



## 건조 식품원료 약용식물의 잔류농약 모니터링

유인실\* · 박성규 · 최영희 · 송현정 · 정희정 · 한성희 · 이영주 · 김윤희 · 김경식 · 한기영 · 채영주

서울시보건환경연구원 강북농수산물검사소

## Monitoring of Pesticide Residues in Dried Medicinal Plants used for Food Materials

In-sil Yu\*, Sung-kyu Park, Young-hee Choi, Hyun-jung Seoung, Hee-jung Jung, Sung-hee Han, Young-ju Lee, Yun-hee Kim, Kyung-sig Kim, Ki-young Han, and Young-zoo Chae

Kangbuk Agro-Fishery Products Inspection Center,

Seoul Metropolitan Government Research Institute of Public Health and Environment

(Received April 17, 2012/Revised June 10, 2012/Accepted July 13, 2012)

**ABSTRACT** - This study was performed to investigate the pesticide residue of commercial medicinal plants used for food materials in the Seoul area. Multi class pesticide multiresidue methods in Korea Food Code was used to analyze 100 pesticides. Analyzed samples were 261 cases(domestic 201, imported 60), detection rate was 19.2%(domestic 20.9%, imports 13.3%). 17 pesticides were detected in fruit(chinese matrimony vine, jujube, rubus coreanus, japanese cornelian cherry, schizandra, tangerine peel), and root(cnidium, licorice, astragalus). Pesticide over Maximum Residue Limits were detected in jujube, cnidium. Frequently detected pesticides were cypermethrin, chlorpyrifos, cyhalothrin, fenvalerate, bifenthrin. More than 50% of the sample were detected two or more pesticides at the same time. Because of the variety and increase of pesticide detection in medicinal roots and fruits, continued monitoring and safety management is required.

**Key words** : pesticide residue, medicinal plants, food materials

질병치료의 목적으로 한약재로 사용되어온 약용식물은 최근 기호성과 특정성분의 효능에 의한 건강증진 및 예방 등의 목적으로 건강기능식품, 기호음료, 한방차, 한방주, 천연감미료, 약선요리 등의 식품원료로 광범위하게 이용되고 있다<sup>1-2)</sup>. 우리나라에서 한약재로 허용되어 있는 약용식물은 439품목이며<sup>3,4)</sup>, 이중 식품의 주원료 및 부원료로도 사용이 가능한 약용식물(이하 식약공용식물)은 식품공전에 189품목이 수재되어 있다<sup>5)</sup>. 이들 약용식물은 식용과 약용의 구분이 불명확하여 식품으로 수입되어 한약재로 둔갑 판매되기도 하며, 국내에서 생산될 경우 생산단계(수집, 재배단계)에서는 농산물로 취급되어 농림부에서 농산물품질관리법으로 관리하고 있다. 그러나 한약재로 규격화한 이후의 유통단계에서는 규격품의 형태로 약사법에 따라 관리되고, 식품원료일 경우 복잡한 유통단계를 거쳐

대형마트, 전통시장 등에서 건조 농임산물 형태로 소분 판매되며, 식품위생법으로 관리되는 이원적 관리체계를 가지고 있다<sup>6,7)</sup>.

농산물의 생산량 증대, 품질 향상 등을 위하여 사용되는 국내 등록, 고시된 농약은 적용 대상 농산물과 사용법이 농약사용지침<sup>20)</sup>에 수재되어 있는데 약용작물은 일부 작물을 제외하고 이러한 사용지침이 마련되어 있지 않아 대부분 유사 작물에 준하여 농약을 사용하고 있는 실정이다. 또한 식약공용식물의 농약잔류허용기준 및 시험방법은 식품원료임에도 특성상 “생약 등의 잔류·오염물질 기준 및 시험방법”을 따르도록 규정<sup>5)</sup>하고 있는데 상기 고시에는 한약재 55품목(이중 29품목은 식품공전의 ‘식품의 농약 잔류허용기준’ 적용)만 농약개별기준이 설정되어 있고, 나머지 식물성 한약재는 우리나라에서 생산 및 사용이 금지된 DDT 등 유기염소계 5종 농약의 기준이 설정되어 있어 현실적으로 안전관리의 문제점을 안고 있다. 시험법도 많은 시간과 노력을 요하는 방법을 사용토록 규정하고 있어 다수 시료를 빠른 시간에 처리하기가 곤란하다. 또한 기준이 설정되어 있지 않은 농약의 잔류허용기준 및 시험법은

\*Correspondence to: In-sil Yu, Kangbuk Agro-Fishery Products Inspection Center, Seoul Metropolitan Government Research Institute of Public Health and Environment  
Tel : 82-2-968-5097, Fax : 82-2-964-8174  
E-mail : yis9729@seoul.go.kr

유럽약전(EP)의 기준을 우선 따르고, 유럽약전 기준을 적용할 수 없는 경우 식약청이 제시한 계산식에 따라 위해 평가를 실시하여 적부를 판정하도록 규정하고 있으며, 시험법은 식품공전이나 유럽약전 등 시험법을 준용토록 규정<sup>5,8)</sup>하는 등 복잡한 관리체제로 운영되고 있다. 이처럼 농약사용지침이 마련되어 있지 않은데 따른 농약 오남용 방지, 농약잔류허용기준의 제한적 설정과 시험법의 이원화 등에 따른 사전예방차원의 철저한 안전관리 및 잔류허용기준 제개정의 기초자료를 수집하기 위하여 꾸준한 잔류농약 모니터링이 필요하다.

한약재 잔류농약에 대한 모니터링은 식품의약품안전청과 시도보건환경연구원에서 꾸준히 수행되었는데 이 등<sup>9)</sup>은 2001년 한약재 38종을 대상으로 45종 농약을, 조 등<sup>10)</sup>은 2001년 한약재 16종을 대상으로 18종 농약을 분석하였다. 서울지역 유통 한약재를 대상으로 송 등<sup>11)</sup>은 2003년 한약

재 152종을 대상으로 51종 농약을, 고 등<sup>12)</sup>은 2004년 한약재 94종을 대상으로 77종 농약을, 이 등<sup>13)</sup>은 2005년 210종 한약재 중 92종 농약에 대한 모니터링을 보고하였다. 2005년부터 개별 생약의 농약 잔류허용기준이 신설된 이후에도 꾸준한 모니터링이 수행되어 서울지역 유통 한약재를 대상으로 최 등<sup>14)</sup>은 2008년에 215종 한약재 중 260종 농약을, 최 등<sup>18)</sup>은 2010년에 200종 한약재 중 100종 농약을, 강 등<sup>15)</sup>은 2010년에 광주지역에 유통하는 12종 한약재 중 200종 농약을 분석 하는 등 꾸준한 모니터링이 이루어졌다. 그러나 식약공용식물의 잔류농약 모니터링은 미흡한 실정이다. 2004년 박 등<sup>16)</sup>이 건강기능식품원료 16종을 대상으로 36종 농약을 분석하여 구기자, 오미자, 천궁 등에서 클로르피리포스 등 3종 농약이 검출되었다고 보고하였고, 유<sup>7)</sup>는 2006년 식품원료 약용식물 13종에서 70종 농약을 분석하여 대추, 진피, 천궁에서 펜발라레이트

**Table 1.** Classification of dried medicinal plants used for food raw material

Part used	Korean name	English name	Scientific name	No. of samples	No. of domestic	No. of imported
Root	감초	Licorice	<i>Glycyrrhiza uralensis</i> Fischer	14	10	4
	도라지	Balloon flower roots	<i>Platycodon grandiflorum</i> A. De Candolle	7	7	0
	당귀	Angelica	<i>Angelica gigas</i> Nakai	4	4	0
	동글레	Sealwort	<i>Polygonatum sibiricum</i> Redt.	10	7	3
	맥문동	Big Blue Lily Turf	<i>Liriope platyphylla</i> Wang et Tang	4	4	0
	백출	Japanese Atractylodes	<i>Atractylodes macrocephala</i> Koidz.	5	2	3
	작약	Peony	<i>Paeonia lactiflora</i> Pall.	6	4	2
	천궁	Cnidium	<i>Cnidium officinale</i> Makino	4	4	0
	쑥	Arrow root	<i>Pueraria lobata</i> Ohwi	11	10	1
	하수오	Wilfordi root	<i>Polygonum multiflorum</i> Thunberg	7	6	1
	황기	Astragalus	<i>Astragalus membranaceus</i> Bunge	10	8	2
Fruit	구기자	Chinese matrimony vine	<i>Lycium chinense</i> Miller	17	12	5
	대추	Jujube	<i>Zizyphus jujuba</i> var. <i>inermis</i> (Bunge) Rehder	15	15	0
	모과	Quince	<i>Chaenomeles sinensis</i> (Thouin) Koehne	14	14	0
	복분자	Rubus coreanus	<i>Rubus coreanus</i> Miquel	10	4	6
	산수유	Japanese cornlian cherry	<i>Cornus officinalis</i> Siebold et Zuccarini	18	11	7
	오미자	Schizandra	<i>Schizandra chinensis</i> Baillon	16	9	7
	치자	Gardenia	<i>Gardenia jasminoides</i> Ellis	4	3	1
	헛개나무	Oriental Raisin Tree	<i>Hovenia dulcis</i> Thunberg	13	4	9
	귤피	Tangerine peel	<i>Citrus unshiu</i> Pericarpium	6	6	0
	Cortex	계피	Cinnamon	<i>Cinnamomum casia</i> Blume	4	0
두충		Eucommia bark	<i>Eucommia ulmoides</i> Oliver	8	8	0
오가피		Acanthopanax	<i>Acanthopanax sessiliflorum</i> Seeman	9	9	0
유근피		Elm	<i>Ulmus macrocarpa</i> Hance	8	8	0
Herb	뽕나무잎	Mulberry	<i>Morus alba</i> L.	4	4	0
	솔잎	Pine needles	<i>Pinus densiflora</i> Siebold & Zucc.	4	4	0
	익모초	Motherwort	<i>Leonurus japonicus</i> Houtt.	6	6	0
	약쑥	Mugwort	<i>Artemisia capillaris</i> Thunberg	5	5	0
Seed	결명자	Cassia seed	<i>Cassia obtusifolia</i> Linne	12	10	2
	홍화씨	Safflower seed	<i>Carthamus tinctoris</i> Linne	6	3	3
Total				261	201	60

등 3종 농약이 검출되었다고 보고하였다. 이 등<sup>1)</sup>은 2010년 건조 약용과일 4종을 대상으로 20종 농약이 검출되었고, 검출율이 매년 증가하였다고 보고하는 등 식약공용식물의 잔류농약 모니터링은 건조 약용과일류 위주의 일부 품목을 대상으로 이루어졌다. 본 연구는 유통 식약공용식물의 농약 검출 빈도와 잔류량을 조사하여 잔류농약 기준 설정 및 효율적인 안전관리를 위한 기초자료 수집을 목적으로 수행되었다.

### 재료 및 방법

#### 시료

2011년 1월에서 12월 사이 서울지역의 백화점, 마트, 전 통시장 등에서 식품원료로 판매되는 건조 약용식물 30종, 261건을 시료로 사용하였다(Table 1). 시료는 구매 당일 실험실에서 분쇄기로 분쇄하여 분석하고, 남은 분말시료는 밀봉하여 냉장 보관하며 사용하였다.

#### 분석대상 농약

조사대상으로 선정된 농약은 총 100종으로 GC-ECD와 GC-NPD로 분석이 가능하고, 검출빈도가 높은 농약을 선정하였다(Table 2).

#### 시약 및 기기

농약 표준품은 Dr. Ehrenstorfer GmbH(독일), Wako(일본), Chem Service(미국)와 Sigma-Aldrich(미국)제품을 사용하였다. 용매인 아세토니트릴은 J.T. & Bakers(미국), 아세톤은 Wako(일본)의 잔류농약 분석용을 사용하였다. 시료 전처리용 균질기(Omni mixer)는 International Waterbury(미국), 수욕조는 창신과학(한국), 농축기는 N-EVAP 112 & OASYS(미국) 제품을 사용하였으며, 정제용 Florisil cartridge는 Phenomenex(미국) 제품을 사용하였다. 분석 기기인 Gas Chromatography/Nitrogen Phosphorus Detector(GC-NPD), Gas Chromatography/Electro Capture Detector(GC-ECD), Gas Chromatography/Mass Spectrometer Detector(GC/MSD)는 Agilent(미국)의 HP 6890, HP 6890N, HP5973을 사용하였다.

#### 분석 방법

시료는 식품공전<sup>2)</sup>의 잔류농약 분석법 중 다중농약다성분 분석법(multi class pesticide multiresidue methods)-제2 방법으로 분석하였다. 기기분석의 조건은 Table 3에 제시하였으며, GC-ECD로 45종, GC-NPD로 55종 농약을 정량 분석하였으며, 농약성분의 확인은 GC/MSD로 하였다.

**Table 2.** List of pesticides analyzed

Group	Kinds	Pesticide
A <sup>1)</sup>	Insecticide	BHC( $\alpha$ -, $\beta$ -, $\gamma$ -, $\delta$ -), Bifenthrin, Chlorfenapyr, Chlorpyrifos, Cyhalothrin, Cypermethrin, DDD(p,p-), DE(p,p-), DDT(Op-, Pp-), Dieldrin, Endosulfan(-sulfate, $\alpha$ -, $\beta$ -), Endrin, Fenvalerate, Methoxychlor, Permethrin, Pyridalyl
		Fungicide
	Herbicide	Bromacil, Dithiopyr, Mefenacet, Propisochlor
	Acaricide	Bromopropylate
	Acaricide, Fungicide	Chinomethionat
	Acaricide, Insecticide	Carbophenothion, Thiometon
B <sup>2)</sup>	Insecticides	Isoprothiolane
		Azinphos-methyl, Cadusafos, Chlorpyrifos-methyl, Diazinon, Dimethoate, Dimethylvinphos, EPN, Ethoprophos, Etrimfos, Fenitrothion, Fenthion, Fipronil, Fosthiazate, Furathiocarb, Isofenphos, Malathion, Mecarbam, Methidathion, Parathion, Parathion-methyl, Phenthoate, Pirimiphos-ethyl, Pirimiphos-methyl, Prothiofos, Pyraclofos, Triazophos
	Fungicides	Cyproconazole, Cyprodinil, Diethofencarb, Fludioxonil, Flusilazole, Iprobenfos, Mepronil, Metconazole, Pyrazophos, Simeconazole, Tolclofos-methyl, Triflumizole
	Herbicide	Anilofos, Bromobutide, Dimethenamid, Diphenamid, Esprocarb, Pendimethalin, Piperophos, Pyriminobac-methyl, Terbutylazine
	Acaricide	Etoxazole, Fenazaquin, Fenothiocarb, Quinalphos
	Acaricide, Insecticide	Ethion
	Plant growth regulator	Pacllobutrazol,
Etc	Isazofos	

<sup>1)</sup>Pesticides analyzed by GC/ECD.

<sup>2)</sup>Pesticides analyzed by GC/NPD.

**Table 3.** Analytical conditions of GC-NPD, GC-ECD and GC-MSD

	GC-ECD	GC-NPD	GC-MSD
Column	DB-1701 (30 m × 0.32 mm × 0.25 μm) DB-5 (30 m × 0.32 mm × 0.25 μm)	DB-1701 (30 m × 0.32 mm × 0.25 μm) DB-5 (30 m × 0.32 mm × 0.25 μm)	HP-5ms (30 m × 0.25 mm × 0.25 μm)
Gas flow	N <sub>2</sub> (1 mL/min)	N <sub>2</sub> (1.4 mL/min) Air(60 mL/min) H <sub>2</sub> (3.5 mL/min)	He(1 mL/min)
Injection temperature	230°C	210°C	230°C
Detector temperature	280°C	270°C	280°C (Interface temperature)
Oven temperature	150°C(1 min)-12°C/min- 240°C(2 min)-10°C/min- 280°C/ 1 min	110°C(1 min)-15°C/min- 200°C(8 min)-10°C/min- 260°C/ 7 min	100°C(2 min)-10°C/min- 280°C(5 min)

### 회수율 실험

농약이 검출되지 않은 시료(귤피)에 농약 표준용액을 최종 분석농도가 GC-ECD의 경우 0.1-2 mg/kg, GC-NPD의 경우 0.5-5 mg/kg 이 되도록 첨가하여 시료와 동일한 방법으로 분석하였으며, 회수율은 GC-ECD로 분석한 농약의 경우 71.0%~118.4%, GC-NPD의 경우 70.4%~119.7%로 양호하였다(Table 4, 5).

## 결과 및 고찰

### 사용부위, 원산지별 농약 검출현황

서울지역에서 식품원료로 유통되는 건조 약용식물 총 30종 261건을 사용부위(뿌리 82건, 과일 113건, 피층 29건, 전초 19건, 씨 18건), 원산지(국산 201건, 수입 60건)로 구분하여 잔류농약을 분석한 결과는 Table 6와 같다.

사용부위별 농약 검출을 비교한 결과 농약은 과일과 뿌

리 부위에서 검출되었으며, 피층, 전초, 씨에서는 검출되지 않았다. 과일은 9종 중 6종에서, 뿌리는 12종 중 3종에서 농약이 검출되었으며, 검출율은 과일, 뿌리에서 각각 39.8%, 6.1%였다. 과일시료의 품목별 검출율은 대추 93.3%, 귤피 83.3%, 구기자 82.4%, 산수유 33.3%, 오미자 31.3%, 복분자 10.0% 순이었으며, 모과, 치자, 헛개나무열매에서는 농약이 검출되지 않았다. 유<sup>7)</sup>는 2004년 유통 식약공용식물 중 구기자, 대추, 오미자 20건 중 대추 1건에서 농약이 검출되었다고 하였으나, 이 등<sup>17)</sup>은 2007년에서 2009년 유통된 구기자, 대추, 오미자, 복분자의 농약 검출율이 2007년 28.7%, 2008년 29.4%, 2009년 40.5%로 매년 증가하였으며, 특히 대추, 구기자의 2009년 검출율은 각각 75.0%, 80.0%로 과일시료 중 검출율이 높은 것으로 나타났다. 본 연구에서도 이들 4종 건조약용과일의 농약 검출율은 58.7%였고, 대추, 구기자의 검출율은 93.3%, 82.4%로 농약 사용이 매년 증가하는 추세로 나타났다. 뿌리시료는 천궁, 황

**Table 4.** The recovery rate of pesticides analysed by GC-ECD in *Citri Unshii Pericarpium*

Pesticide	Recovery(%)	Pesticide	Recovery(%)	Pesticide	Recovery(%)
α-BHC	71.0	o,p'-DDT	77.3	Kresoxim-methyl	110.5
β-BHC	81.4	p,p'-DDT	77.5	Mefenacet	94.1
γ-BHC	87.7	Dichloran	73.5	Methoxychlor	103.1
δ-BHC	91.3	Dieldrin	80.3	Nuarimol	107.6
Bifenthrin	116.8	Dithiopyr	101.8	Permethrin	86.3
Bromacil	114.1	α-Endosulfan	88.7	Prochloraz	95.6
Bromopropylate	105.5	β-Endosulfan	108.9	Procymidone	103.4
Carbophenothion	103.6	Endosulfan-sulfate	115.8	Propisochlor	118.4
Chinomethionate	101.2	Endrin	97.8	Pyridalyl	115.8
Chlorfenapyr	97.3	Fenvalerate	87.8	Tetradifon	97.0
Chlorothalonil	108.9	Fluazinam	114.6	Thifluzamide	90.3
Chlorpyrifos	95.5	Folpet	98.9	Thiometon	75.3
Cyhalothrin	82.1	Fthalide	102.8	Tolylfluanid	90.7
Cypermethrin	91.6	Hexaconazole	93.0	Zoxamide	86.5
p,p'-DDD	87.9	Iprodion	117.7	-	-
p,p'-DDE	114.1	Isoprothiolane	80.6	-	-

**Table 5.** The recovery rate of pesticides analysed by GC-NPD in *Citri Unshii Pericarpium*

Pesticide	Recovery(%)	Pesticide	Recovery(%)	Pesticide	Recovery(%)
Anilofos	102.5	Etrimfos	80.1	Paclobutrazole	105.4
Azinphos-methyl	75.2	Fenazaquin	94.4	Parathion	98.0
Bromobutide	90.0	Fenitrothion	76.3	Parathion-methyl	104.3
Cadusafos	72.0	Fenothiocarb	102.7	Pendimethalin	71.8
Chlorpyrifos-methyl	104.7	Fenthion	99.6	Phenthoate	96.7
Cyproconazole	102.7	Fipronil	104.7	Piperophos	112.4
Cyprodinil	98.6	Fludioxonil	111.1	Pirimiphos-ethyl	85.0
Diazinon	89.9	Flusilazole	102.6	Pirimiphos-methyl	95.0
Diethofencarb	95.9	Fosthiazate	119.7	Prothiofos	103.9
Dimethenamid	94.2	Furathiocarb	102.0	Pyraclufos	115.0
Dimethoate	93.7	Iprobenfos(IBP)	84.8	Pyrazophos	98.6
Dimethylvinphos	107.5	Isazofos	93.1	Pyriminobac-methyl	99.3
Diphenamid	85.1	Isofenphos	94.4	Quinalphos	103.6
EPN	83.0	Malathion	103.0	Simeconazole	83.1
Esprocarb	87.0	Mecarbam	98.5	Terbutylazine	89.2
Ethion	99.5	Mepronil	106.2	Tolclofos-methyl	90.1
Ethoprophos	70.4	Metconazole	102.0	Triazophos	116.5
Etoazole	93.5	Methidathion	86.5	Triflumizole	105.3

기, 감초에서만 농약이 각각 75.0%, 10.0%, 7.1% 검출되었고, 도라지, 당귀, 둥글레, 맥문동, 백출, 작약, 쑥, 하수오에서는 농약이 검출되지 않았다. 특히 천궁은 농약 검출율이 높고, 기준을 초과하는 사례가 다수 보고<sup>7,14,16</sup>되었고, 특히 최 등<sup>18</sup>의 한약재로 유통되는 천궁의 농약잔류 실태와 비교 시 본 연구결과에서 천궁 검출 및 부적율이 더 높은 것으로 조사된 바 철저한 안전관리가 요구된다.

원산지별 농약 검출율을 비교한 결과 국산이 20.9%로 수입 13.3%보다 높았다.

과일의 농약 검출율은 국산이 47.4%, 수입이 22.9%였다. 농약이 검출된 과일시료 중 대추와 굴피는 모두 국산 시료였으며, 검출율이 80% 이상이었다. 구기자도 국산 91.7%, 수입 60.0%로 국산 검출율이 높았다. 이 등<sup>17</sup>의 연구결과에서도 구기자 등 약용과일 4종의 원산지별 농약 검출율이 국산 44.3%, 수입 8.2%로 본 조사결과와 같이 국산이 높은 것으로 나타나 국산 약용과일 재배 시 농약 사용 빈도가 높은 것으로 나타났다. 뿌리시료에서도 국산에서만 농약이 7.6% 검출됨에 따라 매년 농약 사용이 증가하는 국내산 과일, 뿌리 작물의 안전관리를 위하여 지속적인 모니터링이 필요하다.

### 품목별 검출된 농약

품목별로 검출된 농약의 종류와 검출범위는 Table 7과 같다.

유통 중인 식약공용식물 총 261건 중 잔류허용기준을 초과한 시료는 2건(0.8%)으로, 대추와 천궁 1건씩 이었다. 과일과 뿌리 시료에서 검출된 농약은 모두 17종으로 과일에서 15종, 뿌리에서 7종 농약이 검출되었으며, 과일과 뿌리

에서 모두 검출된 농약은 검출빈도가 가장 높은 cypermethrin, chlorpyrifos를 포함한 5종이었다. 과일은 조사대상 9종 시료 중 치자와 헛개열매를 제외한 모든 시료에서 농약이 검출되었다. 본 연구는 물론 최 등<sup>14,18</sup>의 한약재 잔류농약 모니터링에서도 치자와 헛개나무 열매에서는 농약이 검출되지 않은 것으로 보고되었는데, 치자는 무농약 재배를 하고, 헛개열매는 야생에서 채취하기 때문인 것으로 생각된다. 과일시료에서 검출된 농약 15종 중 수입시료에서 검출된 농약은 cyhalothrin, fenvalerate, chlorpyrifos 3종 뿐으로 국산 작물이 외국산보다 다양한 농약을 사용하는 것으로 나타났다. 가장 농약 검출율이 높고, 다중 농약이 검출된 시료는 대추와 구기자였다. 대추는 15건 시료 중 14건 시료에서 11종의 농약이 28회 검출되었고, 1건에서 엔도설판이 1.02 mg/kg 검출되어 잔류허용기준 0.3 mg/kg을 초과하였다. 구기자는 17건 시료 중 14건 시료에서 9종의 농약이 24회 검출되었다.

품목별로 검출빈도가 높은 농약은 구기자에서 검출된 cyhalothrin, cypermethrin이었고, 대추는 fenvalerate, bifenthrin, 대추, 산수유, 오미자는 chlorpyrifos였으며, 굴피는 penthoate였다.

뿌리 시료 중 감초, 황기에서 검출된 permethrin과 천궁에서 검출된 cypermethrin은 이전의 연구<sup>7,14,18</sup>에서는 검출사례가 보고되지 않았던 농약이다. 천궁의 경우 4개 시료 중 3개 시료에서 농약이 검출되었는데 이중 1건은 chlorpyrifos, endosulfan, cypermethrin, bifenthrin 등 4종의 농약이 동시에 검출되었고, chlorpyrifos, endosulfan은 각각 1.87 mg/kg, 5.08 mg/kg으로 잔류허용기준을 초과하였다. 이들 검출 농약 외에도 최근 ethoprophos, chlorfenapyr, tetradifon,

**Table 6.** Overview of pesticides detection in dried medicinal plants used for food raw materials

Part used	Korean name	Scientific name	Total			Domestic			Imported		
			No. of Tested samples	No. of Detected samples	Detection rate(%)	No. of Tested samples	No. of Detected samples	Detection rate(%)	No. of Tested samples	No. of Detected samples	Detection rate(%)
		Total	261	50	19.2	201	42	20.9	60	8	13.3
Root	Sub total		82	5	6.1	66	5	7.6	16	0	0
	감초	<i>Glycyrrhiza uralensis</i> Fischer	14	1	7.1	10	1	10.0	4	0	0
	도라지	<i>Platycodon graniflorum</i> A. De Candolle	7	0	0	7	0	0	0	0	0
	당귀	<i>Angelica gigas</i> Nakai	4	0	0	4	0	0	0	0	0
	등글레	<i>Polygonatum sibiricum</i> Redt.	10	0	0	7	0	0	3	0	0
	맥문동	<i>Liriope platyphylla</i> Wang et Tang	4	0	0	4	0	0	0	0	0
	백출	<i>Atractylodes macrocephala</i> Koidz.	5	0	0	2	0	0	3	0	0
	작약	<i>Paeonia lactiflora</i> Pall.	6	0	0	4	0	0	2	0	0
	천궁	<i>Cnidium officinale</i> Makino	4	3	75.0	4	3	75.0	0	0	0
	쑥	<i>Pueraria lobata</i> Ohwi	11	0	0	10	0	0	1	0	0
	하수오	<i>Polygonum multiflorum</i> Thunberg	7	0	0	6	0	0	1	0	0
황기	<i>Astragalus membranaceus</i> Bunge	10	1	10.0	8	1	12.5	2	0	0	
Fruit	Sub total		113	45	39.8	78	37	47.4	35	8	22.9
	구기자	<i>Lycium chinense</i> Miller	17	14	82.4	12	11	91.7	5	3	60.0
	대추	<i>Zizyphus jujuba</i> var. <i>inermis</i> (Bunge) Rehder	15	14	93.3	15	14	93.3	0	0	0
	모과	<i>Chaenomeles sinensis</i> (Thouin) Koehne	14	0	0	14	0	0	0	0	0
	복분자	<i>Rubus coreanus</i> Miquel	10	1	10.0	4	1	25.0	6	0	0
	산수유	<i>Cornus officinalis</i> Siebold et Zuccarini	18	6	33.3	11	3	27.3	7	3	42.9
	오미자	<i>Schisandra chinensis</i> Baillon	16	5	31.3	9	3	33.3	7	2	28.6
	치자	<i>Gardenia jasminoides</i> Ellis	4	0	0	3	0	0	1	0	0
	헛개나무열매	<i>Hovenia dulcis</i> Thunberg	13	0	0	4	0	0	9	0	0
귤피	<i>Citrus unshiu</i> Pericarpium	6	5	83.3	6	5	83.3	0	0	0	
Cortex	Sub total		29	0	0	25	0	0	4	0	0
	계피	<i>Cinnamomum casia</i> Blume	4	0	0	0	0	0	4	0	0
	두충	<i>Eucommia ulmoides</i> Oliver	8	0	0	8	0	0	0	0	0
	오가피	<i>Acanthopanax sessiliflorum</i> Seeman	9	0	0	9	0	0	0	0	0
	유근피	<i>Ulmus macrocarpa</i> Hance	8	0	0	8	0	0	0	0	0
Herb	Sub total		19	0	0	19	0	0	0	0	0
	뽕나무잎	<i>Morus alba</i> L.	4	0	0	4	0	0	0	0	0
	솔잎	<i>Pinus densiflora</i> Siebold & Zucc.	4	0	0	4	0	0	0	0	0
	익모초	<i>Leonurus japonicus</i> Houtt.	6	0	0	6	0	0	0	0	0
	인진쑥	<i>Artemisia capillaris</i> Thunberg	5	0	0	5	0	0	0	0	0
Seed	Sub total		18	0	0	13	0	0	5	0	0
	결명자	<i>Cassia obtusifolia</i> Linne	12	0	0	10	0	0	2	0	0
	홍화씨	<i>Carthamus tinctoris</i> Linne	6	0	0	3	0	0	3	0	0

**Table 7.** Pesticide residues detected in dried medicinal plants used for food raw materials

Part used	Korean name	Scientific name	No. of tested samples	No. of detected samples	Detected pesticides	No. of detected pesticides	Range (mg/kg)	MRL (mg/kg)				
Root	감초	<i>Glycyrrhiza uralensis</i> Fischer	14	1	Permethrin	1	0.16	1.0				
	황기	<i>Astragalus membranaceus</i> Bunge	10	1	Permethrin	1	0.30	1.0				
					Pendimethalin	1	0.06	0.1				
					Chlorpyrifos	1	1.87 <sup>a</sup>	0.5				
	천궁	<i>Cnidium officinale</i> Makino	4	3	Endosulfan	1	5.08 <sup>a</sup>	0.2				
					Cypermethrin	1	0.28	1.0				
					Bifenthrin	1	0.16	0.5				
					Isoprothiolane	1	0.27	0.8				
	Fruit	구기자	<i>Lycium chinense</i> Miller	17	14	Cyhalothrin	6	0.07~0.09	2.0			
Cypermethrin						5	0.11~2.97	5.0				
Chlorfenapyr						3	0.02~0.06	2.0				
Chlorthalonil						3	0.81~4.53	5.0				
Endosulfan						2	0.15, 0.06	0.8				
Fenvalerate						2	0.65, 0.08	11.7				
Kresoxim-methyl						1	0.04	3.9				
Permethrin						1	0.06	19.5				
Tetradifon						1	0.04	3.9				
Fenvalerate						6	0.08~0.98	9.4				
Bifenthrin						5	0.03~0.24	0.3				
Cypermethrin						4	0.14~0.93	6.3				
Chlorpyrifos						4	0.03~0.14	1.6				
Cyhalothrin						2	0.16, 0.35	1.6				
대추		<i>Zizyphus jujuba var. inermis</i> (Bunge) Rehder	15	14	Hexaconazole	2	0.04, 0.21	1.6				
					Chlorfenapyr	1	0.03	2.0				
					Endosulfan	1	1.02 <sup>a</sup>	0.3				
					Iprodione	1	5.84	31.4				
					Kresoxim-methyl	1	0.03	2.0				
					Tetradifon	1	0.04	6.3				
					복분자	<i>Rubus coreanus</i> Miquel	10	2	Kresoxim-methyl	1	0.05	2.0
									Chlorpyrifos	3	0.23~0.37	0.5
					산수유	<i>Cornus officinalis</i> Siebold et Zuccarini	18	6	Cyhalothrin	2	0.09, 0.16	0.5
									Cypermethrin	2	0.30, 0.22	2.0
Chlorpyrifos		2	0.05, 0.34	0.5								
Fenvalerate		2	0.37, 0.18	3.0								
오미자		<i>Schisandra chinensis</i> Baillon	16	5	Chlorfenapyr	1	0.08	2.0				
					Cypermethrin	1	0.68	2.0				
					Endosulfan	1	0.26	3.0				
					Phenthoate	4	0.04~0.17	0.2				
귤피	<i>Citrus unshiu</i> Pericarpium	6	5	Cypermethrin	2	0.05, 0.06	1.0					
				Methidathion	1	0.08	0.2					

<sup>a</sup>: Pesticide residue over MRLs

pyraclofos, hexaconazole 등 다양한 농약이 한약재에서 검출되었다고 보고<sup>14,18)</sup>되었으며, 본 연구에서 잔류허용기준을 초과한 endosulfan 외에도 pendimethalin, chlorfenapyr도 잔류허용기준을 초과하여 식약공용식물과 한약재에서 검출된 사례가 보고<sup>7,14)</sup>된 바 천궁 재배 시 농약의 안전사용에 철저를 기하여야 할 것으로 생각된다. 식품원료로 유통되는 약용식물에서 농약이 검출될 경우 ‘생약 등의 잔

류오염물질 기준 및 시험방법’과 ‘식품공전(건조계수 적용 등)’의 규정에 따라 기준을 적용하여 안전관리에 최선을 다하고 있으나 본 조사결과 과일과 뿌리에서 검출된 농약 대다수는 품목별 개별 농약의 기준이 설정되어 있지 않은 농약들로 안전관리 및 기초자료 수집을 위하여 지속적인 모니터링과 중점관리가 필요하다고 생각한다.

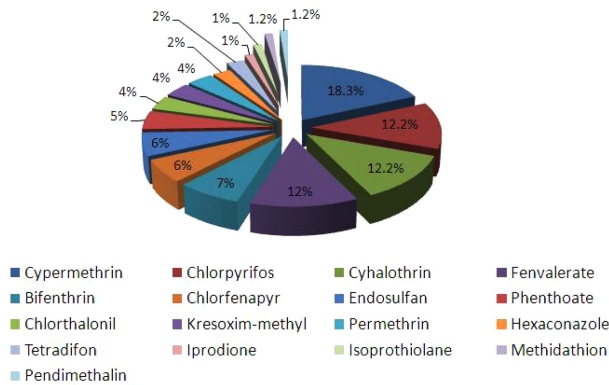


Fig. 1. Distribution of pesticide residues detected in dried medicinal plants(fructus, roots) used for food raw materials.

**검출된 농약 분포**

검출된 농약의 농약별 분포는 Fig. 1과 같다.

서울지역 유통 식약공용식물 총 30종 261건 중 과일, 뿌리에서 17종의 농약이 82회 검출되었다.

cypermethrin이 15회로 가장 검출빈도가 높았고, chlorpyrifos, cyhalothrin, fenvalerate가 모두 10회 이상 검출되었으며, 이들 농약은 대부분 구기자, 대추, 산수유, 오미자 등 과일시료에서 검출되었다. cypermethrin, chlorpyrifos, cyhalothrin, fenvalerate은 사과, 감귤, 복숭아, 배, 유자, 감, 배추, 고추 등 작물재배에 널리 사용되는 살충제<sup>20</sup>로 구기자, 대추, 귤피 등에서는 검출사례가 꾸준히 보고되었으나, 천궁, 산수유에서는 분석 사례가 없거나 검출이 보고된 사례가 없었다<sup>14-18</sup>.

품목별로 검출된 농약의 수는 Table 7과 같다.

품목별로 농약이 1종만 검출된 시료는 농약이 검출된 50건 시료 중 25건(50%)이었고, 2종은 32%, 3종이 10%, 5종이 4%였고, 4종, 6종이 동시에 검출된 시료가 각 1건씩이었다.

농약은 유효성분 및 제형에 따라 제조방법과 보조제의 종류가 상이하고, 동일한 유효성분을 함유하였다더라도 제

형에 따라 약효, 약해 및 안전성 등의 특성이 다르므로 많은 농약이 혼합제 형태로 생산된다<sup>19</sup>. 실제 검출빈도가 높은 것으로 나타난 cypermethrin, chlorpyrifos, cyhalothrin의 경우 농약사용지침<sup>20</sup>에 따르면 cypermethrin은 chlorpyrifos나 chlorfenapyr와, cyhalothrin은 imidacloprid, thiamethoxam, primiphos-methyl, lufenuron과, chlorpyrifos는 cypermethrin, bifenthrin, imidacloprid와, bifenthrin은 chlorfenapyr, imidacloprid, indoxacarb, cadusafos 등과 혼합제 형태로 생산되는 농약이다. 그러나 대추의 경우 cypermethrin은 chlorpyrifos, chlorfenapyr와, chlorpyrifos는 bifenthrin과 동시에 검출되었으나, 농약사용지침에 따르면 검출 농약 중 chlorfenapyr를 단일 유효성분으로 생산한 농약제제만 대추에 사용하는 농약제제로 등재되어 있으며, chlorfenapyr를 제외한 농약들은 대추의 잔류농약허용기준도 설정되어 있지 않은 농약들이었다. 따라서 안전관리를 위한 모니터링 시 혼합제로 생산되는 농약들은 물론 잔류허용기준이 설정되어 있지 않은 농약성분도 분석대상으로 고려하여야 할 것으로 생각된다.

**요 약**

본 연구는 서울지역에서 유통되는 식품원료 약용식물을 대상으로 식품공전의 다중농약다성분시험법에 의하여 100종 농약을 분석하였다. 사용부위(뿌리 82건, 과일 113건, 껍질 29건, 전초 10건, 종자 18건)와 원산지(국산 201건, 수입 60건)로 구분하여 총 30종 261건 시료를 분석하였다. 원산지별 농약 검출율은 국산 20.9%, 수입 13.3%로 국산의 농약 검출율이 높았다. 전체 시료 261건 중 농약 검출율은 19.2%이며, 과일, 뿌리 시료에서만 농약이 검출되었고, 잔류허용기준을 초과한 시료는 대추와 천궁 1건씩이었다. 과일시료의 농약 검출율은 39.8%였고, 농약검출 품목은 대추, 구기자, 복분자, 산수유, 오미자, 귤피였다. 뿌리시료의 농약 검출율은 6.1%였고, 농약 검출 품목은 천

Table 8. Number of pesticide residues detected in dried medicinal plants used for food raw materials

Part used	Korean name	Scientific name	No. of detected samples	Kind of pesticide residues detected					
				1	2	3	4	5	6
Root	Sub total		5	4			1		
	감초	<i>Glycyrrhiza uralensis</i> Fischer	1	1					
	황기	<i>Astragalus membranaceus</i> Bunge	1	1					
	천궁	<i>Cnidium officinale</i> Makino	3	2			1		
Fruit	Sub total		45	21	16	5	0	2	1
	구기자	<i>Lycium chinense</i> Miller	14	7	3	3		1	
	대추	<i>Zizyphus jujuba</i> var. <i>inermis</i> (Bunge) Rehder	14	3	7	2		1	1
	복분자	<i>Rubus coreanus</i> Miquel	1	1					
	산수유	<i>Cornus officinalis</i> Siebold et Zuccarini	6	5	1				
	오미자	<i>Schisandra chinensis</i> Baillon	5	2	3				
	귤피	<i>Citrus unshiu</i> Pericarpium	5	3	2				



궁, 감초, 황기였다. 검출된 농약은 모두 17종으로 과일에서 15종, 뿌리에서 7종 농약이 82회 검출되었다. 검출빈도가 높은 농약은 cypermethrin, chlorpyrifos, cyhalothrin, fenvalerate, bifenthrin 순이었다. 농약이 검출된 시료 중 50% 이상이 2종 이상 농약이 동시에 검출되었다. 따라서 식품원료 약용식물 중 국산 과일, 뿌리의 농약 검출율이 높고, 검출 농약의 종류가 다양해지고 있어 지속적인 모니터링과 안전관리가 요구된다.

## 참고문헌

- 김현구, 황금희: 생약재 음료소재 및 이를 이용한 음료의 유통현황, *식품기술*, **8**(3), 86-94 (1995).
- 손석규: 한약재 유통시장의 현황과 과제, 한약 소재 Venture의 신시장 개척 사례 연구, 호서대학교 석사학위논문 (2004).
- 식품의약품안전청: 대한약전(9개정).
- 식품의약품안전청: 대한약전의한약(생약)규격집 (2009).
- 식품의약품안전청: 식품공전 (2012).
- 성인제: 약용작물의 시장특성과 유통전략, 인삼약초, 농촌진흥청, 75-97 (2008).
- 유인실 : 식품원료 약용식물의 중금속 및 잔류농약 분석, 단국대학교 박사학위논문 (2006).
- 식품의약품안전청: 생약 등의 잔류오염물질 기준 및 시험방법, 식품의약품안전청 고시 제2010-75호 (2010).
- Lee, J. K., Park, Y. S., Bong, S. J., Kim, S. J. and Oh, C. H.: The study on amendment of maximum residue limits for pesticides in oriental medicine. The Annual Report of Korean Food and Drug Administration, **5**, 799-800 (2001).
- Cho, H. J., Hwang, I. S., Choi, B. H., Bae, C. H., Kim, M. H.: Determination of residual pesticides in crude drugs -Gas chromatographic analysis of 18 pesticides. *Kor. J. Pharmacogn*, **32**, 200-211 (2001).
- Song, Y. M., Kim, N. H., Kang, H. G., Ko, S. K., Kim, H. S. and Yu, I. S.: Monitoring of pesticide residues in commercial herbal medicines. Report of Seoul Institute of Health and Environment, **39**, 44-56 (2003).
- Ko, S. K., Seung, H. J., Lee, J. M., Hong, Y. J., Yu, I. S. and Kang, H. G.: Monitoring of pesticide residues in commercial herbal medicines(II). Report of Seoul Institute of Health and Environment, **40**, 231-241 (2004).
- Lee, J. M., Shin, Y., Hwang, Y. S., Hong, Y. J., Kim, B. S. and Kang, H. G.: Monitoring of pesticide residues in commercial herbal medicines(III). Report of Seoul Institute of Health and Environment, **41**, 220-231 (2005).
- Choi, Y. H., Park, S. K., Cho, T. H., Ha, K. T., Seung, H. J., Kim, S. J., Lee, K. A., Jang, J. I., Jo, H. B. and Choi, B. H.: Pesticide residues in medicinal herbs. Report of Seoul Institute of Health and Environment, **44**, 70-85 (2008).
- Gang, I. S., Lee, H. H., Seo, J. M., Oh, M. S., Park, J. J., Seo, K. W., Ha, D. R. and Kim, E. S.: A Survey on harmful Materials of commercial medicinal herbs in Gwangju Area. *J. Fd Hyg. Safety*, **25**(2), 83-90 (2010).
- Park, S. Y., Oh, S. S.: Analysis of multiful pesticide residues in raw materials used in dietary supplements by GC/ECD and NPD. *Korean J. Food Sci. Technol.*, **36**, 863-871 (2004).
- Lee, K. A., Kang, S. T., Kim, O. H., Park, S. K., Ha, K. T., Choi, Y. H., Jo, H. B. and Choi, B. H.: Analysis of pesticide residue in medicinal dried fruits. *The Korean J. of pesticide Science*, **14**(3), 209-218 (2010).
- Choi, Y. H., Park, S. K., Seung, H. J., Han, S. H., Lee, Y. J., Jeong, H. J., Kim, Y. H., Jo, H. B., Yu, I. S., Han, K. Y. and Chae, Y. Z.: Pesticide residues Monitoring of Medicinal Herbs in Seoul. *The Korean J. of pesticide Science*, **15**(4), 335-349 (2011).
- 정영호, 김장역, 김정환, 이영득, 임치환, 허장현: 농약학. 시그마프레스, 서울, pp. 47-49 (2004).
- 한국작물보호협회(<http://www.koreacpa.org>): 농약사용지침서.