

# 대전 지역 유통 식용 한약재의 잔류농약 실태 연구

김경신<sup>1</sup> · 김성구<sup>2</sup> · 임재윤<sup>2</sup> · 김병수<sup>1\*</sup>

## A Study on the Pesticide Residues Monitoring of Medicinal Herbs which has marketed in the Daejeon

Kim Kyoung-Shin<sup>1</sup> · Kim Sung Gu<sup>2</sup> · Lim Jae Yeun<sup>2</sup> · Kim Byoung-Soo<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Dept. of Physiology, Colleague of Korean Medicine, Daejeon University

<sup>2</sup>National Agricultural Cooperative Federation Food Safety Research Institute

This study was conducted to investigate the residue amount of pesticide on the 41 medicinal herbs in Daejeon area. This study was carried out to monitor the current status of pesticide residues in commercial medicinal herbs for sale of food use in 2012. It was performed using GC/ECD, GC/NPD, HPLC to analyze pesticides residues.

Residues of 283 pesticides were analyzed by a simultaneous multiresidue method in 41 medicinal herbs being on sale in Daejeon.

The medicinal herbs detected pesticides in 10 of 41 cases, showed a detection rate of 24.39%. The medicinal herbs which exceed the maximum residue limit were five cases as Cnidii Rhizoma, Osterici Radix, Artemisiae Capillaris Herba, Zizyphi Fructus and Alismatis Rhizoma. And pesticide residue of Cnidii Rhizoma and Alismatis Rhizoma exceeds the limit standard presented in only medicine use of KFDA. The residual pesticides which had the high detection rate were Chlopyrifos, Tebuconazole and Endosulfan in the detection of medicinal herbs.

For further research, standards of Pesticide Residues in medicinal herbs should be added and more research of pesticide residues in medicinal herbs required. And standards of pesticide residues in medicinal herbs should be applied equally as medicines and food.

Key Words : Medicinal herb, Pesticide residue, Monitoring

## I. 서 론

한의학의 관심과 더불어 한약재의 소비는 한약으로 뿐만 아니라 일상생활에서 차와 요리는 물론 술의 원료로도 사용되며, 화장품 원료로도 사

용되는 등 일상생활에서 손쉽게 접하고, 그 이용률이 높아져 한약재에 대한 수요는 갈수록 늘어나고 있는 실정이다. 과거에는 한약재를 주로 야생에서 채취하여 사용하여 왔으나 자생하는 한약재의 종류가 매우 제한적이며 생산량도 부족한 실정이라 공급부족에 따른 수요를 충족하기 위해 대부분 재배로 대체<sup>1)</sup>되고 있으며, 이 과정에서

\* 교신저자 : 김병수 대전대학교 한의과대학 생리학교실  
E-mail : kbsoo25@dju.kr

투고일 : 2013년 7월 8일 수정일 : 2013년 7월15일

게재일 : 2013년 7월19일

1) Lee SH, Kim HS, Kim YM, Kim WS, Won YJ,

한약재의 안전성의 우려와 유해물질의 사용 여부가 최근 상당한 문제로 대두되고 있는 실정이다<sup>2)</sup>.

작물 재배는 환경오염에 많은 영향을 받으므로 안전성에 문제가 발생할 수 있다. 특히 식물 재배에 있어서 농약은 품질향상과 그 생산성을 증대시키기 위하여 농업경영에 없어서는 안 될 요소이지만, 일부는 장기 저장 및 유통을 위하여 건조를 거치면서 수분이 감소됨에 따라 잔류농약성분이 농축될 우려가 있고 이를 통해 인체 내에 축적됨으로써 인간의 건강에 위해를 초래할 수 있어 관심의 대상이 되고 있다<sup>3)</sup>. 현재 유통되는 한약재 중에 농약에 대한 관심이 고조되고 있고, 농약은 약용식물 재배 시 해충 등의 제거목적으로 살포되어 한약재에 잔류가능성이 많다<sup>4)</sup>.

따라서 본 연구는 대전 지역에 유통되는 식용 한약재 중 국내 생산 제품으로 잔류농약 분포 특성을 조사함으로써 향후 한약재의 잔류농약 기준 설정 및 안전성 제고를 위한 기초 자료로 활용될 것으로 기대된다.

## II. 연구 방법

### 1. 재료

#### 1) 시료

본 실험에 사용된 41건의 식용 한약재는 2012년 6월부터 12월까지 대전지역에서 유통, 판매 되는 품

목에 대해 농약 283 종의 잔류농약 분석을 하였다. 분석 대상 한약재는 <Table 1>과 같다.

#### 2) 분석농약

농약의 표준품(Dr. Ehrenstorfer GmbH사)은 <Table 2>와 같이 283종이다. 분석에 사용된 Standard는 표준품을 Acetone을 이용하여 1000  $\mu\text{g}/\text{ml}$ 를 조제한 후 acetone으로 희석하여 100  $\mu\text{g}/\text{ml}$  농도로 조제해서 stock solution으로 사용하였고, working solution은 분석 전에 조제하여 사용하였다.

#### 3) 시약 및 분석기기

유기용매(Acetonitrile, acetone, n-hexane, methanol, methylenechloride)는 잔류농약 분석용 및 HPLC용(J. T. Baker)을 사용하였고, NaCl(Merck사), 시료 정제용 cartridge인 SPE-Florisil, NH<sub>2</sub>(Phenomenex, USA)를 사용하였다. GC/ECD (Agilent 7890, USA), GC/NPD(Agilent 6890, USA), HPLC(Agilent 1200series, USA)를 사용하였다.

### 2. 실험 방법

#### 1) 표준 검량선의 작성

한약재에서 검출된 농약의 표준 검량선을 작성하기 위해 각 성분의 표준용액을 일정한 농도로 희석하여 GC/ECD, GC/NPD, HPLC에 주입하여 각 성분 peak의 height에 의하여 표준 검량곡선을 작성하였다.

#### 2) 회수율(recovery)과 검출 한계

본 연구의 잔류농약 분석법에 대한 회수율을 측정하기 위해서 농약이 검출되지 않은 오미자에 농약 283성분을 1.0mg/kg씩을 각각 첨가한 후 3회 반복하여 위에 기술된 시료 전처리방법과 동일하게 행하여 GC/ECD, GC/NPD, HPLC에서 측정하여 구하였으며, 검출한계는 다음의 식을 이용하여 구하였다.

$$\text{최소검출량(ng)} = 1/\text{기기주입량}(\mu\text{l}) \times \{\text{최종희석액의 부피(ml)}/\text{시료량(g)}\}$$

※ 최소검출량 : S/N Ratio=3, signal noise의 3배 높이로 검출되는 피크의 주입량(ng)

Chae GY, Kim OH, Park HJ, Jeong SW. Monitoring of pesticide residues in herbal medicines. J Environ Sci. 15(8) : 811-7, 2006.

2) Jung SJ, Lee SD, Kim SJ, Jo SA, Kim NH, Jung HJ, Kim HS, Han KY. Monitoring of sulfur dioxide residue in commercial medicinal herbs in seoul. J Food Hyg Saf. 2011 ; 26(4) : 435-47, 2010.

3) 황인숙, 이명숙, 조해진, 한선영, 최병현, 김유경, 김명희. 한약재 혼용 농산물의 유해물질 조사 연구. 서울특별시 보건환경연구논문집 35:68~73, 1999.

4) Seo CG, Huang DS, Lee JK, Ha HK, Chun JM, UM YR, Jang S, Shin HK. Concentration of heavy metals, residual pesticides and sulfur dioxide of before/after a decoction. Korean J Herbol. 24(1) : 111-9, 2009.

Table 1. The list of commercial medical herbs use in this study

Korea name	Plants scientific name	Herb name	Origin
천궁	<i>Cnidium officinale</i> MAKINO	Cnidii Rhizoma	국산
백출	<i>Atractylodes macrocephala</i> Koidzumi	Atractylodis Rhizoma Alba	국산
강활	<i>Ostericum koreanum</i> Maximowicz	Osterici Radix	국산
독활	<i>Aralia continentalis</i> Kitagawa	Araliae Continentalis Radix	국산
황정	<i>Polygonatum sibiricum</i> Redoute, <i>Polygonatum falcatum</i> A. Gray <i>Polygonatum kingianum</i> Coll. et Hemsl.	Polygonati Rhizoma	국산
진피	<i>Citrus unshiu</i> Markovich	Citri Unshii Pericarpium	국산
산사	<i>Crataegus pinnatifida</i> Bunge var. <i>typica</i> Schneider	Crataegi Fructus	국산
백지	<i>Angelica dahurica</i> Bentham et Hooker	Angelicae Dahuricae Radix	국산
택사	<i>Alisma orientale</i> Juzepczuk	Alismatis Rhizoma	국산
백봉령	<i>Poria cocos</i> Wolf	Hoelen Cum Radix	국산
황기	<i>Astragalus membranaceus</i> Bunge	Astragali Radix	국산
모과	<i>Pseudocydonia sinensis</i>	Chaenomelis Fructus	국산
상백피	<i>Morus alba</i> Linne.	Mori Cortex Radicis	국산
목단	<i>Paeonia suffruticosa</i>	Moutan Cortex Radicis	국산
우슬	<i>Achyranthes japonica</i> Nakai, <i>Achyranthes bidentata</i> Blume	Achyranthis Radix	국산
홍화씨	<i>Carthamus tinctorius</i>	Carthami Tinctorii Fructus	국산
복분자	<i>Rubus coreanus</i> Miquel	Rubi Fructus	국산
작약	<i>Paeonia lactiflora</i> Pallas	Paeoniae Radix	국산
두충	<i>Eucommia ulmoides</i> Oliver	Eucommiae Cortex	국산
음양곽	<i>Epimedium koreanum</i> Nakai	Epimedii Herba	국산
어성초	<i>Houttuynia cordata</i> Thunberg	Houttuyniae Herba	국산
익모초	<i>Leonurus sibiricus</i> Linne	Leonuri Herba	국산
삼백초	<i>Saururus chinensis</i> Baill.	Saururi Herba	국산
인진쑈	<i>Artemisia capillaris</i> Thunberg	Artemisiae Capillaris Herba	국산
구절초	<i>Chrysanthemum zawadskii</i> Herbich var. <i>latilobum</i> (Maxim.) Kitamura	Chrysanthemi Zawadskii Herba	국산
유근피	<i>Ulmus macrocarpa</i> Hance	Ulmi Cortex	국산
갈근	<i>Pueraria lobata</i> Ohwi	Puerariae Radix	국산
영지	<i>Ganoderma lucidum</i> Karsten	Ganoderma	국산
헛개나무	<i>Hovenia dulcis</i> Thunb.	Hoveniae Semen Cum Fructus	국산
감초	<i>Glycyrrhiza uralensis</i> Fischer, <i>Glycyrrhiza glabra</i> Linne	Glycyrrhizae Radix et Rhizoma	국산
오가피	<i>Acanthopanax sessiliflorum</i> Seeman	Acanthopanax Root Bark	국산
당귀	<i>Angelica gigas</i> Nakai	Angelicae Gigantis Radix	국산
맥문동	<i>Liriope platyphylla</i> Wang et Tang, <i>Ophiopogon japonicus</i> Ker-Gawler	Liriopis Tuber	국산
길경	<i>Platycodon grandiflorum</i> A. De Candolle	Platycodi Radix	국산
하수오	<i>Polygonum multiflorum</i> Thunberg	Polygoni Multiflori Radix	국산
구기자	<i>Lycium chinense</i> Miller	Lycii Fructus	국산
오미자	<i>Schisandra chinensis</i> Baillon	Schisandrae Fructus	국산
산수유	<i>Cornus officinalis</i> Siebold et Zuccarini	Corni Fructus	국산
대추	<i>Zizyphus jujuba</i> Miller var. <i>inermis</i> Rehder	Zizyphi Fructus	국산
산약 (마분말)	<i>Dioscorea batatas</i> Decaisne. <i>Dioscorea japonica</i> Thunberg	Dioscoreae Rhizoma	국산
결명자	<i>Cassia tora</i> Linne, <i>Cassia obtusifolia</i> Linne	Cassiae Semen	국산

Table 2. Pesticide Information

Acetamiprid	Difenoconazole	Hexaconazole	Pretilachlor
Acetochlor	Diflubenzuron	Hexaflumuron	Probenazole
Acibenzolar-S-m	Dimepiperate	Hexazinone	Prochloraz
Acrinathrin	Dimethametryn	Hexythiazox	Procyimidone
Alachlor	Dimethenamid	Imazalil	Prodiamine
Aldicarb	Dimethipin	Imibenconazole	Profenofos
Aldrin	Dimethoate	Imidacloprid	Prometryn
Amisulbrom	Dimethomorph	Inabenfide	Propamocarb-HCl
Amitraz	Dimethylthio-carbamates	Indanofan	Propanil
Anilazine	Dimethylvinphos	Indoxacarb	Propaquizafop-ethyl
Anilofos	Diniconazole	Iprobenfos	Propiconazole
Azinphos-m	Diphenamid	Iprodione	Propoxur
Azoxystrobin	Diphenylamine	Isazofos	Prothiofos
Bendiocarb	Disulfoton	Isafenphos	Pyraclafos
Benfluralin	Dithianon	Isoprocarb	Pyraclostrobin
Benfuracarb	Dithiopyr	Isoprothiolane	Pyrazophos
Bensulfuron-m	Dymron	Isoxaben	Pyrazoxyfen
BHC( $\alpha$ -, $\beta$ -, $\gamma$ -, $\delta$ -)	Edifenphos	Kresoxim-methyl	Pyributicarb
Bifenox	Endosulfan	Linuron	Pyridaben
Bifenthrin	Endrin	Lufenuron	Pyridalyl
Bitertanol	EPN	Malathion	Pyrifitalid
Boscalid	Ethaboxam	Mecarbam	Pyrimethanil
Bromacil	Ethalfuralin	Mepanipyrim	Pyrimidifen
Bromopropylate	Ethiofencarb	Mepronil	Pyriminobac-methyl
Buprofezin	Ethion	Metalaxyl	Pyriproxyfen
Butachlor	Ethoprophos	Metamidophos	Pyroquilon
Butafenacil	Ethoxysulfuron	Metam-sodium	Quinalphos
Cadusafos	Ethylenebis-dithiocarb	trihydrate	Quintozene(PCNB)
Captafol	amates	Metconazole	Quizalofop-ethyl
Captan	Etoxazole	Methidathion	Sethoxydim
Carbaryl	Etrimfos	Methiocarb	Simeconazole
Carbendazim	Famoxadone	Methomyl	Simetryn
(Benomyl,Thiophanate-m)	Fenamiphos	Methoxychlor	Spiromesifen
Carbofuran	Fenarimol	Methoxyfenozide	Tebuconazole
Carbophenothion	Fenazaquin	Metobromuron	Tebufenozide
Carbosulfan	Fenbuconazole	Metolachlor	Tebufenpyrad
Cafenstrole	Fenclorim	Metolcarb	Tebupirimfos
Carfentrazone-e	Fenhexamid	Metribuzin	Tecnazene
Chinomethionat	Fenitrothion	Mevinphos	Teflubenzuron
Chlomethoxyfen	Fenobucarb	Myclobutanil	Tefluthrin
Chlorfenapyr	Fenothiocarb	Napropamide	Terbufos
Chlorfenvinphos	Fenoxanil	Nitrapyrin	Terbutylazine
Chlorfluazuron	Fenoxaprop-ethyl	Norflurazon	Terbutryn
Chlorobenzilate	Fenpropathrin	Nuarimol	Terrazole
Chlorothalonil	Fenpyroximate	Ofurace	Tetradifon
Chlorpyrifos	Fensulfothion	o-Phenyl phenol	Thenylchlor
Chlorpyrifos-methyl	Fenthion	Oxadiazyl	Thiacloprid
Clethodim	Fenvalerate	Oxadiazon	Thiamethoxam
Clofentezine	Fipronil	Oxadixyl	Thiazopyr
Clomazone	Flonicamid	Oxamyl	Thidiazuron
Clothianidin	Fluazifop-butyl	Oxaziclomefone	Thifensulfuron-methyl
Cyazofamid	Flucycloxuron	Oxycarbixin	Thifluzamide
Cyflufenamid	Flucythrinate	Oxyfluorfen	Thiobencarb
Cyfluthrin	Fludioxonil	Paclobotrazole	Thiocyclam
Cyhalofop-butyl	Flufenacet	Parathion	Thiodicarb
Cyhalothrin	Flufenoxuron	Parathion-methyl	Thiomefon
Cymoxamil	Flumioxazine	Penconazole	Thiram
Cypermethrin	Fluopicolide	Pencycuron	Tolclofos-methyl
Cyproconazole	Fluoroimide	Pendimethalin	Tolyfluanid
Cyprodinil	Fluquinconazole	Pentoxazone	Tralomethrin
DDT	Flusilazole	Permethrin	Triadimefon
Deltamethrin	Fluvalinate	Phenthoate	Triadimenol
Demeton-s-methyl	Folpet	Phorate	Tri-allate
Diazinon	Forchlorfenuron	Phosalone	Triazophos
Dichlobenil	Formothion	Phosmet	Trichlorfon
Dichlofluanid	Fosthiazate	Phosphamidone	Tricyclazole
Dichlorvos	Fthalide	Phoxim	Trifloxystrobin
Diclofop-methyl	Furathiocarb	Piperonylbutoxide	Triflumizole
Dicloran	Halfenprox	Piperophos	Triflumuron
Dicofol	Heptachlor	Pirimicarb	Trifluralin
Dieldrin		Pirimiphos-ethyl	Vinclozolin
Diethofencarb		Pirimiphos-methyl	Zoxamide

Table 3. Total pre-treatment process of sample for analysis

Extraction	Chop and weigh 20g of sample into 150ml separation bottle (containing 20g of NaCl)
	Add 50ml Distilled water (Standing 2hr.)
	Add 80ml Acetonitrile
	Shaking (30min.)
	Centrifuging (4°C, 6,000rpm, 3 min.)
Concentration & Refining	Acetonitrile 10ml into the 100ml beaker. And evaporate to near dryness at 40°C with gentle air
	1) GC : Dissolve the residue with 3.5ml of 20% acetone/n-hexane 2) HPLC : Dissolve the residue with 3.5ml of 4% ethanol/methylenechloride
	Preconditioning SPE florisisil, NH <sub>2</sub> cartridges(1,000mg/6ml) with 7ml of 20% acetone/n-hexane, 4% methanol/methylenechloride
	1st. loading : Load the dissolved 3.5ml of 20% acetone/n-hexane, 4% methanol/methylenechloride
	2nd. loading : Re-dissolve the residue with 3.5ml of 20% acetone/n-hexane, 4% methanol/methylenechloride . And reloading.
	Evaporation at 40°C with N <sub>2</sub> gas
	1) GC : Dissolve in Acetone 2.5ml 2) HPLC : Dissolve in Acetonitrile 2.5ml

Table 4. GC/NPD, ECD operation condition

	GC/NPD	GC/ECD
<b>Instrument</b>	Agilent 6890N	Agilent 7890A
<b>Column</b>	HP-5MS capillary column (30m x 0.25mm, 0.25 $\mu$ m) DB-17MS capillary column (30m x 0.25mm, 0.25 $\mu$ m)	
<b>Inlet temperature</b>	250 °C	
<b>Column Flow</b>	1.0 ml/min	
<b>Injection volume</b>	1 $\mu$ l	
<b>Split ratio</b>	3:1	50:1
<b>Carrier gas</b>	N <sub>2</sub> (1.0 ml/min)	
<b>Detector</b>	Temperature : 325°C H <sub>2</sub> Flow : 3.0 ml/min Air Flow : 60 ml/min	Temperature : 300°C Make up (N <sub>2</sub> ) Flow : 60 ml/min
<b>Oven</b>	150°C(2min hold) → 15°C/min → 200°C(0min hold) → 10°C/min → 280°C(10min hold) → 300°C(2min hold)	

Table 5. HPLC operation condition

UV		FL
<b>Instrument</b>	Agilent HPLC 1200 Series	
<b>Column</b>	Phenomenex Luna C18, Packed column (250mm x 4.6mm, 5 $\mu$ m)	
<b>Injection volume</b>	1 $\mu$ l	
<b>Detector</b>	Wavelength : 254nm, 275nm	Excitation : 330nm Emission : 446nm

  

Mobile Phase	Time	Water	Acetonitrile	Flow (ml/min.)
	0	70	30	1.0
	5	70	30	1.0
	15	15	85	1.2
	22	15	85	1.2

Stop Time : 22.00min  
Post Run : 4.00min

$$\frac{ADI \times M}{MDD \times 100}$$

ADI = acceptable daily intake, published by FAO-WHO in miligrams per kilogram of bodymass  
M = body mass in kilogram(60kg)  
MDD = daily dose of the herbal drug, in kilograms

**3) 농약 분석 과정**

본 연구에 사용된 한약재의 잔류농약 분석의 전처리 과정은 <Table 3>과 같다. 정제한 용액을 가스크로마토그래프에 주입하여 나타난 크로마토그램상의 피크면적을 미리 작성된 각 표준농약의 검량선에 의해 농도를 계산하였다. GC의 분석조건은 <Table 4>와 같고, HPLC의 분석조건은 <Table 5>와 같다.

**4) 잔류 농약 위해성 평가**

잔류 농약의 위해성 평가는 식품의약품안전청에서 고시하고 있는 「생약 등의 잔류오염물질 기준 및 시험방법」에 의해 기준이 설정되어 규제되고 있고, 나머지 성분은 기준이 설정되어 있지 않은 농약이다. 이런 경우는 농약 잔류실태조사를 위한 모니터링자료가 확보되지 않거나, 대상농약이 신규물질에 해당하는 경우로서 유럽약전 및 아래 수식을 기준으로 적용하여 해당 생약(한약재)의 적부를 판정하였다.

본 연구의 분석 결과 검출된 농약에 대한 위해성 평가<sup>5)</sup> 방법 중, ADI 산출시 성인 평균체중은 「생약 중 기준 미설정 농약의 적부판정 가이드라인」(식품의약품안전청)에서 제시한 60 kg을 적용하였다. 평균 잔류량은 검출한계 이하인 시료수에 검출한계의 절반을 곱한 값을 시료의 평균 잔류량에 합한 후 전체 시료 수로 나누어 구하였으며 「생약 중 기준 미설정 농약의 적부판정 가이드라인」(식품의약품안전청) 중 생약의 일일복용량을 이용하였다.

5) 김옥희, 박성규, 하광태, 최영희, 승현정, 김시정, 이경아, 장정임, 조한빈, 최병현, 김민영. 국내 산지별 채소류의 잔류농약 실태 및 안전성 평가. 서울시보건환경연구원보 45:44~65, 2009.

### III . 결 과

#### 1. 한약재의 잔류농약 검출

한약재 41종에 대한 농약 잔류량을 조사한 결과, 10종에서 농약이 검출되었다 <Table 6>. 검출된 농약 중 Chlorpyrifos, Endosulfan, Methidathion, Tebufenpyrad, Tebuconazole만이 식품의약품안전청에서 고시하고 있는 「생약

등의 잔류·오염물질 기준 및 시험방법」에 의해 기준이 설정되어 규제되고 있고 일부는 ‘식품의 기준 및 규격’에 근거하게 되어있다. 잔류농약이 검출된 한약재 10종 중 5종(천궁, 강활, 진피, 택사, 인진숙)은 제시된 기준에 부적합하였고 이 중 천궁과 택사는 「생약 등의 잔류·오염물질 기준 및 시험방법」에 제시된 농약이 기준 이상 검출되었다.

Table 6. Correlation coefficient and concentration of pesticide residues in medicinal herbs.

Herbal drugs	Pesticides	Correlation coefficient	Concentration (mg/kg)	Limit (mg/kg)
천궁 Cnidii Rhizoma	Ethoprophos	1.0	0.6	0.02
	Pirimicarb	1.0	0.03	1.0
	<b>Chlorpyrifos</b>	0.9996	0.3	0.5
	Flusilazole	1.0	0.1	0.4
	Tebuconazole	1.0	0.6	1.5
	<b>Tebufenpyrad</b>	1.0	0.4	0.1
	<b>Endosulfan</b>	1.0	<b>4.3</b>	0.2
강활 Osterici Radix	Fenobucarb	1.0	0.08	0.4
	Ethoprophos	1.0	0.05	0.01
진피 Citri Unshii Pericarpium	<b>Fenitrothion</b>	1.0	0.04	0.5
	Chlorpyrifos	0.9982	0.03	0.2
	<b>Methidathion</b>	1.0	0.08	6.0
	EPN	1.0	<b>0.08</b>	0.07
택사 Alismatis Rhizoma	<b>Chlopyrifos</b>	0.9996	1.7	0.5
	<b>Endosulfan</b>	1.0	<b>7.2</b>	0.2
모과 Chaenomelis Fructus	<b>Chlorpyrifos</b>	0.9996	0.01	0.5
익모초 Leonuri Herba	Chlorpyrifos	0.9996	0.03	0.2
인진숙 Artemisiae Capillaris Herba	Prothiofos	0.9999	<b>5.7</b>	0.05
영지 Ganoderma	<b>Chlorpyrifos</b>	0.9996	0.01	0.05
구기자 Lycii Fructus	Tebuconazole	0.9998	0.05	10
대추 Zizyphi Fructus	Fenitrothion	0.9961	0.04	0.5
	<b>Tebuconazole</b>	0.9998	0.3	5.0
	Bifenthrin	0.9998	0.04	0.7
	Cypermethrin	0.9995	0.7	4.6
	Fenvalerate	0.9998	0.9	1.5
	<b>Difenoconazole</b>	0.9999	0.3	2.0

Bold character presented medicinal herbs criteria in only medicine use of KFDA. Bold number presented beyond the maximum residue limits.

Table 7. Recovery and LOD (limits of detection) of pesticides

Pesticide	Recovery (%)	LOD (mg/kg)	Pesticide	Recovery (%)	LOD (mg/kg)
Acetamiprid	84.8	0.001	Hexaflumuron	108.7	0.001
Acetochlor	93.5	0.0005	Hexazinone	98.0	0.005
Acibenzolar-S-m	89.4	0.001	Hexythiazox	92.4	0.0025
Acrinathrin	67.1	0.003	Imazalil	32.6	0.0005
Alachlor	94.7	0.0005	Imibenconazole	73.9	0.0005
Aldicarb	80.9	0.00025	Imidacloprid	86.0	0.001
Aldrin	93.5	0.0001	Inabenfide	89.7	0.001
Amisulbrom	51.1	0.0025	Indanofan	150.9	0.001
Amitraz	96.6	0.005	Indoxacarb	105.0	0.0025
Anilazine	89.9	0.0005	Iprobenfos	136.6	0.0005
Anilofos	149.9	0.0025	Iprodione	109.4	0.005
Azinphos-m	281.3	0.0025	Isazofos	91.0	0.01
Azoxystrobin	94.3	0.001	Isofenphos	92.9	0.0005
Bendiocarb	93.3	0.005	Isoprocarb	86.8	0.0005
Benfluralin	95.9	0.005	Isoprothiolane	109.9	0.001
Benfuracarb	82.3	0.003	Isoxaben	89.0	0.0025
Bensulfuron-m	175.9	0.002	Kresoxim-methyl	92.9	0.001
BHC( $\alpha$ -, $\beta$ -, $\gamma$ -, $\delta$ -)	95.7	0.003	Linuron	94.7	0.002
Bifenox	88.4	0.0005	Lufenuron	117.7	0.0005
Bifenthrin	90.4	0.001	Malathion	136.7	0.0005
Bitertanol	116.9	0.0025	Mecarbam	113.3	0.0025
Boscalid	88.7	0.001	Mepanipyrim	108.2	0.0005
Bromacil	88.4	0.001	Mepromil	109.4	0.005
Bromopropylate	98.4	0.0005	Metalaxyl	99.5	0.0025
Buprofezin	128.0	0.0025	Metamidophos	109.5	0.01
Butachlor	96.4	0.001	Metam-sodium	76.6	0.001
Butafenacil	76.7	0.005	trihydrate		
Cadusafos	100.2	0.0003	Metconazole	104.2	0.0025
Captafol	98.6	0.0025	Methidathion	162.0	0.0025
Captan	39.2	0.0005	Methiocarb	87.3	0.0005
Carbaryl	87.9	0.0005	Methomyl	96.7	0.0005
Carbendazim	66.4	0.0025	Methoxychlor	102.2	0.0005
(Benomyl, Thiophanate-m)			Methoxyfenozide	94.8	0.0025
Carbofuran	86.7	0.0005	Metobromuron	128.8	0.001
Carbophenothion	113.6	0.001	Metolachlor	91.4	0.001
Carbosulfan	94.8	0.005	Metolcarb	114.9	0.0001
Cafenstrole	87.2	0.005	Metribuzin	60.2	0.0003
Carfentrazone-e	97.8	0.004	Mevinphos	64.8	0.0005
Chinomethionat	89.6	0.0005	Myclobutanil	117.3	0.005
Chlomeoxyfen	85.3	0.002	Napropamide	82.8	0.0005
Chlorfenapyr	112.2	0.0003	Nitrapyrin	89.7	0.001
Chlorfenvinphos	129.2	0.001	Norflurazon	82.9	0.0005
Chlorfluazuron	134.2	0.0025	Nuarimol	96.0	0.0025
Chlorobenzilate	128.7	0.0025	Ofurace	92.3	0.0025
Chlorothalonil	52.4	0.001	o-Phenyl phenol	85.0	0.02
Chlorpyrifos	113.2	0.001	Oxadiazyl	106.7	0.0003
Chlorpyrifos-methyl	117.1	0.001	Oxadiazon	94.6	0.01
Clethodim	101.4	0.01	Oxadixyl	63.5	0.0003
Clofentezine	84.0	0.005	Oxamyl	92.8	0.0025
Clomazone	102.4	0.01	Oxaziclomefone	90.1	0.0005
Clothianidin	60.3	0.0005	Oxycarbixin	108.2	0.0003
Cyazofamid	149.1	0.025	Oxyfluorfen	91.9	0.005
Cyflufenamid	120.2	0.001	Paclobutrazole	104.6	0.0005
Cyfluthrin	69.8	0.0025	Parathion	113.7	0.0005
Cyhalofop-butyl	93.7	0.001	Parathion-methyl	97.2	0.0003
Cyhalothrin	68.0	0.001	Penconazole	98.6	0.0025
Cymoxanil	108.9	0.001	Pencycuron	91.3	0.0025
Cypermethrin	88.8	0.0025	Pendimethalin	99.0	0.001
Cyproconazole	79.1	0.0025	Pentoxazone	112.5	0.0005
Cyprodinil	101.4	0.005	Permethrin	123.4	0.001
DDT	92.6	0.0005	Phenthoate	106.4	0.001
Deltamethrin	60.6	0.005	Phorate	141.9	0.001
Demeton-s-methyl	107.5	0.005	Phosalone	83.5	0.001
Diazinon	101.8	0.0005	Phosmet	78.5	0.005
Dichlobenil	94.3	0.05	Phosphamidone	88.9	0.001
Dichlofluanid	69.2	0.005	Phoxim	87.6	0.001
Dichlorvos	90.4	0.001	Piperonylbutoxide	92.6	0.01
Diclofop-methyl	102.2	0.001	Piperophos	120.4	0.005
Dicloran	95.8	0.0001	Pirimicarb	94.2	0.0005
Dicofol	95.8	0.0001	Pirimiphos-ethyl	81.0	0.0001



Dieldrin	105.3	0.0003			
Diethofencarb	100.5	0.0001	Pirimiphos-methyl	99.8	0.0005
Difenoconazole	89.8	0.001	Pretilachlor	93.2	0.0005
Diflubenzuron	87.1	0.0005	Probenazole	140.7	0.0025
Dimepiperate	75.0	0.001	Prochloraz	84.2	0.0003
Dimethametryn	126.7	0.005	Procymidone	113.1	0.0003
Dimethenamid	98.9	0.1	Prodiamine	90.2	0.002
Dimethipin	109.8	0.001	Profenofos	137.3	0.0025
Dimethoate	90.3	0.002	Prometryn	53.1	0.0025
Dimethomorph	96.2	0.0025	Propamocarb-HCl	112.8	0.01
Dimethyldithio	36.0	0.05	Propanil	93.1	0.001
-carbamates			Propaquizafop-ethyl	94.5	0.005
Dimethylvinphos	102.6	0.001	Propiconazole	106.0	0.001
Diniconazole	100.3	0.005	Propoxur	92.4	0.00025
Diphenamid	91.5	0.0025	Prothiofos	100.1	0.005
Diphenylamine	103.7	0.001	Pyraclufos	231.1	0.001
Disulfoton	163.3	0.0025	Pyraclostrobin	84.6	0.0025
Dithianon	90.4	0.0001	Pyrazophos	175.7	0.001
Dithiopyr	66.0	0.005	Pyrazoxyfen	83.5	0.0025
Dymron	229.4	0.0025	Pyributicarb	103.9	0.0025
Edifenphos	108.6	0.001	Pyridaben	109.6	0.0005
Endosulfan	100.9	0.0003	Pyridalyl	86.3	0.0003
Endrin	120.4	0.001	Pyrifthalid	87.9	0.01
EPN	95.1	0.005	Pyrimethanil	91.7	0.001
Ethaboxam	91.0	0.0001	Pyrimidifen	107.1	0.001
Ethalfuralin	94.1	0.0003	Pyriminobac-methyl	111.8	0.0025
Ethiofencarb	98.0	0.0025	Pyriproxyfen	123.6	0.0025
Ethion	115.8	0.0005	Pyroquilon	89.0	0.0005
Ethoprophos	135.5	0.005	Quinalphos	90.2	0.01
Ethoxysulfuron	97.0	0.005	Quintozene(PCNB)	89.3	0.0001
Ethylenebis	91.3	0.0025	Quizalofop-ethyl	90.5	0.004
-dithiocarbamates			Sethoxydim	92.1	0.003
Etoazole	89.3	0.0025	Simeconazole	79.7	0.0025
Etrimfos	113.9	0.005	Simetryn	95.9	0.0005
Famoxadone	89.3	0.004	Spiromesifen	87.1	0.0025
Fenamiphos	145.4	0.0025	Tebuconazole	95.2	0.0025
Fenarimol	92.2	0.0001	Tebufenozide	109.6	0.0025
Fenazaquin	108.7	0.005	Tebufenpyrad	95.9	0.0025
Fenbuconazole	69.0	0.001	Tebupirimfos	104.5	0.0005
Fenclorim	100.9	0.1	Tecnazene	86.9	0.001
Fenhexamid	108.0	0.0025	Teflubenzuron	78.2	0.001
Fenitrothion	122.6	0.0005	Tefluthrin	102.1	0.0001
Fenobucarb	92.6	0.0003	Terbufos	94.8	0.0005
Fenothiocarb	94.7	0.005	Terbutylazine	98.7	0.0005
Fenoxanil	91.5	0.001	Terbutryn	91.2	0.0005
Fenoxaprop-ethyl	94.1	0.002	Terrazole	75.1	0.0003
Fenpropathrin	116.3	0.0025	Tetradifon	105.1	0.0001
Fenpyroximate	90.6	0.001	Thenylchlor	102.3	0.005
Fensulfothion	98.3	0.005	Thiacloprid	92.2	0.0005
Fenthion	92.6	0.0003	Thiamethoxam	63.3	0.01
Fenvalerate	104.9	0.0005	Thiazopyr	104.1	0.0025
Fipronil	81.6	0.0025	Thidiazuron	75.6	0.002
Flonicamid	44.6	0.0025	Thifensulfuron-methyl	72.5	0.002
Fluazifop-butyl	105.2	0.001	Thifluzamide	106.0	0.0005
Flucycloxuron	92.9	0.005	Thiobencarb	94.1	0.0025
Flucythrinate	107.1	0.005	Thiocyclam	86.7	0.0005
Fludioxonil	163.0	0.0025	Thiodicarb	26.2	0.001
Flufenacet	109.3	0.005	Thiomefon	121.0	0.005
Flufenoxuron	88.1	0.001	Thiram	78.0	0.001
Flumioxazine	122.3	0.005	Tolclofos-methyl	108.6	0.001
Fluopicolide	115.1	0.005	Tolyfluanid	81.8	0.0025
Fluoroimide	97.5	0.0025	Tralomethrin	70.9	0.0025
Fluquinconazole	88.7	0.002	Triadimefon	91.6	0.0003
Flusilazole	156.8	0.0025	Triadimenol	124.4	0.0003
Fluvalinate	88.6	0.0025	Tri-allate	91.0	0.001
Folpet	86.7	0.002	Triazophos	176.3	0.0025
Forchlorfenuron	130.0	0.01	Trichlorfon	39.6	0.01
Formothion	65.6	0.0005	Tricyclazole	70.6	0.0025
Fosthiazate	109.2	0.01	Trifloxystrobin	100.0	0.0005
Fthalide	204.8	0.0025	Triflumizole	96.3	0.0025
Furathiocarb	84.6	0.0003	Triflururon	130.8	0.001
Halfenprox	179.4	0.005	Trifluralin	100.5	0.0001
Heptachlor	104.7	0.0001	Vinclazolin	96.1	0.0001
Hexaconazole	83.6	0.0025	Zoxamide	266.1	0.01

## 2. 회수율 및 검출한계(LOD)

잔류농약 분석법에 대한 회수율을 측정은 GC/ECD, GC/NPD, HPLC에서 측정하여 구하였으며, 검출한계를 <Table 7>에 나타내었다.

## 3. 한약재의 잔류농약 위해성 평가

각 한약재에서 검출된 농약을 살펴보면 천궁의 경우 Endosulfan 등 다양한 성분이 검출되었는데, 그 중 천궁에서는 Tebufenpyrad, Chlorpyrifos, Endosulfan 만이 식품의약품안전청에서 고시하고 있는 「생약 등의 잔류오염물질 기준 및 시험방법(이하 ‘생약 등 기준’)」에 의해 기준이 설정되어 있다. 나머지 Ethoprophos, Pirimicarb, Flusilazole, Tebuconazole 검출성분들은 생약 등의 기준 미설정 잔류농약 적부판정 가이드라인에 따라 기준을 적용하여 검출되었다. 그러나 농산물로 식품공전 적용시 가공계수 산출이 어렵거나 농산물과 한약재의 기준이 달라 기준적용이 어려웠다. 천궁은 Endosulfan이 기준치를 초과하였다. 대추의 경우에도 Fenitrothion, Tebuconazole, Bifenthrin, Cypermethrin, Fenvalerate, Difenconazole 6종의 농약이 검출되었다. Tebuconazole과 Difenconazole을 제외한 나머지 농약은 식품의약품안전청에서 고시하고 있는 ‘생약 등 기준’에 의해 기준이 설정되어 규제되고 있지 않다. 진피의 경우는 Chlorpyrifos, Methidathion, Fenitrothion, EPN 농약이 검출되었다. 이 중 Fenitrothion과 Methidathion 농약 성분이 ‘생약 등 기준’에 제시된 것으로 실험결과 허용치 범위 안에 있으나 EPN은 기준을 초과하였다. 택사의 경우 Chlorpyrifos, Endosulfan의 2종이 검출되었는데 모두 ‘생약 등 기준’에서 제시된 농약이며 이중 Endosulfan은 기준치를 초과하였다. 인진쑥은 ‘생약 등 기준’에 제시되지 않은 prothiofos 농약 성분이 기준을 초과하였다.

강황에서도 Fenobucarb, Ethoprophos의 농약 성분은 ‘생약 등 기준’에 제시되지 않은 것이며 이 중 Ethoprophos가 기준을 초과하였다. 농약 성분이 3개 이상 검출된 천궁, 진피, 대추의 경우

향후 대표성을 가질 수 있는 다수의 시료를 확보하여 체계적인 위해 평가가 요구되고 있다.

또한 검출된 농약별로 살펴보면 다음과 같다. ‘생약 등 기준’에 제시되었으며 천궁과 택사에서 검출된 Endosulfan은 1950년대 독일에서 개발된 유기염소계 살충제로서 Thiodan·Cyclodan·Malix·Thiolix 등 여러 상품명으로 알려져 있으나 한국에서는 엔도설판이라는 품목명으로 등록되어 있다. 일반적으로 엔도설판은 입체이성질체인  $\alpha$ -endosulfan과  $\beta$ -endosulfan이 각각 64~67%, 29~32%의 비율로 혼합된 약제를 말한다. ADI는 0.0006 mg/kg b.w./day이다. 살충효과는 1956년에 처음으로 인정되어 비침투 이행성의 소화 중독성 살충제로서 담배의 땅강아지, 거세미나방, 뽕나무의 애바구미 방제용 토양살충제로 사용되며 목재의 보존처리제로서도 이용되었다. 배추의 벼룩일벌레를 구제하기 위해 사용되기도 하였지만, 현재는 국내에서 식용작물에 사용할 수 없다. ‘생약 등 기준’에 제시되지 않았고 인진쑥에서 검출된 Prothiofos는 organophosphate계 살충제로 주로 사과, 배, 감귤류의 나방의 방제에 사용된다. ADI는 0.0015 mg/kg b.w./day(일본)<sup>6)</sup>로 인진쑥은 상대적으로 다량의 농약을 함유하고 있어 부적합 판정이 이루어졌다. ‘생약 등 기준’에 제시되며 천궁 택사 모과 익모초 영지에서 검출된 Chlorpyrifos는 환경부가 내분비 교란 추정물질로 분류하고 있는 물질로서 콜린 에스터라제 저해 작용을 보이는 대표적인 유기인계 농약이다. 거의 모든 식물에 대하여 약해가 없고 매우 광범위한 약효를 나타내기 때문에 자주 사용되며, 집안이나 가축우리 등의 해충을 박멸하기 위해서도 자주 사용된다<sup>7)</sup>. Chlorpyrifos는 국내에서 더스반, 그로포, 명사수, 충모리 등의 상표로 판매되고 있으며, 지난 2002년 수입농약의 4%인 19만 1천kg이 수입돼 쓰였다. 보통 독성으로 분류돼 있

6) 조해전외. 한약재중 잔류농약분석. Kor. J. Pharmacogn. 32(3): 200~211, 2001.

7) 정호영, 김장익, 김정환, 이영득, 임치환, 허장현. 최신 농약학. 시그마프레스. p144, 2000.

으며, 주로 과일의 나방 방제에 쓰인다. Chlorpyrifos는 눈과 살갓을 매우 자극하며, 노출 때 두통, 현기증, 구토, 설사, 발한 등의 증상을 일으키고, 중독되면 기관지 경련과 근육경련, 호흡, 중추신경, 정신 장애도 유발하는 것으로 알려졌다. 이에 따라 미국 환경청 (EPA)은 2000년 더스반이라는 상표로 쓰이던 이 원예용 살충제를 가정에서 쓰지 못하도록 사용을 금지했다<sup>8)</sup>. ‘생약 등 기준’에 제시되며 천궁에서 검출된 **Tebufenpyrad**는 pyrazole 계통의 살충제로, 지난 1987년에 발견되어 1993년까지 프랑스, 벨기에, 스위스, 일본에서 이용됐다. Tebufenpyrad는 대표적인 미토콘드리아 전자전달 저해(mitochondrial electron transport inhibitor, METI) 살비제(살충억제)로, 전자전달입자의 subunit에 결합함으로써 미토콘드리아 호흡경로의 복합체I(NADH)을 저해함으로써 살충효과를 나타낸다. ADI는 0.01 mg/kg b.w./day (한국, EU)이다. ‘생약 등 기준’에 제시되며 진피에서 검출된 **Methidathion**은 organophosphate계 살충제로써 국내에서는 1974년에 고독성농약으로 등록되었으며 감귤의 루비깍지벌레·굴굴나방·사과 잎말이나방의 방제에 사용된다. ADI는 0.001 mg/kg b.w./day이다. ‘생약 등 기준’에 대추는 제시되었지만 구기자에서는 제시되지 않은 Tebuconazole이 검출되었는데 주로 고추와 사과에서 발병하는 갈색무늬병, 탄저병, 흰가루병 등의 방제에 사용되는 triazole계열의 살균제로서 균사의 ergosterol biosynthesis를 저해하는 작용을 한다. ADI는 0.03 mg/kg b.w./day이다<sup>9)</sup>.

‘생약 등 기준’에 제시되지 않고 대추에서 검출된 **Bifenthrin**은 알코올과 cyclopropanecarboxyl산의 에스테르 결합물로, R과 S의 이성질체 형태가 함께 존재한다. ADI는 0.01 mg/kg b.w./day이다. Bifenthrin은 4세대 합성 피레스로이드(synthetic pyrethroid, SP)계 화합물에 속하며, 빛에 대한 안정성이 크고 다양한 종류의 해충에 대하여 살충효과를 보이기 때문에 과수, 원예 등

의 농업 분야와 가정용 살충제로 널리 사용된다<sup>10)</sup>. ‘생약 등 기준’에 제시되었고 대추에서 검출된 **Difenoconazole**은 당근에 발병된 검은 잎마름병방제를 위해 스위스의 Ciba-Geigy회사에 의해 처음개발 보고되었으며 우리나라에는 1992년에 푸르젠이라는 상표명으로 등록되어 사용되고 있다. Triazole계 살균제인 difenoconazole은 균사의 침입과 생장을 억제하는데 우수한 특성을 보이며, 이미 발병된 경우에 치료효과가 크고, 생산량을 높이는 것으로 알려져 있다. 2005년 농산물 안정성 조사 실적에서 부적합 검출 성분내역에 의하면 살균제31개성분 중 8위를 차지하는 주요 잔류화학물질에 해당한다<sup>11)</sup>. 그 밖에 ‘생약 등 기준’에 제시되지 않고 대추에서 검출된 **Cypermethrin**은 대표적인 pyrethroid계 살충제로서 1975년 M. Elliott 등이 처음 보고하였다. 해충에 대하여 매우 광범위한 약효를 나타내며 특히 집파리, 모기, 바퀴벌레 등의 박멸에도 자주 사용된다. 피부접촉이나 섭취를 통해 독성을 나타내는 물질로서 피부를 통해 고용량으로 노출될 경우 저림, 따끔거림, 소양증, 작열감, 신부전, 발작 등의 증상을 나타내고 사망에 이르기도 하며, Cypermethrin과 같은 pyrethroid계 농약은 중추신경계에 유해영향을 나타낸다. 고용량을 섭취한 경우에는 오심, 지속적인 구토, 복통, 설사, 의식불명, 혼수상태를 일으키고, 피부나 안구에 접촉되면 피부 알러지 반응을 일으킨다. ADI(Average Daily Intake)는 0.02 mg/kg b.w.day이다<sup>12)</sup>. EPA는 Cypermethrin을 인체 발암잠재물질(possible human carcinogen)로 분류한다. ‘생약 등 기준’에 제시되지 않고 대추에서 검출된 **Fenvalerate**는 합성pyrethroid계 살충제로 접촉 및 소화중독에 의한 강력한 살충효과를 가지고 있으며 Flusilazole은 triazole계 살균제로 ADI는 0.007 mg/kg b.w./day(한국, CODEX), 0.002 mg/kg b.w./day(일본, 호주)이다<sup>13)</sup>. ‘생약 등 기준’에 제

8) 농림부. 농식품 위해 정보 매뉴얼. pp192-193, 2005.

9) 농림부. 농식품 위해 정보 매뉴얼. 2005.

10) 농림부. 농식품 위해 정보 매뉴얼. 2005.

11) 농림부. 농식품 위해 정보 매뉴얼. 2005.

12) 농림부. 농식품 위해 정보 매뉴얼. pp197-198, 2005.

13) 농림부. 농식품 위해 정보 매뉴얼. 2005.

시되지 않았으며 천궁과 강활에서 검출된 **Ethoprophos**는 Mocap, Prophos라는 이름으로 개발된 유기인계 살충제로서 한국에서는 '에토프'라는 품목명으로 고시되어 있다. ADI는 0.0004 mg/kg b.w./day로서 비침투성이며 비훈증성 선충방제제로서 또는 토양살충제로서의 효과를 보이며 한국에서는 벼의 심고선충·흰등밀구·벼멸구 방제약제로 쓰이고 있다<sup>14)</sup>. '생약 등 기준'에 최근에 제시되었고, 본 실험에서 진피에서 검출된 **Fenitrothion**은 유기인계의 살충제로 과수원이나 야채, 벼, 목초에도 사용한다. 만성독성으로는 사람에게 두통, 구토, 식욕저하, 피로감, 탈력감, 기억력과 집중력의 저하, 경련 등의 증상을 나타낸다. 미국은 흰개미, 바퀴벌레 구제용으로만 허가되었고, 농작물 사용은 금지하고 있다<sup>15)</sup>. '생약 등 기준'에 제시되지 않고 천궁에서 검출된 **Pirimicarb**는 1977년부터 우리나라에서 사용되는 저독성의 carbamate계 살충제로 곤충 신경계에서 cholinesterase의 활성을 저해시켜 중독증상을 일으키며 주로 과수·채소·화훼·담배의 진딧물 방제 등에 사용된다<sup>16)</sup>.

### III. 고 찰

친환경 농법에 의한 농작물이 재배되기도 하지만 현실적으로 농약을 살포하지 않으면 작물 생산은 거의 불가능하다. 농약은 병균이나 해충을 방제하는 유기합성화학물이기 때문에 화학적 혹은 환경적 특성에 따라 환경 중 잔류될 수 있고<sup>17)</sup> 사람이나 동물에 과다하게 노출되거나 농약이 잔류한 농작물을 섭취하면 인체에 유해할 수 있다<sup>18)</sup>. 또한 토양에 함유되어 있는 카드뮴,

납, 수은 등 중금속은 오염된 한약재를 생산할 수밖에 없다. 그러므로 작물의 생산에 있어서 보다 체계적인 관리를 요구된다.

작물에 살포된 농약은 대부분 시간이 지남에 따라 대기 중으로 확산되거나 강우에 의해 유실되며, 미생물 분해, 광분해 및 가수분해 등을 거치고 수세, 가열 등의 가공과정을 거치면서 잔류량이 감소한다<sup>19)</sup>. 하지만 소비자들은 잔류량이 잔류허용기준(maximum residue limit, MRL)을 초과 하였는지의 여부에 상관없이 농산물에서 농약이 검출되었다는 사실만으로 안전을 위협한다고 불안해하고 있는 실정이다<sup>20)</sup>.

한약재의 잔류농약, 이산화황 등의 기준 및 시험방법은 식약청고시 「생약 등의 잔류·오염물질 기준 및 시험방법」에 고시되어 있으며, 제정된 고시를 통해 관리가 이뤄지고 있다<sup>21)</sup>. 하지만 현재 잔류농약은 두 가지 측면으로 규제되고 있으며, 일차적으로 사용면에서의 규제 「농약의 안전사용기준(농촌진흥청 고시 2010-26)」이 있고, 또 다른 하나는 보건위생 및 환경보전 측면에서의 규제 「농약잔류허용기준(식품공전)」이 설정되어 있다. 국산 한약재의 경우 생산단계(수집 재배단계)에서는 농산물로 취급되어 농림수산식품부에서, 규격품 한약재가 된 이후 유통단계에서는 의약품으로 취급되어 「보건복지가족부」에서 관리하는 이원적 관리체계를 갖고 있어 관리와 규제의 일원화 필요성이 있다.

농산물의 경우 식품공전에 424종 농약에 대한 기준 및 시험방법이 수록되어 있는 반면 한약재의 경우 「생약 등의 잔류·오염물질 기준 및 시험방법(식품의약품안전청 고시 제 2010-75호)」

14) 농림부. 농식품 위해 정보 매뉴얼. 2005.

15) 농림부. 농식품 위해 정보 매뉴얼. pp198-199, 2005.

16) 정호영, 김장역, 김정환 이영득, 임치환, 허장현. 최신 농약학. 시그마프레스, p144, 2000.

17) 김성우, 이은미, Yang Lin, 박희원, 이혜리, 류명주, 나예림, 노재역, 금영수, 송혁환, 김정환. 포도의 재배 기간 중 살충제 bifenthrin의 생산단계 농약잔류허용 기준의 설정. 농약과학회지, 13(4):241-248, 2009.

18) Jeyaratnam, J. Acute pesticide poisoning : A major global health problem. World health statistics quarterly 43(3): 139-144, 1990.

19) 박종우, 주리아, 김장역. 배추김치의 담금 및 숙성과정중 유기인계 농약의 제거. 한국식품위생안전성학회지 17(2):87-93, 2002.

20) 서울시보건환경연구원. 채소류의 잔류농약 안전실태 조사. pp.1-6, 2006.

21) Korea Food & Drug Administration : KFDA's Notification No. 2011-42: 3-5, 24-93, 94-106, 2011.

에 58종 농약에 대한 시험방법이 수록되어 있고, 기준으로는 개별 기준이 설정되어 있는 한약재 43품목과 농산물의 농약잔류허용기준을 따르도록 설정되어 있는 한약재 29품목, 그리고 그 이외의 기타 생약 및 생약 추출물은 유기염소계 5종(DDT, BHC, Aldrin, Endrin, Dieldrin)에 대한 기준이 설정되어 있다. 또한 기준 미설정 농약이 검출되었을 경우는 유럽 약전(European Pharmacopoeia)을 따르거나 해당농약의 일일섭취량(ADI, Acceptable Daily Intake)과 해당생약의 일일 복용량(MDD, daily dose of the drug)을 고려하여 적부판정을 내리도록 되어 있다.

수입 한약재의 경우는 「수입의약품등 관리 규정(식품의약품안전청 고시 제 2010-20호)」에 의해 1998년부터 잔류농약 오염 가능성이 큰 수입 한약재에 대한 규제를 시행하고 있어 국내 유통 전 품질관리가 이루어지고 있으나, 국산 한약재의 경우는 대표적인 소면적 작물로서 농약의 안전사용기준이 마련되어 있지 않아 농약잔류허용기준이 설정되어 있지 않은 농약이 검출되고 있다<sup>22)</sup>.

한약재 수입검사에 있어서 동일한 한약재를 가지고 식품공전법에 의한 식품용과 약사법에 의한 약품용으로 구분되어 수입되고 검사에서도 식용 한약재 수입의 규정과 약용 한약재 수입 규정이 따로 규정되어 있어서 문제가 되고 있다. 식·약용 공용 한약재는 117개 품목이며(식품의약품안전청, 2009. 12. 20) 식·약용 공용 한약재의 품질 검사 기준이 한약재와 통일되지 않으면 한약재 품질관리 안전성은 보장되지 않는다. 식용 한약재를 수입할 경우 관능검사는 한국중과 비슷하면 별문제가 없고, 이산화황(SO<sub>2</sub>) 30 mg/kg 이하로 규정되어 한약재와 동일하고 일부품목은 잔류농약 기준이 한약재의 기준과 같아서 농약만 검출되지 않으면 식품용으로 수입이 별 문제없이 통관한다. 그러나 이렇게 통관되는 동일한 식·약 공용 한약재 품목을 한약재로 수입할 경우는 관능검사

는 물론이고 정밀검사로 성상, 확인실험, 순도시험, 건조감량, 산불용성회분, 회분, 엑스정량, 정량 등의 검사기준에 합격한 후에 다시 위해물 검사를 한다<sup>23)</sup>.

현재 잔류농약은 40여종의 한약재에 대해 6 ~ 17종류 정도의 잔류농약에 대해서만 기준이 제시되어 있고, 30여종의 한약재는 식품의 기준 및 규격 중 농산물의 농약 잔류허용기준에 따르고 있다<sup>24)</sup>. FAO/WHO에서는 인체에 치명적인 영향을 줄 수 있어 아황산염류 경우 1일 섭취허용량을 이산화황으로써 0.7 mg/kg 이하로 제한하고 있으며, 미국은 10 mg/kg 이상 함유된 식품의 경우는 잔류량을 표시하도록 의무화하고 있다<sup>25)</sup>. 또한, 식약청 고시에 의하면 모든 식물성 생약에 대하여 납은 5 mg/kg, 카드뮴은 0.3 mg/kg, 비소는 3 mg/kg, 수은은 0.2 mg/kg 이하로 잔류허용기준이 설정되어 있고, 세부적으로 약재별 중금속 기준은 아직 설정되어 있지 않은 상황이다<sup>26)</sup>.

식약청은 「생약 등의 잔류오염물질 기준 및 시험방법」에 잔류농약의 기준 및 시험방법을 고시하고 있는데 갈근 등 43종의 한약재에 대해 개별기준을 제시하고 있고, 광물 및 동물성 생약을 제외한 기타생약 및 추출물에 대하여는 총 DDT 등 5항목이 설정되어 있으며, 구기자 인삼 등 31종에 대해서는 「식품의 기준 및 규격 중 농산물의 농약 잔류허용기준」을 따르도록 하고 있다(대한약전외한약(생약)규격집). 1996년부터 전 농산물에 대하여 203종의 잔류농약 허용기준을 설정하여 시행하였으며 현재 415종이 시행되고 있으나(식품의약품안전청 고시 제2011-42호), 일부는 한약재의 기준을 따르는 등 식품과 의약품의 가이드라인이 통일되어 있지 않다.

22) 이향희, 서정미, 오무술, 강인숙, 박종진, 서계원, 하동룡, 김은선. 광주지역 유통 한약재의 유해물질 잔류 실태조사. 한국식품위생안전성학회지 25(2):83~90, 2010.

23) 정현철. 한약재 품질관리 정책에 관한 연구. 조선대학교 박사학위논문. 2010.

24) 식품의약품안전청. 대한약전외한약(생약)규격집, 2007.

25) 김충모, 송병준, 나환식. 생약재에 함유된 이산화황 함유량 조사. 한국식품영양과학회지 29(3):375-379, 2000.

26) 식품의약품안전청. 식품의약품안전청고시 제2009-35호, 2009.

또한 식약청은 2012년 「생약 등의 잔류오염 물질 기준 및 시험방법」의 일부개정고시(식품의약품안전청 공고 제2012-110 호)를 공지하였는데, 국내 유통 중인 진피·청피에 안전관리가 필요한 잔류농약 종류와 검출 기준이 추가되었다. 현재도 지속적으로 한약재에 대한 농약 검출을 필요에 따라 개정하고 있지만 식품과 한약재의 통일된 가이드라인과 개별 약재의 농약 항목에 대한 세부적 연구가 필요하다.

#### IV. 결 론

대전지역에서 유통, 판매되는 41종의 식품급 한약재를 대상으로 유기염소계, 유기인계 및 카바메이트계 농약 283성분에 대한 잔류량을 GC와 HPLC를 사용하여 분석하였다.

1. 한약재 41건 중 10건에서 농약이 검출되어 24.39%의 검출율을 보였다.

2. 농약이 검출된 한약재 10종 중 5종(천궁, 강활, 진피, 택사, 인진숙)은 부적합에 해당하며 그 중 천궁과 택사는 식품의약품안전청에서 고시하고 있는 「생약(한약재)등의 잔류오염 물질 기준 및 시험방법」에 부적합한 경우였다.

3. 검출된 농약 중 Chlorpyrifos, Endosulfan, Tebufenpyrad, Methidathion, Tebuconazole이 식품의약품안전청에서 고시하고 있는 ‘생약(한약재)등의 잔류오염 물질 기준 및 시험방법’에 의해 기준이 설정되어 규제되고 있고, 나머지는 성분은 기준이 설정되어 있지 않은 농약이다.

#### V. 감사의 글

이 논문은 2012년도 지식경제부의 재원으로 지역연구육성사업의 지원을 받아 수행된 연구임 (과제번호 R0001989).

#### 참고 문헌

1. Lee SH, Kim HS, Kim YM, Kim WS, Won YJ, Chae GY, Kim OH, Park HJ, Jeong SW. Monitoring of pesticide residues in herbal medicines. *J Environ Sci.*, 15(8): 811-7, 2006.
2. Jung SJ, Lee SD, Kim SJ, Jo SA, Kim NH, Jung HJ, Kim HS, Han KY. Monitoring of sulfur dioxide residue in commercial medicinal herbs in seoul. *J Food Hyg Saf.*, 26(4):435-47, 2011.
3. 황인숙, 이명숙, 조해진, 한선영, 최병현, 김유경, 김명희. 한약재 혼용 농산물의 유해물질 조사 연구. 서울특별시 보건환경연구논문집 35:68~73, 1999.
4. Seo CG, Huang DS, Lee JK, Ha HK, Chun JM, UM YR, Jang S, Shin HK. Concentration of heavy metals, residual pesticides and sulfur dioxide of before /after a decoction. *Korean J Herbol.*, 24(1):111-9, 2009.
5. 김옥희, 박성규, 하광태, 최영희, 승현정, 김시정, 이경아, 장정임, 조한빈, 최병현, 김민영. 국내 산지별 채소류의 잔류농약 실태 및 안전성 평가. *서울시보건환경연구원보*, 45: 44~65, 2009.
6. 조해진외. 한약재중 잔류농약분석. *Kor. J. Pharmacogn.*, 32(3): 200~211, 2001.
7. 정호영, 김장익, 김정환 이영득, 임치환, 허장현. 최신 농약학. 시그마프레스, p.144, 2000.
8. 농림부. 농식품 위해 정보 매뉴얼. pp.192-193, 2005.
9. 김성우, 이은미, Yang Lin, 박희원, 이해리, 류명주, 나예림, 노재익, 금영수, 송혁환, 김정한. 포도의 재배기간 중 살충제 bifenthrin의 생산단계 농약잔류허용기준의 설정. *농약과학회지*, 13(4):241-248, 2009.

10. Jeyaratnam, J. Acute pesticide poisoning :  
A major global health problem. World  
health statistics quarterly, 43(3):139-144,  
1990.
11. 박종우, 주리아, 김장억. 배추김치의 담금 및  
숙성과정중 유기인계 농약의 제거. 한국식품  
위생안전성학회지, 17(2):87-93, 2002.
12. 서울시보건환경연구원. 채소류의 잔류농약  
안전실태 조사. pp.1-6, 2006.
13. Korea Food & Drug Administration :  
KFDA's Notification No. 2011-42.  
pp.3-5, 24-93, 94-106, 2011.
14. 이향희, 서정미, 오무술, 강인숙, 박종진,  
서계원, 하동룡, 김은선. 광주지역 유통 한  
약재의 유해물질 잔류실태조사. 한국식품  
위생안전성학회지, 25(2):83-90, 2010.
15. 정현철. 한약재 품질관리 정책에 관한 연  
구. 조선대학교 박사학위논문, 2010.
16. 식품의약품안전청. 대한약전의한약(생약)  
규격집. 2007.
17. 김충모, 송병준, 나환식. 생약재에 함유된  
이산화황 함유량 조사. 한국식품영양과학  
회지, 29(3):375-379, 2000.
18. 식품의약품안전청. 식품의약품안전청고시.  
제2009-35호, 2009.