풀박사(esprocarbpyrazosulfuron-methyl)등 4종의 제초제를 처리한 후 벼를 재배한 다음, 2004년 10월 28일 논제초제 잔류경감효과가 우수한 토양개량제인 훈탄, 제오라이트, 유기퇴비 및 일라이트등 4종을 처리하였고, 토양개량제 처리에 의한 제초제 잔류경감 효과 검정을 위해 종자를 Wagner 포트에 파종하여 재배하여 생육상황을 경시적으로 조사한 결과(표 4) 출아율은 훈탄처리구가 95%로 가장 높았고, 유기유기퇴비인 로자쏘일 처리구도 94%로 양호하였으며, 지하하부 생육은 로자쏘일 처리구와 훈탄처리구가 양호한 결과를 보여, 로자쏘일 처리구는 근중 0.8g, 근장 15.8cm, 근직경 5.4mm의 우수한 생육을 보였다.

Table 4. The growth of one year-old ginseng treated with soil conditioners (Wagner pot).

Treatment	Emergence (%)	Leaf length (cm)	Leaf width (cm)	Stem length (cm)	Root weight (g)	Root length (cm)	Root diameter (mm)
Carbonized chaff	95a	3.20a	2.37a	8.49a	0.79a	15.5a	5.2a
Zeolite	91a	3.13a	2.30a	8.43a	0.75a	15.4a	5.1a
Roza soil	94a	3.23a	2.36a	8.54a	0.80a	15.8a	5.4a
Illite	93a	3.14a	2.32a	8.47a	0.74a	15.1a	5.0a
Control	92a	3.15a	2.31a	8.46a	0.69b	15.0a	5.1a

\* Means followed by the same letter within a column are not significantly different at 5% level by DMRT.

\*\* Observation date of emergence: May 10, 2005.

토양개량제를 처리한 토양을 와그너포트에 넣어 묘삼을 식재하여 생육상황을 조사한 결과(표 5) 출아율은 유기퇴비인 로자쏘일 처리구가 가장 96%로 가장 양호하였고, 훈탄처리구도 95%로 양호하였으며, 지상부생육은 로자쏘일 처리구가 엽장 6.1cm, 엽폭 3cm, 경장 9cm 및 경직경 2.3mm로 가장 우수하였고, 지하부 생육에 있어서도 로자쏘일과 훈탄처리구가 우수한 결과를 보였으며, 논제초제 잔류에 따른 2년근 인삼의 약해발생은 전 처리구 공히 보이지 않았다.



Table 5. The growth of two year-old ginseng treated with soil conditioners (Wagner Pot).

Treatment	Emergence (%)	Leaf length (cm)	Leaf width (cm)	Stem length (cm)	Root weight (g)	Root length (cm)	Root diameter (mm)
Carbonized chaff	95a	5.9a	2.6a	7.1ab	2.8a	20.4ab	7.8a
Zeolite	93a	6.2a	2.7a	7.6a	2.6a	18.2b	7.0b
Roza soil	96a	6.1a	3.0a	8.0a	3.0a	23.5a	8.1a
Illite	94a	5.8a	2.5a	6.5b	2.7a	17.6b	6.8b
Control	94a	6.3a	3.1a	7.9a	2.9a	22.1a	7.2bew

\* Means followed by the same letter within a column are not significantly different at 5% level by DMRT.

\*\* Observation date of emergence: May 10, 2005.

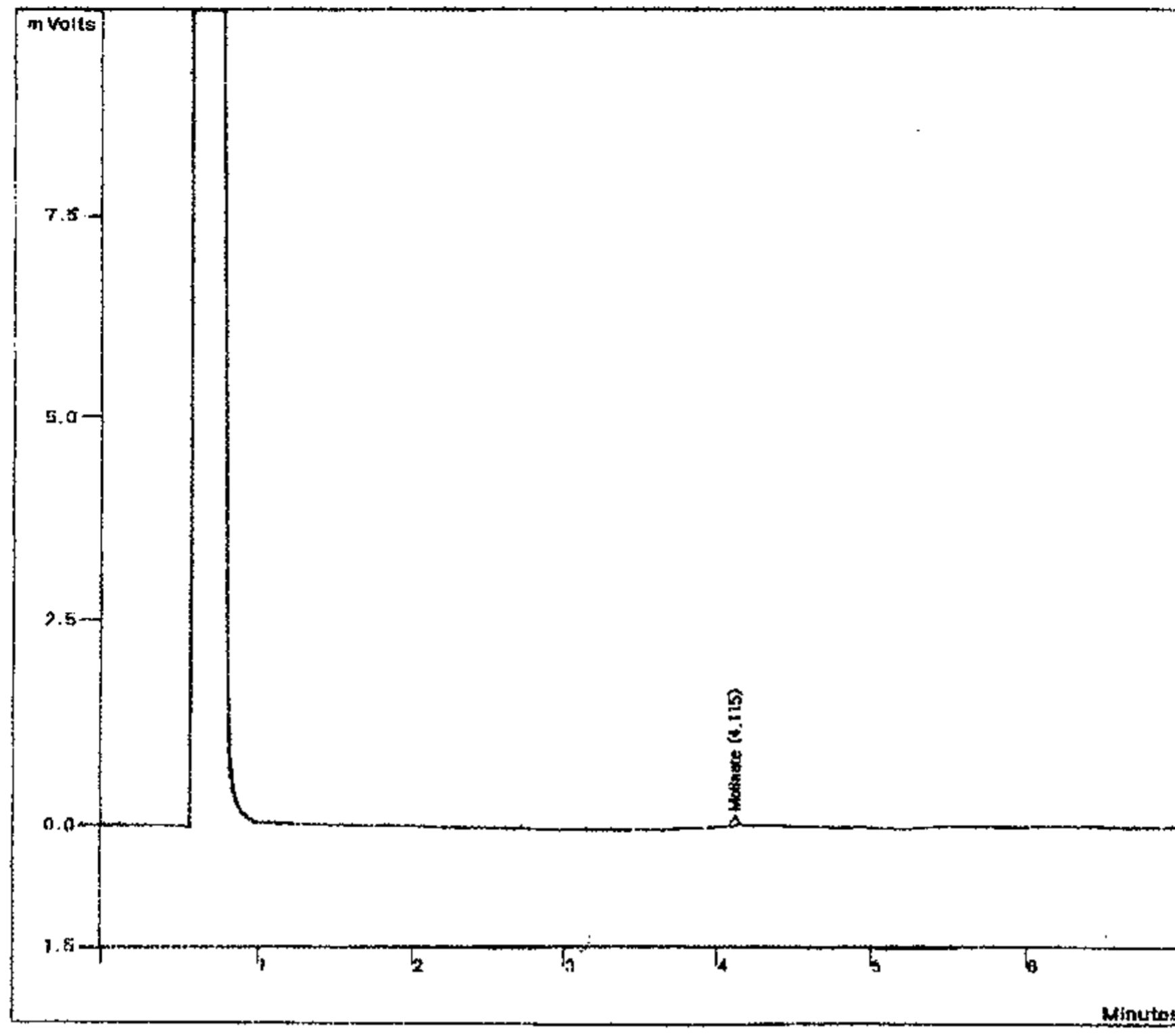
2005년 3월 5일 답전윤환재배 후 인삼을 재배하기 전 토양을 채취하여 제초제의 토양중 잔류량을 정량분석한 결과는 표 6과 같으며, 부자논, 마패, 만드리 및 풀박사 등 4가지 제초제 성분의 토양시료에 대한 회수율은 마패성분의 halosulfuron-methyl이 138.6%로 가장 양호하였고, 부자논의 molinate 성분은 80.1%로 가장 적은 회수율을 보였으며, 토양내 잔류량은 부자논의 성분 중 cinosulfuron, 마패의 molinate, 만드리의 butachlor와 bensulfuron-methyl, 풀박사의 esprocarb 과 pyrazosulfuron-ethyl 성분들은 0.01mg/kg 이하로서 한계검출량 미만으로 검출되어 후작물인 인삼 및 기타 농작물 재배에 안전할 것으로 나타났다.

그러나 부자논의 Molinate는(그림 1, 2) 0.02mg/kg의 잔류량이 검출되었고, 마패의 Halosulfuron-methyl(그림 3, 4)성분은 0.05mg/kg의 높은 토양내 잔류량을 보여 토양내 잔류로 인한 인삼과 기타 농작물의 생육에 문제가 있을 것으로 사료되었으며, 특히 Halosulfuron-methyl은 0.05mg/kg이 검출되어 인삼재배시 생육에 피해를 줄 것으로 판단되어, 토양내에 잔류되어 있는 제초제를 경감시킨 후에 인삼을 재배하기 위해서는 예정지관리기간을 늘려야 할 것으로 판단되었다.

Table 6. Analysis of herbicidal residue in paddy-upland rotation ginseng growing field.

Herbicide	Ingredient analysis	Residues quantity (mg/kg)		Recovered rate (%)	Detectable limit (mg/kg)
Buzanon (Molinate+Cinosulfuron)	Molinate	0.02	0.02	80.1	
		0.01			
	Cinosulfuron	0.02	< 0.01	111.3	
		< 0.01			
Mapae (Halosulfuron-methyl+Molinate)	Halosulfuron-methyl	< 0.01	0.05	138.6	
		0.05			
	Molinate	0.06	< 0.01	83.2	
		< 0.01			
Mandri (Butachlor+Bensulfuron-methyl)	Butachlor	< 0.01	< 0.01	90.7	0.01
		< 0.01			
	Bensulfuron-methyl	< 0.01	< 0.01	95.9	
		< 0.01			
Poolbacsá (Esprocarb+Pyrazosulfuron-ethyl)	Esprocarb	< 0.01	< 0.01	97.5	
		< 0.01			
	Pyrazosulfuron-ethyl	< 0.01	< 0.01	84.1	
		< 0.01			

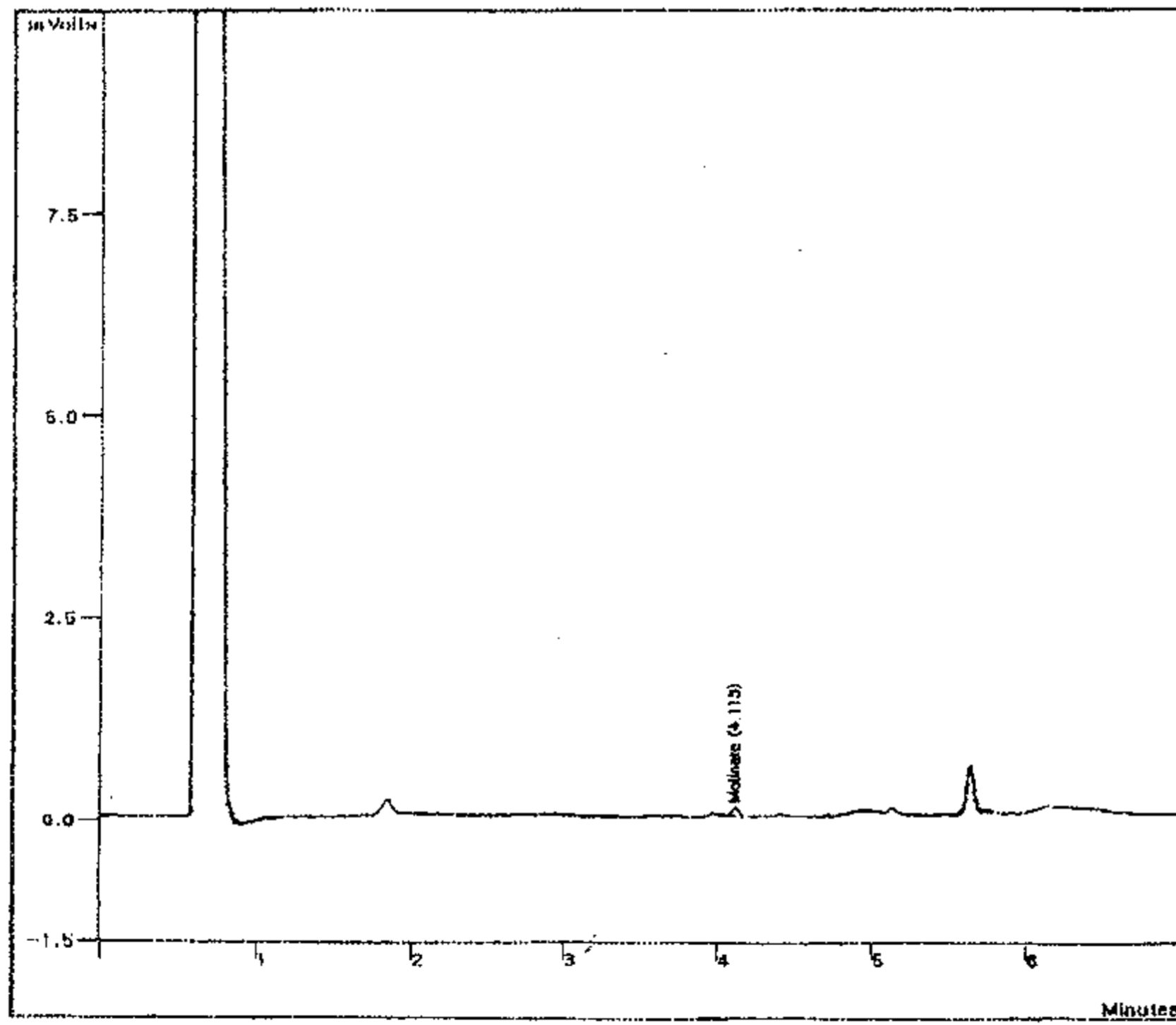
Data File:	e:\MolinateWstd	Instrument	CP3800
Channel:	Front - TSD (X-SULTS)	Run Mode:	Calibration
Sample ID:	STD 0,1ppm	Peak	Peak Area
Injection Date:	2005-03-15 07:02:44 PM	Calculation Type:	External Std.



Peak No	Peak Name	Result (ppm)	Ret. Time (min)	Area (counts)
1	Molinate	0.0000	4.115	372
Totals		0.0000		372

Fig. 1. Chromatogram of the standard solution of molinate (0.1mg/L)

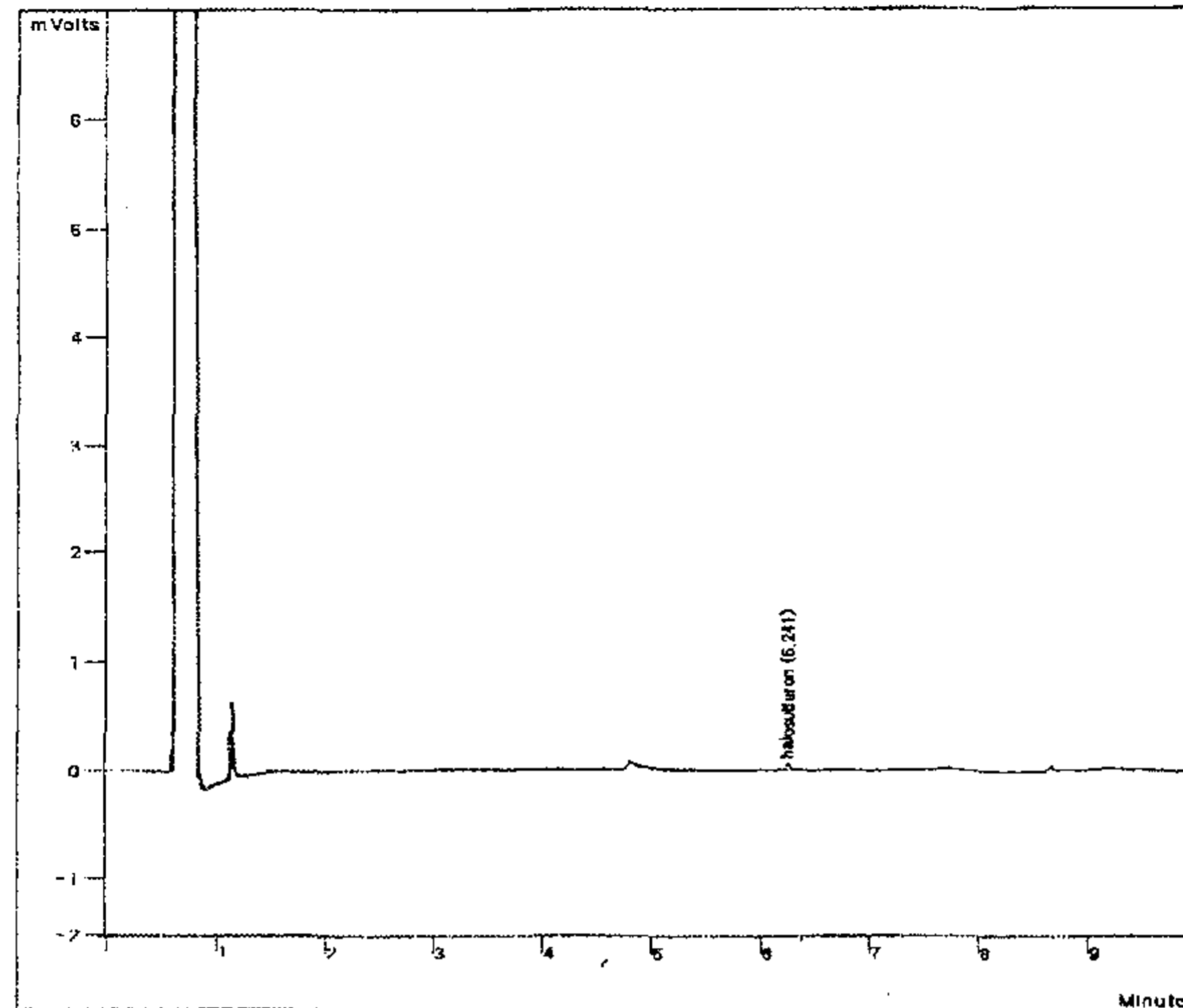
Data File:	c:\MolinateWsample-3(s).ru	Instrument	CP3800
Channel:	Front - TSD (RESULTS)	Run Mode:	Analysis
Sample ID:	Sample-3(S)	Peak	Peak Area
Injection Date:	2005-03-15 08:32:45 PM	Calculation Type:	External Std.



Peak No	Peak Name	Result (ppm)	Ret. Time (min)	Area (counts)
1	Molinate	0.1503	4.113	314
Totals		0.1503		314

Fig. 2. Chromatogram of molinate in Buzanon  
(Molinate+Cinosulfuron)

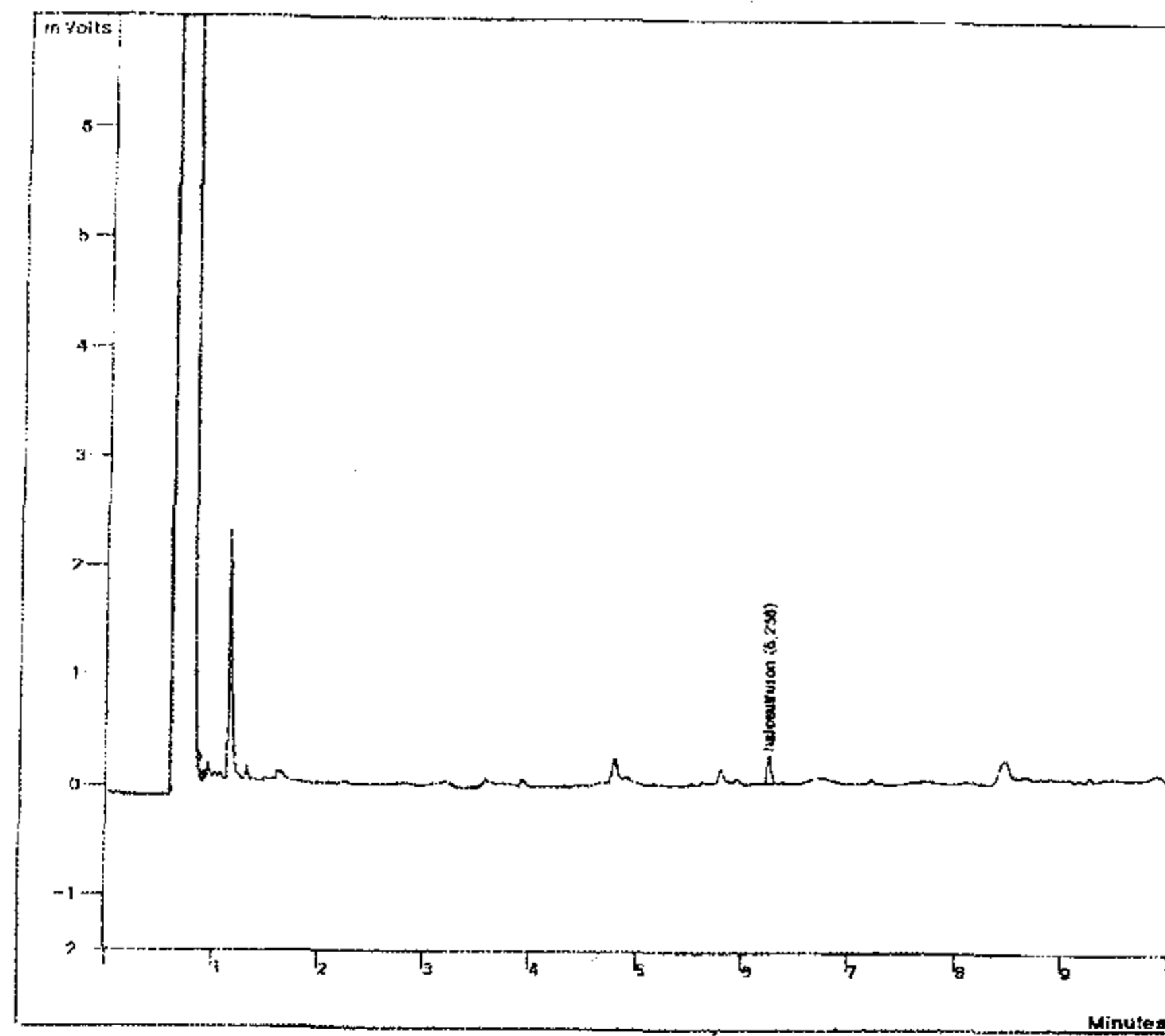
Data File:	e:\halosulfuron methyl\sta	Instrument	CP3800
Channel:	Front = TSD RESULTS	Run Mode:	Analysis
Sample ID:	standard 0.1	Peak	Peak Area
Injection Date:	2005-03-16 08:43:54 PM	Calculation Type:	External Std.



Peak No	Peak Name	Result (ppm)	Ret. Time (min)	Area (counts)
1	halosulfuron		6.241	155
Totals		0.0000		155

Fig. 3. Chromatogram of the standard solution of halosulfuron (0.1mg/L)

Data File:	o:\halosulfuron methyl\sta-2	Instrument	CP3800
Channel:	Front = TSD HF-SULTS	Run Mode:	Analysis
Sample ID:	s-2	Peak	Peak Area
Injection Date:	2005-03-16 09:46:21 PM	Calculation Type:	External Std.



Peak No	Peak Name	Result (ppm)	Ret. Time (min)	Area (counts)
1	halosulfuron	0.4952	6.238	581
Totals		0.4952		661

Fig. 4. Chromatogram of halosulfuron in Maphae  
(Halosulfuron-methyl+Molinate)

박(2003)은 논 잡초를 방제하기 위해 사용되는 molinate의 벼 재배환경에서 잔류성과 분해특성 등을 규명한바 molinate의 물 중 반감기는 토양이 존재하는 조건에서 4.1일이고, 물만 처리한 구에서는 4.2일로 비슷하게 나타났으나 초기에 물 중 소실율은 토양처리구에서 훨씬 빨랐다고 하였고, molinate 제형은 주로 입제형태로 사용되기 때문에 입제의 물 중 용출성은 24시간이내에 90%이상이 물중으로 용출된다고 하여 molinate 성분의 토양내 잔류는 많지 않은 것으로 나타난 본 실험의 결과와 일치하였다.

답전윤환 인삼재배지에서 벼 재배기간 동안 처리한 제초제중 잔류가 문제되는 부자논의 Molinate와 마패의 Halosulfuron-methyl 성분의 토양내 잔류경감에 효과가 있는 토양개량제와 녹비작물 선밭을 위해 2005년. 7월 토양내 제초제 잔류량을 조사한 결과(표 7), 지난 3월에 분석하여 잔류가 0.02mg/kg 검출되었던 부자논의 molinate와 0.05mg/kg의 잔류가 되었던 마패의 halosulfuron-methyl 성분들은 0.01mg/kg과 0.02mg/kg으로 잔류량이 낮아져 있었고, 호밀, 밀, 헤어리벳치 및 자운영 등을 재배한 후에는 녹비작물의 종류에 관계없이 검출한계 미만의 양으로 감소되어 잔류에 문제가 되지 않았다. 또한 활성탄, 제오라이트, 로자쏘일 및 일라이트 등의 토양개량제를 처리한 결과에서도 녹비작물의 결과와 동일하게 토양개량제의 종류에 관계없이 부자논의 molinate와 마패의 halosulfuron-methyl 잔류량은 검출한계 미만인 0.01mg/kg 이하로 검출되어, 벼 재배시 사용한 논제초제의 잔류문제는 벼 수확 후 1년정도의 기간이 경과되거나, 호밀 등의 녹비작물을 재배하거나 또는 활성탄 등의 토양개량제를 처리하면 잔류기간을 크게 경감시킬 수 있는 것으로 판단되었다.

Table 7. Effects of soil amendments and green manures for reducing herbicidal residue

Herbicide	Ingredient of analysis	Treatment combination	Residues quantity (mg/kg)	Detectable limit (mg/kg)
Buzanon	Molinate	Control	0.01	0.01
		Rye	< 0.01	
		Barley	< 0.01	
		Hairy vetch	< 0.01	
		Milk vetch	< 0.01	
		Carbonized chaff	< 0.01	
		Zeolite	< 0.01	
		Roza soil	< 0.01	
		Illite	< 0.01	
	Cinosulfuron	Control	< 0.01	0.01
		Rye	< 0.01	
		Barley	< 0.01	
		Hairy vetch	< 0.01	
		Milk vetch	< 0.01	
		Carbonized chaff	< 0.01	
		Zeolite	< 0.01	
		Roza soil	< 0.01	
		Illite	< 0.01	
Mapae	Halosulfuron-methyl	Control	0.02	0.01
		Rye	< 0.01	
		Barley	< 0.01	
		Hairy vetch	< 0.01	
		Milk vetch	< 0.01	
		Carbonized chaff	< 0.01	
		Zeolite	< 0.01	
		Roza soil	< 0.01	
		Illite	< 0.01	
	Molinate	Control	< 0.01	0.01
		Rye	< 0.01	
		Barley	< 0.01	
		Hairy vetch	< 0.01	
		Milk vetch	< 0.01	
		Carbonized chaff	< 0.01	
		Zeolite	< 0.01	
		Roza soil	< 0.01	
		Illite	< 0.01	

다. 답전윤환인삼재배에서 논 제초제의 잔류피해 경감 실증시험

논제초제 잔류가 후작물 인삼의 생육에 미치는 영향을 조사하기 위하여 선정된 시험포장의 토양화학성은 표 8과 같이 2004년도에 비해 2005년도 분석시 토양산도가 5.3에서 6.2로 증가하였고, 유기물 함량, 인산, K, Ca, Mg 함량이 감소하는 경향이였다.

Table 8. The chemical properties of soil after one year's growing of ginseng in a paddy field.

pH (1: 5)	OM (g/kg)	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (mg/kg)	Ex. Cation(cmol <sup>+</sup> /kg <sup>-1</sup> )			EC (dS/m)	Remarks
			K	Ca	Mg		
6.2	15	149	0.26	4.2	1.0	0.22	2005

녹비작물인 호밀, 보리, 헤어리벳치 및 자운영을 재배하여 논제초제의토양내 잔류가 2년근 인삼의 생육 및 수량에 미치는 영향을 조사한 결과(표 9), 출아율은 호밀과 자운영 재배구가 95%로 가장 양호하였으며, 보리와 헤어리벳치 재배구도 94%의 높은 출아율을 나타내었다. 또한 지상부 생육에 있어서는 호밀재배구가 엽장 6.6cm, 엽폭 3.3cm, 경장 7.9cm로 가장 생육이 좋았으며, 지하부의 생육에 있어서는 자운영 재배구가 근중 3.3g으로 가장 좋았고, 호밀 재배구는 근장 24.4cm, 근직경 8.1cm로 지상하부의 생육이 고르게 양호한 결과를 보였다.

Table 9. The growth of two year-old ginseng planted after growing green manure crops.

Treatment	Emergence (%)	Leaf length (cm)	Leaf width (cm)	Stem length (cm)	Root weight (g)	Root length (cm)	Root diameter (mm)
Rye	95a	6.6a	3.3a	7.9a	3.2a	24.4a	8.1a
Barley	94a	6.3a	3.2a	7.8a	2.9b	22.1b	7.8b
Hairy vetch	94a	6.1a	3.0a	7.8a	3.0b	21.7b	7.7b
Milk vetch	95a	6.1a	3.1a	8.0a	3.3a	22.3b	7.2c
Control	93a	6.0a	3.2a	7.8a	2.9b	20.9b	7.5b

\* Means followed by the same letter within a column are not significantly different at 5% level by DMRT.

\*\* Observation date of emergence: May 9, 2006

훈탄, 제오라이트, 로자쏘일 및 일라이트 등의 토양개량제를 처리한 포장에서 토양개량제 처리가 인삼의 생육에 미치는 영향을 조사한 결과(표 10), 출아율은 로자쏘일과 훈탄 처리구가 96%, 95%로 양호한 결과를 보였으며, 제오라이트 처리구는 대조구와 같이 93%로 가장 적은 출아율을 보였다. 또한 지상부 생육에 있어서도 로자쏘일 처리구가 엽장 6.4cm, 엽폭 3.1cm 및 경장 7.9cm로 가장 양호하였으며, 지하부 생육에 있어서도 근중 3.2g, 근장 24.5 및 근직경 8.0mm로 생육이 가장 좋았다.

그러나 제오라이트 처리구는 지상부 생육과 지하부 생육에 있어 가장 불량하였지만, 대조구에 비해 큰 차이를 보이지 않아 토양에 잔류되어 있는 논 제초제로 인한 생육불량 효과는 없는 것으로 판단되었다.



Table 10. The growth of two year-old ginseng planted after treating soil conditioners.

Treatment	Emergence (%)	Leaf length (cm)	Leaf width (cm)	Stem length (cm)	Root weight (g)	Root length (cm)	Root diameter (mm)
Carbonized chaff	95a	6.0a	2.8a	7.6a	3.0a	22.1a	7.7a
Zeolite	93a	5.9a	2.9a	7.3a	2.8a	23.7a	7.3a
Roza soil	96a	6.4a	3.1a	7.9a	3.2a	24.5a	8.0a
Illite	94a	5.9a	2.8a	7.1a	2.9a	23.5a	7.4a
Control	93a	6.0a	3.9a	7.0a	2.8a	22.8a	7.5a

\* Means followed by the same letter within a column are not significantly different at 5% level by DMRT.

\*\* Observation date of emergence: May 9, 2006

라. 답전윤환 인삼재배에서 식재방법에 따른 논 제초제 잔류피해 영향

답전윤환 인삼재배포장에서 식재방법에 따른 논 제초제의 잔류피해를 경시적으로 조사하기 위하여 직파재배한 1년근 포장의 생육상황을 조사한 결과는 표 11과 같다.

출아율은 녹비재배구에 있어서는 헤어리벳치 재배구에서 95%로 가장 양호하였고, 지상부 생육에 있어서는 엽장 3.16cm, 엽폭 2.3cm 및 경장 8.52cm로 우수하였고, 지하부의 근중 0.87g, 근직경 5.6mm의 양호한 생육을 보였다. 또한 토양개량제 처리구의 출아율에 있어서는 훈탄 처리구가 95%로 가장 높았고, 대조구, 제오라이트 및 일라이트 처리구는 93%로 적은 출아율을 나타내었고, 지상부 생육에 있어서는 유기물 퇴비인 로자쑨일 처리구가 엽장 3.14cm, 엽폭 2.34cm 로 우수하였고, 지하부 생육에 있어서는 근중 0.83g, 근장 14.8cm로 우수한 결과를 보였고, 제오라이트와 일라이트 처리구는 제초제를 처리하지 않은 대조구에 비해 생육에 있어 큰 차이를 보이지 않았다.

Table 11. The growth of one year-old direct-seeded ginseng in the field treated with rice herbicides after growing green manure crops or application of soil conditioners.

Treatment	Emergenc y rate (%)	Leaf length (cm)	Leaf width (cm)	Stem length (cm)	Root weight (g)	Root length (cm)	Root diameter (mm)
Green manure							
Rye	93a	3.12a	2.31a	8.44a	0.79a	14.5a	5.6a
Barley	92a	3.10a	2.24a	8.48a	0.80a	14.7a	5.4a
Hairy vetch	95a	3.16a	2.30a	8.52a	0.87a	14.1b	5.6a
Milk vetch	93a	3.09a	2.23a	8.45a	0.81a	13.8b	4.9a
Soil conditioner							
Carbonized chaff	95a	3.12a	2.30a	8.48a	0.85a	14.4ab	5.3a
Zeolite	93a	3.13a	2.28a	8.50a	0.82a	14.2ab	5.2a
Roza soil	94a	3.14a	2.34a	8.49a	0.83a	14.8a	5.5a
Illite	93a	3.12a	2.29a	8.47a	0.79a	14.7a	5.7a
Control	93a	3.13a	2.27a	8.48a	0.90a	14.5a	5.4a

\* Means followed by the same letter within a column are not significantly different at 5% level by DMRT.

\*\* Observation date of emergence: May 9, 2006

재배법을 달리한 묘삼 이식재배 포장에서의 녹비작물 재배 및 토양개량제 처리에 따른 제초제 잔류경감을 조사하기 위한 2년근 인삼의 생육조사 결과(표 12), 녹비작물 재배구의 출아율은 헤어리벳치 재배구가 94.5%로 가장 양호하였지만, 자운영 재배구는 90.8%로 가장 저조한 출아율을 보였고, 지상부 생육에 있어서도 헤어리벳치 재배구가 엽장 8.4cm, 엽폭 4.1cm 및 경장 6.8cm로 가장 우수하였고, 자운영 재배구는 엽장 7.7cm, 엽폭 3.6cm 및 경장 6.3cm로 대조구와 기타 녹비작물재배구에 비해 생육이 떨어졌다. 또한 토양개량제 처리구에서는 훈탄처리구가 93.7%의 가장 높은 출아율을 보였고, 대조구는 90.9%의 가장 저조한 출아율을 보였으며, 지상부 생육도 훈탄처리구가 엽장 8.2cm, 엽폭 4.0cm 및 경장 6.7cm로 가장 우수하였고, 지하부의 생육에 있어서도 우수한 결과를 보였다. 묘삼재배 포장에서도 제초제 처리구는 대조구와 비슷하거나 우수한 생육을 보여 제초제 잔류에 따른 생육저하는 보이지 않았다.

Table 12. The growth of two year-old ginseng in the field treated with rice herbicides after growing green manure crops or application of soil conditioners.

Treatment	Emergence (%)	Leaf length (cm)	Leaf width (cm)	Stem length (cm)	Root weight (g)	Root length (cm)	Root diameter (mm)
Green manure							
Rye	92.8a	8.1a	4.0a	6.6a	4.6b	22.6a	10.1a
Barley	91.4a	7.9a	3.7a	6.4a	4.8b	20.5ab	9.8a
Hairy vetch	94.5a	8.4a	4.1a	6.8a	5.5a	23.2a	10.6a
Milk vetch	90.8a	7.7a	3.6a	6.3a	4.7b	21.5ab	10.2a
Soil conditioner							
Carbonized chaff	93.7a	8.2a	4.0a	6.7a	5.4a	23.6a	10.5a
Zeolite	92.6a	7.1a	3.8a	6.4a	5.1b	24.4a	10.2a
Roza soil	91.8a	7.7a	3.7a	6.2a	4.9b	21.9ab	9.8a
Illite	92.2a	7.6a	3.8a	5.8a	4.8b	19.8ab	9.6a
Control	90.9a	7.6a	3.7a	5.9a	4.6b	19.1b	9.7a

\* Means followed by the same letter within a column are not significantly different at 5% level by DMRT.

\*\* Observation date of emergence: May 9, 2006

호밀, 보리, 자운영 및 헤어리벳치등의 녹비작물 재배지를 11월에 토양을 채취하여 보관 후 GC 분석법을 통하여 토양내 논제초제의 잔류량을 정량분석 한 결과(표 13), 제초제 부자논 (molinate+cinosulfuron), 마패 (halosulfuron-methyl+molinate), 만드리 (butachlor+bensulfuron-methyl) 및 풀박사 (esprocarb+pyrazosulfuron-methyl)의 토양중 잔류량은 전 처리구 모두 검출한계 0.01mg/kg 미만으로 검출되어 후작물인 인삼의 생육에 전혀 장애를 주지 않을 것으로 판단되었다.

지난 2005년 3월에 분석한 부자논의 molinate와 마패의 halosulfuron -methyl등은 0.01 mg/kg 이상으로 검출되어 잔류에 문제가 있을 것으로 사료되었었고, 특히 halosulfuron-methyl은 0.05mg/kg이 검출되어 후작물인 인삼 재배시 생육에 피해를 줄 것으로 판단되었지만, 논 제초제 처리 후 1년정도 경과하면 molinate와 halosulfuron-methyl 잔류가 없어 인삼의 생육에 영향을 주지 않을 것으로 판단되었다(그림 5 - 10).

Table 13. Analysis of the herbicidal residue in the field treated with rice mixed herbicides (2006)

Herbicide	Ingredient analysis	Green manure	Residues quantity (mg/kg)	Detectable limit (mg/kg)
Buzanon (Molinate+ Cinosulfuro n)	Molinate	Rye	< 0.01	0.01
		Barley	< 0.01	
		Hairy vetch	< 0.01	
		Milk vetch	< 0.01	
	Cinosulfuron	Rye	< 0.01	
		Barley	< 0.01	
		Hairy vetch	< 0.01	
		Milk vetch	< 0.01	
Mapae (Halosulfur on-methyl+ Molinate)	Halosulfuron-methyl	Rye	< 0.01	
		Barley	< 0.01	
		Hairy vetch	< 0.01	
		Milk vetch	< 0.01	
	Molinate	Rye	< 0.01	
		Barley	< 0.01	
		Hairy vetch	< 0.01	
		Milk vetch	< 0.01	
Mandri (Butachlor+ Bensulfuron -methyl)	Butachlor	Rye	< 0.01	
		Barley	< 0.01	
		Hairy vetch	< 0.01	
		Milk vetch	< 0.01	
	Bensulfuron-methyl	Rye	< 0.01	
		Barley	< 0.01	
		Hairy vetch	< 0.01	
		Milk vetch	< 0.01	
Poolbacsa (Esprocarb+ Pyrazosulfu ron-ethyl)	Esprocarb	Rye	< 0.01	
		Barley	< 0.01	
		Hairy vetch	< 0.01	
		Milk vetch	< 0.01	
	Pyrazosulfuron-ethyl	Rye	< 0.01	
		Barley	< 0.01	
		Hairy vetch	< 0.01	
		Milk vetch	< 0.01	

Data File:	e:\Wpark\Wsulfonylureas\Whalo	Instrument (Calc):	Varian Star #
Channel:	Front = TSD RESULTS	Run Mode:	Analysis
Sample ID:	Halo std 0.2	Peak:	Peak Area
Injection Date:	2006-01-09 09:14:49 PM	Calculation Type:	Percent

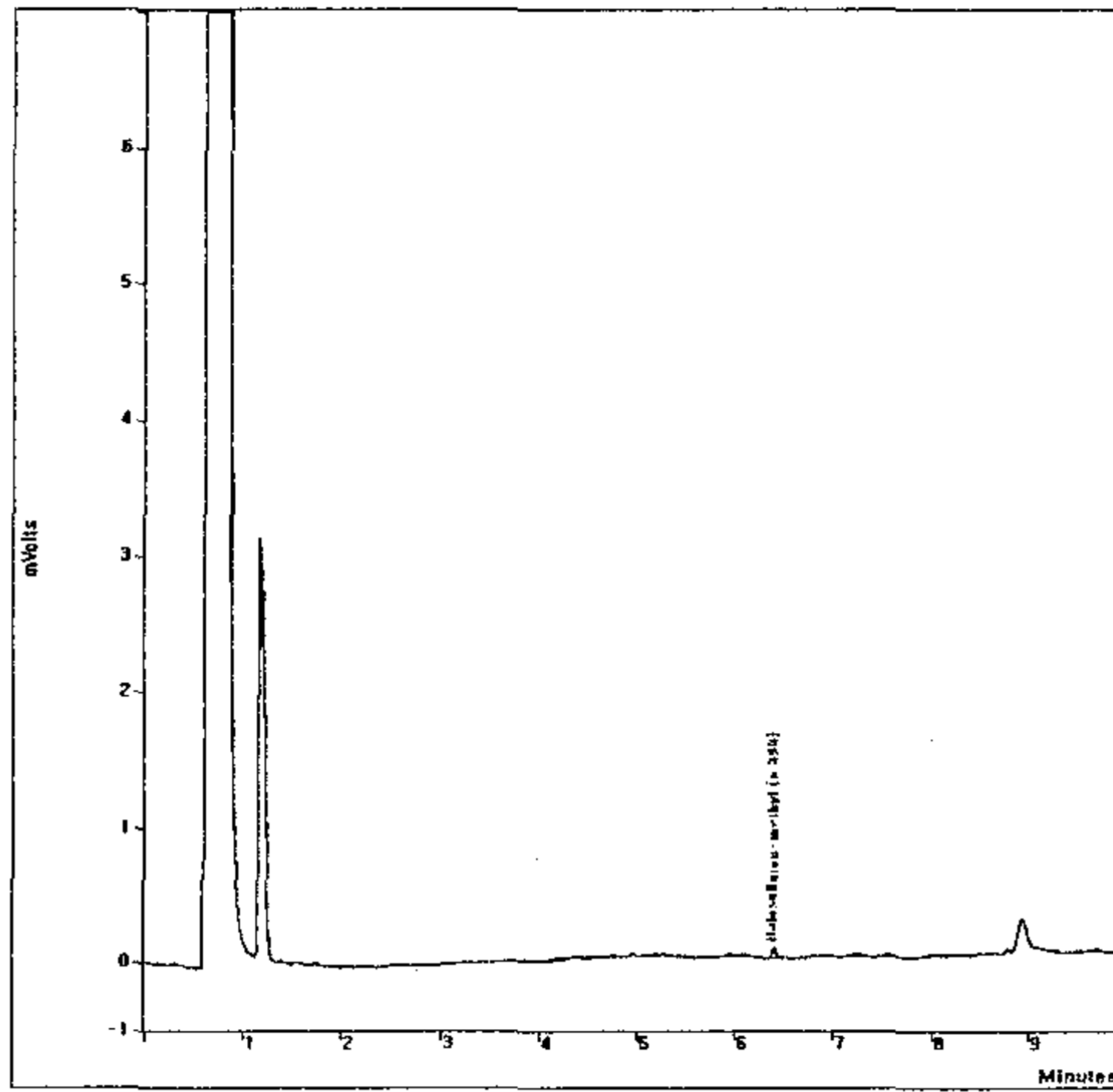


Fig. 5. Chromatogram of the standard solution of halosulfuron-methyl in Maphae (halosulfuron-methyl + molinate) (0.2mg/L)

Data File:	e:\Wpark\Wsulfonylureas\Whalo	Instrument (Calc):	Varian Star #
Channel:	Front = TSD RESULTS	Run Mode:	Analysis
Sample ID:	Halo std 1.0	Peak:	Peak Area
Injection Date:	2006-01-09 09:54:27 PM	Calculation Type:	Percent

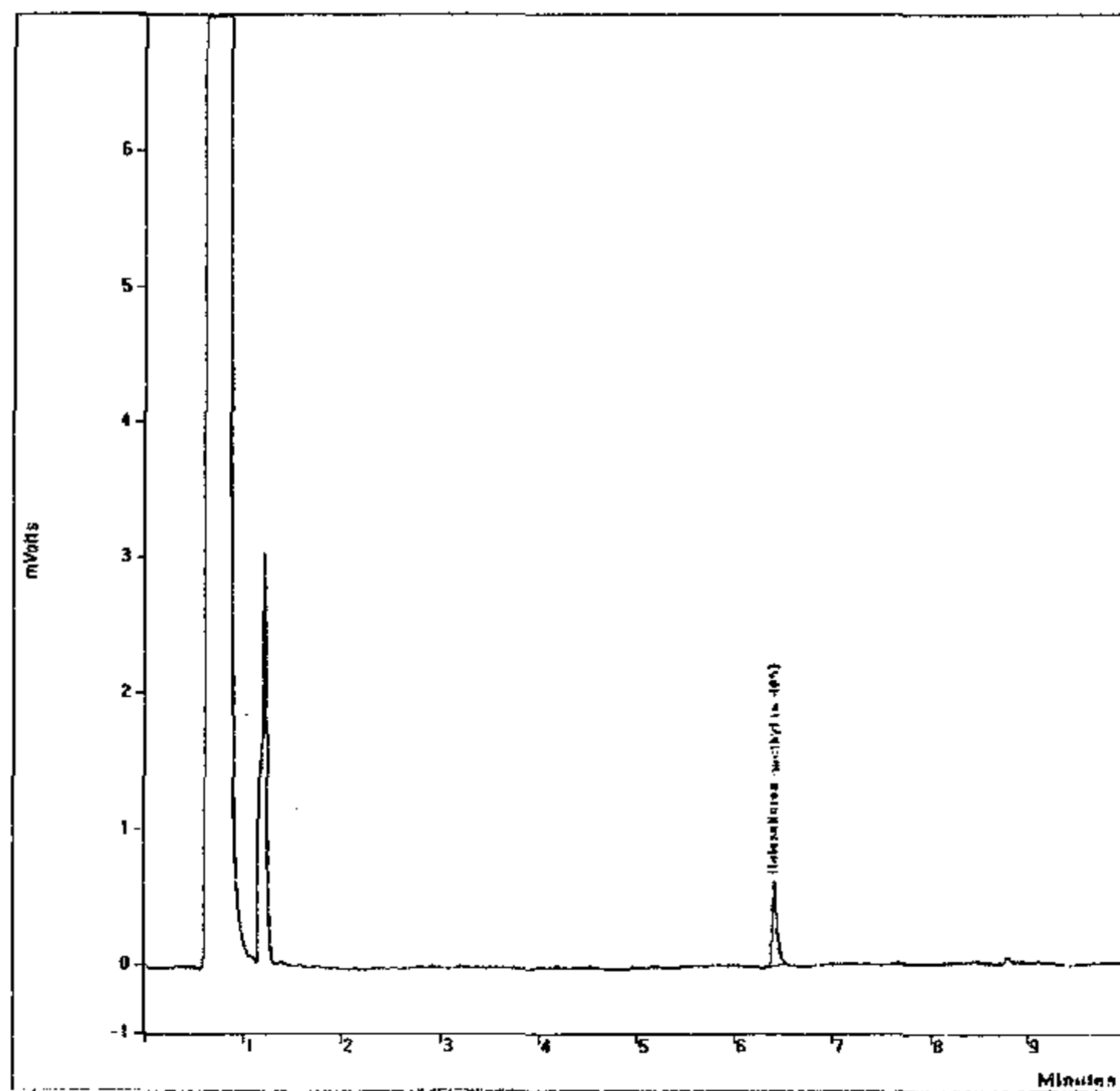


Fig. 6. Chromatogram of the standard solution of halosulfuron-methyl in Maphae (halosulfuron-methyl + molinate) (0.1mg/L)

Data File:	e:\Wpark\Wsulfonyureas\Whalo	Instrument (Calc):	Varian Star #
Channel:	Front = TSD RESULTS	Run Mode:	Analysis
Sample ID:	Halo S-1	Peak	Peak Area
Injection Date:	2006-01-09 10:20:53 PM	Calculation Type:	Percent

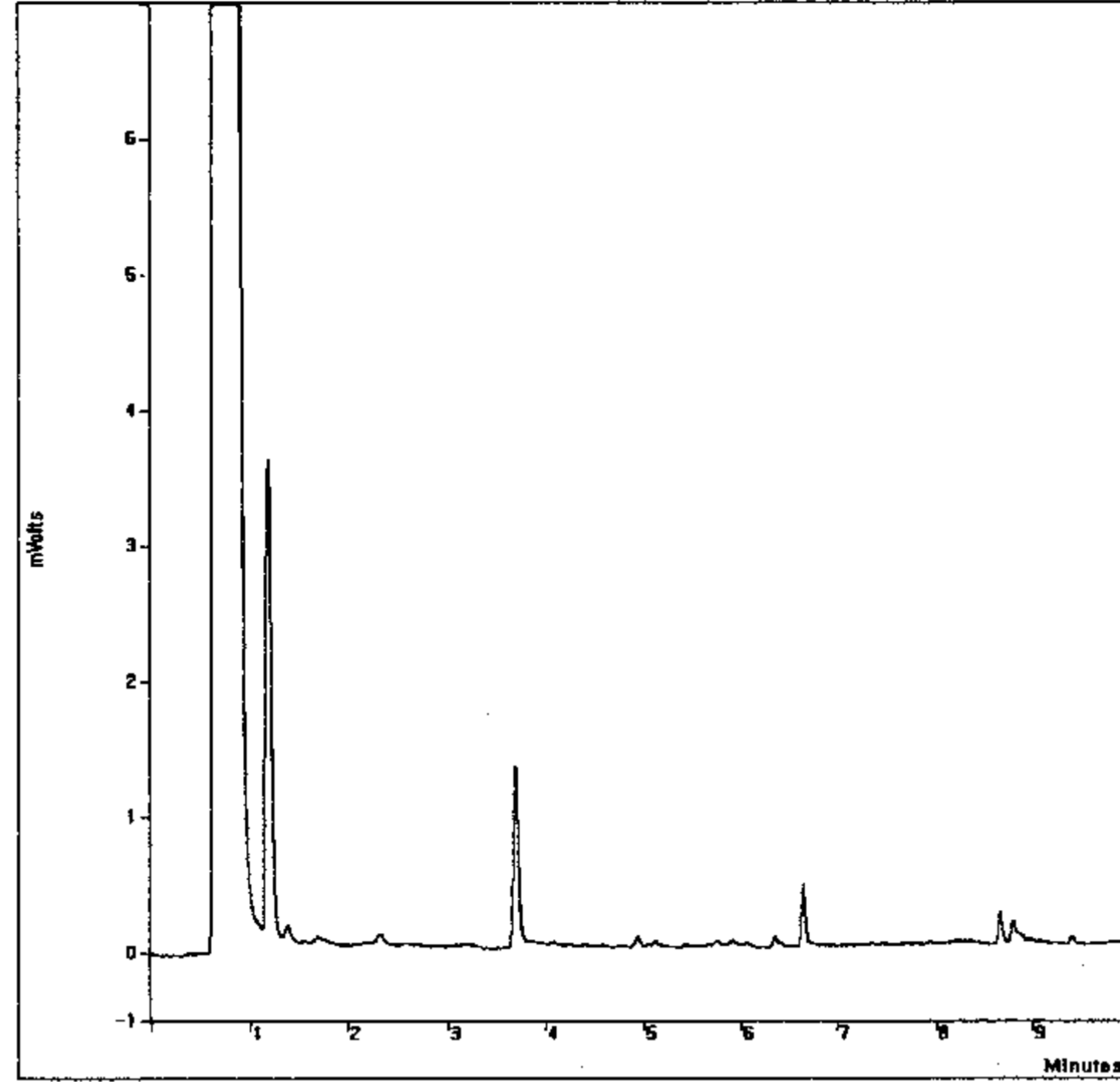


Fig. 7. Chromatogram of halosulfuron-methyl in rye-grown soil

Data File:	e:\Wpark\Wsulfonyureas\Whalo	Instrument (Calc):	Varian Star #
Channel:	Front = TSD RESULTS	Run Mode:	Analysis
Sample ID:	Halo S-2	Peak	Peak Area
Injection Date:	2006-01-09 10:34:01 PM	Calculation Type:	Percent

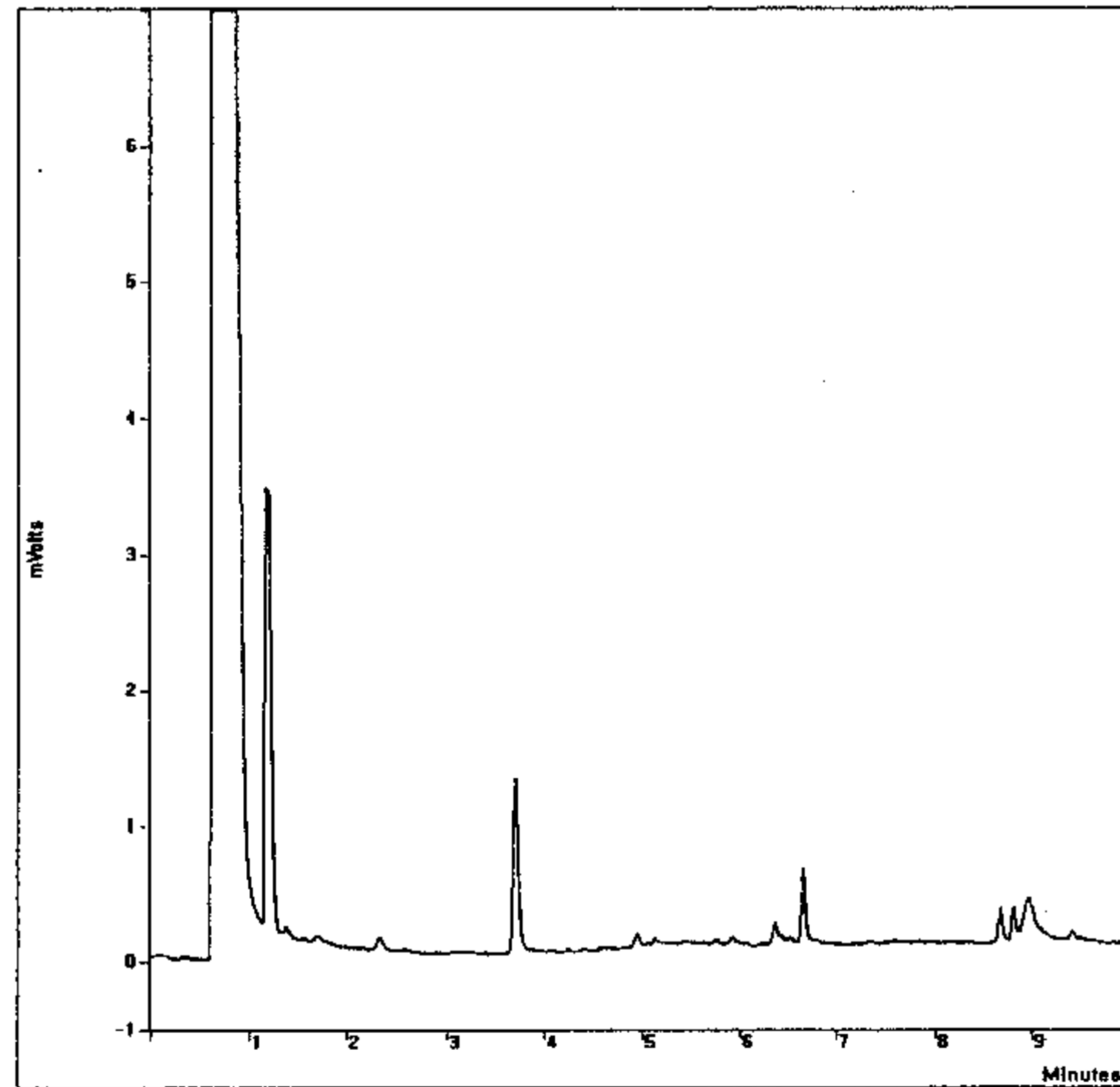


Fig. 8. Chromatogram of halosulfuron-methyl in barley-grown soil

Data File:	e:\Wpark\Wsulfonylureas\Whalo	Instrument (Calc):	Varian Star #
Channel:	Front = TSD RESULTS	Run Mode:	Analysis
Sample ID:	Halo S-3	Peak	Peak Area
Injection Date:	2006-01-09 10:47:11 PM	Calculation Type:	Percent

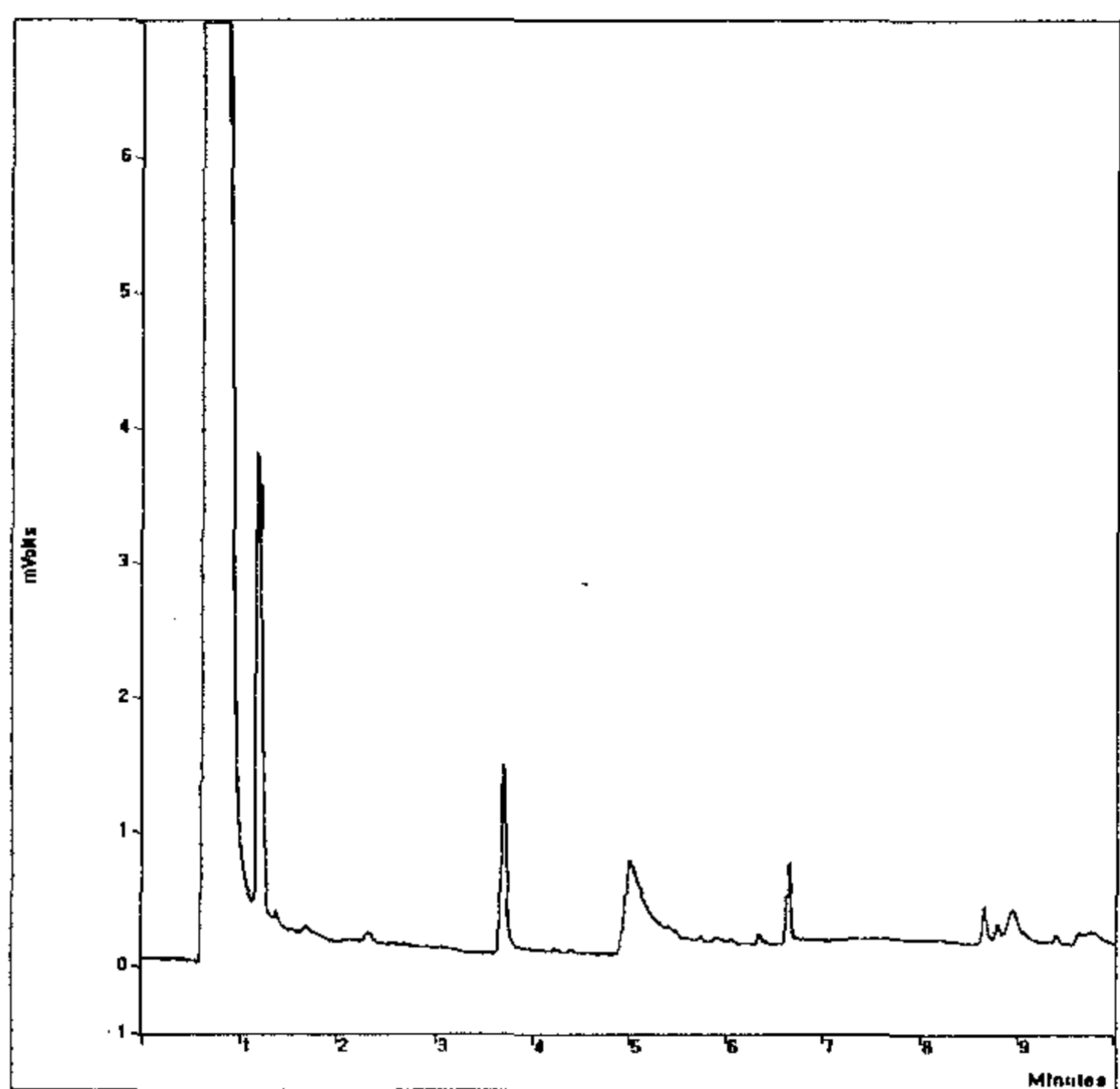


Fig. 9. Chromatogram of halosulfuron-methyl in milk vetch-grown soil

Data File:	e:\Wpark\Wsulfonylureas\Whalo	Instrument (Calc):	Varian Star #
Channel:	Front = TSD RESULTS	Run Mode:	Analysis
Sample ID:	Halo S-4	Peak	Peak Area
Injection Date:	2006-01-09 11:00:22 PM	Calculation Type:	Percent

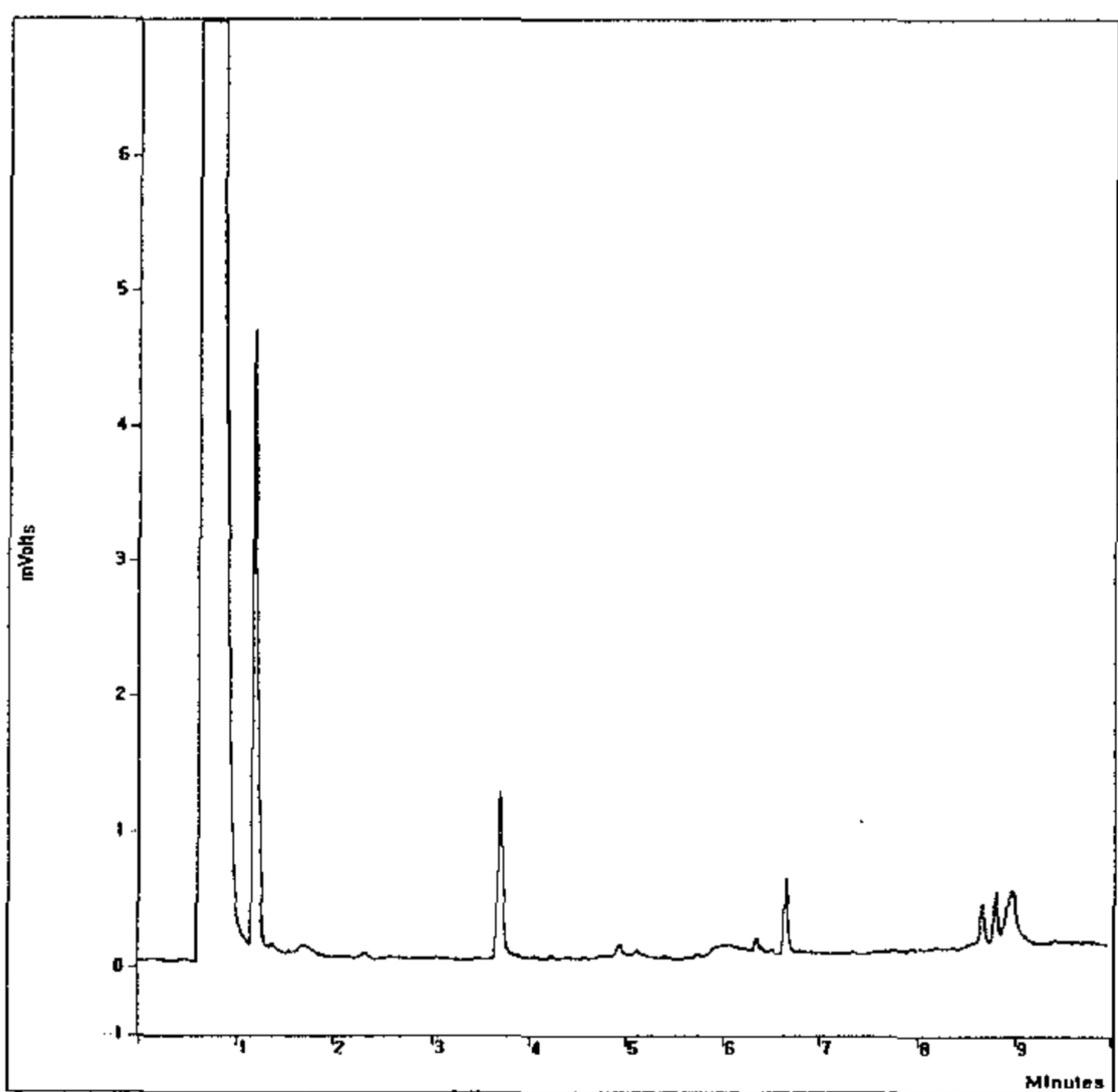


Fig. 10. Chromatogram of halosulfuron-methyl in hairy vetch-grown soil



마. 답전윤환인삼재배에서 제초제의 잔류피해 경감 농가실증시험

인삼재배농가의 답전윤환 재배지에 녹비작물재배와 토양개량제를 처리한 후 제초제 잔류경감에 미치는 영향에 관한 실증시험을 실시하였고, 직파 1년근의 생육조사 결과(표 14), 녹비작물 재배구에서는 헤어리벳치 재배구가 94.3%의 가장 높은 출아율을 보였고, 토양개량제 처리구에서는 훈탄처리구가 93.6%로 가장 높았으며, 지상하부 생육에 있어서도 헤어리벳치 재배구와 훈탄처리구가 가장 양호한 결과를 보였다.

Table 14. The growth of one year-old direct-seeded ginseng in the field treated with rice herbicides after growing green manure crops or treatments of soil conditioners.

Treatment	Emergence (%)	Leaf length (cm)	Leaf width (cm)	Stem length (cm)	Root weight (g)	Root length (cm)	Root diameter (mm)
Green manure crops							
Rye	92.5a	3.23a	2.28a	8.16a	0.72a	13.8a	5.1a
Barley	93.1a	3.21a	2.11a	8.29a	0.68a	13.4a	5.2a
Hairy vetch	94.3a	3.66a	2.47a	8.67a	0.84a	14.7a	5.9a
Milk vetch	91.1a	3.11a	2.15a	8.51a	0.75a	14.0a	5.0a
Soil conditioners							
Carbonized chaff	93.6a	3.23a	2.26a	8.27a	0.72a	13.9a	5.4a
Zeolite	92.5a	3.27a	2.25a	8.34a	0.70a	13.8a	5.3a
Roza soil	91.6a	3.20a	2.22a	8.24a	0.71a	12.9ab	5.1a
Illite	90.5a	3.21a	2.15a	8.19a	0.68a	12.8ab	5.0a
Control	90.1a	3.09a	2.14a	8.20a	0.69a	12.1b	5.2a

\* Means followed by the same letter within a column are not significantly different at 5% level by DMRT.

\*\* Observation date of emergence: May 9, 2006

며 재배시 제초제를 사용하였던 농가의 답전윤환 인삼재배지를 1년간 토양개량제 처리와 녹비작물을 재배 하고, 직파재배한 후, 1년이 지난 1년생 인삼체내의 제초제 잔류량을

조사한 결과(표 15, 그림 11), 부자논, 마패, 만드리 및 풀박사 등 4종의 제초제 성분중 잔류가 의심되었던 molinate와 halosulfuron -methyl를 비롯한 대부분의 성분이 검출한계 이하 수준으로 검출되었다.

Table 15. Analysis of herbicide residue of one year-old direct-seeded ginseng in the demonstration field.

Ingredient analysis	Residues quantity (mg/kg)				Detectable limit (mg/kg)
	Repeat 1	Repeat 2	Repeat 3	Average	
Molinate	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	
Cinisulfuron	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	
Halosulfuron-methyl	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	
Bensulfuron-methyl	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.01
Butachlor	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	
Esprocarb	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	
Pyrazosulfuron-ethyl	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	

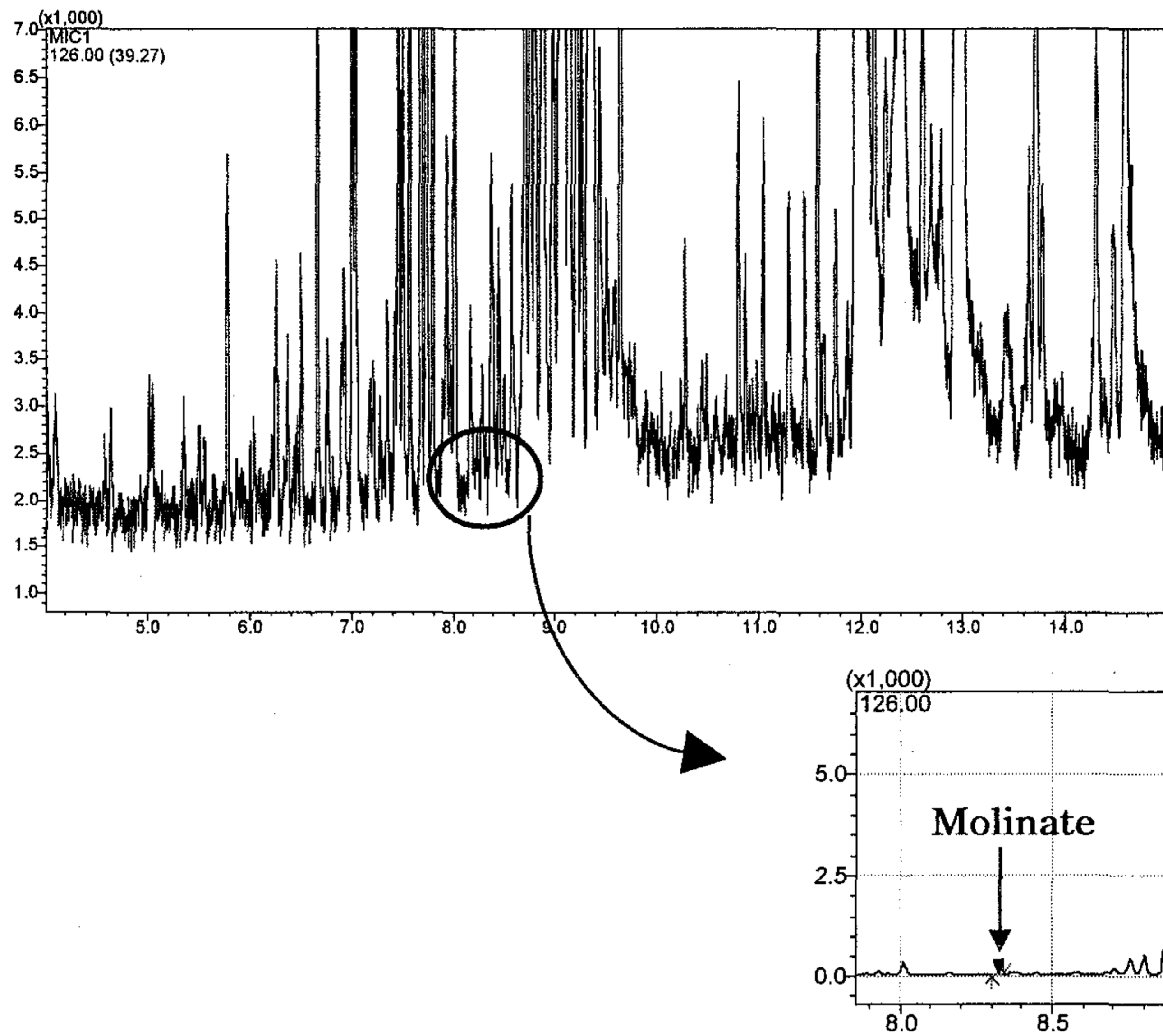


Fig. 11. Chromatogram of the molinate one year-old direct-seeded ginseng.

이식재배한 농가포장에서의 2년근 생육상황을 조사한 결과(표 16)에서는 녹비작물재배구에서의 출아율은 헤어리벧치 93.7%, 호밀 93.5%로 양호하였고, 자운영 재배구는 91.5%로 가장 저조한 출아율을 보였다. 지상부 생육은 호밀, 보리 및 헤어리벧치의 생육이 서로 비슷하였으며, 자운영 재배구는 대조구와 비슷하였다.

지하부생육도 근중에 있어서 호밀 5.1g, 보리 5g, 헤어리벧치 5.1g 등으로 비슷한 결과를 보였으나 자운영 재배구는 4.6g으로 생육이 불량한 양상을 보였다

토양개량제 처리구에서는 93.7%로 제오라이트 처리구가 출아율이 가장 좋았으나, 지상하부의 생육에 있어서는 로자쏘일과 훈탄 처리구가 양호한 결과를 보였다. 또한 대조구에 비하여 논 제초제 처리구인 녹비작물재배구와 토양개량제 처리구의 생육이 대체로 양호한 결과를 보인 것으로 보아 농가실증에서도 제초제의 잔류는 거의 없는 것으로 판단되어 답전윤환 인삼재배지가 안전한 인삼예정지로 사용할 수 있을 것으로 추정되었다.

Table 16. The growth of two year-old transplanting ginseng in the field treated with rice herbicides after growing green manure crops or application of soil conditioners.

Treatment	Emergence (%)	Leaf length (cm)	Leaf width (cm)	Stem length (cm)	Root weight (g)	Root length (cm)	Root diameter (mm)
Green manure							
Rye	93.5a	7.9a	4.1a	6.5a	5.1a	20.5ab	10.0a
Barley	92.2a	8.0a	3.9a	6.4a	5.0a	23.7a	9.5a
Hairy vetch	93.7a	8.1a	4.0a	6.9a	5.1a	24.2a	10.2a
Milk vetch	91.5a	7.8a	3.9a	6.5a	4.6a	19.5b	9.9a
Soil conditioner							
Carbonized chaff	92.4a	8.0a	4.0a	6.9a	4.9a	19.7b	10.1a
Zeolite	93.7a	7.7a	3.7a	6.2a	4.6a	21.0ab	9.5a
Roza soil	92.7a	7.9a	3.6a	6.3a	5.1a	22.8a	10.6a
Illite	91.3a	7.7a	3.6a	6.0a	4.7a	20.1ab	9.6a
Control	91.2a	7.7a	3.8a	6.0a	4.7a	19.8b	9.8a

\* Means followed by the same letter within a column are not significantly different at 5% level by DMRT.

\*\* Observation date of emergence: May 9, 2006

벼 재배시 제초제를 사용하였던 농가의 답전윤환 인삼재배지를 1년간 토양개량제 처리와 녹비작물을 재배 하고, 묘삼을 이식한 후, 1년이 지나 2년생 인삼체내의 제초제 잔류량을 조사한 결과(표 17, 그림 12)에서도 직파재배 인삼에서와 같이부자논, 마패, 만드리 및 풀박사 등 4종의 제초제 성분중 잔류가 의심되었던 molinate와 halosulfuron-methyl 및 esprocarb 등 대부분의 성분이 검출한계 이하 수준으로 검출되어 인삼의 생육에 미치는 영향은 거의 없는 것으로 판단되었다.

이러한 결과는 농약사용 성수기에 사용한 수도용제초제 molinate의 논토양 조건에서의 잔류성과 분해 특성에 대한 시험결과 molinate의 물 중 반감기는 토양이 존재하는 조건에서 4.1일이었고, 물만 처리한 구에서는 4.2일로 나타났다는 박 등(2005)의 결과로 볼때 토양내에서의 molinate 성분은 인삼재배시 잔류로 인한 문제는 없을 것으로 판단되었다.

Table 17. Analysis of the herbicidal residue of two year-old transplanting ginseng in the field treated with rice herbicides after growing green manure crops or application of soil conditioners.

Ingredient analysis	Residues quantity (mg/kg)				Detectable limit (mg/kg)
	Repeat 1	Repeat 2	Repeat 3	Average	
Molinate	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	
Cinisulfuron	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	
Halosulfuron-methyl	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	
Bensulfuron-methyl	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.01
Butachlor	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	
Esprocarb	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	
Pyrazosulfuron-ethyl	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	

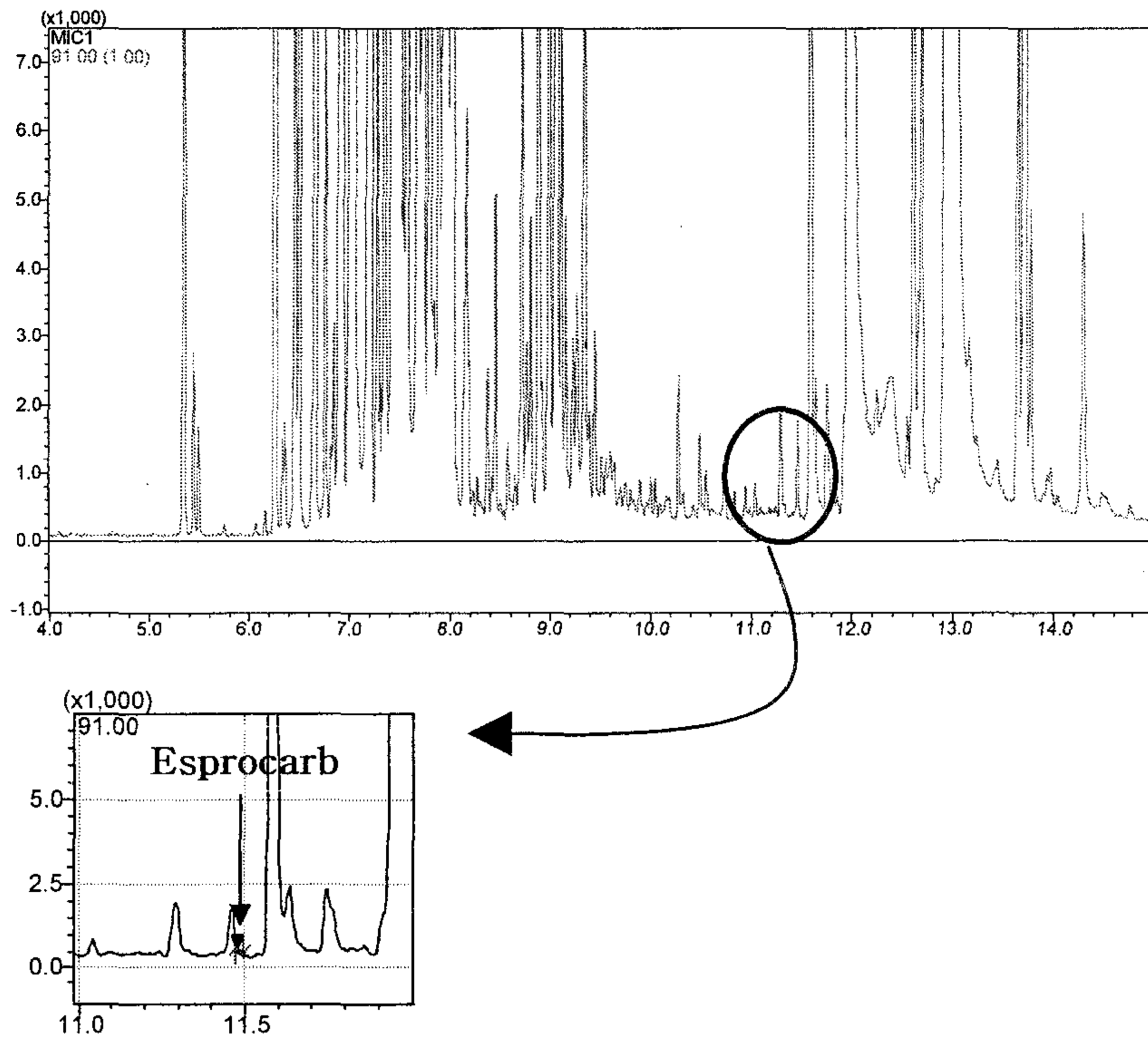


Fig 12. Chromatogram of the esprocarb in two year-old transplanting ginseng

(가)의 답전윤환 재배지의 인삼재배시 벼 재배시 사용한 부자논, 마패, 만드리 및 풀박사 등 4종의 제초제가 후작물 인삼의 재배시 미치는 잔류피해를 경감시키기 위하여 호밀, 보리, 헤어리벳치 및 자운영 등 4종의 녹비작물을 재배하였고, 훈탄, 제오라이트, 로자쏘일 및 맥섬석 등 4종의 토양개량제를 처리하였으며, 녹비작물과 토양개량제의 복합처리 등 다양한 형태의 처리를 실시한 결과(표 18), 부자논의 Molinate와(그림 13, 14) Cinosulfuron, 마패의 Halosulfuron-methyl과 Molinate, 만드리의 Butachlor와 Bensulfuron-methyl, 풀박사의 Esprocarb(그림 15, 16)와 pyrazosulfuron -ethyl 성분 모두 토양내에서 검출한계 0.01mg/kg 미만으로 검출되어 토양내의 잔류는 거의 없는 것으로 조사되었다. 제초제 부자논 처리구에서 호밀재배, 호밀재배+직파재배 및 호밀재배+로자쏘일 처리구의 molinate 잔류량이 0.01mg/kg 검출되었으나 반올림 결과에 의한 것으로 검출한계 미만인 수치였고, 또한 제초제 풀박사 처리구에서도 호밀재배, 호밀재배+직파재배 및 호밀재배+로자쏘일 처리구의 molinate 잔류량이 0.01mg/kg 검출되었으나 이 또한 수치의 반올림 결과로 판단되어, 농가실증포장에서도 벼 재배시에 사용되었던 제초제는 예정지관리기간을 1년

이상으로 관리하면 전혀 잔류에 문제가 없는 것으로 나타났다.

Table 18. Effects of soil conditioners and green manure crops on reducing herbicide residues.

Herbicide	Ingredient analysis	Treatment combination	Residues quantity (mg/kg)	Detectable limit (mg/kg)
Buzanon (Molinate+Cinosulfuron)	Molinate	Control	< 0.01	0.01
		Control+Direct sowing	< 0.01	
		Buzanon	0.01	
		Buzanon+Rye	0.01	
		Buzanon+Rye+Direct sowing	0.01	
		Buzanon+Rye+Roza soil	0.01	
	Cinosulfuron	Control	< 0.01	0.01
		Control+Direct sowing	< 0.01	
		Buzanon	< 0.01	
		Buzanon+Rye	< 0.01	
		Buzanon+Rye+Direct sowing	< 0.01	
		Buzanon+Rye+Roza soil	< 0.01	
Mapae (Halosulfuron-methyl+Molinate)	Halosulfuron-methyl	Control	< 0.01	0.01
		Control+Direct sowing	< 0.01	
		Mapae	< 0.01	
		Mapae+Rye	< 0.01	
		Mapae+Rye+Direct sowing	< 0.01	
		Mapae+Rye+Zeolite	< 0.01	
	Molinate	Control	< 0.01	0.01
		Control+Direct sowing	< 0.01	
		Mapae	< 0.01	
		Mapae+Rye	< 0.01	
		Mapae+Rye+Direct sowing	< 0.01	
		Mapae+Rye+Zeolite	< 0.01	

(continued)

Herbicide	Ingredient analysis	Treatment combination	Residues quantity (mg/kg)	Detectable limit (mg/kg)			
Mandri (Butachlor+ Bensulfuron -methyl)	Butachlor	Control	< 0.01	0.01			
		Control+Direct sowing	< 0.01				
		Mandri	< 0.01				
		Mandri+Rye	< 0.01				
		Mandri+Rye+Direct sowing	< 0.01				
		Mandri+Rye+Ilite	< 0.01				
	Bensulfuron -methyl	Control	< 0.01	0.01			
		Control+Direct sowing	< 0.01				
		Mandri	< 0.01				
		Mandri+Rye	< 0.01				
		Mandri+Rye+Direct sowing	< 0.01				
		Mandri+Rye+Ilite	< 0.01				
		Poolbacsa (Esprocarb+ Pyrazosulfu ron-ethyl)	Esprocarb		Control	< 0.01	0.01
					Control+Direct sowing	< 0.01	
Poolbacsa	0.01						
Poolbacsa+Rye	0.01						
Pyrazosulfuron -ethyl	Poolbacsa+Rye+Direct sowing		0.01	0.01			
	Poolbacsa+Rye+Macsumsuk		0.01				
	Control		< 0.01				
	Control+Direct sowing		< 0.01				
Poolbacsa	Poolbacsa	< 0.01	0.01				
	Poolbacsa+Rye	< 0.01					
	Poolbacsa+Rye+Direct sowing	< 0.01					
	Poolbacsa+Rye+Macsumsuk	< 0.01					



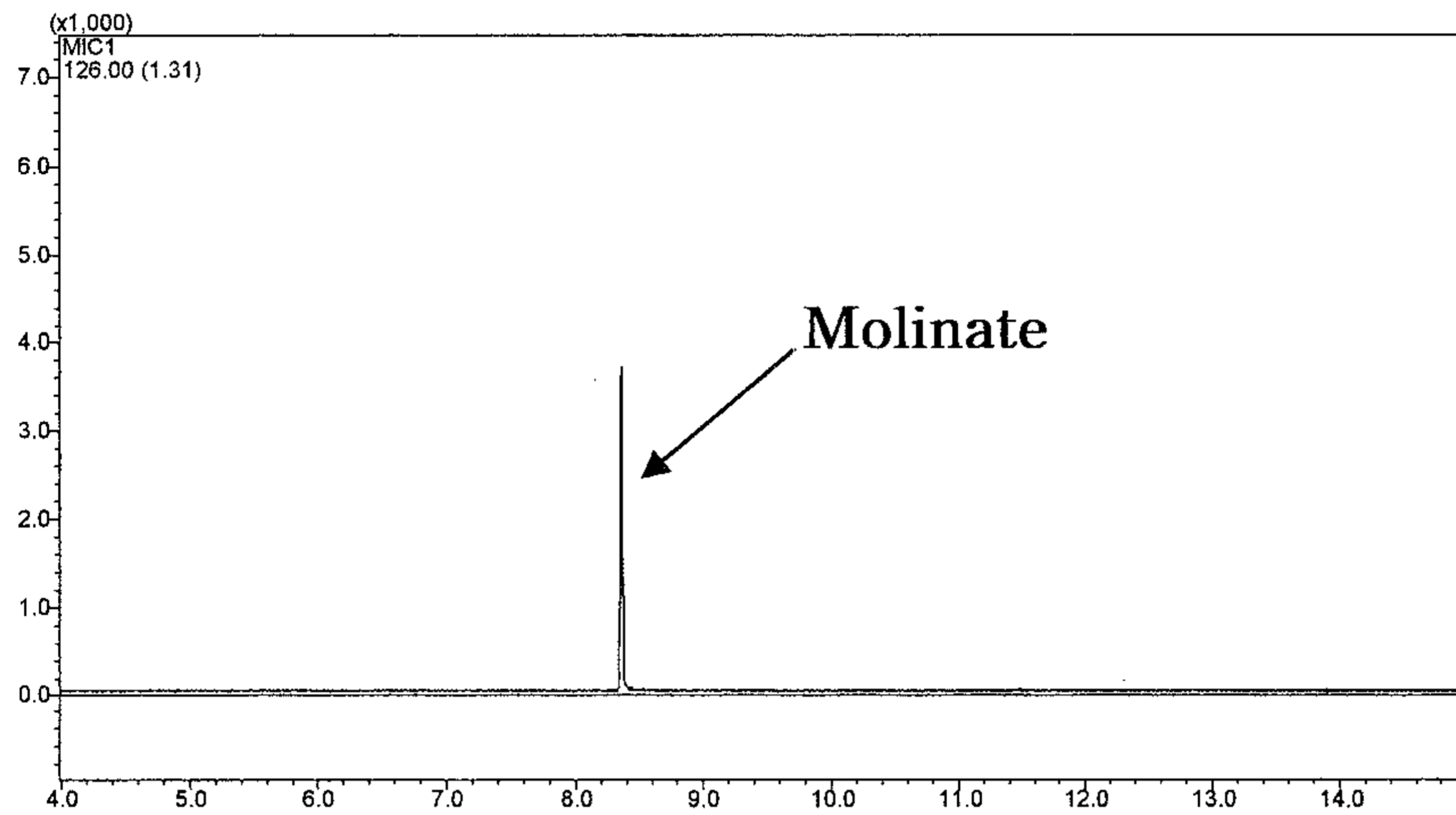


Fig. 13. Chromatogram of the standard solution of Molinate (1.0mg/L)

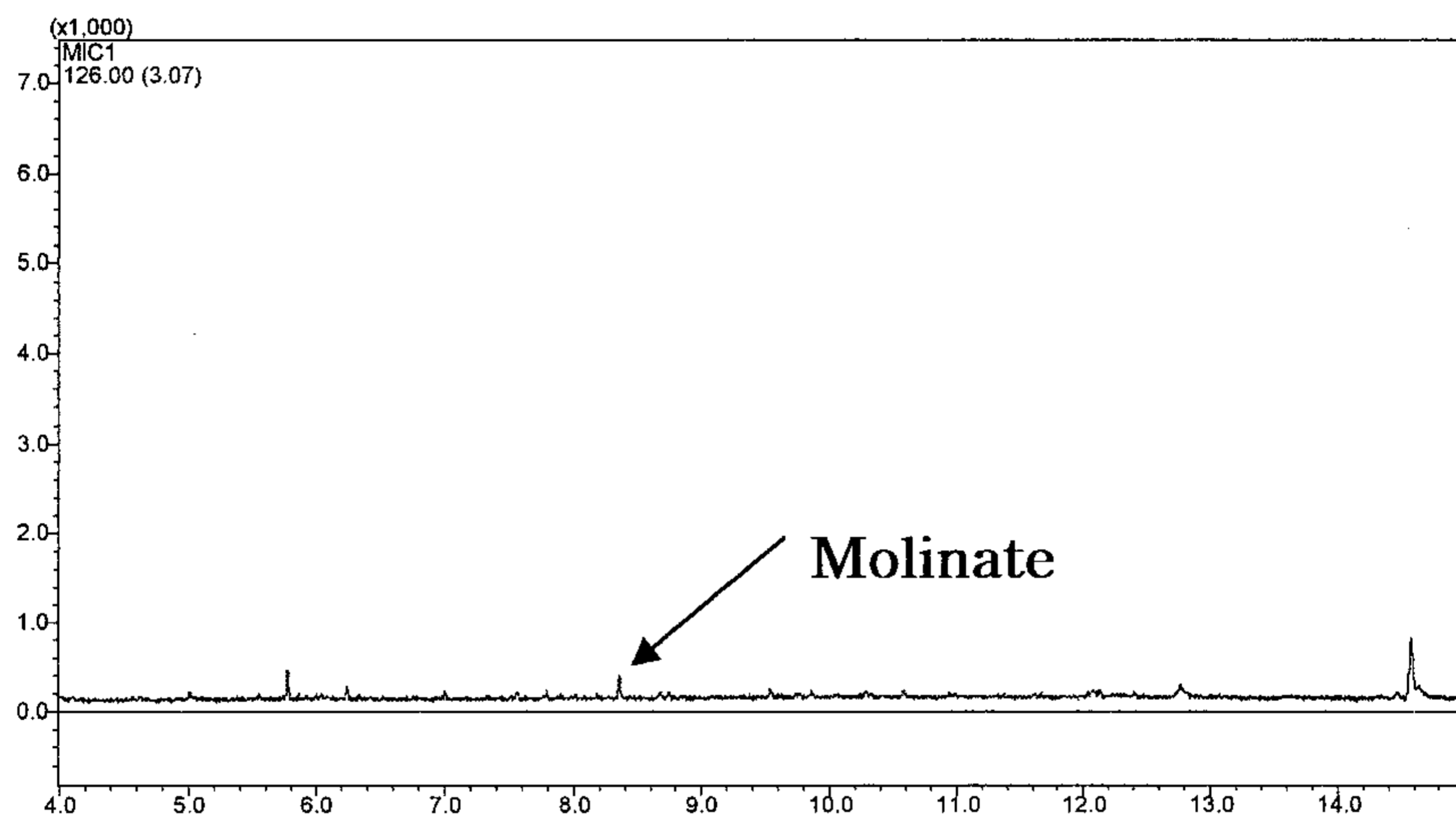


Fig. 14. Chromatogram of the soil sample 2 years after treated with Buzanon

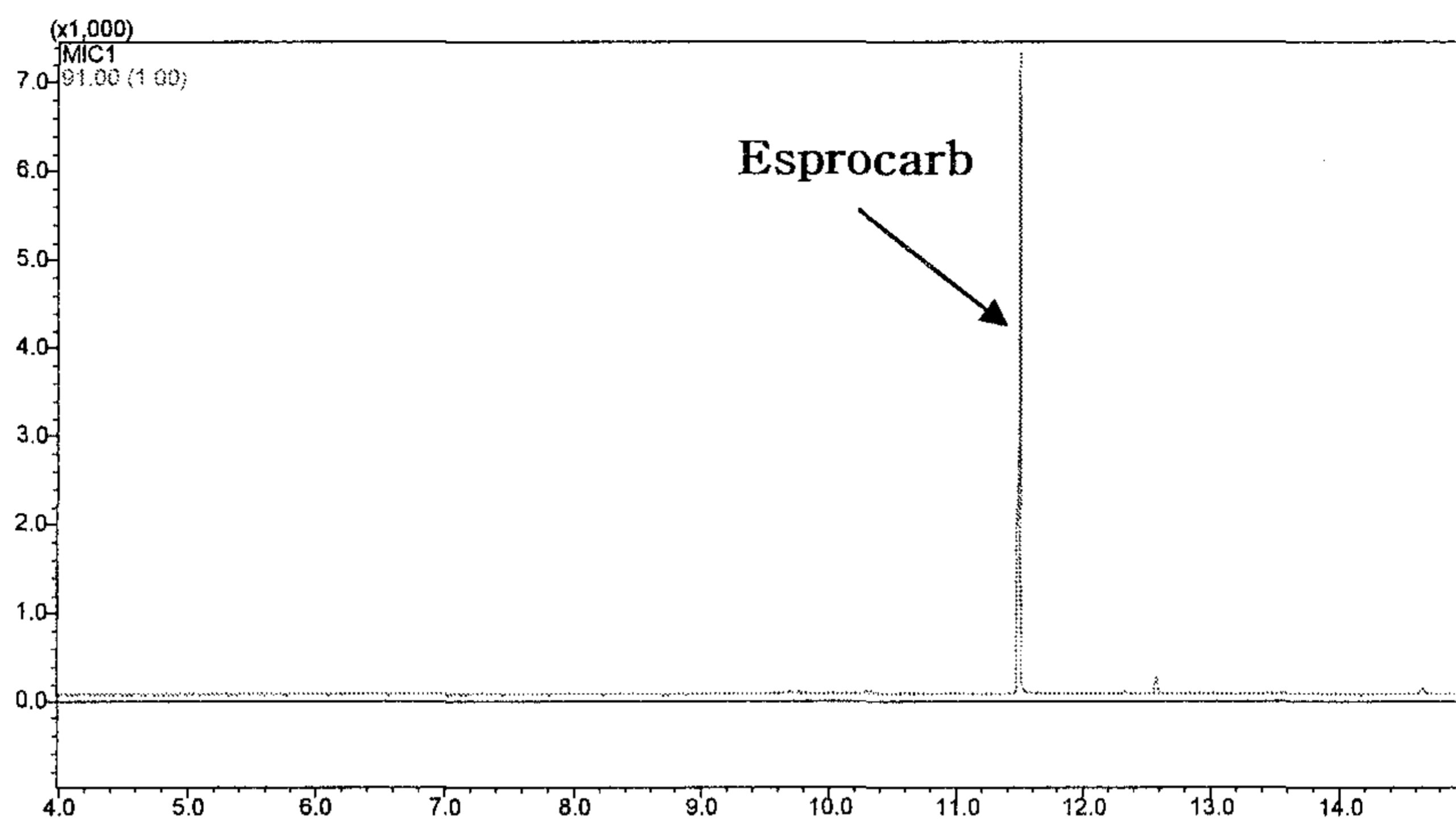


Fig. 15. Chromatogram of the standard solution of Esprocarb (1.0mg/L)

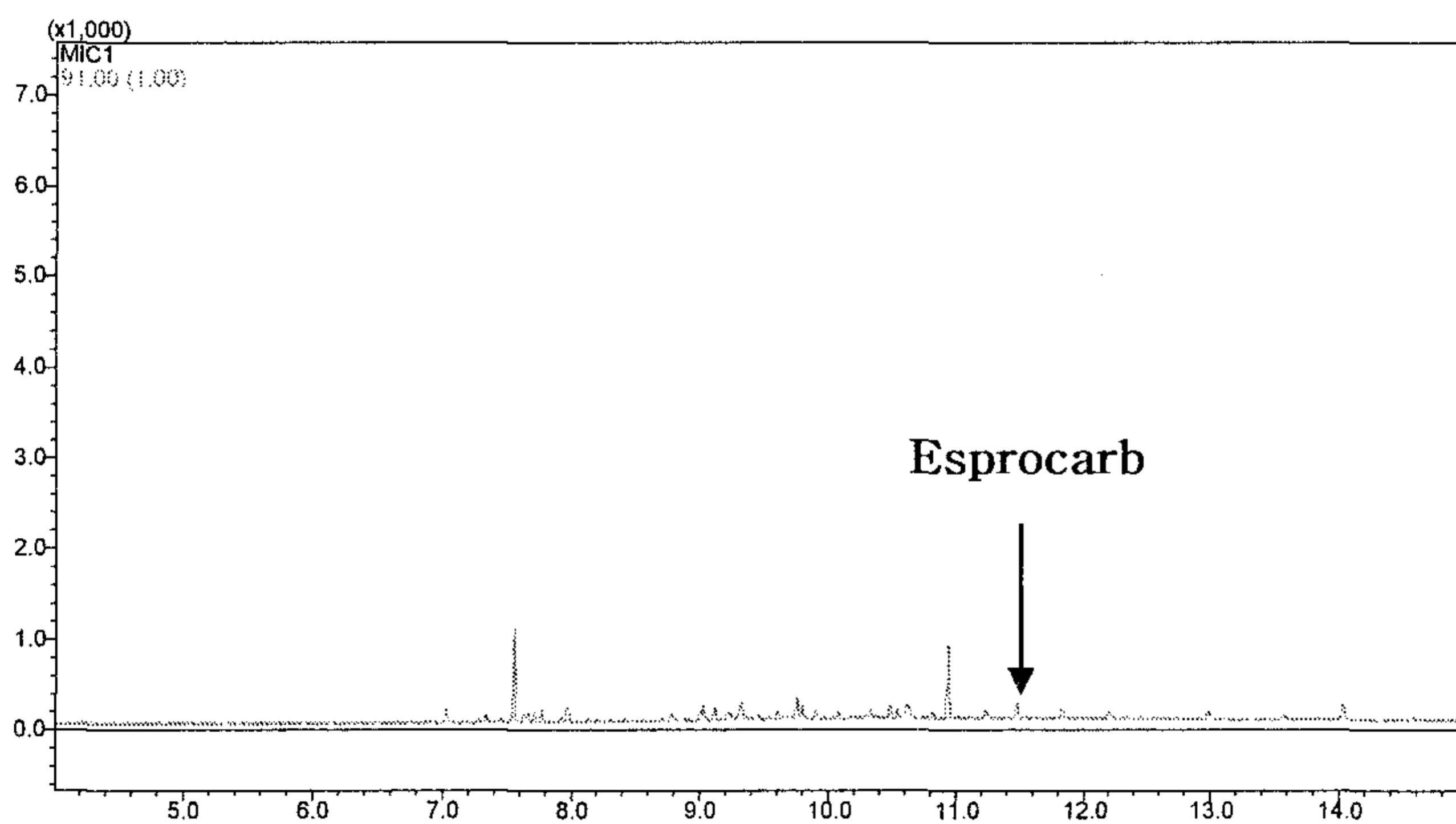


Fig. 16. Chromatogram of the soil sample treated with Poolbacs.

## 제 4 장 목표달성도 및 관련분야에서의 기여도

### 제 1 절 년도별 연구개발 목표 및 범위

구분	연구개발목표	연구개발 내용 및 범위
1차년도 (2004)	○답전윤환 논 인삼재배에서 멀칭 및 제초제에 의한 잡초방제법 개발	○인삼재배포에서 제초제와 멀칭처리에 의한 잡초방제 효과와 인삼에 대한 약해, 생육 및 수량에 미치는 영향을 조사하였다.
	○논제초제의 인삼에 대한 약해 검정	○온실에서 Wagner 포트에 인삼묘를 이식한 다음, 주요 논제초제 15종을 1, 2배량 처리한 후 생물검정으로 인삼의 약해, 생육 및 수량에 미치는 영향을 조사하여 논제초제에 대한 인삼의 내성 및 감수성 반응을 구명하였다
	○답전윤환 인삼재배에서 논제초제의 잔류피해 경감용 녹비작물 선발시험(협동과제)	○답전윤환 논에서 벼 제초제를 처리하여 벼를 재배하여 수확한 직후에 호밀 등 녹비작물을 재배한 다음, 인삼을 재배하여 생육상황을 조사하여 논제초제의 잔류를 생물검정하였다.
	○답전윤환 인삼재배에서 논제초제의 잔류피해 경감용 토양개량제 선발시험(협동과제)	○답전윤환 논에 처리된 논제초제의 잔류피해 경감을 위하여 토양개량제를 선발하며, 토양에 처리한 후 인삼을 식재한 다음, 인삼의 생육 및 수량에 미치는 영향을 조사하여 논제초제의 잔류를 검정하였다.

구분	연구개발 목표	연구개발 내용 및 범위
2차년도 (2005)	○ 녹비작물과 토양개량제에 의한 논제초제의 잔류피해 경감효과생물검정	○ 녹비작물 재배와 토양개량제 처리후 인삼 식재전 논토양을 채취하여 와그너 포트에 채운 다음 인삼묘를 이식하여 재배한 후 인삼의 지상부 및 지하부의 건물중 측정에 의하여 제초제 잔류피해 경감효과를 생물검정하였다.
	○ 답전윤환 인삼재배에서 잡초방제 실증시험	○ 답전윤환 인삼재배포에서 선발된 제초제처리와 잡초생육 억제효과가 우수한 멀칭방법을 설치하여 잡초의 본수와 건물중 조사에 의한 잡초방제 효과를 검정하고 인삼의 생육 및 수량을 조사하였다
	○ 논제초제 잔류수준이 인삼생육에 미치는 영향 평가	○ 논제초제 4종을 전년도에 표준량, 2배량으로 논에 처리한 후 0, 4, 8, 12, 16주에 토양을 채취하여 냉동보관한 다음, 포트실험으로 논제초제의 잔류가 인삼의 약해 및 생장에 미치는 영향을 조사하였다.
	○ 논제초제 잔류 피해 경감 실증시험(협동과제)	○ 답전윤환 논에 논제초제를 처리하여 벼를 재배하여 수확한 직후에 논제초제 잔류 경감효과가 우수한 토양개량제 처리와 녹비작물을 재배한 다음, 인삼을 재배하여 생육 및 수량에 미치는 영향을 조사하며, 경시적으로 토양을 채취하여 GC분석법으로 논제초제의 잔류량을 분석하였다.
	○ 답전윤환 인삼재배에서 식재방법에 따른 논제초제의 잔류피해 영향조사(협동과제)	○ 답전윤환 포장에서 식재방법(직파, 이식 및 논식)별로 인삼생육에 미치는 잔류 제초제의 영향을 조사하며, 인삼종자의 발아율, 묘삼의 출아율 및 지상하부의 생육조사를 통하여 논제초제의 잔류피해를 경감시킬 수 있는 방법을 모색하였다.

구 분	연구 개발 목표	연구개발 내용 및 범위
3차년도 (2006)	<p>○ 답전윤환 인삼재배 논에서 잡초방제 농가 실증시험 및 제초제 잔류 분석</p> <p>○ 답전윤환 인삼재배에서 제초제 잔류피해 경감 실증시험 (협동과제)</p>	<p>○ 전년도에 최종적으로 선발된 논제초제 3종을 1, 2배량으로 처리한 후 답전윤환 논 포장에 인삼을 이식한 다음, 최종 선발된 인삼용 제초제 처리와 멀칭을 설치하여 잡초방제 효과를 조사하며, 인삼의 약해, 초기생육 및 수량을 조사하였다. 또한 시험 토양에서 경시적으로 토양을 채취하여 냉동보관한 다음, GC분석법으로 논제초제의 잔류량을 분석하였다.</p> <p>○ 농가 답전윤환 논에서 전년도에 논제초제를 처리하여 벼를 재배하여 수확한 직후에 논제초제 잔류 경감효과가 우수한 녹비작물 재배와 토양개량제를 처리한 다음, 인삼을 재배하여 인삼의 생육 및 수량을 조사하였다. 그리고 경시적으로 토양을 채취하여 GC 분석법으로 논제초제의 잔류량을 분석하였다.</p>

## 제 2 절 연구평가 착안점 및 달성도

구 분	평가의 착안점 및 척도	
	착 안 사 항	척도 (점수)
1차년도 (2004)	○답전윤환 인삼재배에서 멀칭 및 제초제에 의한 잡초방제법 확립	100
	○논제초제의 인삼에 대한 약해 검정	100
	○답전윤환 인삼재배에서 논제초제의 잔류피해 경감용 녹비작물 선발	100
	○답전윤환 인삼재배에서 논제초제의 잔류피해 경감용 토양개량제 선발	100
2차년도 (2005)	○녹비작물과 토양개량제에 의한 논제초제의 잔류피해 경감효과 생물검정	100
	○답전윤환 인삼재배에서 멀칭 및 제초제에 의한 잡초방제 실증시험을 통한 종합잡초방제법 확립	100
	○논제초제 잔류수준이 인삼생육에 미치는 영향	100
	○답전윤환 인삼재배에서 논제초제 잔류피해 경감효과 실증시험	100
	○답전윤환 인삼재배에서 식재방법에 따른 논제초제의 잔류피해 영향	100
3차년도 (2006)	○답전윤환 인삼재배 논에서 잡초방제 농가 실증시험	100
	○답전윤환 인삼 제초제 실증시험에서 제초제 잔류분석	100
	○답전윤환 인삼재배에서 제초제 잔류피해 경감효과 실증시험	100

### 제 3 절 관련분야의 기술발전 기여도

1. 답전윤환 포장에 인삼과 다른 작물의 재배시 안전한 재배기술 확립으로 고품질 농산물 생산 및 안정적 생산에 기여
2. 헤어리벳치, 자운영 및 호밀 등의 녹비작물 재배가 토양의 물리성 및 화학성을 개선에 미치는 효과를 인삼재배농가 교육자료로 활용
3. 인삼생육에 적합한 유기물과 토양개량제 선발 및 처리효과 규명으로 인삼재배 작부체계 확립 가능
4. 논에 사용되는 제초제의 잔류성 분석으로 관련 제초제 생산기업에 참고자료 제공
5. 인삼 안정생산을 위한 종합체계 구축으로 우량인삼생산 및 지역경제 활성화 기여
6. 답전윤환 인삼재배지의 논 제초제 잔류량 분석에 관한 논문 발표 및 농가 활용과 논 제초제 잔류피해 경감으로 고품질 우량인삼 생산에 기여

## 제 5 장 연구개발결과의 활용계획

1. 답전윤환 논에서 멀칭 및 제초제에 의한 잡초방제법이 확립되어 답전윤환 인삼 재배에서 안전하고 효과적인 생력잡초방제법 확립으로 논에서 벼 재배 면적을 감소시키기 위한 답전윤환 인삼재배 정착으로 휴경 논의 이용도를 높이는 대책으로 활용한다.
2. 답전윤환 인삼재배 계획단계에서 인삼에 잔류피해가 적은 논제초제를 선발, 추천하여 답전윤환 인삼재배에서 잔류피해 예방방법을 영농지도사업 반영 자료로 건의한다.
3. 답전윤환 논에서 논제초제 잔류를 경감시킬 수 있는 경종적 예정지 관리방법 확립에 의하여 잔류피해가 없는 안전한 답전윤환 인삼재배법의 실용화에 활용한다.
4. 답전윤환 인삼예정지의 논 제초제 잔류경감 기술 확립으로 고품질 우량인삼 생산을 위한 농가 기술이전 및 시범사업에 반영한다
5. 논 인삼재배기술 체계확립으로 초작지 부족 문제를 해결하기 위하여 전라남북도, 경기도 및 강원도 등의 논토양 인삼예정지에 사용기술을 보급한다.
6. 인삼재배농가들의 예정지 선정 및 관리시 제초제 잔류경감기술 보급으로 토양개량제 및 미생물제 처리로 초작지 수준의 수량 및 품질 생산 가능하도록 활용한다.
7. 논을 답으로 전환하는 토양관리기술 보급으로 인삼 예정지의 안정적 확보 기여로 친환경 인삼재배 위한 지력증진용 토양개량제 사용기술을 보급한다.



## 제 6 장 연구개발과정에서 수집한 해외과학 기술정보

- 경엽처리 제초제 Fluazifop-P-butyl (Venturel)을 인삼밭에서 화분과잡초를 방제하기 위하여 2L/ha 농도 이하로 5월 초순, 6월 하순, 8월 중순에 인삼밭 토양처리하며, 1년에 3회 이상, 그리고 매우 추운시기에는 처리하지 않음(Ginseng Production Guide for Commercial Growers. 2004 Edition, British Columbia, Canada).
- Glyphosate (Roundup Transorb, Touchdown 480)를 월동 후 인삼이 봄에 지면위로 올라오기 전에 2.5L/ha 농도로 생육중인 잡초에 살포한다(Ginseng Production Guide for Commercial Growers. 2004 Edition, British Columbia, Canada).
- Molinate 잔류실태조사 결과, 유럽의 하천수에서는 1.0-30 $\mu$ g/L이 검출되었고, 미국은 10-330 $\mu$ g/L, 일본은 84 $\mu$ g/L 수준까지 검출되었고, 미국 환경보호청이나 일본 국립의약품 식품 위생연구소에서는 molinate를 내분비계 장애 의심물질로 지정하여 관리하고 있음 (EPA. Fate, transport and transformation test guidelines. OPPTS 835.2210, Miki Sudo, T. Kunimatsu, and T. Okubo. Concentration and loading of pesticide residues in lake Biwa Basin. Water Research 36: 315-329).

## 제 7 장      참고문헌

1. Banks, P. A. and E. L. Robinson. 1984. The fate of oryalin applied to straw-mulched and nonmulched soils. *Weed Sci.* 32: 269-272.
2. Barnes, C. J., A. J. Goetz and T. L. Lavy. 1989. Effects of imazaquin residues on cotton (*Gossypium hirsutum*). *Weed Sci.* 37: 820-824.
3. Barnes, C. J. and T. L. Lavy. 1991. Injury and yield response of selected crops to imazaquin and norflurazon residues. *Weed Tech.* 5: 598-606.
4. Bell, A. A., Hubbard, J. C., Liu. L., Davis, R. M. and Subbarao, K. V. 1998. Effects of chitin and chitosan on the incidence and severity of *Fusarium* yellows of celery. *Plant Disease.* 82:322-328.
5. Blenkinship, S. and D.G. Richardson. 1985. Changes in phenolic acids and internal ethylene during long-term cold storage of pears. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 110:336-339.
6. Braverman, M. P., T. L. Lavy and C. J. Barnes. 1986. The degradation and bioactivity of metolachlor in the soil. *Weed Sci.* 34: 479-484.
7. Brewer, F., T. L. Lavy and R. E. Talbert. 1982. Effects of flooding on dinitroaniline persistence in soybean (*Glycine max*)-rice (*Oryza sativa*) rotations. *Weed Sci.* 30: 531-539.
8. Cheng, G.W. and C.H. Crisosto. 1995. Browning potential, phenolic composition, and polyphenol oxidase activity of buffer extracts of peach and nectarine skin tissue. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 120: 835-838)
9. Choi, K.T., and H.S. Shin 1982. Morphological characteristics inflorescence, flowering bud, fruit and leaf of Korean ginseng. *Korean J. Ginseng Soc.* 6(1):67-74
10. Costeng, M.Y. and C.Y. Lee. 1987. Changes in apple polyphenol oxidase and polyphenol concentration in relation to degree of browning. *J. Food Sci.* 52:985-989.
11. Curran, W. S., E. L. Kanke and R. A. Liebl. 1991. Corn (*Zea mays*) injury following use of clomazon, chlorimuron, imazaquin, and imazethpyr. *Weed Tech.* 5: 539-544.
12. Du, J. M., Gemma, H., Iwahori, S and Du, J. M. 1997. Effects of chitosan coating on the storage of peach, Japanese pear, and kiwifruit. *J. Jap. Soci. Hort. Sci.* 66:15-22.
13. Forget, R. and F.A. Guillard. 1997. Oxidation of chlorogenic acid, catechins, and

- 4-methylcatechol in model solutions by combinations of pear (*Pyrus communis* cv. Willians) polyphenol oxidase and peroxidase: a possible involvement of peroxidase in enzymatic browning. *J. Agr. Food Chem.* 45:2472-2476).
14. Gonzalez-Aguilar, G. A., Wang, C. Y. and Buta, J. G. 2001. Inhibition of browning and decay of fresh-cut radishes by natural compounds and their derivatives. *Lebensmittel Wissenschaft Technologie* 34 : 324-328
15. Griffin, J. L and J. F. Robinson. 1989. Metolachlor and alachlor persistence in rice (*Oryza sativa*) following soybean (*Glycine max*). *Weed Tech.* 3: 82-85.
16. 구연충, 성기영, 송득영, 이상복, 허일봉. 1997. 답전윤환에 따른 잡초 발생 변화. *한국잡초학회지* 17(2): 157-162
17. 국용인. 노상연. 구자옥. 1992a. 답후작의 quinclorac 내성 및 감수성 비교연구. *한잡초지* 12(4): 380-386.
18. 국용인. 한성욱구자옥. 1992b. 답후작의 quinclorac 잔류피해에 대한 경감대책 연구. *한잡초지* 12(4): 387-392.
19. 작물시험장. 2003. 인삼 증장기연구계획 수립을 위한 워크샷.
20. Jiang, T. D., Ma, R. X., Qi, R. M. and Zhang, C. P. 1994. Seed treatment and inhibition of plant pathology of chitosan. *J. Environment Sci.* 6:112-115.
21. Jacques, G. L. and R. G. Harvey. 1979. Dinitroaniline herbicide phytotoxicity as influenced by soil moisture and herbicide vaporization. *Weed Sci.* 27: 536-539.
22. 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
23. 조재성, 원준연. 1995. 고려인삼에 대한 제초제 Fluzifop-butyl의 안전성. *한국약용작물학회지* 3(2): 146-150
24. 조재성, 김충수, 원준연. 1996. 고려인삼의 답전윤환 재배. *한국약용작물학회지* 4(1): 19-26
25. 조재성, 목성균, 원준연. 1998. 최신 인삼재배. 선진문화사.
26. 조재성, 김충수. 1994. 고려인삼의 답전윤환 재배에 관한 기초연구. *한국과학재단 연구보고서* p1~20
27. Johnson, D. H., J. D. Beaty, D. K. Horton, R. E. Talbert and R. J. Smith. 1995. Effect of rotational crop herbicides on rice (*Oryza sativa*). *Weed Sci.* 43: 648-654.

28. 김길웅, 신동현, 박상조, 정종우, 황상섭. 1995. 답전윤환 콩 재배지에서의 잡초발생 및 방제. *한잡초지* 15(4): 313-320.
29. 김정갑. 1991. 곶뿌림 초지조성지에서 제초제 처리방법에 관한 연구. II. 제초제의 토양 잔류성과 목초의 생육장해. *한초지*.11(3) : 162~168.
30. Kolattukudy, P.E. 1981. Structure, biosynthetic, and biodegradation of cutin and suberin. *Ann. Rev. Plant Physiol.* 32 : 539-567.
31. 금촌병. 1936. 고려인삼사 4권, 인삼재배편, 조선총독부, 1-149.
32. 권오도 등. 2002. Sulfonylurea계 제초제 저항성 물달개비 경합기간에 따른 벼 생육 및 수량성. *잡초학회지* 22(2) : 147-153.
33. 권용웅, 황형식, 강병화. 1993. 불량환경하에서의 제초제 약해와 경감기술. *한국잡초학회지* 13(4): 210-233.
34. 이일호. 1995. 인삼에서 논제초제 잔류 생물검정. 인삼 연초연구원 시험연구보고서.
35. 이일호, 김명수, 김효근, 박현석. 1996. 인삼에 대한 제초제 quinclorac의 약해경감 연구. 20(1). *한국고려인삼학회지*p101~105.
36. 이일호, 박현석, 박찬수, 김효근, 변정수, 오승환. 1997. 청정인삼 생산 및 답전윤환재배법연구. pp.157-216. *인삼연구보고서(재배분야)*, 한국인삼연초연구원
37. 이태수. 1990. 박사학위논문. 경북대학교.
38. Lim, C. S. 1996. The phenolic compounds of Korean pear. MS .Thesis, Chungang Univ., Seoul.
39. 목성균, 반유선, 천성기, 이태수 이성식. 1995. *인삼연구보고서(재배분야)*. 한국인삼연초연구원. p 51.
40. 목성균, 반유선, 천성기, 이태수. 1996. *인삼연구보고서(재배분야)*. 한국인삼연초연구원. p84.
41. Monks, C. D. and P. A. Banks. 1991. Rotational crop response to chlorimuron, clomazone, and imazaquin applied the previous year. *Weed Sci.* 39: 629-633.
42. Murata, M., M. Tsurutani, M. Tomita, S. Homma, and K. Kaneko. 1995. Relationship between apple ripening and browning: changes in polyphenol content and polyphenol oxidase. *J. Agr. Food Chem.* 43:1115-1121.
43. 농림부. 2003. 고품질 쌀 생산대책.
44. 농림부. 2003. 생산조정제 시행방안.

45. 농약공업협회. 1992. Quinclorac의 종합평가 조사.
46. 농약공업협회. 2005. 2005 농약사용지침서.
47. 오승환, 박창석, 김홍진. 1978. 인삼연구보고서(재배편). 고려인삼연구소. p31
48. 오성우, 신향일, 변종영. 2004. 답전윤환 논에서 콩의 잡초방제와 제초제 잔류가 벼의 생장에 미치는 영향. 한잡초지. 24(4) : 262-273.
49. 농촌진흥청. 농업기술연구소. 토양화학(식물체)분석법. 1978.
50. 농촌진흥청. 2000. 인삼재배기술
51. 박병준, 박현주, 이병무, 임양빈, 최주현, 류갑희. 2005. 논토양 환경 중 제초제 molinate의 잔류성과 분해특성. 농약과학회지. 9(1) p60-69.
52. 박명규. 1996. 최신고려인삼(재배편). 천일인쇄사.
53. 박병준, 2003. 벼 재배환경중 제초제 molinate의 행적에 관한연구. 박사학위논문. 전남대학교.
54. 박훈. 1982. 인삼의수분생리(3) 토양수분, 생리장해, 병해충과 품질. 고려인삼학회지6(2): 169-203  
변종영. 1987. 잡초군락의 변천동향과 효과적 방제. 농약과 식물보호. 8(3).
55. 변종영, 구자옥, 구연충. 1997. 잡초관리를 위한 환경친화적 재배기술. 한국잡초학회지17(1): 124-134
56. 변종영, 김홍기, 유지원, 김현호. 2002. 인삼의 환경친화적 병. 잡초방제기술 개발. 최종연구보고서. 농림부.
57. Reddy, M. V.B., Belkacemi, K., Corcuff, R., Castaigne, F. and Arul, J. 2000. Effect of pre-harvest chitosan sprays on post-harvest infection by *Botrytis cinerea* and quality of strawberry fruit. *Postharvest Biology Technology* 20 : :39-51.
58. 노석원. 2001. 고려인삼재배포의 잡초 발생생태 및 방제에 관한 연구. 충남대학교 박사학위논문.
59. 노석원. 변종영 2003. 인삼의 년생과 피복재료 차이에 따른 잡초발생양. 한국잡초학회지 23(3): 237-247.
60. 노석원. 조재성. 변종영 2002. 고려인삼재배포에서 잡초의 발생 및 분포. 한국잡초학회지 22(4): 350-358.
61. 노석원. 변종영. 2004. 인삼재배에서 멀칭 및 제초제에 의한 잡초방제.한잡초지 24(1): 14-20.

62. Robards, K., P.D. Prenzler, G. Tucker, P. Swatsitang, W. Glover. 1999. Phenolic compounds and their role in oxidative processes in fruits. *Food Chemistry*. 66:401-436.
63. 양환승. 문영희. 최은석. 장문수. 이진하. 1991. 주요 채소용 제초제의 토양중에서의 잔효와 후작물에 미치는 영향. 제 1 보. 월동작물에 처리한 제초제의 잔효와 후작물에의 영향. *한잡초지* 11(1): 32-49.
64. Saniewska, A. 2001. The effect of chitosan on limitation of growth and development of some pathogenic fungi for ornamental plants. *Acta Agrobotanica* 54:17-29.
65. Savage, K. E. 1978. Persistence of several dinitroaniline herbicides as affected by soil moisture. *Weed Sci.* 26: 465-471.
66. 원준연, 조재성 1999. 고려인삼의 직파재배에 관한 조사 연구. *한국약용작물 학회지* 7(4) :308-313.
67. Yang, D. C., Kim, Y. H. Yun, K. Y, Lee, S. S, Kwon, J. N and Kang, H. M. 1997. *Koran J Ginseng Sci.* 21, 91
68. Walsh, J. D., M. S. Defelice and B. D. Sims. 1993. Influence of tillage on soybean (*Glycine max*) herbicide carryover to grass and legume forage crops in Missouri. *Weed Sci.* 41: 144-149.
69. Wang, Y., Li, Z., Sun, Y., Guo, S., Tian, S. and Liu, Z. 1997. *Koran J Ginseng Sci.* 21, 69.
70. Wong, T.C., B.S. Luh, and J.R. Whitaker. 1971. Isolation of scald in apples with antioxidant. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 106:569-571.
71. Wu, G.X., H.W. Zhou, and J.M. Wang. 1992. Biochemical mechanism and substances determination of enzymic browning of Yali pear (*Pyrus bretschneideri* Rehd). *Acta Hort.* 19:198-202.
72. 유길현. 양창걸. 김종구. 이경주. 한성수. 1995. 논밭 윤환재배시 작부유형별 잡초발생 양상. *한잡초지* 15(4): 298-304.
73. 윤길영, 양덕조. 2001. *고려인삼학회지*. 25(1) p53.
74. Zhang, D. L. and Quantick, P. C. 1997. Effects of chitosan coating on enzymatic browning and decay during postharvest storage of litchi(*Litchi chinensis* Sonn.) fruit. *Postharvest-Biology and Technology* 12:195-202.
75. Zhang, D. L., Quantick, P. C. and Zhang, D. L. 1998. Antifungal effects of chitosan

- coating on fresh strawberries and raspberries during storage. *J. Horti. Sci. Biotechnology.* 73:763-767.
76. Zhang, W., E. P. Webster. and M. P. Braverman. 2002. Rice (*Oryza sativa*) response to rotational crop and rice herbicide combinations. *Weed Tech.* 16: 340-345.
77. Zimdahl, R. L. and S. M. Gwynn. 1977. Soil degradation of three dinitroanilines. *Weed Sci.* 25: 247-251.