

## 유통 한약재의 잔류농약 분포 추이(2008~2012)

잔류농약검사팀

최영희 · 이정숙 · 김남훈 · 한성희 · 김윤희 · 김희선 · 이새람 · 이정미 · 정 권

### The Change of Residual Pesticides in Medicinal Herbs(2008~2012)

*Residue Pesticide Inspection Team*

**Young-hee Choi, Jeong-sook Lee, Nam-hun Kim,  
Sung-hee Han, Yun-hee Kim, Hee-sun Kim,  
Sae-ram Lee, Chung-mi Lee and Kweon Jung**

#### Abstract

We were carried out to monitor pesticide residues and examined the changes of residual pesticides in 7,882 medicinal herbs from 2008 to 2012. We utilized multi class pesticide multiresidue methods capable of determining 155 pesticide residues simultaneously by gas chromatography. Both the detection rate and the violation rate of domestic medicinal herbs were higher than that of imported ones every year. The residual pesticide detection rate was the highest in 2009. In particular, cypermethrin and endosulfan were detected frequently. The residual pesticide detection rate of *Alismatis Rhizoma* increased every year and that of *Citri Unshii Pericarpium* maintained over 60% for five years. The medicinal herbs which had a high detection rate were *Citri Unshii Pericarpium*, *Zizyphi Fructus*, *Ginseng Radix Alba* and *Alismatis Rhizoma* for five years. 42 kinds of pesticide were detected in samples and cypermethrin, phenthoate, chlorpyrifos and endosulfan of them were the frequently detected pesticides. but eight of them were not registered in the Korea Pharmacopoeia(cyhalothrin, isoprothiolane, iprobenfos, ethopofos, triflumuron, metconazole, pyraclofos, pyrazophos).

**Key words** : medicinal herb, pesticide residue, multi-residue method

## 서론

과학기술의 발달로 인간의 평균수명이 길어지고, 과거에 비해 사회가 윤택해짐에 따라 건강에 대한 관심이 점차적으로 증가하면서 우리나라뿐만 아니라 세계적으로도 한약재에 대한 관심과 수요가 증가하고 있다. 최근에 한약재 소비패턴은 탕제 및 환과 같은 전통적인 한약뿐만 아니라 점차 의약품, 건강기능식품, 화장품 등으로 확대되는 추세에 있어 한약재의 생산 및 유통과정에서 식품이나 의약품 원료 수준의 품질관리 필요성이 증대되고 있다(1).

한약재는 과거 야생에서 채취하여 사용했으나, 근래에는 재배와 수입을 통하여 그 수요를 충족하고 있는 실정이다. 따라서 한약재는 재배과정 중 발생하는 병충해와 곰팡이 등의 방제를 목적으로 농약이 사용될 수 있고, 또한 보관 및 유통과정 중에 수분, 보관온도, 병충해 등의 여러 요인에 의해 쉽게 오염될 가능성도 높기 때문에 인체에 유해한 화학물질 등이 사용되기도 한다. 그에 따라 현재 유통되는 한약재 중 잔류농약이 함유되어 있다는 국내 및 국외의 연구 보고들이 있으며(1~8), 국내의 경우 한약재 재배 시 사용 가능하도록 등록된 농약이 극히 미미하여 농약안전사용기준이나 잔류허용기준이 설정되어 있지 않은 것이 많아 미등록 농약의 불법 사용 등 안전 관리의 문제점을 대두되고 있다. 2012년 12월에 식품의약품안전처 고시 '생약 등의 잔류·오염물질 기준 및 시험방법'이 대한민국의약품안전관리법(생

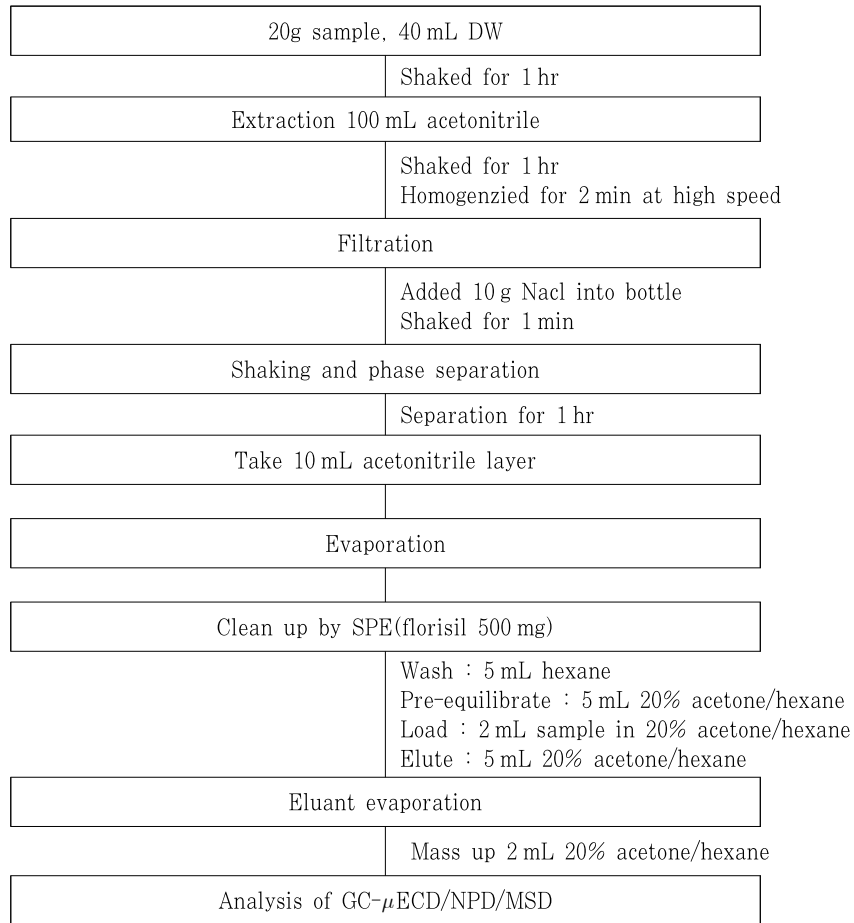
약)규격집으로 통합되면서 규격품 한약재에 대한 규정이 좀더 명확해졌으나 여전히 63종 농약에 대한 시험방법만이 수록되어 있고, 기준으로는 개별 기준이 설정되어 있는 한약재 43품목과 농산물의 농약 잔류허용기준을 따르도록 설정되어 있는 한약재 29품목, 그리고 그 이외의 기타 생약 및 생약 추출물은 유기염소계 5종(DDT, BHC, Aldrin, Endrin, Dieldrin)에 대한 기준만이 설정되어 있다. 또한 기준 미설정 농약이 검출되었을 경우는 유럽약전(European Pharmacopoeia)을 따르거나 해당 농약의 일일섭취량(ADI, Acceptable Daily Intake)과 해당 생약의 일일 복용량(MDD, Daily dose of the drug)을 고려하여 적부관정을 내리도록 되어 있다.

하지만 농산물의 경우 식품공전에 424종 농약에 대한 기준 및 시험방법이 수록되어 있고 그 중 다중농약다성분 분석방법은 농약 살포내역이 불분명한 미지 검체에 대하여 잔류농약의 함유 여부를 단시간에 여러 성분의 잔류농약을 동시에 분석해 낼 수 있는 있도록 등록되어 있는 방법이다.

따라서 본 연구에서는 농산물의 다중농약다성분 분석방법을 이용하여 서울 지역 유통 한약재를 대상으로 2008년부터 2012년 5년 동안의 유통 한약재에 대한 광범위한 잔류농약 모니터링을 실시하여 그 데이터를 이용하여 한약재의 전반적인 잔류농약 분포 특성 및 연도별 검출 분포 추이를 알아 보고자 한다. 또한 이 데이터는 향후 한약재의 잔류농약 안전성 확보 및 개별 기준 설정의 기초 자료로 활용하고자 한다.

**Table 1.** The number of samples analyzed for five years

	No. of Samples		Total
	Domestic medicinal herbs	Imported medicinal herbs	
2008	894	1,220	2,114
2009	727	1,310	2,037
2010	651	914	1,565
2011	631	184	815
2012	268	1,083	1,351
Total	3,171	4,711	7,882



**Fig. 1.** Schematic diagram of GC analysis for multi class pesticide multiresidue.

## 재료 및 방법

### 1. 실험재료

2008년부터 2012년까지 서울지역에서 유통 되는 한약재 7,882건(국산 3,171건 및 수입 4,711건)에 대해 155종 잔류농약을 분석하였다. 시료는 유통 비율이 높은 것을 중심으로 무작위 채취하였다. 분석대상 한약재 및 농약은 별첨 1,2와 같다.

### 2. 시약 및 기기

농약 표준품은 Riedel-de Haen사(Germany)와 Wako(Japan)사, Chem Service(U.S.A.) 및 Dr. Ehrenstorfer GmbH(Germany)제품을 사용하였고 추출용매는 Wako(U.S.A.) 및 JT &

Bakers(U.S.A.)의 잔류농약 분석용을 사용하였으며, 정제용 florisil cartridge는 Phenomenex사(U.S.A.) 제품을 사용하였다. 사용한 분석 기기는 GC- $\mu$ ECD(HP6890, Agilent, USA), GC-NPD(HP6890, Agilent, USA), GC-MSD(HP5973, Agilent, USA)였다.

### 3. 실험방법

시료 전처리 및 분석 방법은 식품공전의 다중농약다성분 제2법을 이용하였고(그림 1), GC- $\mu$ ECD, GC-NPD, GC-MSD 각각의 분석조건은 표 2와 같다. 또한 한약재 고유성분으로 인한 방해 피크의 문제점을 해결하기 위해 두 종류의 column을 사용하여 교차분석하였다.

**Table 2.** Analytical conditions of GC- $\mu$ ECD, GC-NPD and GC-MSD

	GC- $\mu$ ECD	GC-NPD	GC-MSD
Column	DB-1701 (30 m $\times$ 0.32 mm $\times$ 0.25 $\mu$ m)	DB-1701 (30 m $\times$ 0.32 mm $\times$ 0.25 $\mu$ m)	DB-5MS (30 m $\times$ 0.32 mm $\times$ 0.25 $\mu$ m)
	DB-5 (30 m $\times$ 0.32 mm $\times$ 0.25 $\mu$ m)	DB-5 (30 m $\times$ 0.32 mm $\times$ 0.25 $\mu$ m)	
Gas flow	N <sub>2</sub> (1 mL/min)	N <sub>2</sub> (1.4 mL/min) Air(120 mL/min) H <sub>2</sub> (3.5 mL/min)	He(1 mL/min)
Injection port temp.	230°C	210°C	230°C
Detector temp.	280°C	270°C	280°C (Interface temperature)
Oven temp.	150°C (1min)-12°C/min- 240°C (2min)-10°C/min- 280°C (11min)	110°C (1min)-15°C/min- 200°C (8min)-10°C/min- 260°C (7min)	100°C (2min)-10°C/min- 280°C (15min)

## 결과 및 고찰

### 1. 국산 및 수입 한약재의 잔류농약 검출률 변화

전체 7,882건 한약재를 국산과 수입 한약재로 분류하여 검출률 및 부적합률을 비교하고, 5년 동안의 그 변화를 분석하였다.

국산 한약재 3,171건에서 351건, 수입 한약재 4,711건에서 115건에서 잔류농약이 검출되어 검출률이 각각 11.1%와 2.4%로 나타났고, 국산 한약재 59건, 수입 한약재 13건이 기준을 초과하여 부적합률이 각각 1.9%, 0.3%로 국산 한약재의 잔류농약 검출률 및 부적합률이 수입 한약재보다 더 높게 나타났다.

이는 수입의약품등의 관리 규정(식품의약품안전처 고시 제 2013-198호)에 의해 수입 한약재는 잔류농약시험을 수행하는 통관절차를 거치므로 국내 유통 전 품질관리가 이루어진 것으로 보인다. 또한 분석대상 시료를 유통 비율이 높은 품목으로 무작위로 선정하였기 때문에 잔류농약 검출률이 높은 품목인 진피(Citri Unshii Pericarpium), 대추(Zizyphi Fructus), 구기자(Lycii Fructus),

건삼(Ginseng Radix Alba), 택사(Alismatis Rhizoma), 천궁(Cnidii Rhizoma)의 경우 국산 한약재와 수입 한약재가 일정 비율로 비교 분석되지 못하고 국산 한약재에 치우쳐 있어 국산 한약재의 검출률 및 부적합률이 더 높게 나타난 것으로 예측된다.

하지만 Eric외 13인(6)은 중국 한약재 112품목 294건 중 108건 시료에서 잔류농약이 검출되어 36.7%의 검출률을 나타내었고, Jian 등 3인(7)은 중국 한약재 30품목 280건을 시료로 18종의 유기염소계 잔류농약을 분석한 결과 75.8%의 높은 검출률을 보고하였으며, 이는 중국 내에서 유통되는 한약재의 경우 우리나라에 수입되는 한약재에 비해 높은 검출률을 나타내어 본 연구결과와 차이를 보였다. 또한 이 등(2)은 국내 및 수입 한약재 373건을 대상으로 잔류농약 53종을 모니터링한 결과 모두 불검출로 판정되었다고 보고한 바 있다.

2008년부터 2012년까지 5년 동안 국산 한약재 및 수입 한약재의 잔류농약 검출률 및 부적합률의 변화를 분석하였다. 그 결과, 매년 수입 한약재보다 국산 한약재의 검출률 및 부적합률이 더 높게 나타났다.

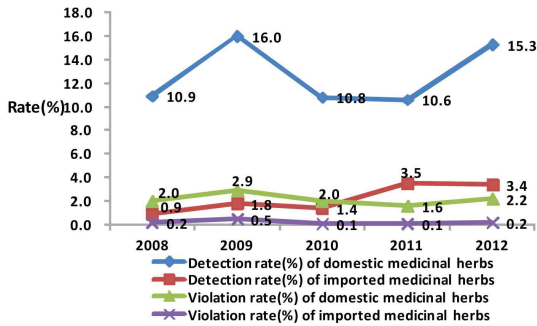


Fig. 2. The change of detection rates and violation rates of medicinal herbs from 2008 to 2012.

수입 한약재의 검출률은 2008년 0.9%에서 2012년 3.4%로 조금씩 증가하는 추세를 보였지만 국산 한약재에 비해 낮은 검출률을 보였고, 국산 한약재의 경우 2009년 16.0%로 가장 높았고, 2010, 2011년은 10.8, 10.6%로 감소하다가 2012년 15.3%로 다시 증가하였다. 부적합률은 국산 및 수입 한약재 모두 2009년에 각각 2.9%, 0.5%로 가장 높게 나타났지만 그 이후 점차 감소하여 국산 한약재의 경우 1.6~2.2%, 수입 한약재의 경우 0.1~0.2%의 부적합률을 나타냈다(그림 2).

## 2. 한약재 품목별 검출현황

전체 7,882건 한약재에 대한 잔류농약 검출현황을 열매, 뿌리, 잎, 근피 등 사용부위와 국산 및 수입 등 생산지역에 따라 분류하여 품목별로 검출률을 비교분석하였다(표 3).

잔류농약이 검출된 품목 중 사용부위별로는 열매(56%), 뿌리(26%), 잎(8%), 근피(2%), 꽃(2%), 씨(1%), 기타(5%) 순으로 검출률이 높게 나타났다(그림 3).

열매 중에는 굴 또는 동속 근연식물의 성숙한 과피를 건조한 약재인 진피(Citri Unshii Pericarpium)가 75.3%로 가장 높은 검출률을 나타내었고, 대추(Zizyphi Fructus) 69.6%, 구기자(Lycii Fructus) 52.2%, 회향(Foeniculi Fructus) 40.0% 순으로 나타났다. 이(5)는 건조 과실류의 잔류농약을 조사한 결과, 구기자가 53.0%로 가장 높은 검출률을 나타내었고, 대추

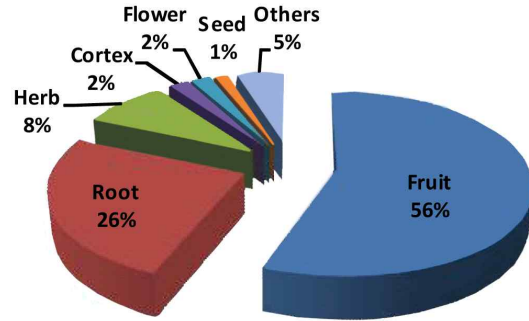


Fig. 3. Distribution of residual pesticide detection according to the used part of medicinal herbs.

34.9%, 복분자 7.6%, 오미자 4.6%로 본 연구결과보다 낮은 검출률을 보고한 있다.

뿌리를 사용부위로 하는 한약재 중에는 건삼(Ginseng Radix Alba) 68.2%, 택사(Alismatis Rhizoma) 66.0%, 천궁(Cnidii Rhizoma) 46.4% 순으로 검출률이 나타났다. 또한 택사(Alismatis Rhizoma)의 경우 50건 중 23건이 기준을 초과하여 46.0%의 부적합률을 나타내는 품목이었다.

잎을 사용부위로 하는 한약재 중 잔류농약 검출률은 비파엽(Eriobotryae Folium) 83.3%, 한련초(Ecliptae Herba) 60.0%로 나타났다.

근피의 경우 검출률은 열매, 뿌리, 잎보다는 낮게 나타났지만 지골피(Lycii Radix Cortex)의 경우 14건 시료 중 4건이 기준을 초과하여 28.6%의 높은 부적합률을 나타내었다.

전체 7,882건의 분석대상 한약재 중 국산 한약재의 경우 진피(Citri Unshii Pericarpium) (75.9%), 대추(Zizyphi Fructus)(69.6%), 건삼(Ginseng Radix Alba)(68.2%), 택사(Alismatis Rhizoma)(62.8%), 구기자(Lycii Fructus) (62.0%) 등이 검출률이 높게 나타났고, 대추(Zizyphi Fructus)와 건삼(Ginseng Radix Alba)의 경우 분석대상이 모두 국산이었고, 진피(Citri Unshii Pericarpium)의 경우 1건을 제외한 모든 시료가 국산이었다. 수입 한약재의 경우 택사(Alismatis Rhizoma) 85.7%, 비파엽(Eriobotryae Folium) 83.3%, 산수유(Corni Fructus) 66.7%로 검출률이 나타났다.

**Table 3. Summary of pesticide residues in medicinal herbs**

Part	Medicinal Herb	Total				Domestic medicinal herbs			Imported medicinal herbs		
		No. of samples	No. of detection	No. of violation	Detection rate(%)	No. of samples	No. of detection	No. of violation	No. of samples	No. of detection	No. of violation
Fruit	Sub total	708	261	14		410	219	12	298	42	2
	Citri Unshii Pericarpium (진피)	146	110	3	75.3	145	110	3	1	0	0
	Zizyphi Fructus(대추)	79	55	5	69.6	79	55	5	0	0	0
	Lycii Fructus(구기자)	69	36	2	52.2	50	31	2	19	5	0
	Foeniculi Fructus(회향)	5	2	0	40.0	0	0	0	5	2	0
	Corni Fructus(산수유)	72	17	1	23.6	63	11	0	9	6	1
	Citrii Unshiu Immaturi Pericarpium(청피)	39	8	0	20.5	3	1	0	36	7	0
	Kochiae Fructus(지부자)	5	1	0	20.0	0	0	0	5	1	0
	Crataegi Fructus(산사)	100	14	1	14.0	13	1	0	87	13	1
	Aipinae Fructus(익지)	8	1	0	12.5	0	0	0	8	1	0
	Rubi Fructus(복분자)	35	4	0	11.4	11	4	0	24	0	0
	Schisandrae Fructus(오미자)	50	5	2	10.0	29	4	2	21	1	0
	Forsythiae Fructus(연교)	11	1	0	9.1	1	1	0	10	0	0
	Hordei Fructus Germinatus(맥아)	11	1	0	9.1	9	0	0	2	1	0
	Chaenomelis Fructus(목과)	59	5	0	8.5	7	1	0	52	4	0
	Aurantii Fructus Immaturus(지각)	19	1	0	5.3	0	0	0	19	1	0
Root	Sub total	485	119	40		333	102	38	152	17	2
	Phytolaccae Radix(상륙)	1	1	0	100.0	0	0	0	1	1	0
	Ginseng Radix Alba(건삼)	22	15	0	68.2	22	15	0	0	0	0
	Alismatis Rhizoma(택사)	50	33	23	66.0	43	27	21	7	6	2
	Cnidii Rhizoma(천궁)	69	32	15	46.4	60	32	15	9	0	0
	Ginseng Radix Rubra(홍삼)	17	7	0	41.2	17	7	0	0	0	0
	Peucedani Radix(식방풍)	5	2	0	40.0	5	2	0	0	0	0
	Asteris Radix(자완)	4	1	0	25.0	0	0	0	4	1	0
	Adenophorae Radix(사삼)	10	2	0	20.0	5	1	0	5	1	0
	Glehniae Radix(해방풍)	15	3	0	20.0	1	0	0	14	3	0
	Paeoniae Radix(작약)	17	3	0	17.6	17	3	0	0	0	0
	Rhei Rhizoma(대황)	15	2	0	13.3	4	2	0	11	0	0
	Osterici Radix(강활)	18	2	2	11.1	17	2	2	1	0	0
	Polygonati Rhizoma(황정)	9	1	0	11.1	6	0	0	3	1	0
	Saposhnikoviae Radix(방풍)	9	1	0	11.1	4	1	0	5	0	0
	Dioscoreae Rhizoma(산약)	21	2	0	9.5	16	2	0	5	0	0
	Bupleuri Radix(시호)	33	3	0	9.1	2	1	0	31	2	0
	Fritillariae Thunbergii Bulbus(결배모)	11	1	0	9.1	0	0	0	11	1	0
	Achyranthis Radix(우슬)	12	1	0	8.3	4	1	0	8	0	0
	Liriopsis Tuber(백분동)	42	3	0	7.1	33	2	0	9	1	0
	Scutellariae Radix(황금)	14	1	5	7.1	4	1	0	10	0	0
	Platycodi Radix(길경)	21	1	0	4.8	15	1	0	6	0	0

**Table 3. (Continued)**

Part	Medicinal Herb	Total				Domestic medicinal herbs			Imported medicinal herbs		
		No. of samples	No. of detection	No. of violation	Detection rate(%)	No. of samples	No. of detection	No. of violation	No. of samples	No. of detection	No. of violation
Root	Angelicae Gigantis Radix (당귀)	34	1	0	2.9	34	1	0	0	0	0
	Puerariae Radix(갈근)	36	1	0	2.8	24	1	0	12	0	0
Herb	Sub total	136	40	13		78	19	8	58	20	5
	Eriobotryae Folium(비파엽)	6	5	2	83.3	0	0	0	6	5	2
	Ecliptae Herba(한련초)	5	3	0	60.0	2	2	0	3	1	0
	Geranii Herba(현초)	2	1	0	50.0	1	0	0	1	1	0
	Houttuyniae Herba(어성초)	2	1	0	50.0	2	1	0	0	0	0
	Chrysanthemi Zawadski Herba(구절초)	9	4	4	33.3	9	3	4	0	0	0
	Taraxaci Herba(포공영)	25	7	3	28.0	14	5	2	11	2	1
	Menthae Herba(박하)	37	10	2	27.0	24	6	2	13	4	0
	Agastachis Herba(곽향)	4	1	0	25.0	4	1	0	0	0	0
	Perillae Herba(자소엽)	40	7	2	17.5	16	0	0	24	7	2
	Leonuri Herba(익모초)	6	1	0	16.7	6	1	0	0	0	0
	Cortex	Sub total	126	9	5		40	3	1	86	6
Arecae Pericarpium(대북피)		6	1	0	16.7	0	0	0	6	1	0
Lycii Radix Cortex(지골피)		14	2	4	14.3	0	0	0	14	2	4
Phellodendri Cortex(황백)		10	1	0	10.0	2	0	0	8	1	0
Mori Cortex Radicis(상백피)		27	2	0	7.4	10	1	0	17	1	0
Eucommiae Cortex(두충)		33	2	1	6.1	28	2	1	5	0	0
Cinnamomi Cortex Spissus(육계)		36	1	0	2.8	0	0	0	36	1	0
Flower	Sub total	37	9	0		5	1	0	32	8	0
	Lonicerae Flos(금은화)	22	6	0	27.3	0	0	0	22	6	0
	Chrysanthemi Flos(감국)	15	3	0	20	5	1	0	10	2	0
Seed	Sub total	70	7	0		6	0	0	64	7	0
	Carthami Tinctorii Fructus(홍화자)	7	1	0	14.3	5	0	0	2	1	0
	Arecae Semen(빈랑자)	17	2	0	11.8	0	0	0	17	2	0
	Plantaginis Semen(차전자)	32	3	0	9.4	1	0	0	31	3	0
	Raphani Semen(내복자)	14	1	0	7.1	0	0	0	14	1	0
Others	Sub total	210	22	0		45	7	0	165	15	0
	Mori Ramulus(상지)	7	5	0	71.4	7	5	0	0	0	0
	Lonicerae Folium(인동)	12	3	0	25.0	8	1	0	4	2	0
	Hoelen(복령)	173	13	0	7.5	22	0	0	151	13	0
	Schizonepetae Spica(형개)	18	1	0	5.6	8	1	0	10	0	0
Total		1772	467	72		917	351	59	855	115	13

### 3. 잔류농약별 검출현황

전체 7,882건 한약재에 대해 155종 잔류농약을 조사한 결과, 표 4와 같이 42종의 잔류농약이 총 733회 검출되었다. 그 중 cypermethrin이 총 142회 가장 많이 검출되었고, 그 외 phenthoate 83회, chlorpyrifos 82회, endosulfan 73회, cyhalothrin 41회, isoprothiolane 36회 순으로 검출되었다.

GUO 등(8)은 서양삼, 황기, 감초, 작약, 단삼 등 5품목의 중국 한약재를 대상으로 잔류농약 26종을 분석한 결과, 5품목 모두에서 cypermethrin이 검출되었다고 보고하였고, Zhiqiang 등(9)은 중국 차류에서 잔류농약 102종을 분석한 결과, 0.01~0.050mg/kg 범위의 cypermethrin이 검출되었으며, 유 등(4)은 건조 식품원료 약용식품의 잔류농약 모니터링 결과, cypermethrin이 가장 빈번히 검출되었다고 보고하였고, 승 등(10)은 유통 농산물의 농약잔류실태를 조사한 결과, cypermethrin이 116회 검출된 것으로 보아 cypermethrin이 중국 뿐만 아니라 국내에서도 한약재 및 농산물에도 빈번히 사용되고 있음을 확인할 수 있었다.

Phenthoate는 감귤의 노린재류에 의한 병해충을 막기 위한 경엽처리 살충제로써 총 83회 검출되었으나, 상지에서 1회, 텍사에서 2회 검출된 것 이외에는 모두 진피에서만 검출되어 이는 phenthoate가 경엽처리 후에도 감귤의 과피에 잔류하고 있음을 확인할 수 있었다.

Chlorpyrifos와 endosulfan은 각각 24품목, 28품목의 한약재에서 82, 73회 검출되어 가장 많은 품목의 한약재에서 광범위하게 잔류하는 농약성분이었다.

Chlorpyrifos는 감귤, 배, 사과 등과 같은 과실류에 경엽처리하는 농약성분이나 대추, 구기자, 산수유 등과 같은 과실류 그리고 구절초, 박하, 포공영과 같이 잎을 사용부위로 하는 한약재에서도 빈번히 검출되었으며, 이는 소면적 재배 작물의 미등록 농약이 사용되고 있음을 예측할 수 있었다.

토양살충제인 endosulfan은 척추동물과 특히 어류에 독성이 강하며 고등동물에 독성이 매우 높

아 미국 환경보호청(EPA)은 2010년 6월에 사용을 전면금지한 농약성분이지만 국내 농산물 중 잔류농약 모니터링 보고(10~12)와 다류 중의 잔류농약 노출 안전성평가(13) 등에서 검출률이 높은 성분으로 보고된 바 있어 국내에서 광범위한 작물에 사용되었으며, 본 연구결과에서 다양한 한약재에서 검출된 것으로 보인다. 또한, 시설재배지 토양 중 잔류농약 검출량을 조사한 보고(14, 15)에서도 endosulfan의 검출빈도가 가장 높게 나타나 본 연구결과 사용부위가 뿌리인 천궁과 텍사에서 endosulfan이 각각 12회, 11회로 검출빈도가 가장 높게 나타났음을 이론적으로 뒷받침해 주고 있다.

현재 대한민국약전 일반시험법 중 잔류농약 시험방법은 유기염소계 5종을 포함한 총 63종의 잔류농약시험방법만이 수록되어 있으나, 본 연구에서 검출된 42종 잔류농약성분 중 농산물의 농약 잔류허용기준을 따르도록 되어 있는 건삼과 대추에서만 각각 검출된 tolclofos-methyl, EPN을 제외한 cyhalothrin, isoprothiolane, iprobenfos, ethoprofos, triflumuron, metconazole, pyraclofos, pyrazophos 등 8종의 농약성분은 대한민국약전에 수록되어 있지 않은 성분으로 향후 한약재의 잔류농약 분석을 위한 유용한 기초자료로 응용될 것으로 생각된다.

### 4. 다빈도 검출 한약재 및 농약의 연도별 변화

전체 한약재 중 분석대상 품목의 시료 수가 30건 이상이고, 잔류농약 검출률이 높은 한약재인 진피(Citri Unshii Pericarpium)(75.3%), 대추(Zizyphi Fructus)(69.6%), 천궁(Cnidii Rhizoma)(46.4%), 구기자(Lycii Fructus)(52.2%), 텍사(Alismatis Rhizoma)(66.0%), 박하(Menthae Herba)(27.0%), 산수유(Corni Fructus)(23.6%) 등 7품목을 선정하여 2008년부터 2012년까지의 잔류농약 검출률을 그림 4에 나타내었다.

7품목 모두 2008년에 비해 2009년에는 검출률이 증가하였고, 텍사(Alismatis Rhizoma)의 경우 매년 검출률이 증가하여 2012년은 12건의 텍사가 모두 잔류농약이 검출되어 100%의 검출률을 나타내었다. 대추(Zizyphi Fructus)의 경우 2011



**Table 4.** The frequency of residual pesticides in medicinal herbs

pesticide	No. of detection	Medicinal herbs
Cypermethrin	142	Citri Unshii pericarpium(진피)(59), Zizyphi Fructus(대추)(27), Lycii Fructus(구기자)(22), Corni Fructus(산수유)(5), Crataegi Fructus(산사)(4), Schisandrae Fructus(오미자)(3), Rubi Fructus(복분자)(1), Perillae Herba(자소엽)(4), Cinnamomi Cortex Spissus(육계)(1), Menthae Herba(박하)(3), Lonicerae Folium(인동)(3), Kochiae Fructus(지부자)(1), Citrii Unshiu Immaturi Pericarpium(청피)(1), Ecliptae Herba(한련초)(1), Arecae Pericarpium(대복피)(1), Phytolaccae Radix(상륙)(1), Lonicerae Flos(금은화)(1), Puerariae Radix(갈근)(1), Eriobotryae Folium(비파엽)(3)
Phenthoate	83	Citri Unshii pericarpium(진피)(80), Mori Ramulus(상지)(1), Alismatis Rhizoma(택사)(2)
Chlorpyrifos	82	Zizyphi Fructus(대추)(15), Citrii Unshiu Immaturi Pericarpium(청피)(9), Citri Unshii Pericarpium(진피)(8), Lycii Fructus(구기자)(7), Alismatis Rhizoma(택사)(7), Corni Fructus(산수유)(6), Menthae Herba(박하)(5), Chrysanthemi Zawadskii Herba(구절초)(3), Foeniculi Fructus(회향)(2), Schisandrae Fructus(오미자)(2), Menthae Herba(박하)(2), Taraxaci Herba(포공영)(2), Ecliptae Herba(한련초)(2), Eriobotryae Folium(비파엽)(2), Perillae Herba(자소엽)(1), Leonuri Herba(익모초)(1), Arecae Semen(빈랑자)(1), Buleuri Radix(시호)(1), Eucommiae Cortex(두충)(1), Aurantii Fructus Immaturus(지각)(1), Arecae Semen(빈랑자)(1), Crataegi Fructus(산사)(1), Lonicerae Folium et Caulis(인동)(1), Cnidii Rhizoma(천궁)(1),
Endosulfan	73	CnidiiRhizoma(천궁)(12), AlismatisRhizoma(택사)(11), ZizyphiFructus(대추)(9), LyciiFructus(구기자)(7), MoriRamulus(상지)(4), ChrysanthemiFlos(감국)(3), TaraxaciHerba(포공영)(3), CorniFructus(산수유)(3), LiriopisTuber(백문동)(2), ForsythiaeFructus(연교)(1), Schizonepetaespica(형개)(1), AngelicaeGigantisRadix(당귀)(1), RheiRhizoma(대황)(1), MenthaeHerba(박하)(1), RubiFructus(복분자)(1), MoriCortexRadicis(상백피)(1), GeraniiHerba(현초)(1), MenthaeHerba(박하)(1), DioscoreaeRhizoma(산약)(1), PaeoniaeRadix(작약)(1), PlatycodiRadix(길경)(1), PeucedaniRadix(식방풍)(1), AchyranthisRadix(우슬)(1), RehmanniaeRadix(지황)(1), Raphani Semen(내복자)(1), Dioscoreae Rhizoma(산약)(1), Houttuyniae Herba(어성초)(1), Scutellariae Radix(황금)(1)
Cyhalothrin	41	Lycii Fructus(구기자)(10) Zizyphi Fructus(대추)(8), Lonicerae Flos(금은화)(6), Corni Fructus(산수유)(5), Lonicerae Folium et Caulis (인동)(2), Crataegi Fructus(산사)(4), Menthae Herba(박하)(2), Schisandrae Fructus(오미자)(1), Taraxaci Herba(포공영)(1), Eriobotryae Folium(비파엽)(1), Perillae Herba(자소엽)(1)
Isoprothiolane	36	Alismatis Rhizoma(택사)(27), Cnidii Rhizoma(천궁)(3), Plantaginis Semen(차전자)(3), Corni Fructus(산수유)(1), Zizyphi Fructus(대추)(1), Citri Unshii Pericarpium(진피)(1),
Bifenthrin	32	ZizyphiFructus(대추)(15), CnidiiRhizoma(천궁)(11), LyciiFructus(구기자)(2), ChaenomelisFructus(목과)(1), CrataegiFructus(산사)(1), LoniceraeFoliumetCaulis(인동)(1), MenthaeHerba(박하)(1)
Fenvalerate	26	Zizyphi Fructus(대추)(16), Chaenomelis Fructus(목과)(3), Lycii Fructus(구기자)(2), Schisandrae Fructus(오미자)(1), Citri Unshii Pericarpium(진피)(1), Crataegi Fructus(산사)(1), Eriobotryae Folium(비파엽)(1), Perillae Herba(자소엽)(1)
Chlorfenapyr	25	Zizyphi Fructus(대추)(7), Lycii Fructus(구기자)(6), Cnidii Rhizoma(천궁)(5), Chrysanthemi Zawadskii Herba(구절초)(5), Corni Fructus(산수유)(1), Citri Unshii Pericarpium(진피)(1)

**Table 4. (Continued)**

pesticide	No. of detection	Medicinal herbs
Tolclofos-methyl	23	Ginseng Radix Alba(건삼)(16), Ginseng Radix Rubra(홍삼)(7)
Chlorothalonil	18	Lycii Fructus(구기자)(14), Zizyphi Fructus(대추)(2), Hoelen(복령)(1), Schisandrae Fructus(오미자)(1)
Fenpropathrin	15	Crataegi Fructus(산사)(5), Citri Unshii pericarpium(진피)(4), Lycii Fructus(구기자)(2), Zizyphi Fructus(대추)(1), Cnidii Rhizoma(천궁)(1), Corni Fructus(산수유)(1), Eriobotryae Folium(비파엽)(1), Ganoderma(영지)(1)
DDT	15	Lycii Radicis Cortex(지골피)(4), Glehniae Radix cum Rhizoma(해방풍)(3), Paeoniae Radix(작약)(2), Buleuri Radix(시호)(2), Polygonati Rhizoma(황정)(1), Asteris Radix(자완)(1), Aipinae Fructus(익지)(1), Carthami Tinctorii Fructus(홍화자)(1)
BHC	13	Hoelen(복령)(13)
Pendimethalin	12	Cnidii Rhizoma(천궁)(11), Saposhnikoviae Radix(방풍)(1)
Procymidone	11	Zizyphi Fructus(대추)(4), Ginseng Radix Alba(건삼)(1), Schisandrae Fructus(오미자)(1), Eucommiae Cortex(두충)(1), Cnidii Rhizoma(천궁)(2), Hordei Fructus Germinatus(맥아)(1), Fritillariae Thunbergii Bulbus(절편모)(1)
Hexaconazol	10	Zizyphi Fructus(대추)(8), Cnidii Rhizoma(천궁)(2)
Triazophos	8	Alismatis Rhizoma(택사)(4), Corni Fructus(산수유)(2), Agastachis Herba(곽향)(1), Perillae Herba(자소엽)(1)
Iprobenfos	7	Cnidii Rhizoma(천궁)(3), Alismatis Rhizoma(택사)(2), Zizyphi Fructus(대추)(1), Menthae Heaba(박하)(1)
Fenitrothion	6	Citri Unshii Pericarpium(진피)(6)
Tebufenpyrad	6	Cnidii Rhizoma(천궁)(5), Lycii Fructus (구기자) (1)
Tetradifon	6	CnidiiRhizoma(천궁)(3), LyciiFructus(구기자)(1), RubiFructus(복분자)(1), RheiRadixetRhizoma(대황)(1),
Ethoprofos	5	CnidiiRhizoma(천궁)(3),OstericiRadix(강활)(2)
Tebuconazole	7	Zizyphi Fructus(대추)(4), Chrysanthemi Zawadskii Herba(구절초)(1), Lycii Fructus(구기자)(1), Alismatis Rhizoma(택사)(1)
Fenarimol	4	Zizyphi Fructus(대추)(4)
Cyprodinil	3	Ginseng Radix Alba(건삼)(2), Taraxaci Herba(포공영)(1)
EPN	3	Zizyphi Fructus(대추)(3)
Kresoxim-methyl	3	Chrysanthemi Zawadskii Herba(구절초)(1), Zizyphi Fructus(대추)(1), Rubi Fructus(복분자)(1)
Methidathion	2	Citri Unshii Pericarpium(진피)(2)
Quintozene	2	Adenophorae Radix(사삼)(2)
Triadimefon	2	Eriobotryae Folium(비파엽)(1), Taraxaci Herba(포공영)(1)
Triflumuron	2	Lycii Fructus(구기자)(1), Crataegi Fructus(산사)(1)
Butachlor	1	Chaemomelis Fructus(목과)(1)
Captan	1	Mori Cortex Radicis(상백피)(1)
Metconazole	1	Zizyphi Fructus(대추)(1)
Methidation	1	Citri Unshii Pericarpium(진피)(1)
Methoxychlor	1	Citri Unshii Pericarpium(진피)(1)
Myclobutanil	1	Zizyphi Fructus(대추)(1)
Paclobutrazol	1	Liriopis Tuber(백문동) (1)
Pyraclufos	1	Cnidii Rhizoma(천궁)(1)
Pyrazophos	1	Alismatis Rhizoma(택사) (1)
Triflumizole	1	Phellodendri Cortex(황백)(1)

년까지 60% 이상의 검출률을 보였으나, 2012년에는 40%로 검출률이 급격히 감소하였다. 박하(Menthae Herba)의 경우 2008년에는 잔류농약이 검출되지 않았지만 2011년까지 꾸준히 검출률이 증가하는 경향을 보였고, 산수유(Corni Fructus)의 경우 검출률이 2010년도에는 감소하였지만 2011년부터 다시 증가하는 추세를 나타내었고, 진피(Citri Unshii Pericarpium)의 경우 5년 동안 60% 이상의 높은 검출률을 나타내었다.

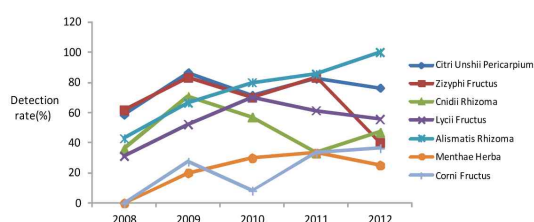


Fig. 4. The change of pesticide detection rates in frequently contaminated medicinal herbs.

잔류농약 155종 중 검출빈도가 높은 9개 농약성분을 대상으로 5년 동안의 검출빈도를 그림 5에 나타내었다.

2008년부터 2012년까지 매년 cypermethrin의 검출빈도가 가장 높게 나타났다. 특히 2009년도에는 cypermethrin과 endosulfan이 각각 44회, 36회로 검출빈도가 가장 높게 나타나서 2009년도 잔류농약 검출률이 다른 년도에 비해 가장 높게 나타나는 원인이 된 것으로 보인다.

chlorpyrifos, cyhalothrin은 5년 동안 검출횟수가 증가하였고, 그 중 chlorpyrifos의 경우 2008년 5회 검출되었으나, 2009년부터는 검출횟수가 증가하여 매년 약 20회 검출되는 양상을 보였고, cyhalothrin은 2008년 1회, 2009년 9회, 2010년 5회, 그리고 2011년과 2012년에 모두 13회씩 검출되어 검출횟수가 증가하는 패턴을 보였다. bifenthrin, fenvalerate, chlorfenapyr는 2009년에 검출횟수가 가장 높았지만 2010년부터 2012년까지 검출횟수가 감소하였고, isoprothiolane은 5년 동안 6~9회 검출로 변화의 폭이 크지 않았다.

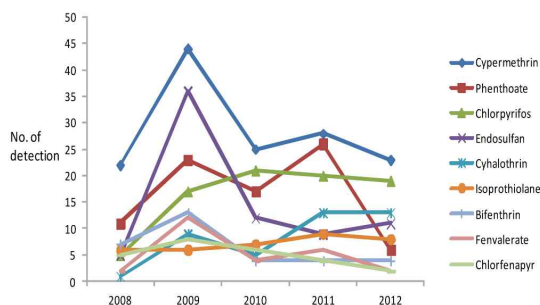


Fig. 5. The change of the number of detection of frequently detected pesticides in five years.

## 참고문헌

1. 정진영 : 한약재 중 유해물질 모니터링 및 가용 섭취율 분석 연구 : 중금속, 잔류농약, 잔류이산화황. 식품의약품안전청 연구결과보고서, 2006.
2. 이선화, 김형수, 김용무, 김우성, 원영준, 채갑용, 김옥희, 박홍재, 정성욱 : 유통 한약재의 잔류농약 모니터링. 한국환경과학회지, 15 : 811~817, 2006.
3. 신대회, 충북테크노파크 전통의약품산업센터 : 생약의 잔류농약에 관한 연구(한약재의 잔류농약 기준설정방법에 관한 연구). 식품의약품안전청연구보고서, 2007.
4. 유인실, 박성규, 최영희, 승현정, 정희정, 한성희, 이영주, 김윤희, 김경식, 한기영, 채영주 : 건조 식품원료 약용식품의 잔류농약 모니터링. 한국위생안전성학회, 27(3):224~232, 2012.
5. 이경아 : 건조과실류 약용식품의 잔류농약분석과 위해성 평가. 서울산업대학교 석사논문, 2009.
6. Eric, SJ, Harris, SC, Bruce, AL, Jane, A, Craycroft, RS, Ted, K, Yanling, F, Wenquan, W, Yong, L, Hubiao, C, Zhongzhen, Z, Jon, C, Alan, DW and David, ME : Heavy metal and pesticide

- content in commonly prescribed individual raw Chinese Herbal Medicines. *Science of the Total Environment*, 409:4297~4305, 2011.
7. Jian, X, Lili, H and Fei, P : Residue of 18 organochlorine pesticides in 30 traditional Chinese meidicines. *Chemosphere*, 71:1051~1055, 2008.
  8. GUO, Q, LV, X, TAN, Li and YU, BY : Simultaneous Determination of 26 Pesticide Residues in 5 Chinese Medicinal Materials Using Solid-phase Extraction and GC-ECD Method. *Chinese Journal of Natrual Medicines*, 7(3):210~216, 2009.
  9. Zhiqiang, H, Yongjun, L, Bo, C and Shouzhuo, Y : Simultaneous determination of 102 pesticide residues in Chinese teas by gas chromatography-mass spectrometry. *Journal of Chromatography B*, 853:154~162, 2007.
  10. 승현정, 박성규, 하광태, 김옥희, 최영희, 김시정, 이경아, 장정임, 조한빈, 최병현 : 서울특별시 강북지역 유통 농산물에 대한 농약잔류실태조사. *한국식품위생안전성학회*, 25(2) :106~117, 2010.
  11. 이명진, 김명길, 정홍래, 윤희정, 김난영, 김한택, 김철영, 이운형, 윤미혜 : 경기도내 유통 건조농산물의 잔류농약 실태. *한국농약과학회지*, 15(3):238~245, 2011.
  12. 김성단, 김복순, 박성규, 김미선, 조태희, 한창호, 조한빈, 최병현 : 서울시 유통 건조농산물 중의 농약잔류 실태 연구. *한국식품과학회*, 39(2):114~121, 2007.
  13. 김재관, 오문석, 김기유, 김영수, 손미희, 배호정, 강충원, 박용복, 윤미혜, 이정복, 정주연 : 다류에 존재하는 잔류농약 노출 안전성 평가. *한국농약과학회*, 15(1):28~35, 2011.
  14. 박병준, 이지호 : 전국 논토양과 시설하우스 토양 중 잔류농약 모니터링과 환경 노출성. *한국농약과학회지*, 15(2):134~139, 2011.
  15. 최채만, 육동현, 홍채규, 김태량, 황영숙, 황인숙, 김정현, 김무상, 채영주 : 서울 강남지역 채소류 경작지의 토양 중 잔류농약 실태조사. *한국농약과학회지*, 15(2):160~165, 2011.

**Appendix 1. The list of herbal medicines investigated**

---

Acanthopanax Root Bark	Bupleuri Radix	Eucommiae cortex preparata cum sal
Achyranthis Radix	Caesalpiniae Lignum	Euphorbiae Kansui Radix
Aconiti Koreani Tuber	Cannabis Semen	Euryales Semen
Aconiti Lateralis Radix Preparata	Carthami Flos	Evodiae Fructus
Acori Gramineri Rhizoma	Carthami Tinctorii Fructus	Farfarae Flos
Adenophorae Radix	Cassiae Semen	Foeniculi Fructus
Agastachis Herba	Castanae Semen	Forsythiae Fructus
Aipinae Fructus	Celosiae Semen	Fritillariae Thunbergii Bulbus
Akebiae Caulis	Chaenomelis Fructus	Gardeniae Fructus
Albizziae Cortex	Chelidonii Herba	Gastrodiae Rhizoma
Alismatis Rhizoma	Chrysanthemi Flos	Gentianae Macrophyllae Radix
Alli Tuberosi Semen	Cibotii Rhizoma	Geranii Herba
Alpiniae Katsumadaii Semen	Cimicifugae Rhizoma	Gentianae scabrae Radix
Alpiniae Officinarum Rhizoma	Cinnamomi Cortex Spissus	Ginkgonis Semen
Amomi Cardamomi Fructus	Cinnamomi Ramulus	Gleditsiae Spina
Amomi Fructus	Cirsii Herba	Glehniae Radix cum Rhizoma
Amomi Tsao-Ko Fructus	Cistanchis Herba	Glycyrrhizae Radix
Anemarrhenae Rhizoma	Citri Unshii Pericarpium	Glycyrrhizae radix preparata cum mel
Anethi Fructus	Citrii Unshiu Immaturi Pericarpium	Glycine Semen Germinatum
Angelicae Dahuricae Radix	Clematidis Radix	Gossypii Semen
Angelicae Decursivae Radix	Cnidi Fructus	Hoelen
Angelicae Gigantis Radix	Cnidii Rhizoma	Hoelen Cum Radix
Angelicae Tenuissimae Radix	Codonopsis Pilosulae Radix	Hordei Fructus Germinatus
Anisi stellati Fructus	Coicis Semen	Houttuyniae Herba
Araliae Continentalis Radix	Coptidis Rhizoma	Hoveniae Semen Cum Fructus
Arctii Semen	Corni Fructus	Imperatae Rhizoma
Arecae Pericarpium	Corydalis Tuber	Inulae Flos
Arecae Semen	Crataegi Fructus	Isatidis Radix
Arisaematis Rhizoma	Curcumae Longae Rhizoma	Kalopanacis Cortex
Armeniacae Semen	Cuscutae Semen	Kochiae Fructus
Artemisiae Argyi Herba	Cynanchi Wilfordii Radix	Leonuri Herba
Artemisiae Capillaris Herba	Cynomorii Herba	Lilii Bulbus
Arteniseae Iwayomogii Herba	Cyperii Rhizoma	Linderae Radix
Asiasari Radix	Dendrobii Herba	Liriopsis Tuber
Asparagi Tuber	Dianthi Herba	Lithospermi Radix
Asteris Radix	Dioscoreae Rhizoma	Ligustri Fructus
Astragali Radix	Dipsaci Radix	Lini Semen

---

**Appendix 1. (Continued)**

---

Atractylodis Rhizoma	Drabae Semen	Longanae Arillus
Atractylodis Rhizoma Alba	Drynariae Rhizoma	Lonicerae Flos
Aucklandiae Radix	Elsholtziae Herba	Lonicerae Folium
Aurantii Fructus Immaturus	Ephedrae Herba	Lophatheri Herba
Bambusae Caulis In Taeniam	Epimedii Herba	Lycii Fructus
Betulae Cortex	Ephedrae Radix	Lycii Radicis Cortex
Benincasae Semen	Eriobotryae Folium	Lycopi Herba
Brassicae Semen	Eucommiae Cortex	Magnoliae Cortex
Magnoliae Flos	Polygoni Avicularis Herba	Scrophulariae Radix
Massa Medicata Fermentata	Polygalae Radix	Scutellariae Radix
Melandrii Herba	Polygonati Rhizoma	Sinomenii Caulis et Rhizoma
Meliae Cortex	Polygoni Multiflori Radix	Smilacis Rhizoma
Menthae Herba	Polyporus	Sophorae Radix
Mori Cortex Radicis	Ponciri Fructus	Syzygii Flos
Mori Folium	Prunellae Spica	Taraxaci Herba
Mori Ramulus	Pruni Nakaii Semen	Thujae Semen
Moutan Cortex Radicis	Psoraleae semen preparata cum sal	Thujae Orientalis Folium
Mume Fructus	Psoraleae Semen	Tiglii Semen
Myristicae Semen	Puerariae Flos	Tokoro Rhizoma
Nelumbinis Semen	Puerariae Radix	Tribuli Fructus
Osterici Radix	Raphani Semen	Trichosanthis Radix
Paeoniae Radix	Rehmanniae Radix	Trichosanthis Semen
Perillae Herba	Rehmanniae Radix Preparata	Trigonellae Semen
Perillae Semen	Remotiflori Radix	Tritici Levis Semen
Persicae Semen	Rhei Rhizoma	Typhae Pollen
Peucedani Radix	Rhei Undulati Rhizoma	Ulmi Cortex
Pharbitidis Semen	Rubi Fructus	Uncariae Ramulus Et Uncus
Phellodendri Cortex	Rhei rhizoma preparata cum vinum	Zingiberis Rhizoma
Pinelliae tuber cum z. r. srudus et alumen	Salviae Miltiorrhizae Radix	Zizyphi Fructus
Pinelliae Tuber	Sanguisorbae Radix	Zizyphi Semen
Piperis Longi Fructus	Santalini Lignum Rubrum	Visci Herba
Piperis Nigri Fructus	Saposhnikoviae Radix	Visci Herba et Loranthis Ramulus
Plantaginis Semen	Sparganii Rhizoma	Vitidis Fructus
Platycodi Radix	Spatholobi Caulis	Xanthii Fructus
Polygoni Avicularis Herba	Schisandrae Fructus	Zanthoxyli Fructus
Pogostemonis Herba	Schizonepetae Spica	Zedoariae Rhizoma

---

**Appendix 2. The list of pesticides investigated**

---

Acrinathrin	Etrimfos	Parathion-methyl
Aldrin	Fenamidone	Penconazole
Anilofos	Fenarimol	Pendimethalin
Azinphos-methyl	Fenazaquin	Permethrin
$\alpha,\beta,\gamma,\delta$ -BHC	Fenbuconazole	Phenthoate
Bifenthrin	Fenitrothion	Phosalone
Bromacil	Fenobucarb	Phosmet
Bromopropylate	Fenothiocarb	Phosphamidone
Cadusafos	Fenoxanil	Pirimicarb
Captafol	Fenoxycarb	Pirimiphos-ethyl
Captan	Fenpropathrin	Pirimiphos-methyl
Carbophenothion	Fenthion	Probenazole
Chinomethionate	Fenvalerate	Prochloraz
Chlordane	Fipronil	Procymidone
Chlorfenapyr	Flonicamid	Profenofos
Chlorobenzilate	Fluazinam	Propisochlor
Chlorothalonil	Fludioxonil	Prothiofos
Chlorpyrifos	Flusilazole	Pyraclufos
Chlorpyrifos-methyl	Fusulfamid	Pyrazophos
Cycloprothrin	Flutolanil	Pyridaben
Cyflufenamid	Fluvalinate	Pyridalyl
Cyfluthrin	Folpet	Pyrimidifen
Cyhalothrin	Fosthiazate	Pyriminobac-methyl
Cypermethrin	Fthalide	Quinalphos
Cyproconazole	Furathiocarb	Quintozen
Cyprodinil	Heptachlor	Simeconazole
DDT	Imazalil	Tebufenpyrad
Deltamethrin	Indanofan	Tebupirimfos
Diazinon	Indoxacarb	Tefluthrin
Dichlofluanid	Iprobenfos (IBP)	Terbufos
Dicloran	Iprodion	Terbuthylazine
Dicofol	Iprovalicarb	Tetradifon
Dieldrin	Isazofos	Thiazopyr
Diethofencarb	Isfenphos	Thifluzamide
Dimepiperate	Isoprothiolane	Thiometon
Dimethenamid	Kresoxim-methyl	Tolclofos-methyl
Dimethoate	Malathion	Tolyfluanid
Dimethylvinphos	Mecarbam	Tralomethrin
Diniconazole	Mefenacet	Triadimefon
Diphenamid	Mepronil	Triazophos
Diphenylamine	Metconazole	Triflumuron
Dithiopyr	Methidathion	Triflumizole
Edifenphos	Methoxychlor	Vinclozolin
$\alpha$ -Endosulfan	Molinate	Zoxamide
$\beta$ -Endosulfan	Myclobutanil	Buromutide
Endosulfan-SO <sub>4</sub>	Nitrapyrin	Metrafenone
Endrin	Nonachlor	Piperophos
EPN	Nuarimol	Dichlorvos
Esprocarb	Ofurace	Butachlor
Ethion	Oxadixyl	Hexaconazole
Ethoprophos	Paclbutrazol	Tebuconazole
Etoxazole	Parathion	

---