

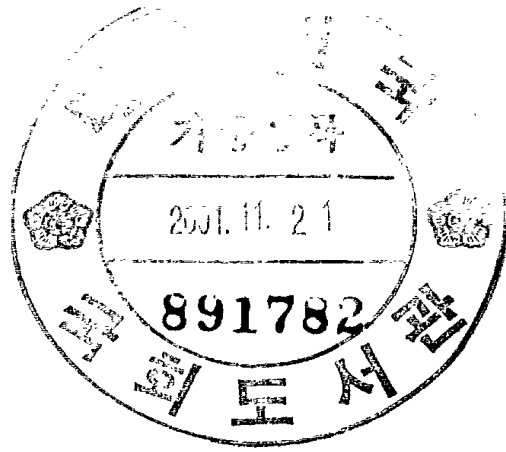
최 종  
연구보고서

# 인삼농축액의 잔류농약 제거기술 개발 연구

Removal technical development  
of residue pesticides in ginseng extracts

부산지방식품의약품안전청

농 립 부



# 제 출 문

농림부 장관 귀하

본 보고서를 “인삼농축액의 잔류농약 제거기술 개발 연구”의 최종보고서로 제출합니다.

2001 년 10 월 20 일

주관연구기관명 : 부산지방식품의약품안전청

총괄연구책임자 : 홍 무 기

세부연구책임자 : 김 우 성

연 구 원 : 신영민, 이선화, 손영옥,  
정지윤, 한영주, 김인복,  
정소영, 김미혜, 소유섭,  
김정수, 이만술, 김종승,  
한기원, 박선오

# 요 약 문

## I. 제 목

: 인삼농축액의 잔류농약 제거기술 개발 연구

## II. 연구개발의 목적 및 중요성

현재 유럽의 각국에서 인삼의 소비가 증가하는 추세로 독일에서는 인삼농축액중 잔류농약을 제거하는 기계를 제작하여 사용하고 있고 우리 나라에서는 담배인삼공사 및 일화(주)에서 동 기계를 보유하고 있으나 워낙 고가장비(IMF시대 이전의 가격이 십수억원임)로 영세한 우리 나라의 관련 업계에서는 동 장비를 구입하는 것은 상상도 못하고 있으며 또한 처리에 한계가 있고 사용비용 또한 만만치 않다고 한다. 중국 등지에서 생산한 품질이 낮고 농약이 다량 오염된 인삼을 원료로 가공한 인삼농축액이 독일에서 동 장비로 잔류농약을 제거한 후 우리 나라에 수입되는 실정이라 하며 이로 인해 우리 나라의 특산품인 인삼제품이 외국에서 수입되는 기현상을 보이고 있다. 그러므로 적은 자본을 투자하여 농약이 제거된 제품을 생산할 수 있는 방법을 개발하여 우리 나라의 인삼제품의 농약에 대한 안전성 및 국제 경쟁력을 높이는 것이 본 연구의 목적이다.

## III. 연구개발 내용 및 범위

1. Pilot plant system 개발 및 적용
2. 공장에서 잔류농약 제거 기술을 도입하여 생산한 인삼 농축액 제품에 대한 안전성 평가
3. 최종제품에 잔류할 수 있는 유해물질 검사 : 유기용매, 유해중금속(비소, 납 등)
4. 원래의 제조공정에 따라 제조한 제품과 농약제거 공정을 적용하여 제조한 제품과의 인삼특유의 성분 등을 상호 비교, 평가하여 본 기술의 산업화 응용

## IV. 연구개발 결과 및 활용에 대한 건의

인삼농축액의 농약제거 기술이 생산현장에 보급되어 잔류농약이 제거된 인삼농축액의 생산을 기업화함으로써 우리 나라 인삼농축액이 잔류농약에 관한 안전성을 확보할 수 있고 국제경쟁력을 높여 많은 양을 좋은 가격으로 국외 수출을 도모할 수 있을 것으로 사료된다.

## SUMMARY

### (영문요약문)

For the removal of residual pesticides in ginseng extracts, a extraction process was modified from that used on the factory.

The main objective of the this study was to eliminate of residual pesticides in ginseng extracts so as to improve their quality. We reduced the amount of pesticides and chemicals(n-hexane) obtained in sample preparation.

The observed elimination rates of pesticides in ginseng extracts in this study have greater than traditional producing line.

## CONTENTS

### (영문목차)

Chapter 1. PREFACE .....	5
Chapter 2. RESEARCH OBJECT .....	17
Chapter 3. RESEARCH DESIGN & METHODS .....	20
Chapter 4. RESULTS and DISCUSSION .....	42
Chapter 5. CONCLUSION .....	81
Chapter 6. REFERENCES .....	83

# 목 차

제 1 장 서 론 .....	5
제 1 절 연구개발의 필요성 .....	6
제 2 절 국내·외 관련기술의 현황과 문제점 .....	15
제 3 절 향후 전망 .....	16
제 4 절 기술도입의 타당성 .....	16
제 2 장 연구개발의 목표 및 내용 .....	17
제 1 절 연구개발 목표와 내용 .....	17
제 2 절 각 분야별 연구개발 목표 .....	18
제 3 장 연구개발 방법 및 설계 .....	20
제 1 절 Pilot plant system .....	20
제 2 절 Pilot plant system을 이용한 농축액의 제조 .....	23
제 3 절 잔류농약 분석방법 .....	29
제 4 절 유해물질 분석 .....	36
제 5 절 인삼농축액의 성분비교 .....	39
제 4 장 연구개발 결과 및 토의 .....	42
제 1 절 잔류농약 분석 .....	42
제 2 절 유해물질 분석 .....	67
제 3 절 인삼농축액의 성분비교 .....	77
제 5 장 결론 .....	81
제 1 절 기대효과 .....	81
제 2 절 활용방안 .....	81
제 6 장 참고문헌 .....	83

# 제 1 장 서 론

인삼(人蔘; *Panax ginseng* C. A. Meyer)은 오갈피나무과(五加科; *Araliaceae*) 인삼속(人蔘屬; *Panax*)에 속하는 다년생 초본류로서, 한방에서는 그 뿌리를 인삼(*Ginseng radix*)이라 하며 약용으로 사용한다.

인삼은 현재 우리나라 뿐만 아니라 중국, 일본 등지에서도 재배되고 있으나 우리나라 인삼은 '고려인삼(高麗人蔘)'이라는 별칭으로 해외시장에서 유통되고 있는데, 이는 인삼의 자생지인 한반도, 중국의 동북지방 및 러시아의 연해주가 고구려의 영토였으며 당시 고구려에서 생산된 인삼이 다른 나라의 인삼에 비하여 그 약효가 훨씬 뛰어났기 때문에 붙여진 이름이 아닌가 추측된다.

인삼은 우리 나라의 대표적인 특산품의 하나로서 우리 나라 이외에 미국, 일본, 중국, 소련 등지에서도 재배되고 있다. 미국에서는 코네티컷, 위스컨신, 켄터키 그리고 미네소타주에서 미국삼(일명 화기삼)이 재배되고 있으며, 일본에서는 죽절삼이 재배된다. 그러나 다른 나라에서 재배하고 있는 인삼은 형태, 품질, 성분, 효능 면에서 고려인삼과 다르다.

즉, 우리 나라의 고려인삼은 "*Panax ginseng* C.A. Meyer" 일본삼은 "*Panax japonicus* C.A. Meyer", 중국삼은 "*Panax notoginseng* F.H. Chen", 그리고 히말라야산은 "*P. pseudo-ginseng* Subsp. *himalaicus* Hara, *P. pseudo-ginseng* var. *bipinnatifidus* Hara"이다. 또한 미국산 광동인삼은 "*Panax quinquefolium*" 소련삼은 고려인삼과 전혀 다른 *Eleutherococcus senticosus* Maxim으로서 우리 나라의 고려인삼과는 다른 종에 속한다.

인삼의 자생 및 재배지역 분포는 북위 30° 에서 48° 범위로써 한국에서는 재배적지가 북위 36-38° 이며, 인삼은 전면이 막히지 않은 북쪽 또는 동북쪽의 약간 경사진 곳 또는 배수가 잘되는 평지, 사양토 또는 식양토, 맥류, 콩, 고구마, 밭벼 등의 전작지가 인삼의 재배에 좋다. 그리고 화학비료 또는 속효성 농후비료를 사용했던 곳은 적

어도 4-5년이 경과되어야 하고, 인삼을 재배했던 곳은 수확 후 10-15년이 경과되어야 다시 재배할 수 있는 특성이 있다.

## 제 1 절 연구개발의 필요성

### 1. 기술적 측면

WTO 체제의 출범에 따라 무한 경쟁시대를 맞게 됨으로써 경쟁력 강화의 일환으로서 수출 전략 품목의 육성이 매우 절실한 시대이다. 사회전반에 걸쳐서 기술력확보를 위해 다각적인 노력이 필요하다고 할 수 있다. 이러한 의미에서 우리 나라 농촌의 소득을 증대시키면서 세계화 시대를 극복할 수 있는 여러 가지 방법이 있으나 무엇보다도 현재 농가에서 재배 또는 사육하고 있는 주요 품목에 대하여 국제 경쟁력 수준에서 분류하여 전략품목, 기초농산물 및 자유품목 등으로 구분하고, 경쟁력 제고 및 기술대응 방안을 수립하여 시행하는 것이 중요하다고 할 수 있다. 즉, 수출이 유망하거나 수출 잠재력이 있고 수입 개방화에 대응하여 경쟁력이 있는 전략품목에 대해서는 국제시장에서 경쟁력 우위 확보를 위한 중추 품목으로 품종을 개발하고, 이것을 이용하여 고도의 생산기술이 결합한 고품질 고부가가치 제품을 생산할 수 있도록 기술을 개발 보급하는 것이 중요하다.

인삼의 재배에 가장 중요한 요건은 기후, 풍토, 토양 그리고 독특한 재배기술로서 우리나라는 인삼의 종주국으로서 이러한 조건들을 수 백년 전부터 갖추고 인삼을 재배식물로 발전시켜 왔으므로 세계에서 가장 품질이 우수한 인삼을 생산하고 있다.

그러나 인삼은 고가의 다년생 초본식물로서 통상 4년 이상을 재배해야 하므로 입고병, 뿌리썩음병, 적부병, 잿빛곰팡이병 등의 병해와 굽병이류, 땅강아지 등의 충해를 방지하기 위하여 농약을 사용하게 되는데, 엔도설판 또는 캡탄성분을 함유한 농약 및 그 제재와 농림부장관이 고시한 잔류성 농약은 사용을 금하고 있으나, 일단 사용된 농약이 인삼에 축적됨으로서 생산 후에도 잔류농약이 문제되고 있다. 즉, 현재는 사용



되고 있지 않으나 과거에 사용되었던 유기염소계 농약이 주로 잔류하여 인삼제품의 명성을 떨어뜨리고 있다.

일본 및 독일 등의 유럽지역에서도 잔류농약에 관한 규제가 강화되고, 잔류농약이 무역장벽으로 작용하고 또한 소비자 위해 요인을 제거할 필요가 강력히 제기되고 있는 실정이다.

이러한 이유로 보건복지부에서는 국민의 건강과 대한민국 특산품의 성가 제고 및 저질 외국산 인삼의 수입억제와 국내 인삼업체의 보호를 위해 제정한 보건복지부 고시 제1995-66호('95. 12)에 의거 인삼(건조품)의 농약 잔류허용기준이 설정하였으며, 인삼제품(인삼·홍삼농축액)에 대한 제품검사에 농약 잔류검사도 실시하고 있다.

현행 각국의 인삼류에 대한 잔류허용기준은 다음과 같다.

가. 우리 나라의 인삼(건조품)의 농약 잔류허용기준

- |  |            |
|--|------------|
| 1) 디디티(DDT, DDD 및 DDE 포함)  | : 0.1 ppm  |
| 2) 비에치씨(BHC : $\alpha$ , $\beta$ , $\gamma$ 및 $\delta$ -BHC의 합계) | : 0.2 ppm  |
| 3) 알드린 및 디엘드린(Aldrin & Dieldrin)                                 | : 0.01 ppm |
| 4) 엔드린(Endrin)   | : 0.01 ppm |
| 5) 파라치온(Parathion)   | : 0.1 ppm  |
| 6) 메타락실(Metalaxyl)   | : 1.0 ppm  |
| 7) 엔도설판(Endosulfan : $\alpha$ , $\beta$ -엔도설판 및 엔도설판설페이트의 합계)    | : 0.2 ppm  |
| 8) 퀸토젠(Quintozene ; 퀸토젠, 펜타클로로아닐린 및 메칠펜타클로로페닐설파이드의 합계)           | : 1.0 ppm  |
| 9) 캡탄(Captan)  | : 2.0 ppm  |

10) 다이아지논(Diazinon)	: 0.1 ppm
11) 카벤다짐(Carbendazim ; 베노필이나 치오파네이트메칠의 대사산물에서 유래되는 카벤다짐 잔류물질과 카벤다짐의 사용에 의한 잔류물질을 포함)	: 0.5ppm
12) 델타메스린(Deltamethrin)	: 0.02 ppm
13) 디에토펜카브(Diethofencarb)	: 0.5 ppm
14) 디페노코나졸(Difenoconazole)	: 0.2 ppm
15) 싸이퍼메쓰린(Cypermethrin)	: 0.1 ppm
16) 아зок시스트로빈(Azoxystrobin)	: 0.5 ppm
17) 토릴플루아니드(Tolyfluanid)	: 0.3 ppm
18) 톨크로포스메칠(Toclofos-methyl)	: 1.0 ppm

나. 일본의 인삼제품 잔류농약 허용기준 : 재단법인 일본건강식품협회 규격('93. 7. 1)

1) 엔드린 및 디엘드린	: 불검출
2) BHC	: 0.2 ppm
3) DDT	: 0.2 ppm
4) 파라치온	: 0.3 ppm

다. 유럽 : European pharmacopeia(1994, 9)

1) Alachlor	: 0.02 ppm
2) Aldrin & Dieldrin(sum of)	: 0.05 ppm
3) Azinphos-methyl	: 1.0 ppm
4) Bromopropylate	: 3.0 ppm
5) Chlordane(sum of cis- and Oxychlordane)	: 0.05 ppm

6) Chlorfenvinphos	: 0.5 ppm
7) Chlorpyrifos	: 0.2 ppm
8) Chlorphyrifos-methyl	: 0.1 ppm
9) Cypermethrin(and isomers)	: 1.0 ppm

현재 유럽의 각국에서 인삼의 소비가 증가하는 추세로 독일에서는 인삼농축액중 잔류 농약을 제거하는 기계를 제작하여 사용하고 있고 우리 나라에서는 담배인삼공사 및 일화(주)에서 동 기계를 보유하고 있으나 워낙 고가장비(IMF시대 이전의 가격이 십수억 원 임)로 영세한 우리 나라의 관련 업계에서는 동 장비를 구입하는 것은 상상도 못하고 있으며 또한 처리에 한계가 있고 사용비용 또한 만만치 않다고 한다. 중국 등지에서 생산한 품질이 낮고 농약이 다량 오염된 인삼을 원료로 가공한 인삼농축액이 독일에서 동 장비로 잔류농약을 제거한 후 우리 나라에 수입되는 실정이라 하며 이로 인해 우리 나라의 특산품인 인삼제품이 외국에서 수입되는 기현상을 보이고 있다. 그러므로 적은 자본을 투자하여 농약이 제거된 제품을 생산할 수 있는 방법을 개발하여 우리 나라의 인삼제품의 농약에 대한 안전성 및 국제 경쟁력을 높여야 되므로 본 연구는 시급히 수행되어야 한다고 생각한다.

## 2. 경제 · 산업적 측면

인삼은 자연의 야생상태에서 채취되어 별다른 가공은 하지 않고 생으로 또는 달여서 복용하였으나 야생의 채취가 계절에 따라 또는 산출되는 장소가 일정치 않아서 필요할 때 복용할 수 없으므로 가공 및 저장방법이 필요하다. 가공인삼제품이란 수삼 또는 1차 가공된 원형 인삼 또는 원형 인삼제조시의 부산물 등을 원료로 하여 절단 및 분쇄, 추출, 농축, 제립 등 복잡한 공정을 거쳐서 인삼제품으로 가공 처리한 것을

말한다.

인삼제품의 제조공정을 살펴보면 수삼을 채취한 후 선별하여 세척 후 증기로 증숙하여 건조하면 홍삼, 뜨거운 물에서 익혀 건조하면 태극삼, 그리고 껍질을 벗겨 건조하면 백삼이 된다. 껍질을 그대로 건조하면 피부삼, 보통은 백삼류라고 부른다. 인삼류(홍삼, 백삼)를 분쇄하여 사별 후 포장하면 홍삼분말 또는 백삼분말이 생산된다. 또 인삼류를 물 또는 주정으로 추출하고 추출액을 여과 후 농축하면 점조성의 농축액을 얻을 수 있다.

이것이 홍삼 및 인삼농축액으로서 이들 농축액에 포도당 및 유당 등의 부형제를 혼합하여 과립화하면 홍삼 및 인삼차가 되며 인삼농축액 즉 가용성 인삼성분에 여러 가지 첨가물 및 식품을 가하여 직접 음용할 수 있도록 제조된 인삼 및 홍삼음료가 있다. 즉 분말류 및 당침인삼류를 제외하고는 대부분의 제품은 인삼 및 홍삼농축액을 중간원료로 사용하게 된다. 이들 농축액은 그 자체로서 판매될 뿐만 아니라 다른 인삼제품의 중간원료로서도 사용되는 것이다. 따라서 잔류농약이 제거된 인삼 및 홍삼 농축액을 제조한다는 것은 전체 인삼제품류에 잔류농약이 없는 제품을 만들 수 있다는 것을 의미하며 따라서 잔류농약이 제거된 인삼농축액을 제조하는 것이 매우 중요하다. 그러나 현실적으로 국내산 인삼제품에서 잔류농약이 자주 검출되어 문제가 되고 있다.

이와 같이 최근 국내 인삼제품에서 잔류농약이 검출되고 있다는 내용이 자주 거론되어 제품검사의 문제점과 국민건강의 위해성에 대한 사회적인 물의가 따르게 되므로 인삼제품에 대한 잔류농약검사의 추가가 불가피하게 되어 보건복지부와 수차 회의를 하여 인삼농축액과 인삼분말에 대한 잔류농약기준이 보건복지부 고시 제1995-66호(95.12.)에 의해 식품일반에 대한 공통기준 및 규격으로 설정하였고, 이후 추가고시(식약청고시 제2001-4호, 2001.1.12)로 현재 인삼제품에 대해서 18종의 농약에 대해 기준 및 규격이 설정되어 있다.

식품위생법상 인삼제품의 사전검사에서 인삼 및 홍삼농축액에 대하여 잔류농약을 병행 실시할 경우 상당수의 농축액 및 분말이 부적합 처리될 것으로 예상된다. 현행 식품위생법 시행규칙 제53조(행정처분의 기준)에 따르면 농약잔류허용기준을 초과한 농산물 또는 식육을 원료로 사용한 것에 해당되므로 1차위반시 품목류제조 정지 1월과 당해 제품 및 원료 폐기, 2차위반시 영업정지 1월과 당해제품 및 원료 폐기, 3차위반시 영업정지 3월과 당해 제품 및 원료 폐기에 해당하는 등 상당한 행정처분기준이 설정되어 있다.

따라서 잔류농약 허용기준을 초과하는 제품의 경우 이러한 폐기처분이라는 막대한 재정적 피해를 입을 것이 예상되나 과거에 사용되었던 농약이 잔류한 것이므로 현재의 인삼재배 농민은 불가항력적으로 큰 피해가 예상되고 있다. 그러므로 농민들의 피해를 줄이기 위한 이러한 문제의 해결은 필수적인 과제이므로, 잔류농약이 제거된 인삼농축액을 제조한다는 것은 매우 중요하고 반드시 해결하여야 할 시급한 일이라고 할 수 있다. 더불어 잔류농약문제가 해결된다는 것은 전체 인삼제품에 대한 수출 경쟁력이 극대화된다는 것을 의미하기도 한다.

세계주요시장인 홍콩에서의 1997년도 각국 건조인삼의 점유율의 추이를 보면 건조삼 전체 3,497 kg중 한국 4.2%, 중국 46.2%, 미국 22.5%, 캐나다 24.9%를 차지하고 있다. 따라서 시장자체가 매우 크므로 수출 증대의 가능성은 매우 높다고 할 수 있다.

95년도에 전세계 30여 국가에 수출하였으며 잔류농약문제로 수출이 거부된 것을 제외한 수출액은 약 3천만 달러에 해당하는 농축액을 수출하였다. 따라서 잔류농약이 제거된 인삼농축액을 생산함으로써 수 천만달러를 더 수출하게 된다면 인삼농축액에서 원료인삼이 차지하는 비율은 약 60%에 해당되므로 결국 농민들에게는 수 백억원의 추가소득을 올리게 된다. 또한, 잔류농약이 제거된 인삼농축액을 원료로 하여 인삼차, 인삼정·캡슐, 인삼음료 등 다른 인삼제품을 제조함으로써 인삼제품의 수출이 증진되고 이로 인하여 인삼 농가에 인삼생산이 활발해 지며 최종적으로 인삼재배 농가

의 소득 향상에 크게 기여할 것으로 예상된다.

인삼 및 홍삼제조업체는 대부분 영세업체로 생산기술 및 신제품 개발에 대한 재투자 감소로 경쟁력이 약화되고 있으나 잔류농약에 제거된 인삼농축액을 제조함으로써 제외국에서 강한 경쟁력을 가지게 됨에 따라 세계시장에서의 중국산, 미국산 등 저가 제품 공세로 인한 수출부진을 해소할 수 있을 것으로 보인다.

### 3. 사회·문화적 측면

인삼의 식물학적 특성의 하나로서 재배적지에 대한 강한 선택성이 있다는 것이다. 기후나 토질 등 자연환경이 적당하지 않은 곳에서는 인삼을 적응시켜서 생육시키는 것이 아주 곤란하다. 설사 생육은 한다고 하더라도 생산된 인삼의 형태, 품질, 약효에 현저한 차가 있는 것으로 되어 있다. 이러한 점에서도 한국이 인삼생산의 최적지라고 인정되어 세계적으로 인삼의 종주국으로 한국을 평가하고 있다.

인삼의 주요 약효성분으로 알려진 사포닌 성분은 현재 제품의 품질관리 지표성분으로 활용되고 있다. 그러나 사포닌 성분의 함량보다는 인삼에 함유된 사포닌(ginsenoside, 이하 G로 표기)의 종류와 그 함유 조성비율도 매우 중요하다. 사포닌의 총 함량을 살펴보면 고려인삼의 함량은 3-4%로, 미국삼과 전칠삼의 4-5%에 비해 약간 낮은 함량을 보이고 있다. 그러나 사포닌성분은 뿌리이외에도 줄기나 잎에서도 발견되며 그 절대 함량은 잎에서 가장 높은 분포를 나타내고 있지만, 옛날부터 관행적으로 사포닌 함량이 많은 잎을 약용으로 사용하지 않았고 또한 잔뿌리보다는 굵은 뿌리를 한의학에서 약용으로 중시하여 왔다. 이러한 전통적 인삼의 품질 가치기준을 고려할 때 인삼의 약용 가치는 사포닌의 절대함량보다 다른 품질요인들 즉, 사포닌의 종류 및 각 사포닌의 비율 등이 더욱 중요하다는 것을 암시하고 있다.

인삼에 함유된 ginsenoside들의 종류는 고려인삼에 33종(홍삼 30종, 백삼 22종), 미국삼 13종, 전칠삼(중국삼) 15종이 현재까지 분리 검색되어 고려인삼은 다른 인삼종에

비해 2배 이상의 많은 종류의 ginsenosides를 함유하고 있다(표 1).

고려홍삼의 주요 미량 사포닌 성분으로 여러 가지 암세포에 대한 강력한 증식억제 활성화와 암세포의 재분화를 촉진하여 정상세포로 전환시키는 활성을 나타내는 G-Rh2와 암세포가 정상세포로의 전이를 억제하고, 항암제의 내성억제 활성화와 혈소판 응집억제 작용 등을 가지고 있는 G-Rg3등이 최근 학계에서 크게 주목을 받고 있다. 그러나 이러한 미량 ginsenosides가 아직 미국삼이나 전칠삼에서는 그 존재가 보고되지 않고 있다.

시험관 시험에서 감각신경세포의 칼슘채널( $Ca^{+2}$  channel)을 차단함으로써 물핀에 상당하는 강력한 통증억제활성과 알코올 투여로 야기되는 뇌발육 장애를 방어하는 생리활성을 나타내는 G-Rf는 미국삼에는 존재하지 않는다. 또한 전칠삼에는 항혈소판 및 항염증활성을 가진 G-Ro가 함유되어 있지 않다. 특히 홍삼제품은 세계시장에 경쟁력이 강한 제품으로서 잔류농약에 관한 문제가 해결될 경우 수출이 급격히 증가될 것으로 예상된다.

표 1 : 인삼종별 함유 ginsenosides의 종류

구 분	Ginsenosides 의 총수(종)	Ginsenosides의 종류		
		PD계 사포닌	PT계 사포닌	Oleanane계 사포닌
고려인삼	33	G-Ra <sub>1</sub> , G-Ra <sub>2</sub> , G-Ra <sub>3</sub> , G-Rb <sub>1</sub> , G-Rb <sub>3</sub> , G-Rc, G-Rd, MG-Rb <sub>1</sub> , MG-Rb <sub>2</sub> , MG-Rc, MG-Rd, G-Rg <sub>3</sub> , 20(S)-G-Rg <sub>3</sub> , G-Rh <sub>2</sub> , G-Rs <sub>1</sub> , G-Rs <sub>2</sub> , G-Rs <sub>3</sub> , G-Rs <sub>4</sub> , Q-R <sub>1</sub> , N-R <sub>4</sub> , G-Rg <sub>5</sub> , G-F <sub>4</sub> (22종)	G-Rf, (20-glc)-G-Rf, G-Rg <sub>1</sub> , G-Rg <sub>2</sub> , G-Re, 20(R)-G-Rg <sub>2</sub> , G-Rh <sub>1</sub> , 20(R)-G-Rh <sub>1</sub> , G-Rh <sub>4</sub> , N-R <sub>1</sub> .(10종)	G-Ro. (1종)
미국삼	13	G-Rb <sub>1</sub> , G-Rb <sub>2</sub> , G-Rb <sub>3</sub> , G-Rc, G-Rd, G-F <sub>2</sub> , Q-R <sub>1</sub> , Gy-XV II (8종)	G-Re, G-Rg <sub>1</sub> , G-Rg <sub>2</sub> , P-F <sub>11</sub> (4종)	G-Ro. (1종)
전칠삼 (중국삼)	15	G-Rb <sub>1</sub> , G-Rc, G-Rd, Gy-XV II, N-R <sub>4</sub> , N-Fa (6종)	G-Re, (20-glc)-G-Rf, G-Rg <sub>1</sub> , G-Rg <sub>2</sub> , G-Rh <sub>1</sub> , N-R <sub>1</sub> , N-R <sub>2</sub> , N-R <sub>3</sub> , N-R <sub>6</sub> (9종)	(없음)

PD : protopanaxadiol,

PT : protopanaxatriol,

G : ginsenoside.

G : malonyl-Ginsenoside,

Q : quinquenoside,

N : notoginsenoside,

P : pseudoginsenoside,

Gy : gypenoside.

\* : 백삼특유성분(4종)

\*\* : 홍삼특유성분(12종)



## 제 2 절 국내·외 관련기술의 현황과 문제점

식품공전에 인삼(건조품)에 대한 농약의 잔류허용기준이 설정되어 있으나 이를 과감히 수거, 농약잔류량의 검사결과를 발표하기가 쉽지 않은 이유는 잔류허용기준을 초과하는 경우가 많고 또 인삼 및 홍삼농축액 검사결과 불합격 제품은 폐기 처분과 더불어 고려인삼제품의 명성에 심대한 타격을 입을 우려가 있으며 이는 막대한 국가적 낭비를 가져올 수 있다는 점이다.

농산물의 제조 및 가공 공정에서 잔류농약을 제거하는 일반적인 방법으로는 물을 이용한 세척 및 blanching 등의 방법이 사용되고 있다. Blanching은 미생물의 오염을 매우 줄이는 것과 동시에 상업적인 blanching으로 DDT의 50%가 감소된다는 조사도 있었다. 인삼의 경우 물세척의 경우 인삼제품의 지표성분인 사포닌의 함량이 저하되는, 수용성 성분의 유실 등 여러 가지 문제점을 유발하므로 현재 사용을 하지 않고 있다. 그러나 water blanching 외에 steam blanching, hot-gas blanching 및 microwave & electroconductive blanching 등의 다양한 blanching방법이 있으나 인삼에 대하여 적용해 본 예는 없다.

현재 우리나라에서 도입된 인삼제품 제조중 농약제거와 관련된 기술로는 추출에 사용되는 알콜의 농도를 변화시키는 방법과 이미 제조된 농축액에 대하여 알콜을 가한 후 교반하여 일부 농약을 제거하는 방법이 있다. 그러나 이들 방법은 전자의 경우 잔류농약을 원천적으로 제거하지 못한다는 단점이 있으며 후자의 경우 실험실 규모로 밖에 행할 수 없으며 알콜의 농도 및 농축액에 따라 단백질의 변성을 가져올 수 있어서 상품성을 잃을 염려가 있다.

상업화된 방법으로는 초임계유체를 이용하여 농약을 효과적으로 제거하는 장치가 (주)일화 등 일부 업체에 도입되어 있다. 그러나 이 장비는 매우 고가로서 대다수가 영세한 인삼업체가 이 장비를 도입한다는 것은 값비싼 외화를 낭비하는 결과를 초래하며, 농약제거장치의 공동이용 또한 현재 사용료가 비싸서 이 장치를 보유하고 있는

업체조차도 사용을 기피하고 있으며, 현재 독일 등 잔류농약에 대한 규격이 설정되어 있는 일부 국가에 대한 수출용에만 제한적으로 적용하고 있는 실정이다. 따라서 고가의 장비를 사용하지 않고 잔류농약이 제거되는 공정의 개발은 인삼업체로서는 가장 시급한 현안이다.

### 제 3 절 향후 전망

외화 가득율이 높은 인삼제품의 수출은 국가적으로 매우 큰 이득을 가져올 것으로 기대된다. 따라서 잔류농약이 제거된 인삼농축액을 제조함으로써 효능성과 안전성에서도 저질 중국산과의 차별성을 더욱 높일 수 있음에 따라 1970년대 국제시장 점유율이 30%이상을 점유했던 단일 농산물로는 최대 수출품목으로서 농민의 소득에 큰 도움이 되는 것은 물론 수출이 극대화되어 인삼중주국으로서 외화의 획득에도 커다란 기여를 할 것이다.

### 제 4 절 기술도입의 타당성

기술도입은 가능하나 장비의 값이 워낙 고가(일부 대기업에서 사용중인 장비는 환율인상 이전 가격으로 약 10억원 정도)이며 장비유지비가 많이 소요되고 제품의 처리 용량 등에 한계가 있으며 특히 장비도입 후 국내제작이 가능한 기술이전 등이 문제로 지적될 수 있다.

기술료 수준은 현재로선 파악하기 어려우나 우리 나라의 인삼농가가 활성화되어 생산량이 증가하면 할수록 기술료 수준은 막대할 것으로 판단되며 우리 나라의 인삼제조업체가 영세하다는 사실을 감안하면 경제성은 거의 없는 것으로 판단된다.

## 제 2 장 연구개발의 목표 및 내용

### 제 1 절 연구개발 목표와 내용

#### 1. Pilot plant system 개발 및 적용

가. 인삼성분의 조성을 변화시키지 않고 기존의 인삼효과 및 효능은 그대로 유지하는 범위내에서 잔류농약만 제거시키는 방법을 pilot plant system에서 확립하여 실제 적용.

나. 이를 제조업체에서 이용할 수 있도록 기업화 확립에의 연구

#### 2. 공장에서 잔류농약 제거 기술을 도입하여 생산한 인삼 농축액 제품에 대한 안전성 평가

가. DDT, BHC 등 농약기준검사를 행하며, 유용성 성분의 손실과 인삼 농축액 고유 성분의 조성이 차이가 없는가를 정밀 분석한다.

#### 3. 최종제품에 잔류할 수 있는 유해물질 검사

가. 잔류농약을 제거하기 위해 사용된 방법에 의해서 최종제품에 영향을 미칠 수 있는 유기용매, 유해중금속(비소, 납 등)에 대한 정량 분석을 행하며 인체의 유해성 여부를 판단함

#### 4. 우리 나라 인삼인 고려인삼의 화학성분은 거의 변화시키지 않고 잔류농약만을 제거하여 인삼성분은 그대로 유지되면서 효과, 효능은 변함없도록 원래의 제조 공정에 따라 제조함. 제품과 농약제거 공정을 적용하여 제조한 제품과의 인삼 특유의 성분 등 비교하여 본기술을 개발함.

가. 고려인삼의 화학성분은 백삼을 기준으로 유기물로서 사포닌 3~6%, 합질소화합물

12~16%, 지용성 성분 1~2%, 비타민 0.05%, 탄수화물, 60~70%, 수분 9~11%, 무기물 4~6%를 차지하고 있다.

나. 이중 가장 중요한 것으로 알려진 사포닌의 경우 고려인삼은 사포닌 수가 22개, 미국삼은 13개, 전칠삼 15개로 고려인삼이 우수하며 또한 함량에 있어서도 고려인삼이 3.16%, 미국삼이 2.09%, 전칠삼이 2.25%로 고려인삼의 우수성이 입증되고 있다.

다. 농약 제거로 인한 이들 성분의 변화가 없도록 농약제거공정을 개발하여 고려인삼의 효능, 효과가 그대로 유지되도록 연구함.

## 제 2 절 각 분야별 연구개발 목표

### 1. 농약이 제거된 인삼농축액 제조방법 및 안전성 평가

가. 본 기술개발 연구에서는 기존의 원료삼(미삼 등), 인삼농축액 등 인삼가공품의 잔류 농약 모니터링 결과를 기초자료로 삼으며

나. 인삼제조공정을 위한 pilot plant system하에서 농약제거기술을 도입하여 제품을 생산.

다. 잔류농약이 많은 원료삼(진삼·수삼)을 확보하여 원료삼으로부터 인삼농축액 제조 가공의 전공정을 통하여 유기염소계 및 유기염소계 이외의 procymidone, tolclofos-methyl 등 농약을 제거할 수 있는 방법을 연구 개발하고

라. 농약이 가능한한 많이 잔류한 원료삼을 사용하여 위에서 개발한 각 방법을 적용하여 pilot plant system하에서 인삼농축액을 제조한 후 최종제품에 대한 농약잔류량을 조사.

마. 원료로부터 전공정에 적용하여 가장 많이 제거되는 공정을 확립.

## 2. 인삼성분(식품공전의 규격기준)의 비교연구

- 가. 이 연구는 농약의 제거에 따른 인삼고유의 성분에 변화를 주지 않게 하기 위한 연구로 농약제거기술과 병행되어 실시함.
- 나. 본 연구에 사용할 인삼농축액에 대한 사포닌 함량, 잔류농약 및 사포닌 종류등 기타 식품공전상 성분규격 항목에 대하여 조사 연구.
- 다. 기존의 방법대로 가공된 인삼농축액과 원료인삼 사이의 인삼성분의 변화관계를 파악한 후 원료인삼과 인삼농축액의 기본 인삼성분 함유량 정도를 확립.
- 라. Pilot plant system으로 시도된 여러 가지 농약제거기술을 사용하고 농약제거기술을 적용한 원료삼 및 pilot plant에서 생산된 인삼농축액에 대한 인삼성분을 조사하고, 원료삼과 인삼농축액의 기본 인삼성분 함량과 비교 검토.
- 마. 인삼의 성분이 기본적인 인삼성분 함량과 차이가 없게 농약제거 기술을 적용하여 생산된 인삼 생산기술을 pilot plant하에서 확립.
- 바. 이 제품에 대한 인삼성분·잔류농약·기타 위해물질 함유여부 조사.
- 사. 인삼성분은 식품공전의 규격기준 적·부 여부를 검사한 후 기본적인 인삼성분함량 및 사포닌함유량 등을 조사하여 변화가 없는 제품을 생산하고
- 아. 최종제품의 농약잔류가 각국의 규격 기준에 적합하도록 제품생산.
- 자. 농약을 제거하기 위하여 적용하였던 여러 가지 조작이 최종제품에 미치는 영향이 없게 제품의 생산기술 개발.
- 차. Pilot plant system하에서 개발된 제조방법은 인삼가공공장의 생산라인에 적용, 제품 생산을 위한 최종 농약제거기술을 확립하여 생산공정에 도입함.
- 카. 개발된 농약제거기술은 참여기업에서 우선적으로 제품생산시 적용하여 시험생산함.

## 제 3 장 연구개발 방법 및 설계

### 제 1 절 Pilot plant system

#### 1. Pilot plant system

1, 2차년도의 실험결과를 이용하여 원료용 미삼과 유기 용매를 침지시키는 공정과 미삼·주정 및 유기용매를 동시에 농축 공정에 첨가하여 농약을 제거시키는 최적의 방법을 적용하기 위해서 추출기와 농축기 등이 설치된 pilot plant system(그림 1, (주)삼진 플랜트 제작)을 설계하여 과제 참여기업인 (주)건보식품의 공장(전라북도 진안군 소재)에 설치하였다. 주요 구성 장비는 표 1과 같다.

#### 2. Pilot plant system 가동

잔류농약을 제거하기 위하여 제작된 pilot plant는 크게 extractor, receiving tank, evaporator 등으로 나눌수 있으며, 전체적인 system은 인삼농축액 제조업체에서 사용되고 있는 설비와 거의 동일하게 제작되었으며, 농약제거를 위해서 몇가지 특이적인 부분이 추가되었다.

##### 가. Extractor

기존의 현장에서 사용되고 있는 extractor에서는 원료용 미삼을 tank에 가하기 전에 망사포를 추출조(extractor) 바닥에 설치하고 미삼을 투입하여 추출이 끝난 후 추출액을 저장탱크로 옮길 때 미삼이 함께 추출조로 혼입되는 것을 방지하는 역할을 한다. 그러나 이 pilot plant 특성상 작업을 용이하게 하기 위하여 별도의 받침대를 extractor 하부에 설치하여 미삼의 투입 및 제거를 쉽게 할 수 있도록 제작하였다.

##### 나. Receiving tank

보통 사용되고 있는 holding tank는 extractor에서 얻어진 추출액을 농축단계 전에 단순히 보관하는 설비에 불과하지만 설치된 pilot plant에서는 separating tank로서의 역할을 수행할 수 있도록 측면에 glass hole을 2조 설치하여 hexan의 분리 작업을 손쉽

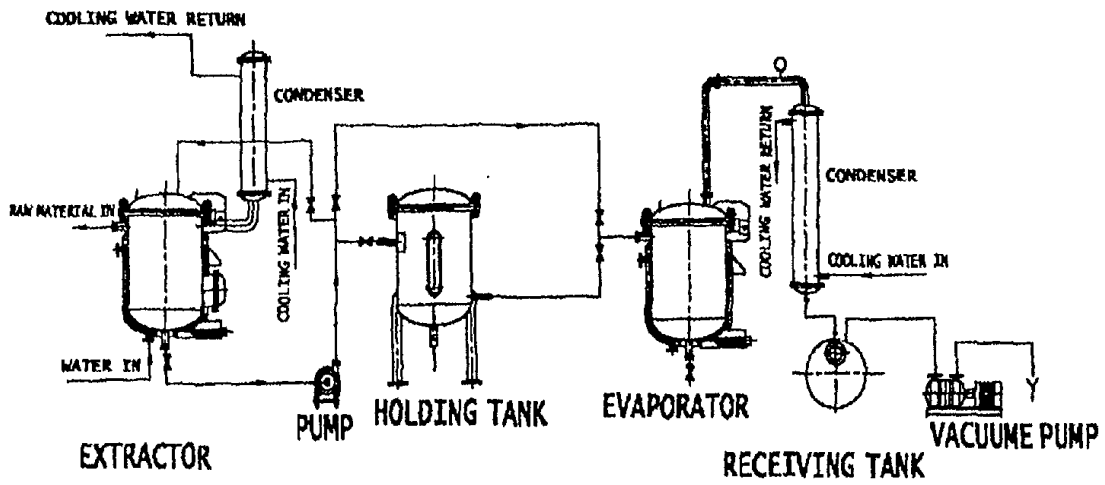


그림 1. Pilot plant system 설계도.

표 1. Pilot plant system

Description	
<b>추출기</b>	
Specification	
Type	vertical cylindrical 3 wall extractor
Dimension	Ø388×500h STS304 3t
Volume	60 ℓ
Capacity	50 ℓ
Content	
Inner body	STS304 3t
Top&bottom	STS304 3t
Jacket	STS304 3t
Flange	STS304 20t×50w
Out cover	STS304 1.5t
Condenser shell	Ø138×3t 600 ℓ
Condenser tube	Ø21.7×2t 600 ℓ ×12ea
Vapour tube	STS304 Ø50.8
Inner cage	STS304 2t
In/Out port	STS304 Ø38.1
Light hole	Ø80 glass
Temp.&sensor pocket	15A
Water in/out port	STS304 15A
Circulation pump	1hp
Separating tank	30 ℓ
Deck	STS304 pipe
Pressure gauge	
In/out buffering	
<b>진공농축기</b>	
Specification	
Type	vertical cylindrical 3 wall evaporator
Dimension	Ø388×500h STS304 3t
Volume	60 ℓ
Capacity	50 ℓ
Content	
Inner body	STS304 3t
Top&bottom	STS304 3t
Jacket	STS304 3t
Flange	STS304 20t×50w
Condenser shell	Ø216×3t 1000 ℓ
Condenser tube	Ø21.7×2t 1000 ℓ ×18ea
Vapour tube	STS304 Ø76.3
In/Out port	STS304 Ø38.1
Light hole	Ø80 glass
Temp.&sensor pocket	15A
Water in/out port	STS304 15A
Vaccum pump	1hp
Receiving tank	STS304 30 ℓ
In/out buffering	
Control panel	
Vaccum gauge	



게 수행할 수 있도록 하였다.

#### 다. Circulation pump

현장에서 사용되고 있는 pump의 주된 목적은 extractor를 가열하기 위하여 steam이 주로 이용되는데 steam jacket를 통하여 전달되는 열이 대용량의 extractor(2kl)속에 들어있는 주정에 균일하게 전달되도록 강제 순환을 통하여 열전달율을 높이는 기능을 하고 있다. 그러나 pilot에서는 주정과 유기용매를 동시에 투입하여 농약을 제거하는 공정이 필요하므로, 서로 혼합되지 않는 두 가지 용매의 접촉 면적을 증가시켜 농약의 액액분배가 충분히 일어나 농약제거 공정의 효율성을 높일수 있도록 현장에서 사용되고 있는 pump보다 추출조의 용량에 비하여 상대적으로 강력한 1hp 짜리의 centrifugal pump를 사용하였다.

## 제 2 절 Pilot plant system을 이용한 농축액의 제조

Pilot plant를 이용하여 농축액을 제조하는 공정은 여러 인삼제품 제조업체에서 사용되고 있는 방법과 유사한 공정을 사용하였으며, extractor의 steam jacket 주위와 condenser의 외부를 단열재로 보온하여 온도가 급격히 저하되는 것을 방지하였다.

인삼농축액을 제조하기 위하여 원료용 미삼(尾蔘)으로부터 주정 등을 이용하여 추출액을 얻는 공정이 먼저 이루어진다. 보통 고농도의 알콜을 사용한 추출을 먼저 행한 후 점차로 물의 함량을 늘리는 공정을 사용한다.

### 1. Control test에 의한 인삼농축액의 제조

인삼농축액의 제조에는 4~5차의 추출을 행하는 것이 보통이다. 마지막 추출은 대부분 알콜이 소량 함유되어 있는 물을 이용하여 추출한다. 새로이 설계된 pilot plant system에서는 4차 추출을 기준으로 하였으며, control test에 의한 인삼농축액의 제조에서의 추출조건은 표 2와 같다.

보통 원료용 미삼의 양은 6배 가량의 주정을 가한 것이 일반적인 공정으로 되어있

지만 pilot plant에서는 별도로 설치된 받침대에 의하여 추출조의 하단부와 기벽사이에 공간이 형성되어 좀더 많은 양의 주정이 사용되었다. 제조공장에서 사용되고 있는 주정의 양에 비하여 많은 양이 사용되므로 인삼성분 등의 1차 추출량은 약간 증가될 것으로 예상되나 전체적으로 추출단계별 추출율은 크게 변화가 없을 것으로 판단된다.

미삼의 수분함량이 19.3%로 낮은편이므로 추출단계에 따라 추출용매의 양적변화가 일부 있을 것으로 판단되어 1차 추출과정에서 조금 더 많은 양의 주정을 첨가하여 주정의 흡수에 의한 미삼의 팽창현상이 일어날 것이다. 2차 추출과정 이후에서는 흡수 과정이 거의 일어나지 않을 것이므로 40 l의 주정을 사용하였다. 추출단계가 증가할 수록 주정의 농도가 떨어지므로 추출기의 온도는 단계별로 5℃씩 증가시키어 추출효율을 높였다.

각 단계별로 얻어진 추출액은 임시로 receiving tank에 보관한 후 소량씩 evaporator로 옮겨서 농축하였다. Receiving tank에 있던 추출액은 vaccum pump를 사용하여 evaporator로 옮겼다. Steam을 가하여 농축기의 온도를 60~65℃, 진공도는 30~60 mmHg정도로 유지하였다. 과도한 비등에 의하여 추출액이 condenser로 역류되는 것을 방지하기 위하여 온도와 압력을 조절하였다.

## 2. 헥산침지공정에 의한 인삼농축액의 제조

미삼중에 함유되어 있는 잔류농약을 제거하기 위하여 헥산을 이용한 과정을 먼저 실시후 인삼을 추출하였으며, control test에서와 같은 양의 미삼을 사용하였다. 추출 조건은 표 3과 같다.

인삼농축액 제조에 사용되는 주정을 가하지 아니하고 헥산을 가하여 1차 추출공정과 동일한 조건으로 원료용 미삼중에 함유되어 있는 잔류농약을 제거하였다. Extractor에 가한 헥산의 양은 미삼이 잠길 정도로 하였다.

표 2. Control test에 의한 인삼농축액의 제조에서의 추출조건<sup>a</sup>

추출과정 \ 항목	주정의 농도 (알콜, %)	주정의 양(ℓ)	추출기의 온도(℃)	추출시간 (시간)
1차 추출과정	70	45	70	15
2차 추출과정	50	40	75	15
3차 추출과정	30	40	80	15
4차 추출과정	10	40	85	15

a : 미삼의 양(3.6 kg)

표 3. hexan침지공정에 의한 인삼농축액의 제조에서의 추출조건<sup>a</sup>

추출과정 \ 항목	용매(%)	용매의 양(ℓ)	추출기의 온도(℃)	추출시간 (시간)
hexan침지과정	hexan 100%	40	70	15
1차 추출과정	70% 주정	45	70	15
2차 추출과정	50% 주정	40	75	15
3차 추출과정	30% 주정	40	80	15
4차 추출과정	10% 주정	40	85	15

a : 미삼의 양(3.6 kg)

15시간의 추출과정을 거친 후 centrifugal pump를 사용하여 extractor속에 존재하는 헥산을 filter를 통하여 receiving tank로 이송하였다. Receiving tank로 이송된 헥산은 일부를 취하여 잔류농약검사에 사용하였다. 이후 농축액의 제조공정은 control test에 의한 인삼농축액의 제조에서와 동일한 추출조건을 사용하였다.

### 3. 주정과 헥산을 1회 사용한 공정에 의한 인삼농축액의 제조

주정과 함께 헥산을 사용하여 미삼중에 함유되어 있는 잔류농약을 제거하기 위한 공정이다. 추출조건은 표 4와 같다.

1차추출 후 헥산과 주정은 receiving tank에 옮긴 후 분액깔대기를 사용하여 주정에서 헥산을 분리 제거하였으며, 헥산 일정량을 취하여 잔류농약 검사에 사용하였다.

나머지 단계는 다른 공정과 동일하게 인삼농축액을 제조하였다.

### 4. 주정과 헥산을 2회 사용한 공정에 의한 인삼농축액의 제조

주정과 함께 헥산을 사용하여 미삼중에 함유되어 있는 잔류농약을 제거하기 위한 공정이다. 추출조건은 표 5와 같다.

1, 2차추출 후 헥산과 주정은 receiving tank에 옮긴 후 분액깔대기를 사용하여 주정에서 헥산을 분리 제거하였으며, 헥산 일정량을 취하여 잔류농약 검사에 사용하였다. 나머지 단계는 다른 공정과 동일하게 인삼농축액을 제조하였다.

### 5. 헥산침지 후 건조공정에 의한 인삼농축액의 제조

미삼중에 함유되어 있는 잔류농약을 제거하기 위하여 헥산을 먼저 처리한 후 유기용매의 잔류량을 감소시키기 위하여 추출이 끝난 미삼을 건조하였다. 추출조건은 표 6과 같다.

인삼농축액 제조에 사용되는 주정을 가하지 아니하고 헥산을 가하여 1차 추출공정과 동일한 조건으로 원료용 미삼중에 함유되어 있는 잔류농약을 제거하였다. 헥산의 일부를 취하여 잔류농약검사에 사용하였으며 원료삼은 열풍건조후 농축액의 제조공정은 control test에 의한 인삼농축액의 제조에서와 동일한 추출조건을 사용하였다.

표 4. 주정과 헥산을 1회 사용한 공정에 의한 인삼농축액의 제조에서의 추출조건<sup>a</sup>

추출과정 \ 항목	주정의 농도 (알콜, %)	주정의 양(ℓ)	헥산의 양(ℓ)	추출기의 온도(℃)	추출시간 (시간)
1차 추출공정	70	40	10	70	15
2차 추출공정	50	40	0	75	15
3차 추출공정	30	40	0	80	15
4차 추출공정	0 (water 100%)	40	0	85	15

a : 미삼의 양(3.6 kg)

표 5. 주정과 헥산을 2회 사용한 공정에 의한 인삼농축액의 제조에서의 추출조건<sup>a</sup>

추출과정 \ 항목	주정의 농도 (알콜, %)	주정의 양(ℓ)	헥산의 양(ℓ)	추출기의 온도(℃)	추출시간 (시간)
1차 추출공정	70	40	10	70	15
2차 추출공정	50	40	10	75	15
3차 추출공정	30	40	0	80	15
4차 추출공정	0 (water 100%)	40	0	85	15

a : 미삼의 양(3.6 kg)

표 6. hexan 침지 후 건조공정에 의한 인삼농축액의 제조에서의 추출조건<sup>a</sup>

추출과정 \ 항목	용매(%)	용매의 양(ℓ)	추출기의 온도(℃)	추출시간 (시간)
hexan 침지후 건조공정	hexan 100%	40	70	15
1차 추출공정	70% 주정	45	70	15
2차 추출공정	50% 주정	40	75	15
3차 추출공정	30% 주정	40	80	15
4차 추출공정	10% 주정	40	85	15

a : 미삼의 양(3.6 kg)

### 제 3 절 잔류농약 분석방법

Pilot plant를 이용하여 농약제거기술을 적용한 제조 조건에 따라 인삼농축액을 제조한 것과 기존방법으로 제조한 인삼제품 간의 농약 잔존량을 비교하였다.

#### 1. 미삼(尾蔘) 및 농축액의 잔류농약 분석방법

부산지방식품의약품안전청 시험분석실에서 분석하고 있는 농약중 155종에 대하여 다섯 가지 그룹으로 나누어서 잔류농약의 잔존여부를 screening하였다. 표 7에는 검사대상 농약을 나타내었다.

##### 가. 동시다성분 분석방법

인삼 농축액의 제조원료로 사용된 미삼은 마쇄하여 20g(추출액 및 농축액, 20g)을 취하여 잔류농약을 추출하였고, 농약의 제거용으로 사용한 헥산에 대하여서도 잔류농약의 함량을 조사하였다. 그림 2에 추출과정을 나타내었다.

추출용매로서는 70% 아세톤 100ml을 사용하여 homogenizer를 이용하여 10분간 200rpm으로 추출하였다. 추출액은 여과보조제로서 celite를 사용하여 흡입여과하여 고품 잔류물을 제거하였다. 여액을 분액여두로 옮겨서 dichloromethan과 petroleum ether 각 100ml씩을 넣어 10분간 shaking하였다. 유기층과 수층을 분리하여 수층은 다시 dichloromethan과 petroleum ether 각 100ml씩을 넣어 10분간 shaking하여 유기층을 분리하여 앞의 유기층과 합하여 다음 실험을 진행하였다. 유기층을 포화 NaCl 용액 100ml로 세척한 후 무수황산나트륨을 통하여 여과한 후 건고할 때까지 농축하였다. 아세톤 2ml로 부피를 맞춘 후 그룹 I, II, III, IV로 나누어 가스크로마토그래피(GC)로 155종의 잔류농약을 분석하였다. 표 8에 GC 분석조건을 나타내었다.

표 7. Screening에 사용된 농약명

Group I (49종)			
Alachlor	Cyfluthrin	Endosulfan( $\alpha$ )	Metobromuron
Aldrin	Cyhalothrin	Endosulfan( $\beta$ )	Nitrapyrin
BHC( $\alpha$ )	Cypermethrin	Endrin	Pentachloroaniline
BHC( $\beta$ )	DDD (p.p)	Ethalfuralin	Permethrin
BHC( $\gamma$ )	DDE (p.p)	Fenarimol	Propanil
BHC( $\delta$ )	DDT (p.p)	Fenvalerate	Quintozene
Bifenox	Deltamethrin	Flucythrinate	Tecnazene
Bromopropylate	Dichlobenil	Fluvalinate	Tetradifon
Captafol	Dichlofluaniid	Folpet	Tolclofos-methyl
Captan	Dieldrin	Imazalil	Triadimefon
Chlorfenvinphos	Difenoconazole	Methoxychlor	Tri-allate
Chlorothalonil	Endosulfan sulfate	Methyl pentachlorosulfide	Trifluralin
Chlorpyrifos			
Group II (36종)			
Azinphos-methyl	EPN	Methidathion	Pyrazophos
Benfuracarb	Ethoprophos	Parathion-ethyl	Simazine
Bitertanol	Etrimfos	Parathion-methyl	Tebuconazole
Cadusafos	Fenazaquin	Phenthoate	Terbutryn
Carboxin	Fenitrothion	Phoxim	Thiometon
Chinomethionat	Fenobucarb	Pirimiphos-ethyl	Tralomethrin
Chlorpropham	Fenthion	Pirimiphos-methyl	Triadimenol
Diazinon	Iprobenfos	Prothiofos	Triazophos
Disulfoton	Malathion	Pyraclofos	Vamidothion
Group III (38종)			
Acephate	Fenbuconazole	Methiocarb	Phosalone
Buprofenzin	Fenpropathrin	Mevinphos	Phosmet
Carbophenothion	Fensulfothion	Monocrotophos	Phosphamidone
Dichlorvos	Flusilazole	Napropamide	Prometryn
Dimethoate	Formothion	Omethoate	Propamocarb
Diphenamid	Hexazinone	Oxadixyl	Propoxur
Diphenylamine	Isofenphos	Paclbutrazol	Tebufenpyrad
Edifenphos	Mecarbam	Pendimethalin	Terbufos
Ethion	Metalaxyl	Phorate	Tolyfluaniid
Fenamiphos	Methamidophos		
Group IV (31종)			
Acetochlor	Dicofol	Metribuzin	Profenofos
Bifenthrin	Fipronil	Myclobutanil	Propiconazole
Bromacil	Flubenoxuron	Norflurazon	Pyridaben
Chlorfenapyr	Heptachlor	Oxadiazon	Quizalofop-ethyl
Chlorobenzilate	Hexaconazole	Oxyfluorfen	Telflubenzuron
Chlorpyrifos-methyl	Isoprothioran	Penconazole	Triflumizole
Diclofop-methyl	Linuron	Prochloraz	Vinclozoline
Dicloran	Metolachlor	Procymidone	
Group V (1종)			
Carbendazim			



Sample 20g  
↓ 100ml of 70% Aceton  
Shaking for 10min & Filtering  
↓  
Moving to other separate funnel  
| 100ml of Petroleum ether  
↓ 100ml of Dichloromethan  
Shaking for 10 min  
↓  
Filtering(suction)  
↓  
Upper layer(organic layer)  
↓ Sat. NaCl 100ml  
Shaking for 5 min  
↓  
Upper layer  
↓  
Filtering with anhyrous Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>  
↓  
Evaporation  
↓  
Mass up 2ml with acetone

그림 2. 동시다성분 분석 가능한 농약의 추출과정

표 8. GC의 분석조건

Group I	Group II
<ul style="list-style-type: none"> <li>* Detector : ECD</li> <li>* Inlet temp. : 280°C,</li> <li>* Detector temp. : 310°C</li> <li>* Flow rate : 0.9ml/min</li> <li>* Column : Ultra-2 (50m × 0.32mm × 0.17μm)</li> <li>* Oven temp. program 130°C, 1min → 5°C/min → 180°C, 17min → 5°C/min → 215°C, 8min → 5°C/min → 290°C, 11min</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Detector : NPD</li> <li>* Inlet temp. : 280°C,</li> <li>* Detector temp. : 310°C</li> <li>* Flow rate : 1.0ml/min</li> <li>* Column : Ultra-2 (50m × 0.32mm × 0.17μm)</li> <li>* Oven temp. program 130°C, 1min → 5°C/min → 185°C, 27min → 10°C/min → 280°C, 15min</li> </ul>
Group III	Group IV
<ul style="list-style-type: none"> <li>* Detector : NPD</li> <li>* Inlet temp. : 250°C,</li> <li>* Detector temp. : 280°C</li> <li>* Flow rate : 1.2ml/min</li> <li>* Column : Ultra-1 (50m × 0.32mm × 0.17μm)</li> <li>* Oven temp. program 120°C, 1min → 5°C/min → 150°C, 10min → 5°C/min → 190°C, 15min → 10°C/min → 300°C, 2min</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Detector : ECD</li> <li>* Inlet temp. : 270°C,</li> <li>* Detector temp. : 290°C</li> <li>* Flow rate : 0.8ml/min</li> <li>* Column : SPB 608 (60m × 0.25mm × 0.25μm)</li> <li>* Oven temp. program 230°C, 16min → 5°C/min → 245°C, 8min → 5°C/min → 270°C, 5min → 10°C/min → 290°C, 17min</li> </ul>

## 나. 카벤다짐(그룹 V) 분석법

### 1)추출방법

시료 20g을 취하여 추출용매 1N HCl:D.W:MeOH (0.8:3.2:6), 100ml를 첨가하고 10분간 진탕 추출하여 흡입여과하였다. 여과액을 40℃이하의 수욕상에서 감압·농축하여 남은 물층에 포화염화나트륨 수용액 10ml를 첨가하고 1N NaOH를 사용하여 pH를 6~7로 조절하였다. 이것을 분액깔대기에 옮기고 100ml ethyl acetate를 첨가하여 진탕·추출하고 수용층과 유기용매층으로 분리한 다음 위층(ethyl acetate층)을 무수 황산나트륨으로 탈수한 후, 40℃이하의 수욕상에서 감압·농축하여 잔사를 1ml dichloromethan에 녹여 정제과정을 위한 실험용액으로 하였다.

### 2)정제방법

1)에서 추출된 시료는 silica gel sep-pack cartridge(plus type)를 이용하여 정제하였다. 추출 및 정제과정을 그림 3에 나타내었다. Silica gel cartridge를 5ml hexane으로 씻은 후 전처리 방법에 의해 추출된 시료 1ml를 주입하고 acetonitrile 20ml를 가하여 카벤다짐을 용출시켰다. 이 용출액을 40℃이하의 수욕상에서 감압·농축하여 잔사를 1ml methanol에 용해시켜 표 9의 조건 하에서 10 $\mu$ l를 HPLC에 주입하여 PDA(photo diode detector)로 분석하였다.(표 9)

표 9. 카벤다짐 분석을 위한 HPLC 분석조건

---

Instrument	Alliance 2690(Waters, U.S.A.)
Column	$\mu$ -bondapak C <sub>18</sub> (3.9×300)
Mobile phase	[0.01M KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> /K <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub> (pH6.5)]:Methanol(45 : 55)
Flow rate	1.0ml/min
Detector	PDA(Waters 996)

---

20g sample  
     ↓ 100ml 1N HCl:D.W:Methanol(0.8 : 3.2 : 6)  
 Shake(10min)  
     ↓  
 Suction filter  
     ↓  
 Vaccum evaporate  
     ↓ 10ml sat. NaCl  
 Adjust to pH 6~7  
     ↓ Add 100ml Ethyl acetate  
 Shake(5min)  
     ↓  
 Collect upper layer  
     ↓  
 Vaccum evaporate  
     ↓  
 Mess up with 1ml dichloromethan  
     | ①clean up(silica gel sep pak cartridge)  
     | ②washing solvent with 5ml hexane  
     | ③sample dissolved in 1ml dichloromethan  
 Elution with 20 ml acetonitrile  
     ↓  
 Evaporate  
     ↓  
 Mess up with 1ml methanol  
     ↓  
 HPLC analysis

그림 3. 카벤다짐 추출 및 정제과정

## 제 4 절 유해물질 분석

최종 농축액에 잔류 가능성이 있는 hexane등 잔류용매 및 유해 중금속에 대한 정성 및 정량 분석을 하였다.

### 1. 인삼농축액중의 잔류용매 분석

#### 가. 시험용액의 조제

Food chemicals codex의 general tests assays 중 residual solvent 항목의 시험법에 준하여 실험하였다.

환저 플라스크에 소량의 세정제와 항기포제, 물 50ml, 무수황산나트륨 10g, 대조액 1ml, 인삼 농축액 50g을 넣고 약 20분간 가열하여 증류액을 15ml 받는다. 증류두 (distilling head)는 물보다 가벼운 용매측정용을 사용하였다. 증류액에 무수탄산칼륨 15g을 가한 후 층이 분리될 때 까지 정치하여 용매층을 취하여 시험용으로 하였다.

계산식 : 잔류용매

$$= A \times F(\text{용매}) / \text{용매의 \%회수율} \times \text{용매피크의 면적} / (\text{I.S})\text{피크의 면적}$$

\*A : 분석에 사용된 검체 50g과 관련된 내부표준물질 DCE(dichloroethane)의 ppm농도

$$F : \text{wt\%용매} / \text{wt\% I.S(dichloroethane)} \times (\text{I.S})\text{피크의 면적} / \text{용매피크의 면적}$$

#### 나. 시약 및 기기분석조건

1)대조액 : dichloroethane 0.3% 함유하는 toluene 용액을 조제하였다.

2)잔류용매용 standard : hexane, acetone, isopropanol, benzene, dichloroethane

(I.S) 잔류용매 측정용시약은 Merck사로부터 구입하였다.

3)기기분석조건 : 표 10

표10. 잔류용매 분석을 위한 GC 분석조건

---

GC	HP5890
Injector temp.	220°C
Oven temp.	50°C
Detector temp.	250°C
Column	HP-FFAP(50m × 0.32mm × 0.5μm)
Carrier gas	N <sub>2</sub>
Flow rate	1.2ml/min

---

## 2. 인삼농축액중의 중금속 분석

### 가. 시험용액의 조제

인삼농축액의 전처리는 위생시험법 주해 2.4 식품오염물질시험법 2.4.1무기화합물 2.4.1.2 시험용액의 조제 2)건식회화법중 (1)일반적인 건식회화법에 준하여 시험하였다. 인삼농축액 약 5g을 도가니에 취하여 100℃로 조절된 건조기에서 24시간 건조한 후 예비 탄화하였다. 이 도가니를 회화로에 넣고 250℃로 24시간 가열하고 식힌 후 질산:물(1:1) 5ml을 가해 건조하여 450℃에서 2시간 가열하였다. 회화가 완전히 될 때 까지 위와 같은 조작을 반복하여 회화하였다. 회분에 5% 질산을 가한 후 여과하여 시험용액으로 사용하였다.

### 나. 시약 및 기기

본 실험에 사용한 질산은 중금속 측정용(Matsunoen Chemicals Ltd. Osaka. Japan)이며, 증류수는 재증류 후 이온을 제거시킨 탈이온수를 사용하였다.

Pb, Cd, Sn, As, Cr, Mn, Fe, Se, Al, Zn, Cu의 표준시액은 ICP 분석용 표준원액(Merck, 20℃, 각 1ml=1,000 $\mu$ g)을 사용하여 5% 질산용액으로 적당한 농도로 희석하여 표준용액으로 하였다.

본 실험 원소측정에 사용된 기기는 ICP-MS(Hewlett Packard 4500 series Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometer)이다.



## 제 5 절 인삼농축액의 성분비교

최종제품의 인삼성분, 고형분, 수분 등 식품공전에 의한 성분규격 분석을 수행하며 인삼 본래의 성분 변화를 검토하였다.

### 1. 일반성분분석

잔류농약의 제거시험용으로 사용된 원료용 미삼의 일반성분 조성은 아래와 같다. 일반성분 분석에 사용된 시약은 특급을 사용하였고, 각 성분분석은 식품공전 제7. 일반시험법중 일반성분시험법에 따라 실험하였다.

표 11. 원료용 미삼의 일반성분 조성

성분	수분	회분	조지방 (ether 추출법)	조단백	탄수화물
함량(%)	19.3	5.0	0.2	14.3	61.3

### 2. 인삼농축액의 규격 시험

식품공전의 16.인삼제품류 16-1 농축인삼류 (1) 인삼농축액의 시험법에 준하여 인삼 성분, 고형분, 카라멜색소, 물불용성 침전물을 검사하였다. 에테르, 부탄올, 펙틴, 에탄올, 황산, 페닐히드라진은 특급시약을 사용하였다.

### 3. 인삼사포닌 분석

잔류농약이 제거된 인삼농축액과 기존 농축액을 비교하여 HPLC를 이용한 사포닌의 페턴에 대한 분석을 행하였다.

#### 가. 표준품 및 시약

1) Ginsenoside-Rb2, -Rc, -Rd, -Re, -Rf :

Carl Roth GmbH+Co·76185 Karlsruhe (Germany)

2) Ginsenoside-Rb<sub>1</sub>, -Rg<sub>1</sub> : Wako chemical (Japan)

3) 20(S)-ginsenoside-Rg<sub>3</sub>, ginsenoside-Rg<sub>5</sub> : 서울대 약학대로부터 분양

4) Acetonitrile, 2-propanol, water : HPLC grade

나. 표준용액의 조제

Ginsenoside 9종의 표준품을 1mg/ml이 되도록 취하여 methanol(HPLC grade, J.T Baker, USA)에 녹여 사용한다. 분석조건을 표 11에 나타내었다.

표 12. 인삼사포닌 분석조건

---

HPLC system	Model Waters <sup>1M</sup> 600pump (Waters, Millipore, USA)
Injector	Model 7725 (Rheodyne, Cotati, California, USA)
Column	LiChrosorb NH <sub>2</sub> (4.6×250mm I.D.m 5 $\mu$ m)(Merck)
Detector	Altech model ELSD MKIII (Varex, Burtonsville, MD, USA)
Mobile Phase	A-Acetonitrile : H <sub>2</sub> O : 2-PrOH = 80 : 5 : 15 B-Acetonitrile : H <sub>2</sub> O : 2-PrOH = 80 : 20 : 15
Gradient condition	0 min - A(%) : B(%) = 80 : 20 7 min - A(%) : B(%) = 80 : 20 25 min - A(%) : B(%) = 10 : 90 40 min - A(%) : B(%) = 10 : 90 42 min - A(%) : B(%) = 80 : 20 50 min - A(%) : B(%) = 80 : 20
Flow rate	1.0ml/min
Drift Temp.	98 $^{\circ}$ C
Gas flow rate	2.3 SLPM

---

## 제 4 장 연구개발 결과 및 토의

### 제 1 절 잔류농약 분석

#### 1. 원료용 미삼(尾蔘)의 잔류농약 분석

인삼추출액을 제조하기 위한 원료용 미삼중에 존재하는 잔류농약의 함량을 조사하기 위하여 부산지방식품의약품안전청 시험분석실에서 분석하고 있는 농약중 155종에 대하여 구조, 감도 및 분리도 등에 기초하여 다섯 가지 그룹으로 나누어 분석하였다. 그룹 4~8에 다섯가지 그룹의 표준품과 분석시료의 크로마토그램을 나타내었다. 그룹 I의 농약 중 cyfluthrin 4번째 peak와 cypermethrin 1번째 peak가 분리되지 않고 fluvalinate 2번째 peak와 fenvalerate 1번째 peak가 겹쳤다. 그룹 II에서는 benfuracarb peak와 pyrazophos peak, 그룹 III에서는 acephate peak와 mevinphos 1번째 peak, 그룹 IV에서는 vinclozolin peak와 acetochlor peak가 겹쳐 분리되지 않는 것으로 나타났다. 카벤다짐(그룹 V)은 개별로 HPLC로 분석하였다. 1차 screen 결과 41종의 농약이 검출되었으나 컬럼의 종류를 달리한 2차 확인과 GC-MSD(HP 5973)의 3차 확인을 거쳐 7종의 농약이 잔류하고 있음을 알수 있었다(표 13).

155종의 농약을 10ppm이하의 농도로 첨가한 후 회수율과 정량한계를 조사하여 표 14~17에 나타내었다. 오븐 온도 프로그램과 압력 프로그램을 이용한 최적조건에서 농약의 머무름 시간의 표준편차를 구하기 위해 5회 반복 결정하였고, 기기의 검출한계를 측정하기 위해 아세톤으로 공 시험 한 후 유기용매 바탕선을 기준으로 피크의 높이가 3배가 될 때까지 아세톤으로 혼합 표준 농약을 희석시켜 기기에 대한 검출 한계치를 분석하였다. 카벤다짐의 회수율과 검출한계는  $85.3 \pm 0.5$ 와  $0.008 \mu\text{g/ml}$ 이다.

표 13과 같이 BHC와 quintozone은 각각 건삼의 잔류농약 허용기준인 0.2ppm과 1.0ppm을 모두 초과하여 식품의 원료로 사용하기에는 부적당하지만 농약제거 실험을 수행하기에는 적합하였다. 이러한 이유로 인삼 제조에 별도로 농약을 첨가하지 않고 이후의 실험에서는 원료 미삼을 그대로 사용하였다.

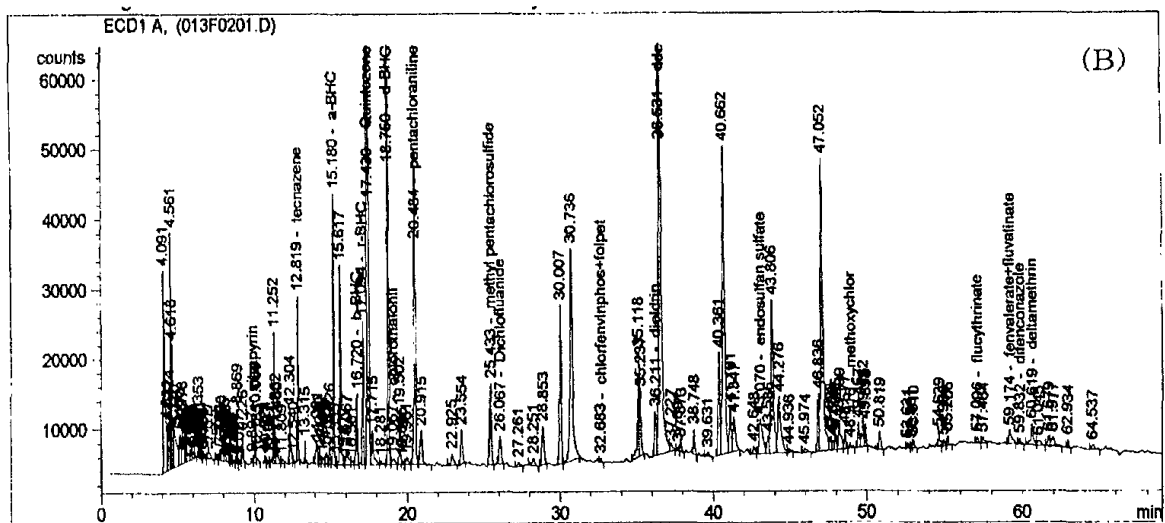
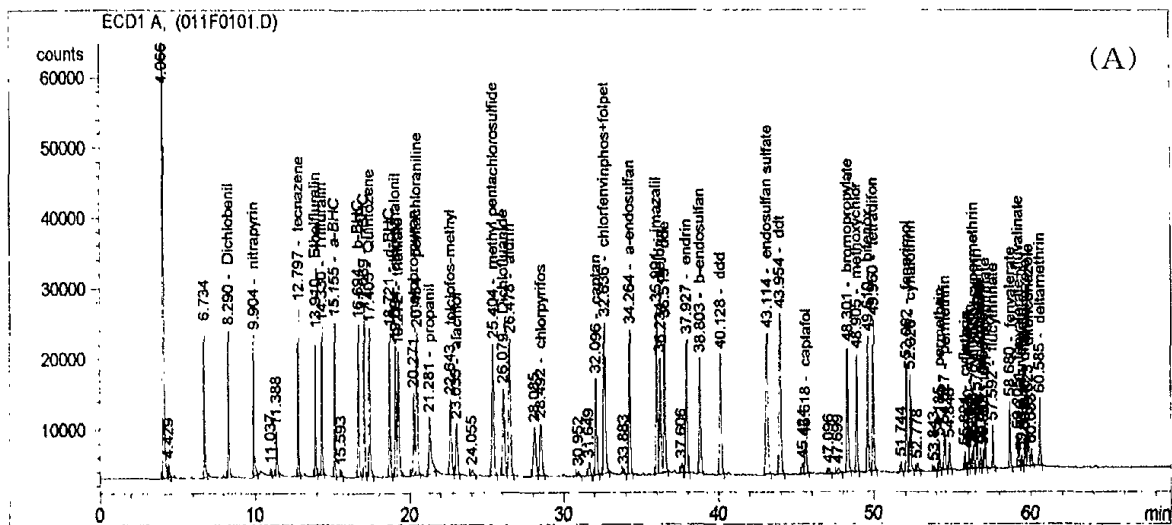


그림 4. 그룹 I 표준품(49종, A)과 시료(B)의 GC 크로마토그램.

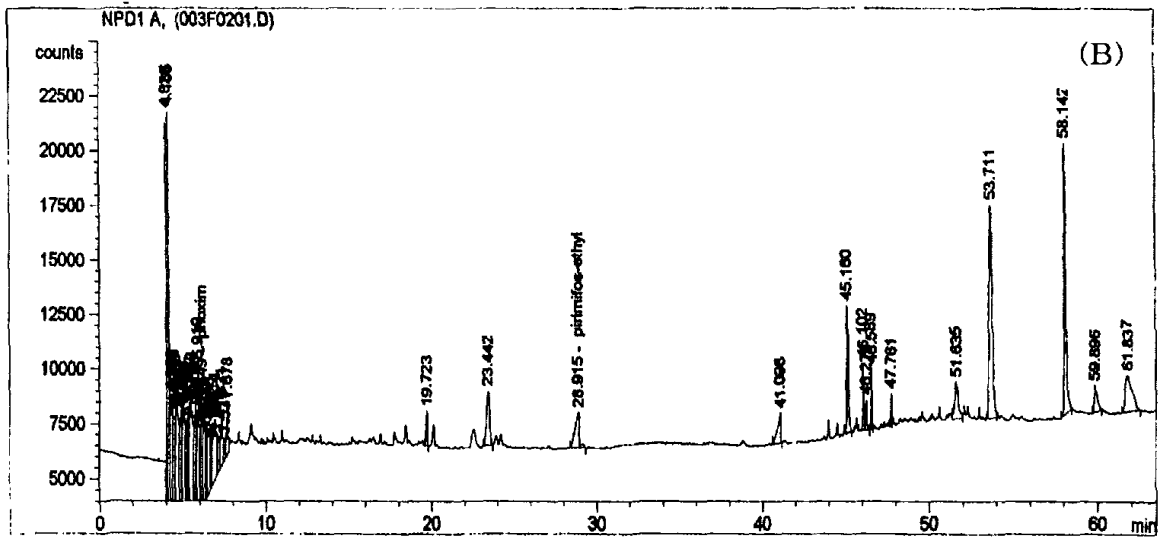
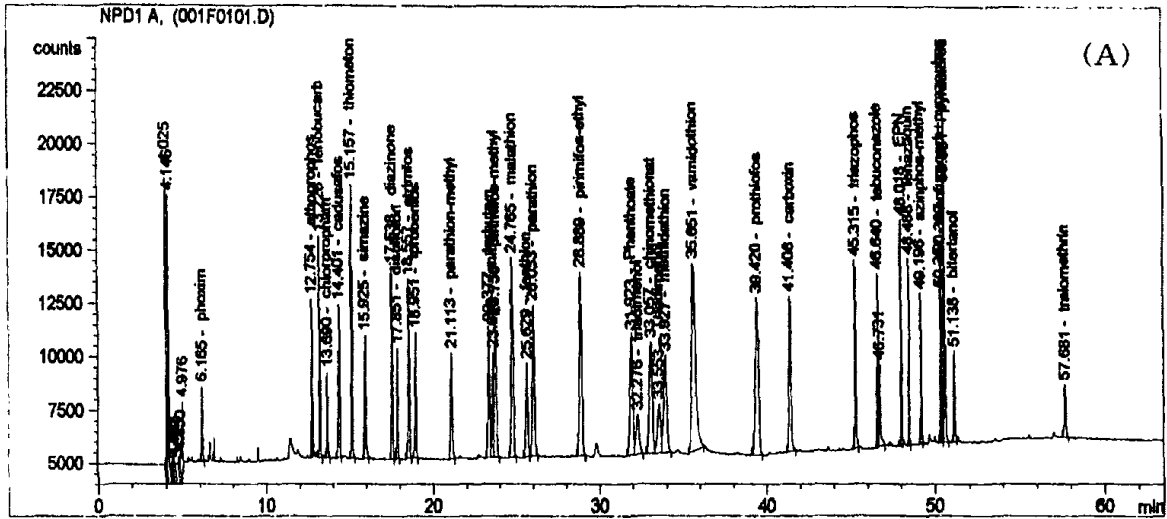


그림 5. 그룹 II 표준품(36종, A)과 시료(B)의 GC 크로마토그램.

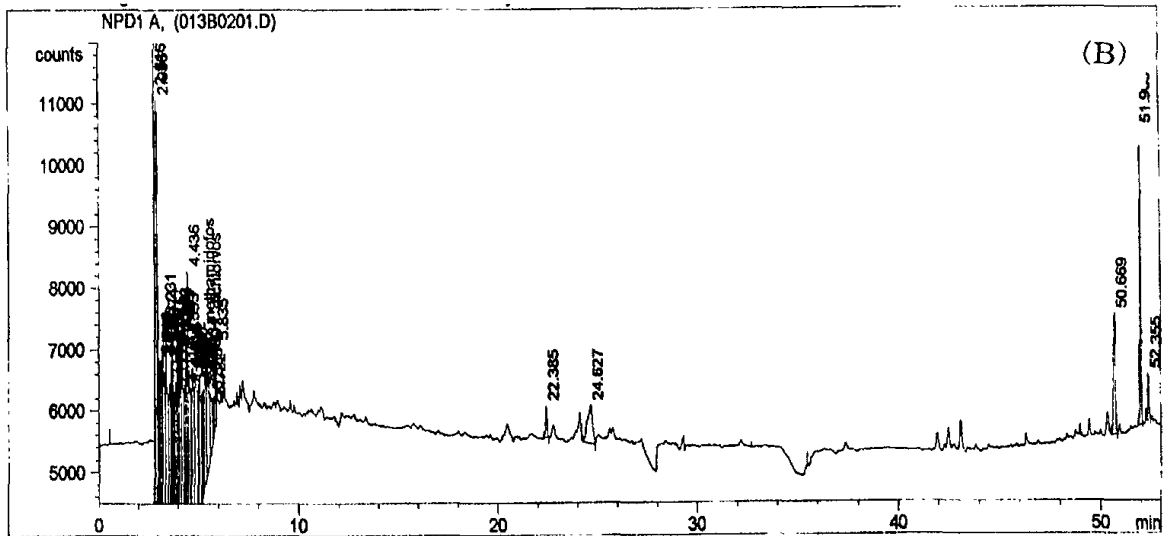
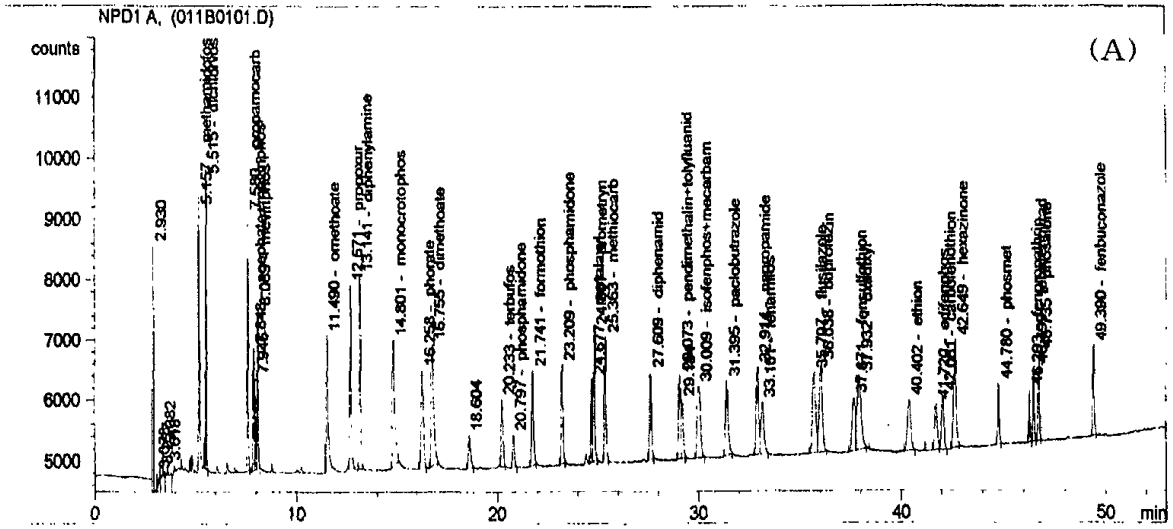


그림 6. 그룹Ⅲ 표준품(38종, A)과 시료(B)의 GC 크로마토그램.

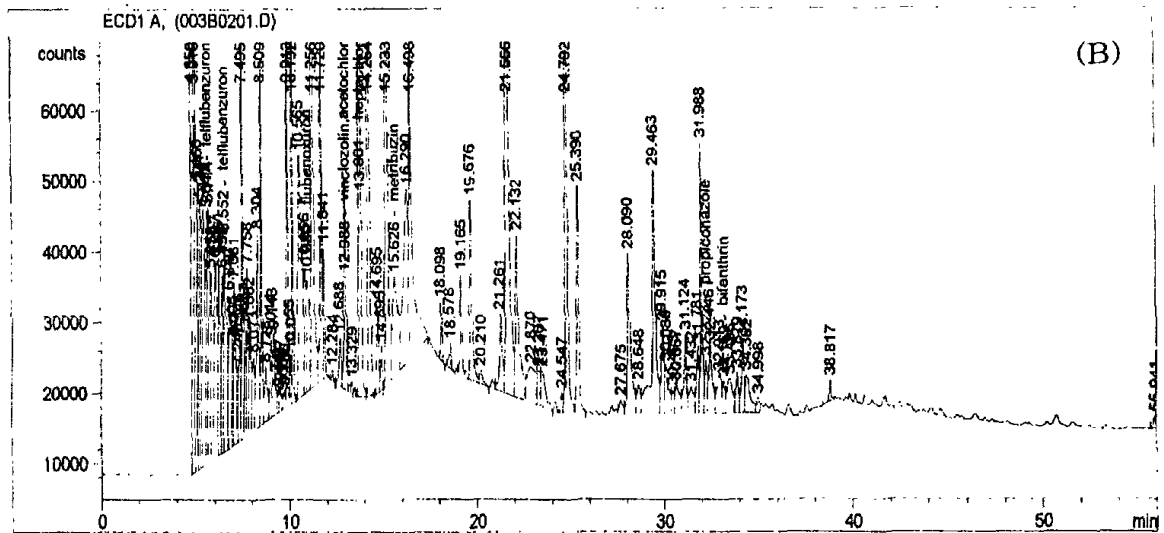
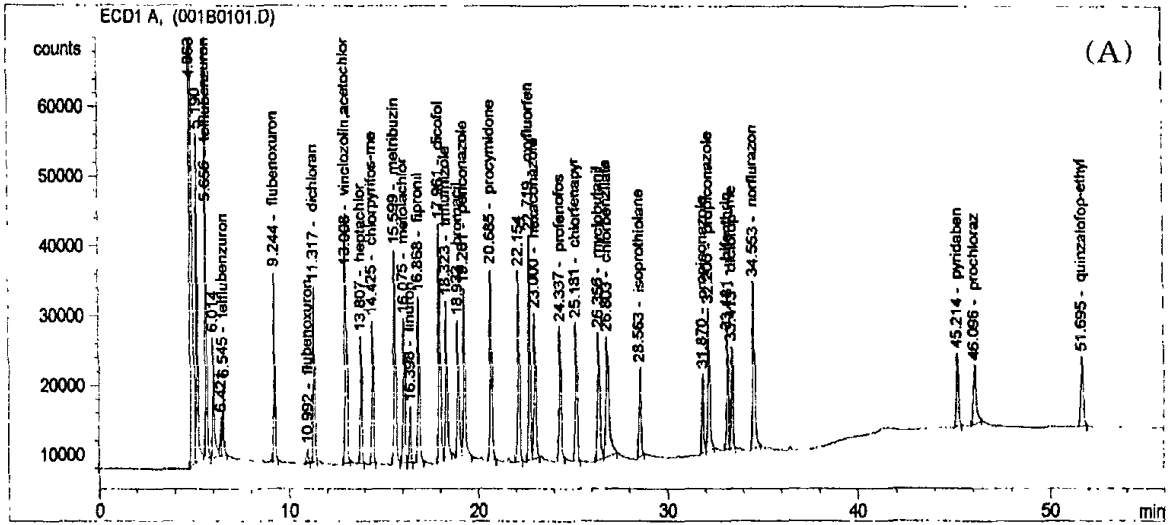


그림 7. 그룹IV 표준품(31종, A)과 시료(B)의 GC 크로마토그램.



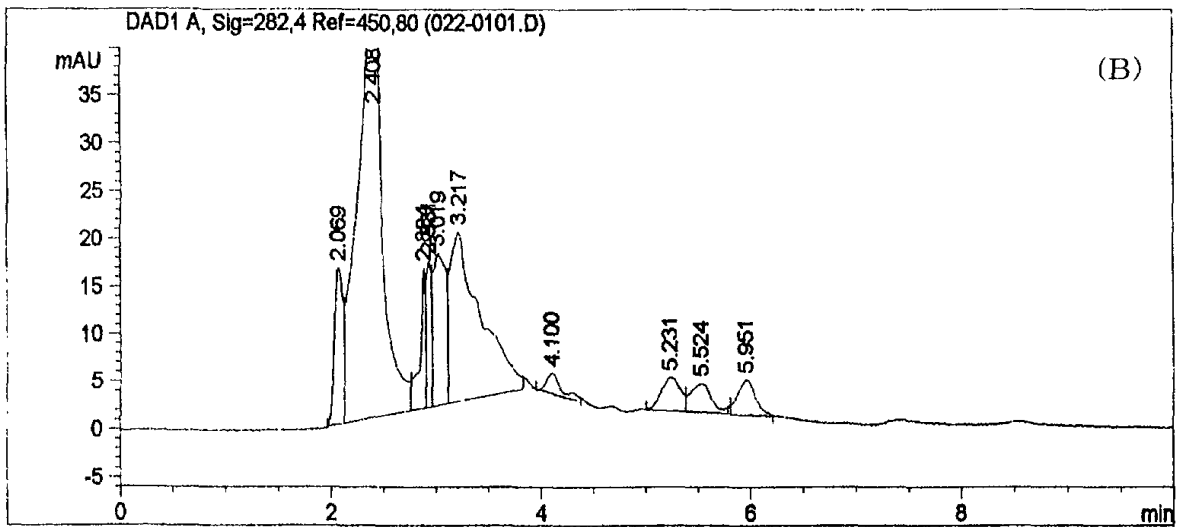
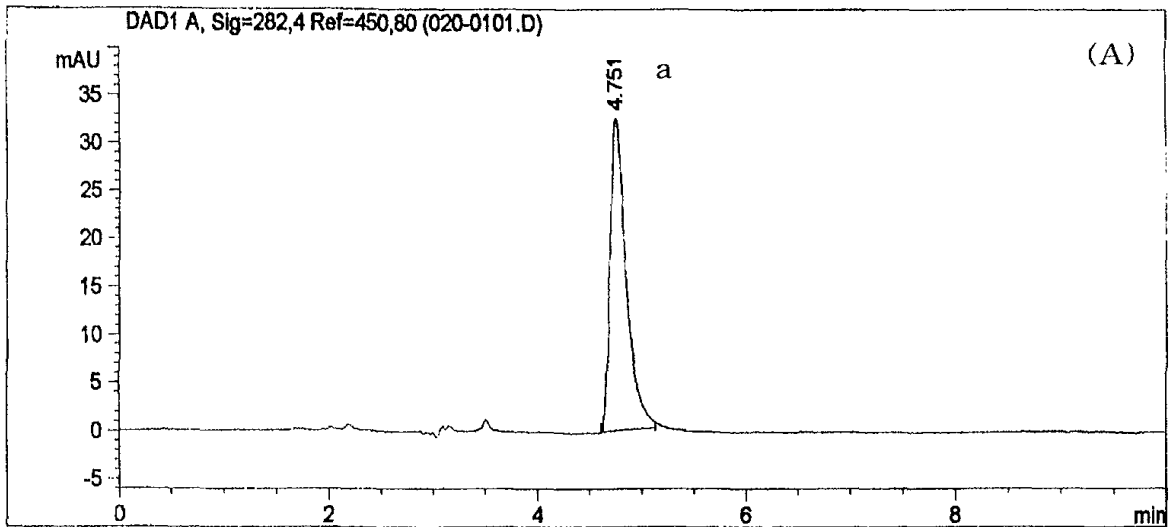


그림 8. 그룹 V 표준품(1종, A)과 시료(B)의 GC 크로마토그램.

a : 카벤다짐

표 13. 원료용 미삼의 잔류농약 함량(n=3)

농약명	농도(ppm)
$\alpha$ -BHC	0.269
$\beta$ -BHC	0.146
$\gamma$ -BHC	0.177
$\delta$ -BHC	0.741
<b>BHC 합계</b>	<b>1.333</b>
Quintozene	1.841
Pentachloroaniline	0.409
Methyl pentachlorosulfide	0.140
<b>Quintozene 합계</b>	<b>2.389</b>
<b>Total</b>	<b>3.722</b>

표 14. 표준품 그룹 I (49종)의 회수율과 검출한계.

농약명	회수율±편차(%)	검출한계( $\mu\text{g}/\text{ml}$ )
1. Alachlor	92.2±1.8	0.046
2. Aldrin	33.2±1.6	0.023
3. $\alpha$ -BHC	91.4±1.9	0.004
4. $\beta$ -BHC	91.6±3.0	0.006
5. $\gamma$ -BHC	86.2±1.7	0.004
6. $\delta$ -BHC	92.5±2.6	0.016
7. Bifenox	102.4±4.5	0.035
8. Bromopropylate	68.6±1.5	0.030
9. Captafol	80.3±1.5	0.01
10. Captan	77.5±2.2	0.033
11. Chlorfenvinphos	92.6±4.1	0.011
12. Chlorothalonil	89.3±0.9	0.006
13. Chlorpyrifos	88.3±1.5	0.024
14. Cyfluthrin	85.8±0.8	0.052
15. Cyhalothrin	91.6±3.1	0.043
16. Cypermethrin	88.4±1.7	0.064
17. DDD	93.6±3.8	0.007
18. DDE	86.4±3.6	0.005
19. DDT	93.3±1.7	0.005
20. Deltamethrin	81.0±1.9	0.021
21. Dichlofluanid	97.9±0.7	0.063
22. Diclobenil	73.3±1.6	0.009
23. Dieldrin	93.2±1.2	0.005
24. Difenconazole	94.0±3.9	0.016
25. Endosulfan sulfate	92.6±3.0	0.007
26. $\alpha$ -endosulfan	89.1±1.1	0.006
27. $\beta$ -endosulfan	93.3±2.5	0.057
28. Endrin	88.7±0.6	0.006
29. Ethalfluralin	65.5±0.8	0.009
30. Fenarimol	89.2±3.4	0.009
31. Fenvalerate	88.8±1.9	0.012
32. Flucythrinate	89.2±2.1	0.060
33. Fluvalinate	89.7±2.1	0.012
34. Folpet	88.9±1.5	0.040
35. Imazalil	85.6±0.9	0.028
36. Methoxychlor	95.1±2.3	0.053
37. Methylpentachlorosulfide	74.9±1.3	0.016
38. Metobromuron	92.0±3.7	0.020
39. Nitrapyrin	69.3±1.3	0.005
40. Pentachloroaniline	86.7±2.4	0.022
41. Permethrin	88.7±2.1	0.074
42. Propanil	96.8±5.7	0.011
43. Quintozone	68.9±0.5	0.005
44. Tecnazone	52.2±1.0	0.005
45. Tetradifon	96.1±1.4	0.025
46. Toclufos-methyl	89.7±1.7	0.035
47. Triadimefon	84.6±0.5	0.033
48. Tri-allate	88.3±0.8	0.008
49. Trifluralin	60.1±0.1	0.009

표 15. 표준품 그룹 II (36종)의 회수율과 검출한계.

농약명	회수율±편차(%)	검출한계(μg/ml)
1. Azinphos-methyl	115.2±0.5	0.015
2. Benfuracarb	88.6±1.5	0.017
3. Bitertanol	79.4±0.6	0.01
4. Cadusafos	87.9±1.2	0.005
5. Carboxin	80.3±2.1	0.006
6. Chinomethionat	99.9±0.9	0.041
7. Chlorpropham	86.5±1.1	0.018
8. Diazinon	82.0±1.2	0.012
9. Disulfoton	47.9±1.5	0.013
10. EPN	89.0±0.3	0.006
11. Ethoprophos	82.5±1.5	0.006
12. Etrimfos	83.9±1.1	0.007
13. Fenazaquin	77.9±1.8	0.011
14. Fenitrothion	97.0±0.9	0.02
15. Fenobucarb	77.1±2.7	0.011
16. Fenthion	78.2±0.8	0.022
17. Iprobenfos	72.5±0.5	0.014
18. Malathion	98.2±0.8	0.019
19. Methidathion	109.8±1.4	0.019
20. Parathion-ethyl	94.7±0.8	0.022
21. Parathion-methyl	95.6±0.6	0.02
22. Phenthoate	92.2±0.3	0.02
23. Phoxim	89.6±2.0	0.01
24. Pirimifos-ethyl	88.7±0.3	0.019
25. Pirimifos-methyl	90.4±0.8	0.013
26. Prothiofos	92.6±1.2	0.01
27. Pyraclofos	85.3±2.2	0.005
28. Pyrazophos	106.4±0.9	0.007
29. Simazine	92.9±0.9	0.008
30. Tebuconazole	75.2±0.9	0.008
31. Terbutryn	71.9±0.2	0.011
32. Thiomethon	41.7±0.8	0.007
33. Tralomethrin	80.3±0.6	0.016
34. Triadimenol	83.3±0.4	0.009
35. Triazofos	108.6±1.7	0.008
36. Vamidothion	87.6±1.4	0.015

표 16. 표준품 그룹Ⅲ(38종)의 회수율과 검출한계.

농약명	회수율±편차(%)	검출한계( $\mu\text{g}/\text{ml}$ )
1. Acephate	N.D.	-
2. Buprofezin	91.3±0.9	0.033
3. Carbophenothion	98.0±0.9	0.040
4. Dichlorvos	N.D.	-
5. Dimethoate	99.8±0.5	0.040
6. Diphenamid	87.0±0.3	0.067
7. Diphenylamine	63.1±1.3	0.060
8. Edifenphos	94.6±0.3	0.055
9. Ethion	92.9±1.1	0.012
10. Fenamiphos	70.7±1.0	0.055
11. Fenbuconazole	77.5±1.3	0.034
12. Fenpropathrin	93.2±2.3	0.068
13. Fensulfothion	87.3±0.7	0.050
14. Flusilazole	97.9±0.5	0.073
15. Formothion	46.2±0.8	0.033
16. Hexazinone	N.D.	-
17. Isofenphos	92.7±1.0	0.035
18. Mecarbam	86.5±0.7	0.050
19. Metalaxyl	90.4±0.6	0.058
20. Methamidofos	N.D.	-
21. Methiocarb	84.9±1.0	0.099
22. Mevinphos	82.7±2.8	0.047
23. Monocrotophos	N.D.	-
24. Napropamide	97.4±1.9	0.067
25. Omethoate	N.D.	-
26. Oxadixyl	N.D.	-
27. Paclbutrazole	96.5±0.5	0.046
28. Pendimethalin	98.8±0.3	0.087
29. Phorate	67.8±1.1	0.029
30. Phosalone	96.1±2.1	0.043
31. Phosmet	95.5±1.2	0.026
32. Phosphamidone	N.D.	-
33. Prometryn	90.3±1.2	0.032
34. Propamocarb	N.D.	-
35. Propoxur	99.8±2.4	0.059
36. Tebufenpyrad	83.8±1.9	0.061
37. Terbufos	88.6±1.1	0.030
38. Tolyfluanid	94.6±0.8	0.094

표 17. 표준품 그룹 IV(31종)의 회수율과 검출한계.

농약명	회수율±편차(%)	검출한계( $\mu\text{g}/\text{ml}$ )
1. Acetochlor	87.7±0.4	0.004
2. Bifenthrin	72.2±0.7	0.010
3. Bromacil	52.8±1.7	0.008
4. Chlorfenapyr	75.3±0.5	0.007
5. Chlorobenzilate	73.9±0.5	0.016
6. Chlorpyrifos-methyl	93.1±0.4	0.006
7. Dichloran	80.0±1.0	0.004
8. Diclofop-methyl	92.1±1.0	0.009
9. Dicofol	92.6±1.3	0.012
10. Fipronil	88.6±1.8	0.007
11. Flubenoxyuron	89.4±1.0	0.005
12. Heptachlor	49.4±0.7	0.003
13. Hexaconazole	74.8±0.4	0.030
14. Isoprothioran	83.4±1.6	0.031
15. Linuron	92.4±1.8	0.020
16. Metolachlor	92.8±1.7	0.021
17. Metribuzin	80.3±0.6	0.006
18. Myclobutanil	79.7±0.6	0.016
19. Norflurazon	90.9±1.6	0.008
20. Oxadiazon	91.3±1.6	0.007
21. Oxyflurofen	89.8±2.3	0.007
22. Penconazole	98.7±1.9	0.007
23. Prochloraz	71.3±0.5	0.011
24. Procymidone	89.2±1.9	0.010
25. Profenofos	89.0±2.3	0.009
26. Propiconazole	94.7±1.6	0.023
27. Pyridaben	89.5±1.9	0.017
28. Quizalofop-ethyl	89.5±2.2	0.014
29. Telfubenzuron	81.0±2.5	0.005
30. Triflumizole	89.6±1.4	0.008
31. Vinclozoline	87.7±0.5	0.004

## 2. 각 제조공정별 잔류농약 분석

### 가. Control test에 의한 인삼농축액의 제조

인삼농축액의 제조시 각 공정별 추출액에서 잔류농약의 추출현황을 보기 위하여 기존 농축액 공장에서 사용하고 있는 주정의 농도를 낮추어 가며 4차 추출을 행하는 control test를 실시하였다. 마지막 추출은 대부분 알콜이 소량 함유되어 있는 물을 이용하여 추출하였다. 각 단계별 농약의 추출현황을 표 18에 나타내었다.

원료용 미삼에 함유된 각 농약성분의 총 추출율이 85~110%로 조사되어 미삼중의 농약은 거의 대부분 추출되어 나온 것으로 생각되었다. Pilot plant를 이용하여 추출하는 과정에서 장기간 고온과 고압의 상태를 유지함에 따라 대부분의 농약이 추출되었다. Control의 결과로 이후의 실험에서도 대부분의 농약이 추출될 것으로 판단되어진다.

원료용 미삼에서 각 공정별 추출액으로 이행되는 추출율의 계산식은 아래와 같다.

#### 추출과정별 각 농약의 함량

$$\text{추출율(\%)} = \frac{\text{추출액 중 농약의 함량}}{\text{미삼중 각 농약의 함량}} \times 100$$

### 나. 헥산을 이용한 각 제조공정별 인삼농축액의 제조

(주)건보식품에 설치된 pilot plant를 이용하여 잔류농약을 제거하기 위해서 다양한 조건을 이용하여 다음 4가지로 나누어 인삼농축액을 제조하였다.

- 1) 헥산침지공정에 의한 인삼농축액의 제조
- 2) 주정과 헥산을 1회 사용한 공정에 의한 인삼농축액의 제조
- 3) 주정과 헥산을 2회 사용한 공정에 의한 인삼농축액의 제조
- 4) 헥산침지 후 건조공정에 의한 인삼농축액의 제조

각 제조공정별 인삼농축액의 제조시 함유된 잔류농약은 표 18~22와 그림 8~11에 나타내었다.

농약제거공정을 거친 4가지의 공정은 control test에 비하여 잔류농약의 양이 상당히 많이 감소함을 알 수 있었다. 즉, 헥산을 이용한 잔류농약 제거공정에 의하여 잔류농약이 제거됨을 알 수 있었다. 이상의 결과로서 농약의 제거율을 높일 수 있는 가장 효율적인 방법은 헥산을 이용한 침지공정으로 나타났으며, 주정과 혼합되지 아니하므로 유기용매의 양도 가장 적었던 것으로 생각되어 진다.

헥산침지공정에서 설비의 변경으로 pipe내에 잔존하는 헥산문제는 해결하였지만, pilot plant의 구조적인 문제점에 의하여 2차 농축액의 제조까지는 extractor에서 holding tank로 넘어가는 pipe line에서 pump의 내부관에 다량의 헥산이 남아 있었는데 이것에 의하여 주정으로 혼입되는 양이 많았던 것으로 생각된다. 농약제거공정상 미삼에 포함된 헥산을 제거할 수 있다면 잔류되는 물질의 문제점도 해결할 수 있을 것으로 보인다. 이 문제점을 해결하기 위하여 헥산침지과정을 마치고 미삼을 건조하여 인삼농축액을 제조하였다.

Control test에 의한 인삼농축액의 제조에서의 농축액중에 함유되어 있는 농약의 총량을 기준으로 각 제조공정별 농축액에 함유되어 농약의 총량을 비교하였다. 그 결과를 그림 12에 나타내었다. 이때 농축액은 고형분 함량은 brix 60으로 맞추어 실험하였다.

Control test 기준 잔류량(%)

각 제조공정별 농축액에 함유되어 농약의 총량

$$= \frac{\text{---}}{\text{---}} \times 100$$

Control test에 의한 제조에서의 농축액중에 함유되어 있는 농약의 총량

이와 같이 계산하였을 때 각 공정별 농축액중에 함유되어 있는 양은 표 23와 같다.



표 18. Control test에 의한 인삼농축액의 제조에서의 각 과정별 잔류농약 함량

농약명	1차추출액		2차추출액		3차추출액		4차추출액		합계		농축액
	농도 (ppm)	추출율 (%)	농도 (ppm)	추출율 (%)	농도 (ppm)	추출율 (%)	농도 (ppm)	추출율 (%)	농도 (ppm)	추출율 (%)	
$\alpha$ -BHC	0.192	71.4	0.030	11.2	0.019	7.1	0.006	2.2	0.247	91.9	0.873
$\beta$ -BHC	0.086	58.9	0.022	15.1	0.012	8.2	0.005	3.4	0.125	85.6	0.571
$\gamma$ -BHC	0.149	84.2	0.017	9.6	0.006	3.4	-	-	0.172	97.2	0.251
$\delta$ -BHC	0.556	75.0	0.147	19.8	0.038	5.1	0.008	1.1	0.749	101.0	2.544
Quitozene	1.388	75.4	0.409	22.2	0.134	7.3	0.048	2.6	1.979	107.5	7.065
Pentachloroaniline	0.337	82.4	0.047	11.5	0.018	4.4	-	-	0.402	98.3	1.870
Methyl- pentachlorosulfide	0.075	53.6	0.032	22.8	0.013	9.3	0.001	0.7	0.121	86.4	0.498
평균 추출율		71.6		16.0		6.4		1.4		95.4	

$$\text{추출율(\%)} = (\text{추출과정별 각 농약의 함량}) / (\text{미삼증 각 농약의 함량}) \times 100$$

표 19. Hexan침지공정에 의한 인삼농축액의 제조에서의 각 과정별 잔류농약 함량

농약명	Hexan층 (ppm)	1차 추출액 (ppm)	2차 추출액 (ppm)	3차 추출액 (ppm)	4차 추출액 (ppm)	농축액 (ppm)
$\alpha$ -BHC	0.239	0.012	0.015	0.009	0.003	0.155
$\beta$ -BHC	0.141	0.010	-	-	-	0.086
$\gamma$ -BHC	0.165	0.009	0.003	-	-	-
$\delta$ -BHC	0.644	0.066	0.027	0.017	0.011	0.233
Quitozene	1.521	0.143	0.113	0.091	0.073	0.559
Pentachloroaniline	0.352	0.033	0.030	0.012	0.007	0.176
Methyl- pentachlorosulfide	0.138	0.008	-	-	-	-

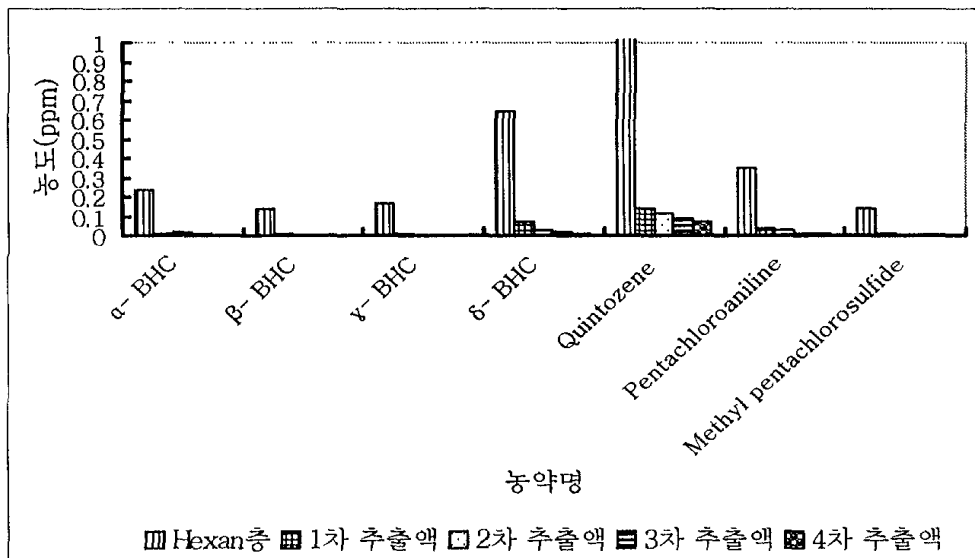


그림 8. hexan층추출공정에 의한 인삼농축액의 제조에서의 각 과정별 잔류농약 함량.

표 20. 주정과 헥산을 1회 사용한 공정에 의한 인삼농축액의 제조에서의 각 과정별 잔류농약 함량

농약명	Hexan층 (ppm)	1차 추출액 (ppm)	2차 추출액 (ppm)	3차 추출액 (ppm)	4차 추출액 (ppm)	농축액 (ppm)
$\alpha$ -BHC	0.178	0.064	0.035	0.014	0.005	0.175
$\beta$ -BHC	0.112	0.039	0.012	0.007	-	0.102
$\gamma$ -BHC	0.134	0.051	0.027	0.010	-	0.049
$\delta$ -BHC	0.539	0.176	0.111	0.047	0.013	0.499
Quitozene	1.249	0.403	0.154	0.088	0.021	1.313
Pentachloroaniline	0.266	0.115	0.067	0.032	0.009	0.383
Methyl- pentachlorosulfide	0.101	0.031	0.019	0.009	-	0.101

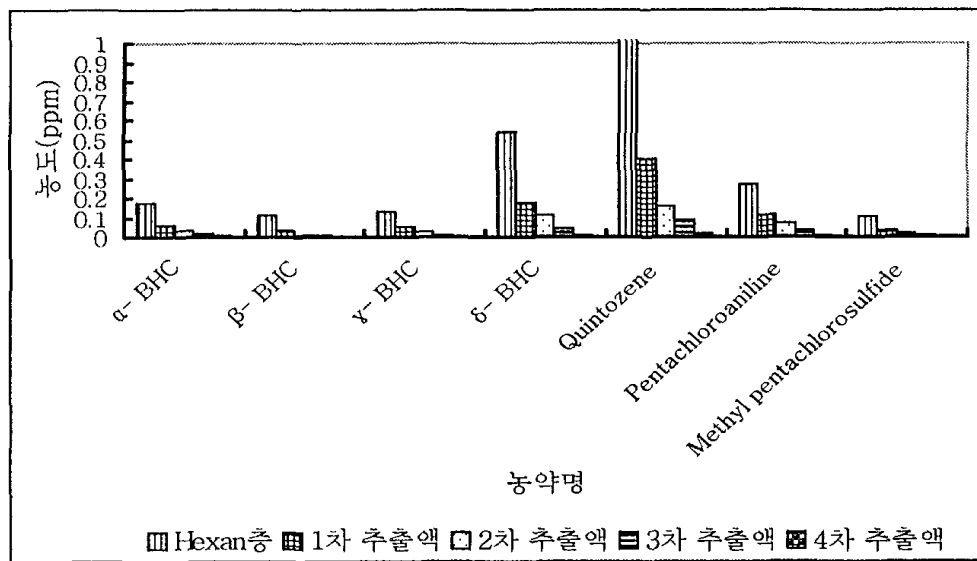


그림 9. 주정과 헥산을 1회 사용한 공정에 의한 인삼농축액의 제조에서의 각 과정별 잔류농약 함량.

표 21. 주정과 헥산을 2회 사용한 공정에 의한 인삼농축액의 제조에서의 각 과정별 잔류농약 함량

농약명	1차hexan층 (ppm)	1차 추출액 (ppm)	2차hexan층 (ppm)	2차 추출액 (ppm)	3차 추출액 (ppm)	4차 추출액 (ppm)	농축액 (ppm)
$\alpha$ -BHC	0.186	0.061	0.030	0.015	0.007	-	0.170
$\beta$ -BHC	0.098	0.044	0.021	0.009	0.005	-	0.055
$\gamma$ -BHC	0.142	0.049	0.019	0.011	0.005	-	0.031
$\delta$ -BHC	0.507	0.185	0.078	0.085	0.021	0.009	0.382
Quitozene	1.303	0.422	0.213	0.090	0.038	0.013	1.202
Pentachloroaniline	0.278	0.107	0.044	0.037	0.010	-	0.337
Methyl-							
pentachlorosulfide	0.111	0.028	0.021	0.007	0.003	-	0.088

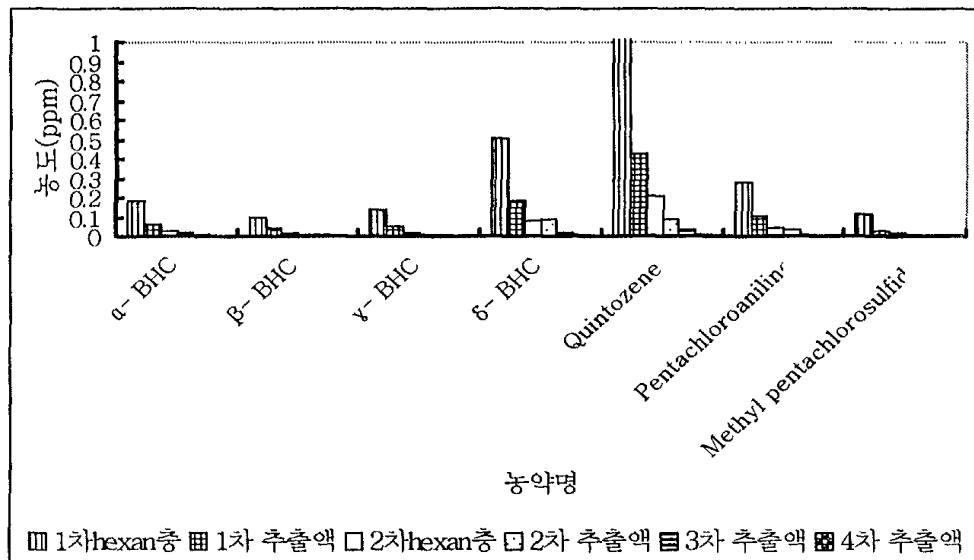


그림 10. 주정과 헥산을 2회 사용한 공정에 의한 인삼농축액의 제조에서의 각 과정별 잔류농약 함량.

표 22. 헥산침지 후 건조공정에 의한 인삼농축액의 제조에서의 각 과정별 잔류농약  
 함량

농약명	Hexan층 (ppm)	1차 추출액 (ppm)	2차 추출액 (ppm)	3차 추출액 (ppm)	4차 추출액 (ppm)	농축액 (ppm)
$\alpha$ -BHC	0.244	0.022	0.015	0.011	0.005	0.143
$\beta$ -BHC	0.139	0.009	-	-	-	-
$\gamma$ -BHC	0.172	0.009	-	-	-	-
$\delta$ -BHC	0.631	0.007	0.005	0.003	0.003	0.364
Quitozene	1.592	0.311	0.074	0.041	0.012	0.721
Pentachloroaniline	0.351	0.041	0.027	0.013	0.009	0.263
Methyl- pentachlorosulfide	0.135	0.005	0.003	-	-	-



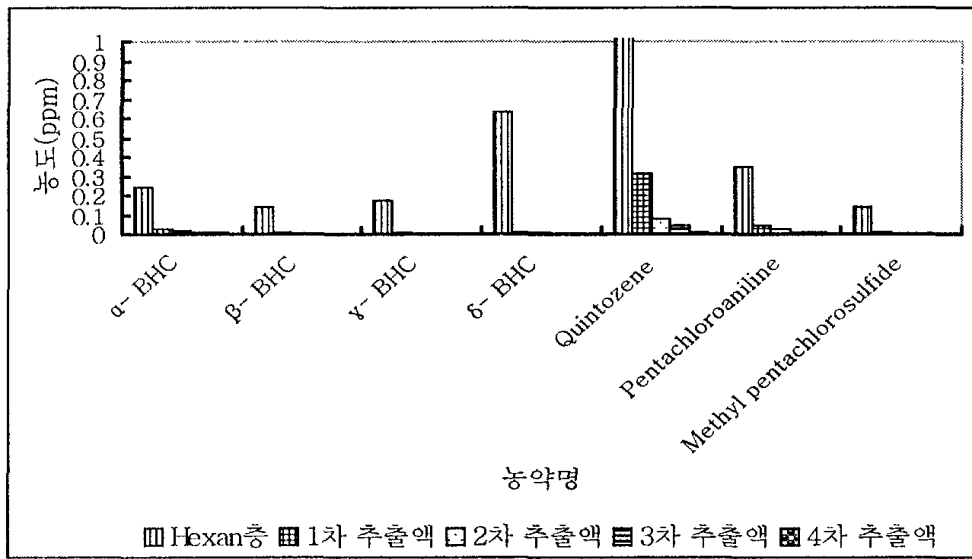


그림 11. hexan침지 후 건조공정에 의한 인삼농축액의 제조에서의  
 각 과정별 잔류농약 함량.

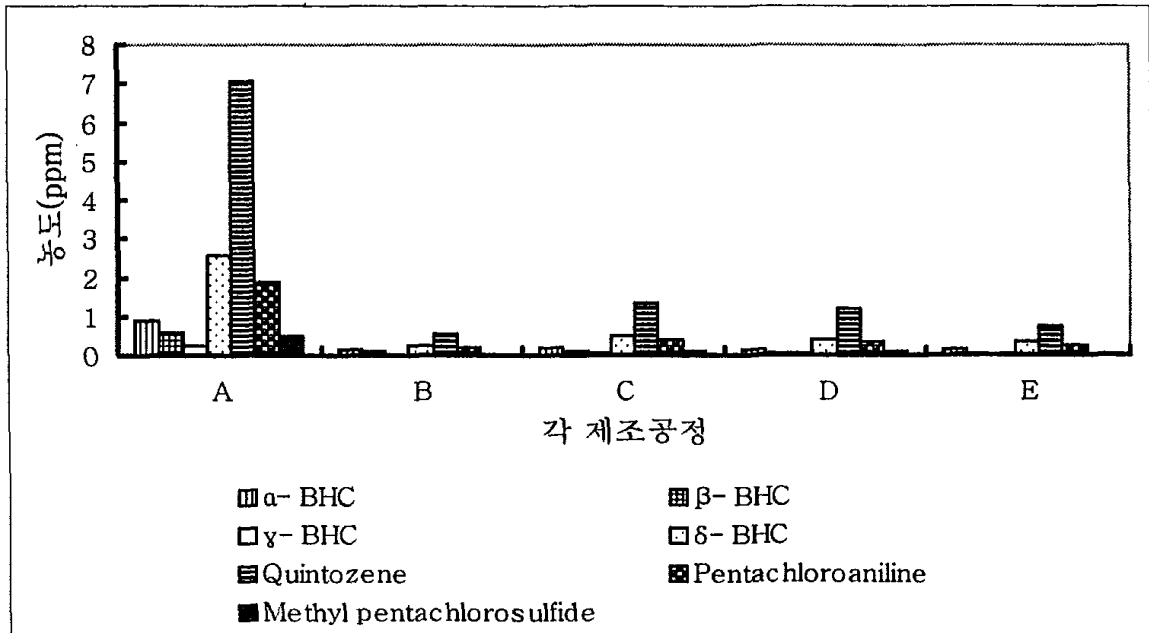


그림 12. 각 제조공정별 농축액의 잔류농약 분석결과.

A : Control test에 의한 인삼농축액의 제조에서의 농축액

B : 헥산침지공정에 의한 인삼농축액의 제조에서의 농축액

C : 주정과 헥산을 1회 사용한 공정에 의한 인삼농축액의 제조에서의 농축액

D : 주정과 헥산을 2회 사용한 공정에 의한 인삼농축액의 제조에서의 농축액

E : 헥산침지 후 건조공정에 의한 인삼농축액의 제조에서의 농축액

표 23. Control test를 기준으로 하였을 경우 각 공정별 농축액의 농약 잔류량

제조공정별	A	B	C	D	E
총 잔류된 농약의 양 (ppm)	13.672	1.209	2.622	2.265	1.491
Control 기준 잔류량 (%)	100	8.8	19.2	16.6	10.9

A : Control test에 의한 인삼농축액의 제조에서의 농축액

B : 헥산침지공정에 의한 인삼농축액의 제조에서의 농축액

C : 주정과 헥산을 1회 사용한 공정에 의한 인삼농축액의 제조에서의 농축액

D : 주정과 헥산을 2회 사용한 공정에 의한 인삼농축액의 제조에서의 농축액

E : 헥산침지 후 건조공정에 의한 인삼농축액의 제조에서의 농축액

제조회사에서 농축액의 제조공정을 살펴보면 extractor에서 제조된 1차 추출액(인삼 성분의 함량과 알코올의 함량이 높음)을 먼저 농축시킨 후 제조된 농축액은 따로 보관한다. 2, 3차 추출액은 별도로 농축한 후에 제조된 농축액도 별도로 보관한다. 4차 추출액의 경우 구성성분이 대부분 물로 되어 있으므로 농축과정이 매우 어렵고 인삼 성분의 함량이 낮으므로 별도로 농축을 하게 된다. 5차 추출까지 행하는 경우에는 1차와 2차 추출액을 같이 농축하고 3차와 4차를 동시에 그리고 5차 추출액(주로 물)은 별도의 농축과정을 거치게 된다. 이와 같이 농축과정이 전부 이루어지면 각각의 농축액들을 혼합하여 식품공전의 규격기준을, 특히 인삼성분을 맞추어 병입 및 포장을 하게 된다.

참여기업에 설치한 pilot plant에는 receiving tank가 1개 설치되어 있는데 용량은 약 30ℓ로서 4차에 걸친 추출액을 모두 보관할 수 없었다. 따라서 각각 추출액을 모두 조금씩 evaporator로 옮겨서 농축을 하였다. 이러한 이유로 1차 추출액은 4번의 농축과정을 2차 추출액은 3번의 농축과정을 거치게 된다. 즉, 제조회사에서 제조되는 방법과는 차이가 나지만 고형분 함량을 brix 60으로 맞추어 실험을 하였다. 농약제거를 하지 않은 control test에 비하여 hexan침지과정을 거친 공정이 월등히 우수한 농약제거율(91.2%)을 나타내었다. hexan침지후 건조공정이 89.1%의 농약제거율로 hexan침지공정보다는 떨어지지만 hexan의 잔류문제를 해결할 수 있는 방안으로 생각되어진다. 따라서 이와 같은 결과로 인하여 현장에서 바로 이용 가능할 것으로 판단된다.

## 제 2 절 유해물질 분석

### 1. 인삼농축액중의 잔류용매 분석

미삼중에 함유되어 있는 잔류농약을 효과적으로 제거하기 위한 전처리 공정인 헥산공정으로 잔류될 수 있는 헥산의 양을 조사하였다. 본 실험에 사용된 표준물질들은 hexane, acetone, isopropanol, benzene이며 내부 표준물질로는 dichloroethane을 사용하였으며 이는 그림 13에 나타내었다. 인삼 농축액에 잔류된 헥산의 양은 표 24와 같다.

헥산공정을 거치지 않고 기존 인삼 제조업체에서 사용되고 있는 방법인 주정의 농도(70%, 50%, 30%, 10%)를 달리해서 추출한 인삼 농축액을 대조구(control)로 하여, 헥산을 처리한 인삼 농축액에 함유될 잔류용매의 양을 조사하였다.

대조구에서는 1차, 2차, 3차, 4차 농축액(주정 농도70%, 50%, 30%, 10%)과 이 네가지 인삼 농축액을 혼합한 인삼 농축액에서는 잔류용매는 검출되지 않았다. 헥산침지공정을 거친 후 대조구와 동일하게 처리한 인삼 농축액에 대해서도 잔류용매의 양을 측정된 결과, 헥산 침지 후 즉시 70% 주정으로 추출한 1차 인삼농축액에서 헥산이 10 ppm검출되었다. 그러나, 2차, 3차, 4차 농축액을 혼합한 것에는 잔류용매가 검출되지 않았고, 총농축액에서는 0.86 ppm이 검출되었다.

주정과 헥산을 1회 사용한 공정에 의한 인삼농축액의 제조에서는 인삼 추출액 첫 번째 단계인 70% 주정으로 추출시 헥산을 첨가하여 추출한 인삼농축액에서는 이 공정으로 추출한 농축액에서 헥산이 10ppm, 50% 주정으로 추출한 2차 농축액에서 2ppm 검출되었다. 그리고 주정 30%, 10%로 처리한 농축액에서는 잔류용매가 검출되지 않았지만 이 들 네가지 추출액을 혼합한 농축액에서는 헥산이 5ppm 검출되었다.

주정과 헥산을 2회 사용한 공정에 의한 인삼농축액의 제조에서는 주정 70%, 50% 추출시에 헥산을 첨가하여 추출한 인삼 농축액에서는 각각 10ppm, 3ppm의 헥산이 검출되었으며 헥산으로 처리하지 않은 3차, 4차 공정에서 제조된 농축액에서는 잔류용

매가 검출되지 않았다. 다만 이들 혼합 농축액에서 핵산이 8ppm 잔류되어 있었다.

마지막으로, 핵산 침지공정을 거친 후 건조 시킨 미삼을 이용하여 각 단계별로 추출한 인삼 농축액은 70%주정으로 추출한 인삼 농축액에서만 소량의 핵산이 잔류되어 있었다. 주정의 농도(50%, 30%, 10%)를 달리하여 추출한 인삼농축액과 총농축액에서는 잔류 유기용매가 검출되지 않았다.

이 실험결과에 의하면, 핵산으로 침지시킨 미삼 또는 핵산 침지 후 건조 시킨 미삼으로 인삼 추출액을 제조한 농축액은 주정 70%로 추출한 농축액과 총농축액에서 미량의 핵산이 잔류되었으며, 그외 다른 인삼 농축액에서는 핵산이 잔류되지 않았다. 그러나 주정에 핵산을 첨가하여 추출한 인삼 추출액에서는 1차, 2차 농축액 뿐만아니라 총농축액에서도 핵산이 잔류되어 있었다.

핵산을 식품에 사용하는 예로는 세계적으로 유지류, 향료 그밖의 다른 성분의 추출을 목적으로 사용하고 있으며, 또한 식품의 탈지나 다른 성분의 제거목적으로 사용되고 있다. 따라서 핵산은 성분규격과 상용기준이 정해져 있다. 식품첨가물 공전에서는 파프리카 추출색소와 올레오레진 캡시컴의 핵산 잔류량을 25ppm 이하로 규제하고 있는데, 본 실험에서 제조된 인삼 추출액에 잔류된 핵산의 양은 이 기준치보다 낮은 농도였다.

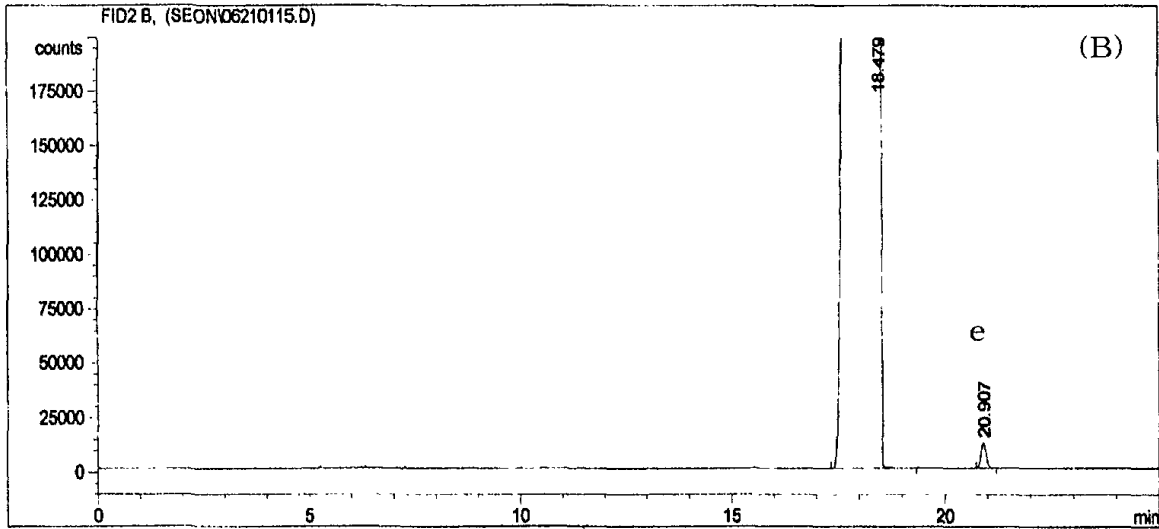
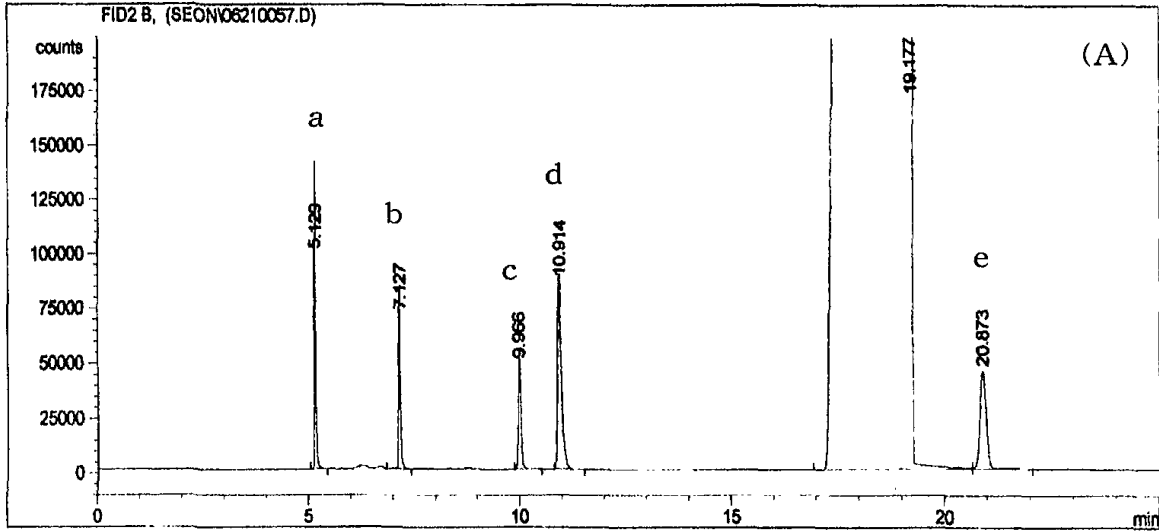


그림 13. 잔류용매 분석 크로마토그램.

A : 표준품, B : 시료

a : hexan, b : acetone, c : isopropanol, d : benzene, e : dichloroethane

표 24. 각 공정별 인삼 농축액에 함유된 잔류 핵산의 양

미삼의 처리 공정	인삼 농축액의 종류	핵산의 잔류량( $\mu\text{g/g}$ )
Control test 공정	1차 농축액	-
	2차 농축액	-
	3차 농축액	-
	4차 농축액	-
	총 농축액	-
핵산침지공정	1차 농축액	10.49
	2차 농축액	-
	3차 농축액	-
	4차 농축액	-
	총 농축액	0.86
(주정+핵산) 1회 추출공정	1차 농축액	10.66
	2차 농축액	2.16
	3차 농축액	-
	4차 농축액	-
	총 농축액	5.40
(주정+핵산) 2회 추출공정	1차 농축액	10.65
	2차 농축액	3.26
	3차 농축액	-
	4차 농축액	-
	총 농축액	8.99
핵산 침지후 건조공정	1차 농축액	5.62
	2차 농축액	-
	3차 농축액	-
	4차 농축액	-
	총 농축액	-



## 2. 인삼 농축액에 함유된 원소들의 함량

재료 미삼과 각 공정별로 제조된 인삼 농축액에 함유된 11가지( Pb, Cd, Sn, As, Cr, Mn, Fe, Se, Al, Zn, Cu)원소들을 건식 분해법을 이용하여 시료용액을 조제하여 ICP-MS로 분석하였다. 본 실험에서 분석한 원소들은 인체에 미치는 유해한 정도는 다르지만, 장기적으로 또는 다량으로 섭취시 인체에 축적되어 악 영향을 미치는 것으로 알려져 있다. 물론, Cr, Mn, Fe, Se, Al, Zn, Cu는 소량으로는 인체에 필요한 광물질이다.

표 25은 미삼에 함유되어 있는 원소들의 함량이다. 원료 미삼에서는 Cr, Zn, As, Se, Cd, Sn, Pb은 검출되지 않았다. Al은 91ppm, Fe은 68ppm이 검출되었다.

표26는 인삼을 추출하기 전 핵산처리공정을 거친 인삼 농축액과 기존 인삼 제조업체에서 사용되고 있는 방법으로 제조한 농축액중의 원소들의 함량을 나타내었다.

원료 미삼을 핵산으로 처리하지 않고 기존의 인삼 농축액 제법인 주정의 농도(70%, 50%, 30%, 10%)를 달리하여 추출한 인삼 농축액은 원료 미삼과 유사하게 Cr, As, Se, Cd, Sn, Pb이 검출되지 않았다. 이 공정으로 제조한 인삼 농축액과 이들 네가지 인삼농축액을 혼합한 농축액에서는 Al, Fe, Zn의 함유량이 60 - 80ppm이었으며, Mn과 Cu는 10ppm이하였다. 미삼을 핵산으로 침지후 위와 같은 공정을 거친 인삼 제품에서도 핵산을 처리하지 않은 대조구와 유사한 경향을 나타내었다. 그러나 Zn 약 40ppm으로 대조구 보다 다소 낮았다.

인삼 농축액 제조시에 핵산을 주정 농도 70% 및 50%에 함께 첨가하여 제조한 인삼 제품에서의 중금속함량이 첨가 횟수(1회, 2회)와는 무관한 것으로 나타났다. 즉, Cr, As, Se, Cd, Sn, Pb는 대조구와 유사한 경향을 보였으며 Al의 함량은 80-100ppm으로 대조구보다 다소 높았다. 그러나 핵산 2회 처리 공정을 거친 인삼 농축액의 Zn 함량은 핵산을 1회 처리한 인삼 농축액보다 낮았다.

원료 미삼을 핵산 침지 후 건조시켜 주정의 농도를 달리하여 제조한 인삼 농축액도

표25. 원료 미삼에 함유된 원소들의 함량( $\mu\text{g/g}$ )

	Al	Cr	Mn	Fe	Cu	Zn	As	Se	Cd	Sn	Pb
미삼	91.258	-	10.826	68.431	5.259	-	-	-	-	-	-

표26. 각 공정별 인삼 농축액에 함유된 원소들의 함량( $\mu\text{g/g}$ )

제조 공정	농축액 종류	Al	Cr	Mn	Fe	Cu	Zn	As	Se	Cd	Sn	Pb
Control test 공정	1차 농축액	68.843	-	9.084	84.419	14.496	56.980	-	-	-	-	-
	2차 농축액	73.695	-	7.347	76.044	15.145	39.925	-	-	-	-	-
	3차 농축액	70.690	-	5.632	69.893	-	38.949	-	-	-	-	-
	4차 농축액	64.763	-	-	59.893	-	-	-	-	-	-	-
	총 농축액	75.485	-	7.577	76.191	7.341	70.572	-	-	-	-	-

표26. 계 속

제조 공정	농축액 종류	Al	Cr	Mn	Fe	Cu	Zn	As	Se	Cd	Sn	Pb
해산 침지공정	1차 농축액	108.43 2	-	14.346	72.205	9.064	22.497	-	-	-	-	-
	2차 농축액	82.388	-	19.953	91.598	15.715	55.594	-	-	-	-	-
	3차 농축액	105.56 4	-	10.604	80.214	8.925	33.975	-	-	-	-	-
	4차 농축액	85.154	-	11.620	36.156	-	13.798	-	-	-	-	-
	총 농축액	87.988	-	11.143	78.886	5.259	40.444	-	-	-	-	-
(주정+해 산) 1회 추출공정	1차 농축액	87.261	-	10.508	76.169	6.539	58.638	-	-	-	-	-
	2차 농축액	106.25 1	-	12.499	65.335	4.950	51.015	-	-	-	-	-
	3차 농축액	103.43 2	-	9.847	66.612	-	30.578	-	-	-	-	-
	4차 농축액	56.535	-	-	38.629	-	20.478	-	-	-	-	-
	총 농축액	107.38 2	-	15.542	56.938	3.312	38.605	-	-	-	-	-

표26. 계 속

제조 공정	농축액 종류	Al	Cr	Mn	Fe	Cu	Zn	As	Se	Cd	Sn	Pb
(주정+핵 산) 2회 추출공정	1차 농축액	75.616	-	15.006	58.693	8.072	8.172	-	-	-	-	-
	2차 농축액	81.796	-	13.619	69.032	10.891	9.671	-	-	-	-	-
	3차 농축액	86.295	-	6.478	30.132	-	7.948	-	-	-	-	-
	4차 농축액	80.307	-	13.619	30.112	-	8.625	-	-	-	-	-
	총 농축액	140.88 1	-	16.047	69.518	6.810	12.253	-	-	-	-	-
핵산침지 후 건조공정	1차 농축액	48.158	-	6.149	28.645	10.201	5.197	-	-	-	-	-
	2차 농축액	53.783	-	7.968	23.475	10.696	4.228	-	-	-	-	-
	3차 농축액	22.596	-	5.075	-	8.202	2.257	-	-	-	-	-
	4차 농축액	29.309	-	5.260	-	4.680	-	-	-	-	-	-
	총 농축액	38.375	-	6.038	48.089	6.761	3.905	-	-	-	-	-

\* - : 불검출

대조구와 유사하게 Cr, As, Se, Cd, Sn, Pb는 검출되지 않았다. 그러나 Al, Fe, Pb, Zn의 함량은 대조구보다 낮은 경향을 보였다. Al의 함량은 원료 미삼보다 낮았다.

표 26에 나타난 바와 같이, 대조구와 핵산 처리공정을 달리한 인삼 농축액들에서 측정 원소들 간에 뚜렷한 함량 차이를 나타내지 않았지만 미삼을 핵산 침지 후 건조하여 사용한 인삼 농축액에서는 다른 처리 공정을 거친 농축액에 비해 Al, Pb, Zn이 비교적 낮게 함유되어 있었다. 핵산 처리 공정을 달리한 네가지 처리공정과 주정의 농도가 다른 인삼 농축액에 함유된 중금속의 함량에는 뚜렷한 경향을 나타내지 않았다. 그리고 원료 미삼에는 함유되어 있지 않은 Zn이 인삼 농축액에서 검출된 것은 인삼 제조시 사용한 주정, 물, 핵산, 기타 추출관으로부터 기인된 것으로 생각된다. 각 공정별 인삼 농축액에서 Mn과 Cu의 함유량이 일정하게 나타나지 않은 것은 이들 원소는 미량으로 존재하므로 3차, 4차 공정에서 제조된 인삼 농축액의 Brix 농도가 낮아서 그런 현상을 보인 것으로 생각된다.

표 27는 국내 시판 인삼 농축액 12종류와 수입 3종류에 대해 Pb, Cd, Sn, As, Cr, Mn, Fe, Se, Al, Zn, Cu 의 함량을 조사하였다. 국내와 수입 인삼 제품에서도 Cr, As, Se, Cd, Sn, Pb는 검출되지 않았다. Al의 함량은 국내와 수입 제품에서 20~50ppm으로 커다란 차이를 보이지 않았다. 국내와 수입인삼 제품 모두에서 Mn은 10ppm이하, Cu는 5ppm이하, Fe은 20~50ppm함유되어 있었으며 국내 인삼제품 중에는 Fe이 200ppm 함유된 것도 있었다. 본 실험에서 제조한 인삼 농축액과 비교해 볼 때 Zn의 함량은 국내와 수입 인삼 제품이 다소 낮거나 검출되지 않는 수준이었다.

본 연구사업에서 제조한 인삼 농축액과 국내와 수입 인삼 농축액 모두에서 유해 중금속인 As, Cd, Sn, Pb이 검출되지 않았다. 소량으로는 인체에 필요한 광물질이지만 과량으로 장기간 섭취시에는 인체에 악 영향을 미치는 Cr, Se도 본 실험에서 조사한 모든 인삼 농축액에서 검출되지 않았다. 그러나 Al과 Fe은 모든 인삼 농축액에서 다소 높은 수준으로 함유되어 있었다.

표27. 국내 및 수입 인삼 농축액에 함유된 원소들의 함량( $\mu\text{g/g}$ )

	Al	Cr	Mn	Fe	Cu	Zn	As	Se	Cd	Sn	Pb
고려인삼정	57.923	-	8.357	-	-	-	-	-	-	-	-
고려인삼농축액(경기도포천)	50.328	-	11.342	-	3.748	-	-	-	-	-	-
고려홍삼정골드	58.522	-	6.725	27.150	1.565	18.638	-	-	-	-	-
고려인삼농축액(충북진천)	44.637	-	10.339	20.516	-	-	-	-	-	-	-
정관장홍삼정	55.730	-	8.702	42.130	1.667	6.895	-	-	-	-	-
천재명홍삼정	34.263	-	7.355	59.039	1.546	-	-	-	-	-	-
정관장홍삼정골드	36.064	-	7.793	24.421	1.766	-	-	-	-	-	-
홍삼농축액(예산)	16.905	-	6.192	-	1.890	-	-	-	-	-	-
홍삼농축액(대전A)	20.829	-	5.699	42.544	3.791	27.982	-	-	-	-	-
인삼농축액(금산)	52.874	-	9.700	43.375	2.870	52.310	-	-	-	-	-
인삼농축액(영주)	52.994	-	6.880	23.270	1.439	-	-	-	-	-	-
홍삼농축액(대전B)	34.331	-	13.395	234.402	4.366	28.746	-	-	-	-	-
수입인삼농축액A	52.709	-	8.434	35.782	1.057	2.792	-	-	-	-	-
수입인삼농축액B	33.797	-	7.189	23.624	-	-	-	-	-	-	-
수입인삼농축액C	42.497	-	7.808	38.197	1.376	-	-	-	-	-	-

\* - : 불검출

### 제 3 절 인삼농축액의 성분비교

#### 1. 인삼 농축액의 성분 규격

표 28은 핵산을 처리하지 않은 미삼과 핵산을 처리한 미삼으로 제조된 인삼 농축액의 혼합액에 대해 식품공전상의 농축 인삼류 시험법에 준하여 실험한 값이다.

식품 공전상에는 성상, 인삼성분, 고형분, 카라멜색소, 물불용성 침전물, 내용량, 미생물 항목으로 되어 있으나, 본 실험에서는 비교적 관련이 적은 내용량과 미생물 항목은 제외하였다.

인삼성분과 카라멜 색소는 모든 인삼 농축 제품에서 식품공전의 규격에 적합하였다. 하지만, 고형분과 물불용성 침전물은 식품공전 규격과 다소 다른 경향을 보였다. 인삼 농축액의 고형분 함량은 주정과 핵산을 함께 첨가하여 1회 추출한 인삼 농축액에서만 공전규격에 적합하였다. 따라서 인삼성분과 고형분 함량과는 일정한 연관성이 없는 것으로 생각된다. 물불용성 침전물은 핵산 침지 후 건조시킨 미삼으로 제조한 농축액에서 다소 높게 나타났다.

#### 2. 인삼사포닌 분석결과

Pilot plant를 이용하여 제조된 농축액의 ginsenoside를 HPLC를 이용하여 분석한 결과는 표 29에 나타내었다. 그리고 시중 유통중인 인삼 및 홍삼농축액과 수입 인삼 농축액에 대한 ginsenoside를 비교하여 표 30에 나타내었다.

이상의 결과로서 핵산을 이용하여 잔류농약을 제거한 농축액의 total ginsenoside의 함량이 시판중인 농축액의 함량과 큰 차이가 나타나지 않았다. 따라서 제거공정이 인삼의 고유성분인 ginsenoside에는 영향을 큰 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다. 개발된 방법은 인삼농축액의 성분에는 영향을 미치지 않고 잔류농약만 상당부분 제거할 수 있는 것으로 생각되어진다.

표 28. 인삼 농축액의 성분규격

	인삼성분 (80이상 mg/g)	고형분 (60.0이상 %)	카라멜 색소 (불검출)	물불용성 침전물 (3.0이하 %)
Control test 공정	223	66.1	불검출	0.9
hexanextraction 공정	127	59.2	불검출	2.9
(주정+hexanextraction) 1회 추출공정	129	63.7	불검출	1.2
(주정+hexanextraction) 2회 추출공정	121	57.0	불검출	0.7
hexanextraction 후 건조공정	108	54.0	불검출	6.0



표 29. 각 제조공정별 농축액에서의 ginsenosides의 함량

제조공정	Ginsenoside contents(mg/g)									
	Rg1	Rg5	Rg3	Rf	Re	Rd	Rc	Rb2	Rb1	합계
Control test 공정	0.80	3.60	3.60	0.00	7.04	13.04	10.88	14.56	23.52	77.04
해산침지 공정	4.76	6.30	4.76	2.24	6.44	13.02	7.62	10.22	16.94	72.3
(주정+해산) 1회 추출공정	0.56	1.84	4.40	0.00	8.72	11.44	11.04	13.44	20.32	71.76
(주정+해산) 2회 추출공정	1.60	4.16	2.48	0.00	5.28	10.24	12.72	11.84	15.04	63.36
해산침지후 건조공정	0.40	4.00	5.90	0.00	8.20	12.60	12.60	12.90	17.30	73.9

표 30. 시판중인 농축액 및 수입농축액에서의 ginsenosides의 함량

제조공정	Ginsenoside contents(mg/g)									
	Rg1	Rg5	Rg3	Rf	Re	Rd	Rc	Rb2	Rb1	합계
고려인삼정	6.27	2.43	0.87	4.02	4.98	4.14	10.02	18.33	25.08	76.14
고려인삼농축액(경기도포천)	11.31	2.07	2.14	2.14	3.29	3.29	11.10	15.89	20.27	71.5
고려홍삼정 골드	1.02	2.41	12.21	2.74	9.06	3.53	9.34	7.62	23.53	71.46
고려인삼농축액(충북진천)	1.09	2.14	9.84	3.01	8.86	3.19	8.96	7.42	25.13	69.64
정관장홍삼정	2.94	3.36	20.47	2.87	8.19	3.29	7.77	6.72	20.02	75.63
천재명홍삼정	20.86	26.73	2.84	2.11	0.73	5.68	5.41	4.62	9.64	78.62
정관장홍삼정 골드	16.51	26.14	2.32	3.41	1.82	3.93	5.73	4.61	9.72	74.19
홍삼농축액(예산)	14.42	20.33	4.35	3.38	2.7	3.68	5.25	5.33	11.93	71.37
홍삼농축액(대전A)	2.17	2.66	13.44	4.2	6.39	11.27	11.27	9.73	16.32	77.45
인삼농축액(금산)	6.15	2.08	9.16	3.22	8.23	5.61	5.88	15.33	16.51	72.17
인삼농축액(영주)	2.09	19.54	1.66	2.54	8.54	7.51	7.68	11.49	15.19	76.24
홍삼농축액(대전B)	11.22	2.59	8.29	2.58	0.79	5.84	5.11	18.76	15.66	70.84
수입인삼농축액A	2.49	2.17	8.55	12.91	3.33	5.59	4.68	11.72	22.72	74.16
수입인삼농축액B	13.11	3.05	2.88	3.47	2.78	0.00	11.28	26.44	11.54	74.55
수입인삼농축액C	4.12	3.35	7.65	15.13	0.00	6.84	11.11	8.45	16.72	73.37

## 제 5 장 결론

### 제 1 절 기대효과

#### 1. 기술적 측면

우선적으로 가장 잔류농약문제가 제기되는 인삼농축액의 잔류농약제거 기술이 확립되면 인삼농축액 외의 다른 인삼가공식품에도 파급시켜 잔류농약제거 기술을 도입할 수 있으며 인삼제품 이외의 가공식품에 대해서도 잔류농약제거 연구가 대두되어 자연적으로 기타 분야에까지 파급되는 효과를 가져올 수 있다.

#### 2. 경제 · 산업적 측면

당해 기술의 개발에 따라 잔류농약이 문제되어 국민에게 도외시되던 인간의 건강에 유익한 인삼농축액의 국내소비가 증가될 것이다.

현재 인삼제품중 특히 인삼농축액의 경우 잔류농약의 문제로 많은 수출품이 수입국에서 제지되어 왔으며 이 문제를 해결하기 위하여 일부 대기업에서만 독일에서 수입한 고가의 잔류농약제거 장비를 사용하여 소량 수출을 하고 있는 형편으로 본 연구결과를 통하여 추출방법이 개발될 경우 영세업체에서도 적은 예산으로 인삼농축액중의 잔류농약을 제거한 제품을 생산할 수 있으므로 외국으로의 수출도 활기를 띠게 될 것으로 예상되며 이로 인하여 인삼업계의 경제적 예상 수익은 막대할 것으로 보이며, 우리나라의 인삼농가의 인삼재배가 활기를 띄어 인삼농가의 소득이 증가될 것으로 예상된다

### 제 2 절 활용방안

본 연구결과를 인삼농축액 제조공장의 제조공정에 적용함으로써 잔류농약이 제거된 우수한 인삼농축액을 저렴한 비용으로 생산할 수 있다.

인삼농축액의 농약제거 기술이 생산현장에 보급되어 잔류농약이 없는 인삼농축액의

생산을 기업화함으로써 우리 나라 인삼농축액이 잔류농약에 관한 안전성을 확보할 수 있고 국제경쟁력을 높여 많은 양을 좋은 가격으로 판매함과 동시에 국외 수출도 도모할 수 있다.

따라서 본 연구결과가 생산현장에 보급, 기업화되어 운영됨으로써 계속적으로 보다 나은 잔류농약 제거기술 향상을 꾀할 수 있으며 나아가서는 다른 종류의 인삼제품 및 가공식품에 추가연구가 가능할 것으로 사료된다.

## 제 6 장 참고문헌

1. Committee on Food Chemicals Codex : Food Chemicals Codex(fourth edition), National Academy Press, 1996
2. 일본위생시험법 · 주해, 금원출판주식회사, 2000
3. 식품공전, 식품의약품안전청, 2000
4. 초임계 유체크로마토그래피의 특성, 분석과학회지, 3(2):253, 1990
5. Supercritical fluid extraction:fundamental principles and modeling methods, Food Technol., 1986
6. Supercritical processing, Air products and chemicals Inc., 1985
7. Supercritical fluid chromatography and extraction, Anal. Chem., 66:106, 1994
8. 인삼제품의 codex 규격제정사유서 및 규격초안 작성 전문가협의회 자료, 한국식품개발연구원 품질규격연구본부
9. Pesticide regulation handbook, McGraw-Hill Inc. and Technology science group Inc, 1991
10. 인삼과 건강, 이재열, 1996
11. 최신인삼재배, 조재성 외, 1998
12. 농약의 생화학과 사용법, 박창규 외, 1994
13. 잔류농약기준편람, 일본식품위생협회, 1994
14. Pesticide residues in food - toxicological and environmental, Joint FAO/WHO meeting on pesticide residue, 1995
15. 농약 환경과학, 금택순, 1994
16. Pesticide residue analysis in the food control laboratory, FAO, 1992
17. Manual of pesticide residue analysis, Federal republic of germany, 1992
18. Pesticide residues in food - toxicological and environmental, Joint FAO/WHO

meeting on pesticide residue, 1996

19. GC-ECD를 이용한 잔류농약 다성분 동시 분석법 개발, 한국환경위생학회지, 27(1):88, 2001
20. 기체크로마토그래피를 이용한 잔류농약 동시분석에 관한 연구, 한국환경분석학회지, 3(2):135, 2000
21. Study on the development of analytical method (multi-pesticide residue method) for the organophosphate pesticides, 한국환경과학회지, 6(2):183, 1997
22. Study on the development of simultaneous analytical method for residual organic chloride pesticides by gas chromatography, 한국환경과학회지, 5(5):561 1996
23. Multi-pesticide residue method for organopesticide analysis, 한국환경과학회지, 6(4):385, 1997
24. 유기인제농약 잔류성분의 동시분석방법, 밀양산업대학교 농업기술개발연구소보, 1997
25. 잔류농약 24성분의 다성분 동시분석을 위한 기체크로마토그래피 조건의 최적화, 농약과학회지, 4(2):11, 2000
26. 최신고려인삼(성분 및 효능편), 한국인삼연초연구원, 1996
27. 고려인삼, 한국인삼연초연구원, 1993