

서울지역 유통 한약재의 농약잔류 실태

잔류농약검사팀

최영희 · 박성규 · 조태희 · 하광태 · 승현정
김시정 · 이경아 · 장정임 · 조한빈 · 최병현

Pesticide Residues in Medicinal Herbs

Residue Pesticide Inspection Team

**Young-hee Choi, Sung-kyu Park, Tae-hee Cho, Kwang-tae Ha,
Hyun-jung Seung, Si-jung Kim, Kyeong-ah Lee, Jung-im Jang,
Han-bin Jo and Byung-hyun Choi**

Abstract

We tested for the residues of two hundred and sixty pesticides with simultaneous multi-residue methods in a total sample of 2,114 samples. Samples included 215 different domestic and imported medicinal herbs. Residual pesticides were detected in 97 samples from 15 domestic medicinal herbs and in 11 samples from 6 imported medicinal herbs. The medicinal herbs which had pesticides that exceeded their MRL were *Alismatis Rhizoma*, *Chrysanthemi Zawadski Herba*, *Cnidii Rhizoma*, *Ginseng Radix*, *Lycii Radix Cortex*, *Schisandrae Fructus*, *Taraxaci Herba*, and *Zizyphi Fructus*. The pesticide which were detected over their MRLs were tolclofos-methyl, procymidone, BHC, DDT, isoprothiolane, endosulfan, chlorfenapyr, tebuconazole, and chlorpyrifos.

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

서 론

한약재는 오래전부터 우리나라를 비롯한 동양권 국가에서 전통적인 치료제로 이용되어 왔고, 최근에는 건강기능성 식품, 화장품의 원료 및 신약개발의 자원 등으로 그 사용범위가 매우 다양해지고 있다. 이러한 한약재의 사용이 증가함에 따라 야생채취보다는 생산량 확보를 위하여 인공재배가

이루어지고, 재배지에서는 재배과정 중 발생하는 병해충 방제 목적으로 농약을 사용함으로써 최종 생산되는 한약재의 잔류농약 관리가 필요한 실정이다.

현재 잔류농약은 두 가지 측면으로 규제되고 있으며, 일차적으로 사용면에서의 규제와 농약안전 사용기준이 있으며, 또 다른 하나는 식품위생 및 환경보건 측면에서의 규제와 잔류허용량이 설정되

어 있다. 하지만 국산 한약재의 경우 생산단계(수집 재배단계)에서는 농산물로 취급되어 농림수산식품부에서, 규격화를 거친 이후(유통단계)에는 의약품으로 취급되어 보건복지가족부에서 관리하는 이원적 관리체계를 갖고 있어 규제에 어려움이 따른다(1). 또한 국산 한약재의 경우 재배 규모가 영세하여 농약회사의 농약 등록 기피현상으로 미등록 농약의 불법 사용 문제, 수입 한약재의 경우 수입의약품등 관리 규정(2)에 의해 잔류농약검사가 이루어지고 있으나 예상치 못한 농약의 잔류 문제 등으로 국민의 건강이 위협받고 있는 실정이므로 이를 해결하기 위한 과학적이고 체계적인 관리가 절실히 요구된다.

일반 농산물의 경우 식품공전(3)에 399종 농약의 잔류허용기준이 설정되어 체계적으로 관리 운영되고 있으나, 한약재의 경우 1995년 유기염소계 5종(BHC, DDT, aldrin, endrin, dieldrin)에 대해 생약 및 생약 추출 원료 의약품의 농약 잔류량을 규제하기 시작하여 생약의 잔류농약 허용기준 및 시험방법이 꾸준히 개정 고시되어 현재 식품의약품안전청 고시 제2008-23호(2008. 5. 19)에 의해 42종 농약의 잔류기준이 신설, 강화되어 있다. 그러나 대한약전 및 대한약전외생약규격집에 수록된 548개 품목의 한약재 중 식물성 한약재가 428개 품목으로 대부분을 차지하고 있으나(4), 유기염소계 5종 이외 개별 기준이 설정되어 있는 41개 품목을 제외한 상당수의 한약재에 잔류농약 개별 기준이 설정되어 있지 않아 한약재나 식품으로서의 안전성 및 유효성에 문제가 되고 있다.

따라서 본보에서는 국내 최대 한약재 시장인 서울 약령시장에서 유통되고 있는 국내산 및 수입산 한약재에 대하여 잔류농약 오염 실태를 파악하여 한약재의 안전성 확보 및 기준 설정의 기초 자료로 활용하고자 한다.

재료 및 방법

1. 실험재료

2008년 1월부터 12월까지 서울 약령시장에서

유통 중인 한약재 215품목 2,114건(국산 894건, 수입산 1,220건)에 대해 260종 농약을 분석하였다. 시료는 유통이 많이 되는 것들을 중심으로 무작위 채취하였다. 분석대상 한약재 및 농약은 각각 부록 1, 2와 같다.

2. 시약 및 기기분석

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.), Amine Cartridge는 Varian Bond Elut LRC-NH2 제품을 사용하였다. 사용한 분석 기기는 GC- μ ECD(HP6890N), GC-NPD(HP6890), GC-MSD(HP5973), HPLC(alliance 2695, HP-1100), LC/MSD(G1956B)였다.

3. 실험방법

시료 전처리 및 분석 방법은 식품공전의 동시 다성분 분석방법 83번을 이용하였고(그림 1), GC- μ ECD, GC-NPD, GC-MSD, LC-DAD, LC-FLD, LC-MSD 각각의 분석조건은 표 1, 2와 같다. GC의 경우 한약재 고유성분으로 인한 방해피크의 문제점을 해결하기 위해 두 종류의 column을 사용하여 분석하였다.

결과 및 고찰

1. 원산지별 잔류실태

국내산 한약재 894건과 수입산 한약재 1,220건을 검사한 결과, 국내산 97건, 수입산 11건에서 잔류농약이 검출되어 검출률이 각각 10.9%, 0.9%로 나타났고 그 중 국내산 18건, 수입산 2건이 기준치를 초과하여 부적합률이 각각 2.0%, 0.2%로 나타났다(표 3).

김 등(5)의 모니터링 결과 잔류농약 검출빈도가 가장 높았던 인삼류(수삼, 건삼 및 홍삼)를

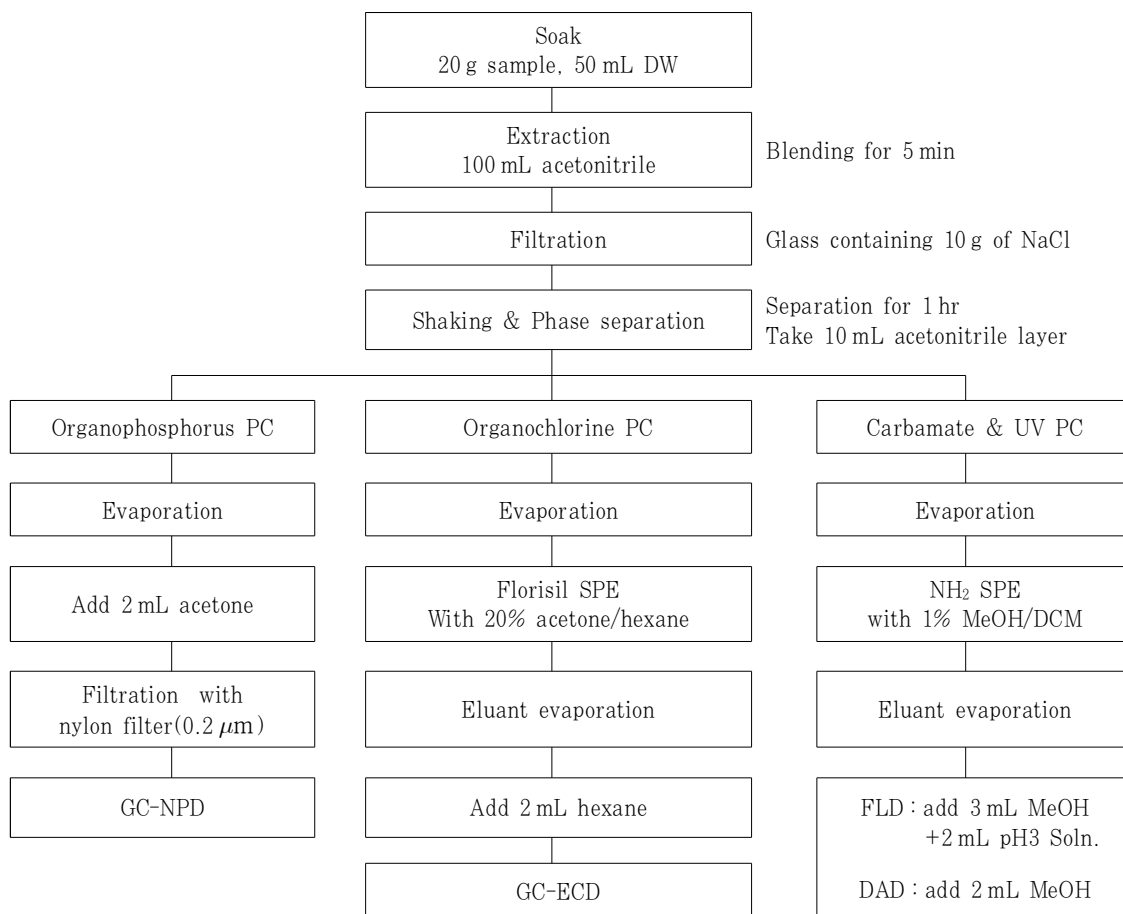


Fig. 1. Flow chart of multipesticide residue method.

Table 1. Analytical conditions of GC- μ ECD, GC-NPD and GC-MSD

	GC- μ ECD	GC-NPD	GC-MSD
Column	HP-1701 (30 m \times 0.32 mm \times 0.25 μ m)	HP-1701 (30 m \times 0.32 mm \times 0.25 μ m)	HP-5MS (30 m \times 0.25 mm \times 0.25 μ m)
	HP-5 (30 m \times 0.32 mm \times 0.25 μ m)	HP-5 (30 m \times 0.32 mm \times 0.25 μ m)	
Gas flow	N ₂ (1 mL/min)	N ₂ (1.4 mL/min) Air(60 mL/min) H ₂ (3.5 mL/min)	He(1 mL/min)
Injection port temperature	230 $^{\circ}$ C	210 $^{\circ}$ C	230 $^{\circ}$ C
Detector temperature	280 $^{\circ}$ C	270 $^{\circ}$ C	280 $^{\circ}$ C (Interface temperature)
Oven temperature	150 $^{\circ}$ C(1 min)-12 $^{\circ}$ C/min- 240 $^{\circ}$ C(2 min)-10 $^{\circ}$ C/min- 280 $^{\circ}$ C(1 min)	110 $^{\circ}$ C(1 min)-15 $^{\circ}$ C/min- 200 $^{\circ}$ C(8 min)-10 $^{\circ}$ C/min- 260 $^{\circ}$ C(7 min)	100 $^{\circ}$ C(2 min)-10 $^{\circ}$ C/min- 280 $^{\circ}$ C(15 min)

Table 2. Analytical conditions of HPLC and LC-MSD

	HPLC-FLD			HPLC-DAD			LC-MSD		
Column	Waters carbamate analysis column(3.9×150 mm)			Zobax C ₁₈			Eclipse XDB-C ₁₈		
Detector	Scanning fluorescence detector			Diode array and multiple wavelength detector			Mass selective detector		
Wavelength	Ex λ:339 nm Em λ:445 nm			200 nm, 254 nm					
Mobile phase	A : 12% MeOH B : MeOH : AcCN : Water (35 : 35 : 30)			A : Water B : 90% Acetonitrile			A : Water B : 90% Acetonitrile		
Flow rate	0.9 mL/min			1.0 mL/min			1.0 mL/min		
Injection vol.	10 uL			10 uL			10 uL		
Gradient program	Time(min)	A(%)	B(%)	Time(min)	A(%)	B(%)	Time(min)	A(%)	B(%)
	0	95	5	0	70	30	0	95	5
	2	80	20	3	60	40	3	80	20
	4	60	40	8	0	100	8	60	40
	6	40	60	10	0	100	10	40	60
	8	20	80	12	0	100	12	20	80
	10	0	100	14	25	75	14	0	100
	13	0	100	15	50	50	15	0	100
	15	95	5	16	70	30	16	95	5

2008년에는 전체 검사건수의 22.1%에 해당하는 198건을 검사한 결과 40건에서 잔류농약이 검출된 것이 국내산 한약재의 잔류농약 검출률을 높이는 원인이 되었다. 특히 수삼의 경우 한약재가 아닌 농산물로 취급되고 있으나 한약재 인삼의 원료로 사용되고 있으므로 본 연구조사에 포함하였다. 또한 수급조절대상한약재 중 구기자, 천궁, 오미자의 경우 수입산에서는 검출되지 않았으나, 국내산에서만 검출되는 경향을 보였고, 택사는 국내산만 검사한 결과 14건 중 6건에서 잔류농약이 검출되었고 그 중 3건이 부적합 판정을 받았다.

잔류농약이 검출된 수입산 한약재는 육계, 한련초, 해방풍, 복령, 지골피, 자소엽이었고, 그 종류가 제한적이고 검출률도 국내산에 비해 낮았다. 이는 식품의약품안전청 고시 수입의약품 등 관리규정(2)에 의해 잔류농약시험을 수행하는 통관절차를 거치므로 국내 유통 전 품질관리가 이루어진 것으로 보인다. 하지만 전량 수입에 의존하는 지골피(4)의 경우 중국산 7건을 검사한 결과 우리나라

에서 1970년대 초부터 사용이 금지된 농약인 DDT(dichloro-diphengl-trichloroethane)가 2건 검출되어 그 잔류량이 기준치를 초과하였고 이는 2007년 결과(5)와 유사한 양상을 나타내었으며, 해방풍에서도 DDT 1건이 검출되었다. 또한 수입위주로 공급이 이루어지는 복령의 경우도 국내에서 1970년대에 금지된 BHC(benzene hexachloride)가 국내산 8건에서는 검출되지 않았으나, 수입산 25건 중 중국산 4건에서 검출되어 국내산 한약재의 검출 농약과 다른 양상을 보였다. 중국은 2002년에 DDT와 BHC의 사용을 금지하였으나(6), 이들 농약은 잔류성이 긴 유기염소계 살충제로 토양에 잔류하여 작물로 이행되었을 가능성이 크다.

2. 한약재 품목별 검출현황

전체 215개 품목 2,114건에 대한 잔류농약을 검사한 결과 표 3, 4와 같이 21개 품목 108건의 시료에서 잔류농약이 검출되었고, 검출횟수는 수삼

이 26건으로 가장 많았고, 진피 17건, 대추 12건, 건삼 11건, 천궁 9건 순이었다. 검사건수 대비 검출률은 건삼(73.3%), 홍삼(60.0%), 진피(58.6%), 대추(54.5%), 구절초, 한련초(50.0%), 택사(42.9%), 천궁(36.0%), 구기자(31.3%), 지골피(28.6%) 순으로 나타났으나, 홍삼, 구절초, 한련초 등은 검사건수가 5건 이하로 대표성을 갖기 어려웠다. 잔류허용기준을 초과한 한약재는 수삼 9건, 택사 3건, 천궁 2건, 지골피 2건, 구절초, 오미자, 포공영, 대추에서 각각 1건으로 총 20건이었다.

한약재 부위별 잔류농약 검출횟수는 뿌리(radix), 열매(fructus), 과피(pericarpium), 뿌리줄기(rhizoma), 잎(herba), 근피(cortex) 순으로 나타났다.

인삼류(人蔘, Ginseng Radix, Ginseng Radix Alba 및 紅蔘, Ginseng Radix Rubra) 198건을 검사한 결과 40건에서 tolclofos-methyl, procymidone, quintozene, cyprodinil, BHC가 검출되었고, 그 중 수삼 9건이 농산물의 잔류농약 기준치를 초과하여 부적합하였다. 하지만 한약재로 사용되고 있는 건삼의 경우 검출률은 73.3%로 높았지만 부적합한 제품은 없었다. 이는 수삼을 건조하는 과정 중 잔류농약이 분해되어 최종제품인 건삼에서 감소된 것으로 생각된다. 또한 인삼이 일반작물과 달리 반음지성 식물로서 내비·내병성에 약할 뿐만 아니라 오랜 기간(4~6년) 같은 곳에서 재배되므로(7) 각종 병해충과 생리장해 방지를 위한 목적으로 농약이 빈번히 사용됨으로써 작물 내 잔류 가능성이 높음을 나타내고 있다.

진피(陳皮, Citri Unshii Pericarpium)는 굴 또는 동속 근연식물의 성숙한 과피를 건조한 약재로서 29건을 검사한 결과 17건에서 phenthoate, cypermethrin이 검출되어 검사건수 대비 검출률이 58.6%로 높게 나타났다. Phenthoate, cypermethrin은 감귤류에 노린재류, 진딧물에 의한 병충해를 막기 위한 살충제로써 굴 과피의 건조물인 진피에 잔류할 가능성이 크며, 감귤류는 식품공전 중 농산물의 잔류농약허용기준이 과육 전체를 대상으로 phenthoate는 1.0 mg/kg, cypermethrin은 2.0 mg/kg으로 설정되어 있으나, 진피는

생약의 잔류농약 허용기준(8)에서 유기염소계 5종(BHC, DDT, aldrin, endrin, dieldrin) 외 개별 기준이 설정되어 있지 않아 cypermethrin은 유럽 약전에 의해 MRL 1.0 mg/kg을 적용받고 있으며, phenthoate는 식품의약품안전청에 질의 회신한 결과 잠정허용기준 1 mg/kg을 따르고 있는 실정이다. 하지만 감귤류에서 농약의 주된 잔류부위는 가식부가 아닌 감귤의 껍질로 전체 감귤무게의 15~20%를 차지하지만 잔류농약의 80~90% 이상이 잔류하고 있는 실정이라서 감귤류에 대한 잔류허용기준이 설정된 농약을 사용하더라도 감귤 껍질을 이용하여 가공하는 진피 중의 잔류량이 인체에 안전한 수준으로 잔류한다고 보기는 어려운 것이 사실이다(9). 2008년 진피 29건을 검사한 결과 잔류농약 기준치를 초과하는 제품은 없었으나, 2003년부터 2007년까지 매년 모니터링 결과(5, 10~13)를 살펴보면 검출률이 각각 66.7, 75.0, 57.1, 18.8, 52.5%이며 2008년에는 58.6%로 2006년을 제외하고는 50% 이상으로 진피에 대한 꾸준한 관리가 이루어져야 할 것으로 생각된다.

대추(待秋, Zizyphi Fructus)는 의약품용 한약재로 사용되기보다 식품용(농산물) 한약재로 주로 사용되는 품목으로 식품공전 중 농산물의 잔류농약허용기준을 따르고 있으며, 대추 21건을 검사한 결과 12건에서 잔류농약이 검출되었고, 그 중 1건은 EPN이 기준치를 초과하여 부적합하였다. 또한 cypermethrin 등 10종의 농약이 검출되어 대추에 사용되는 농약의 종류가 다양함을 알 수 있었다.

구기자(枸杞子, Lycii Fructus)의 경우 대추와 같이 식품용(농산물) 한약재로 주로 사용되는 품목으로 식품공전에 따른 잔류농약 규제를 받고 있다. 구기자는 2007년 72건 중 37건에서 잔류농약이 검출되었고, 그 중 6건이 기준치를 초과하여 검출률 51.4%, 부적합률 8.3%로 전반적으로 잔류농약에 대한 집중적인 관리가 요구되는 품목이었으나, 2008년에는 16건 중 5건에서만 잔류농약이 검출되었고 부적합한 제품은 없었다.

택사(澤瀉, Alismatis Rhizoma)는 질경이택사 또는 기타 동속 근연식물의 덩이줄기로서 잔뿌리 및 주피를 제거한 뿌리줄기를 사용하는 한약재이다. 택사 14건 중 6건에서 isoprothiolane이 검출되어

42.9%의 높은 검출률을 보이고 있으나, 진피처럼 개별 기준이 설정되어 있지 않아 식품의약품안전청 질의 회신결과로 잠정허용기준을 따르고 있는 실정 이어서 향후 충분한 검토를 요하는 품목이다.

천궁(川芎, Cnidii Rhizoma)은 뿌리줄기를 사용하는 한약재로 부적합률이 높은 품목으로 2006년에는 43건 중 4건(9.3%), 2007년에는 33건 중 6건(18.2%), 2008년에는 25건 중 2건(8.0%)이 잔류농약 기준치를 초과하여 부적합 판정을 받았

다. 2008년의 경우 pendimethalin이 0.013~0.250 mg/kg 수준으로 6건 검출되었고, chlorfenapyr, endosulfan이 각각 기준치를 초과하여 부적합하였으며, 그 중 endosulfan은 MRL 0.2 mg/kg의 약 25배인 4.967 mg/kg이 검출되었다.

그 외 잔류농약이 검출된 품목으로는 복령 4건, 복분자, 자소엽, 지골피 각각 2건, 구절초, 연교, 오미자, 육계, 익모초, 포공영, 한련초, 해방풍, 형개 각각 1건이었다.

Table 3. Summary of pesticide residues in medicinal herbs in 2008

Medicinal herb	No. of samples	No. of detection	No. of violation	Detection rate (%)	Domestic medicinal herbs			Imported medicinal herbs		
					No. of samples	No. of detection	No. of violation	No. of samples	No. of detection	No. of violation
Alismatis Rhizoma	14	6	3	42.9	14	6	3	-	-	-
Chrysanthemi Zawadski Herba	2	1	1	50.0	2	1	1	-	-	-
Citri Unshii Pericarpium	29	17	-	58.6	29	17	-	-	-	-
Cinnamomi Cortex Spissus	36	1	-	2.8	-	-	-	36	1	-
Cnidii Rhizoma	25	9	2	36.0	21	9	2	4	-	-
Ecliptae Herba	2	1	-	50.0	-	-	-	2	2	1
Forsythiae Fructus	11	1	-	9.1	1	1	-	10	-	-
Ginseng Radix(Fresh Ginseng)	178	26	9	14.6	178	26	9	-	-	-
Ginseng Radix Alba(Dried Ginseng)	15	11	-	73.3	15	11	-	-	-	-
Ginseng Radix Rubra(Red Ginseng)	5	3	-	60.0	5	3	-	-	-	-
Glehniae Radix cum Rhizoma	8	1	-	12.5	1	-	-	7	1	-
Hoelen	33	4	-	12.1	8	-	-	25	4	-
Leonuri Herba	6	1	-	16.7	6	1	-	-	-	-
Lycii Radix Cortex	7	2	2	28.6	-	-	-	7	2	2
Lycii Fructus	16	5	-	31.3	9	5	-	7	-	-
Perillae Herba	24	2	-	8.3	14	-	-	10	2	-
Rubi Fructus	19	2	-	10.5	6	2	-	13	-	-
Schisandrae Fructus	17	1	1	5.9	11	1	1	6	-	-
Schizonepetae Spica	18	1	-	5.6	8	1	-	10	-	-
Taraxaci Herba	4	1	1	25.0	3	1	1	1	-	-
Zizyphi Fructus	22	12	1	61.9	22	12	1	-	-	-
Total	491	108	20		353	97	18	138	11	2

Table 4. Pesticide residues detected by commodity group

Group/Medicinal herb	Pesticide	No. of detection	Analytical value (mg/kg)	Maximum residue limit (mg/kg)
Radix				
Ginseng Radix(Fresh Ginseng)	Tolclofos-methyl	20	0.008~6.559	0.5
	Procymidone	3	0.044~0.993	0.1
	Quintozene	3	0.043~7.528	0.1
	BHC	2	0.512~1.452	0.01
Ginseng Radix Alba(Dried Ginseng)	Tolclofos-methyl	11	0.008~0.210	0.3
	Cyprodinil	2	0.021~0.029	2.0
	Procymidone	1	0.113	0.8
Ginseng Radix Rubra(Red Ginseng)	Tolclofos-methyl	3	0.033~0.073	0.5
Glehniae Radix cum Rhizoma	DDT	1	0.067	0.1
Fructus				
Lycii Fructus	Cypermethrin	4	0.112~1.300	5.0
	Chlorfenapyr	2	0.030~0.060	2.0
	Bifenthrin	1	0.225	0.80
	Fenpropathrin	1	0.712	1.59
	Tetradifon	1	0.607	1.59
	Cyhalothrin	1	0.103	2.0
Zizyphi Fructus	Cypermethrin	8	0.074~1.54	2.29
	Bifenthrin	5	0.018~0.153	0.23
	Fenvalerate	2	0.065~0.560	6.9
	Tebuconazole	2	0.880~0.115	1.15
	Bitertanol	1	0.761	2.29
	Endosulfan	1	0.192	0.23
	EPN	1	0.998	0.2
	Chlorfenapyr	1	0.210	1.15
	Fenarimol	1	0.080	0.7
	Chlorpyrifos	1	0.064	1.15
Rubi Fructus	Cypermethrin	1	1.900	2.0
	Tetradifon	1	0.055	1.0
Schisandrae Fructus	Procymidone	1	0.204	0.05
Forsythiae Fructus	Endosulfan	1	0.62	3.0
Pericarpium				
Citri Unshii Pericarpium	Phenthoate	11	0.024~0.699	1.0
	Cypermethrin	7	0.122~0.561	1.0

Table 4. (Continued)

Group/Medicinal herb	Pesticide	No. of detection	Analytical value (mg/kg)	Maximum residue limit (mg/kg)
Rhizoma				
Alismatis Rhizoma	Isoprothiolane	6	0.504~4.700	1.0
	Endosulfan	1	1.272	0.2
Cnidii Rhizoma	Pendimethalin	6	0.013~0.250	2.6
	Tetradifon	2	0.239~0.391	3.0
	Bifenthrin	1	0.029	0.5
	Chlorfenapyr	1	0.283	0.05
	Hexaconazole	1	0.099	0.3
	Endosulfan	1	4.967	0.2
Herba				
Chrysanthemi Zawadskii Herba	Chlorfenapyr	1	1.290	0.05
	Tebuconazole	1	1.370	0.05
Perillae Herba	Cypermethrin	1	0.182	1.0
	Chlorpyrifos	1	0.145	0.2
Leonuri Herba	Chlorpyrifos	1	0.069	0.2
Ecliptae Herba	Chlorpyrifos	1	0.027	0.2
Taraxaci Herba	Chlorpyrifos	1	0.605	0.2
Cortex				
Lycii Radicis Cortex	DDT	2	0.552~0.700	0.1
Others				
Hoelen	BHC	4	0.026~0.140	0.2
	Chlorothalonil	1	1.295	1.6
Cinnamomi Cortex Spissus	Cypermethrin	1	0.444	1.0
Schizonepetae spica	Endosulfan	1	1.454	3.0

3. 농약별 검출현황

한약재 215품목 2,114건에 대해 260종 잔류농약을 조사한 결과 표 5와 같이 24종의 잔류농약이 총 136회 검출되었으며, 살충제는 cypermethrin이 22회, 살균제는 tolclofos-methyl이 34회로 가장 많이 검출되었다. 또한 검출률은 tolclofos-methyl 34회(25.0%), cypermethrin 22회(16.2%), phenthoate 11회(8.1%), bifenthrin 7회(5.1%), BHC, isoprothiolane, pendimethalin 각각 6회(각각 4.4%), endosulfan,

chlorfenapyr, chlorpyrifos, procymidone 각각 5회(각각 3.9%) 등의 순으로 나타났다. 그 외 tetradifon, DDT, quintozone, tebuconazole, cyprodinil, chlorothalonil, fenarimol, fenpropathrin, hexaconazole, EPN, fenvalerate, bitertanol, cyhalothrin도 검출되었다. 농약 용도별 검출횟수는 살충제 69회, 살균제 61회, 제초제 6회 순으로 나타났다.

Tolclofos-methyl은 검출횟수가 가장 높은 농약으로 인삼류(수삼, 건삼 및 홍삼)에서만 검출되었

다. 이는 어린 모의 줄기가 연화(軟化)되고 잘록이 생겨 말라죽는 모잘록병 방제를 위한 유기인계 살균제로써 파종직후 토양에 혼화처리하거나 파종직전 종자분에 처리하는 농약(14)으로 잔효성이 길다. 홍삼의 경우, 증숙 과정을 거침에도 불구하고

고 tolclofos-methyl이 0.033~0.073 mg/kg 수준으로 잔류하였으나, 홍삼의 잔류농약 기준치를 초과하지는 않았다.

Cypermethrin은 진피, 대추, 구기자 등 열매를 사용하는 한약재에서 검출빈도가 높았으며, 김 등

Table 5. Pesticides detected in herbal medicines

	Pesticide	No. of detections	Herbal medicine
Insecticide	Cypermethrin	22	Citri Unshii pericarpium(7), Zizyphi Fructus(8), Lycii Fructus(4), Rubi Fructus(1), Perillae Herba(1), Cinnamomi Cortex Spissus(1)
	Phenthoate	11	Citri Unshii pericarpium(11)
	Bifenthrin	7	Zizyphi Fructus(5), Lycii Fructus(1), Cnidii Rhizoma(1)
	BHC	6	Hoelen(4), Ginseng Radix(Frseh Ginseng)(2)
	Endosulfan	5	Zizyphi Fructus(1), Forsythiae Fructus(1) Alismatis Rhizoma(1), Cnidii Rhizoma(1), Schizonepetae spica(1)
	Chlorfenapyr	5	Lycii Fructus(2), Zizyphi Fructus(1) Cnidii Rhizoma(1), Chrysanthemi Zawadskii Herba(1)
	Chlorpyrifos	5	Zizyphi Fructus(1), Perillae Herba(1), Leonuri Herba(1), Taraxaci Herba(1), Ecliptae Herba(1)
	DDT	3	Lycii Radicis Cortex(2), Glehniae Radix cum Rhizoma(1)
	Fenvalerate	2	Zizyphi Fructus
	EPN	1	Zizyphi Fructus
	Cyhalothrin	1	Lycii Fructus
	Fenpropathrin	1	Lycii Fructus
	Total		69
Fungicide	Tolclofos-methyl	34	Ginseng Radix(Fresh Ginseng)(20), Ginseng Radix Alba(Dried Ginseng)(11), Ginseng Radix Rubra(3)
	Isoprothiolane	6	Alismatis Rhizoma
	Procymidone	5	Ginseng Radix(Fresh Ginseng)(3), Ginseng Radix Alba(Dried Ginseng)(1), Schisandrae Fructus(1)
	Tetradifon	4	Cnidii Rhizoma(2), Lycii Fructus(1), Rubi Fructus(1)
	Quintozene	3	Ginseng Radix(Fresh Ginseng)
	Tebuconazole	3	Zizyphi Fructus(2), Chrysanthemi Zawadskii Herba(1)
	Cyprodinil	2	Ginseng Radix Alba(Dried Ginseng)
	Bitertanol	1	Zizyphi Fructus
	Chlorothalonil	1	Hoelen
	Fenarimol	1	Zizyphi Fructus
	Hexaconazole	1	Cnidii Rhizoma
	Total		61
Herbicide	Pendimethalin	6	Cnidii Rhizoma
	Total		6

(15)의 연구에서도 건조농산물 중 검출빈도가 가장 높은 농약으로 국산 한약재가 생산단계에서는 농산물로 취급된다는 점에서 건조농산물과 잔류농약 경향이 유사한 것으로 판단된다. 또한 농약은 재배단계, 저장기간, 수세정도에 따라 일부 제거되지만 cypermethrin과 같은 유제(乳劑) 형태의 농약은 수돗물을 이용한 세척으로는 제거율이 낮은 것으로 보고 된 바 있다(16). 또한 cypermethrin은 국내 사용 중인 내분비계 장애추정농약으로 이 등(17)의 보고에서 17종의 내분비계 장애추정농약 중 에스트로겐성 영향이 높은 것으로 관찰되는 농약이므로 주의를 요한다.

Procymidone은 높은 잔류성으로 인해 인삼 재배시 사용이 전면적으로 금지(7)된 바 있는 살균제이지만 수삼 3건, 건삼 1건에서 0.044~0.993 mg/kg 수준으로 검출되었다. 이는 농업과학기술원에서 농경지 토양 중 농약 잔류량 조사에서 107점 토양에서 108종 농약을 분석한 결과 procymidone 검출률이 65%로 가장 높게 나타났으며(18), 박 등(19)에 의하면 근채류(당근, 무)를 대상으로 토양 중 procymidone의 흡수 이행 정도를 알아보았을 때 생체량 증가가 빠른 무보다 생육속도가 더디면서 크기가 작은 당근에서 더 많은 양이 잔류된 것으로 보아 다른 근채류보다 부피가 작고, 오랜 기간(4~6년) 재배되는 인삼의 경우 재배 토양에 잔류된 Procymidone이 인삼으로 이행하였을 가능성이 큰 것으로 판단된다.

BHC와 Quintozene은 국내 생산과 사용이 금지된 농약이지만, 수삼에서 각각 0.512~1.452 mg/kg, 0.043~7.528 mg/kg 수준으로 검출되었으며, 이는 송 등(10)의 보고와 같이 중국에서 어린 묘목의 수삼을 들여와 국내에서 재배하였거나 수입산을 국내산으로 표기하여 불법 유통시킨 것으로 보인다.

Tolclofos-methyl, quintozene은 인삼류에서만, isoprothiolane은 택사에서만, phenthoate는 진피에서만, pendimethalin은 천궁에서만 검출되는 등 한약재에 따라 특정 농약이 잔류하는 특이성을 나타내었다.

결론

서울 약령시에서 유통 중인 한약재 215품목 2,114건(국산 894건, 수입산 1,220건)에 대해 동시다성분 분석법을 이용하여 260종 농약을 모니터링한 결과는 다음과 같다.

1. 한약재 215품목 2,114건 중 21품목 108건에서 잔류농약이 검출되어 5.1%의 검출률을 나타내었고, 그 중 8품목 20건에서 잔류허용기준을 초과하여 0.9%의 부적합률을 나타내었다.
2. 산지별 검출률은 국내산이 10.9%, 수입산이 0.9%로 국내산 한약재의 농약 검출률이 높았으며, 국내산의 경우 인삼류(수삼, 건삼 및 홍삼)에서 잔류농약 검출횟수 및 부적합 횟수가 가장 높았고, 수입산의 경우 DDT, BHC 등 국내에 사용 금지된 농약이 검출되는 특징을 보였다.
3. 품종별 잔류농약 특성을 살펴보면 검출횟수는 수삼이 26건으로 가장 많았고, 진피 17건, 대추 12건, 건삼 11건, 천궁 9건 순이었다. 검사건수 대비 검출률은 건삼(73.3%), 홍삼(60.0%), 진피(58.6%), 대추(54.5%), 구절초, 한련초(50.0%), 택사(42.9%), 천궁(36.0%), 구기자(31.3%), 지골피(28.6%) 순으로 나타났으나, 홍삼, 구절초, 한련초 등은 검사건수가 5건 이하로 대표성을 갖기 어려웠다.
4. 검출된 잔류농약은 24종으로 총 136회 검출되었다. 검출횟수는 tolclofos-methyl 34회(25.0%), cypermethrin 22회(16.2%), phenthoate 11회(8.1%), bifenthrin 7회(5.1%), BHC, isoprothiolane, pendimethalin 각각 6회(각각 4.4%), endosulfan, chlorfenapyr, chlorpyrifos, procymidone 각각 5회(각각 3.7%) 등의 순으로 나타났다. 그 외 검출된 농약은 tetradifon, DDT, quintozene, tebuconazole, cyprodinil, chlorothalonil, fenarimol, fenpropathrin,

hexaconazole이었다. 또한 tolclofosmethyl, quintozene은 인삼류에서만, isoprothiolane은 택사에서만, phenthoate는 진피에서만, pendimethalin은 천궁에서만 검출되는 등 한약재에 따라 특정 농약이 잔류하는 특이성을 나타내었다.

농산물의 경우 399종 농약의 잔류허용기준이 설정되어 있으나, 한약재의 경우 42종 농약만이 개별 한약재에 대해 잔류허용기준이 설정되어 있어 추가적인 기준설정이 요구되는 시점이다. 따라서 한약재에 대해 기준이 설정되어 있지 않은 농약을 추가하여 모니터링 한 본 연구의 결과는 향후 한약재의 잔류농약 허용기준을 설정할 때 기초 자료로서 그 활용도가 높을 것으로 기대된다.

참고문헌

1. 송태민, 김미라, 임은주 : 국산 한약재 현황 및 정보관리 방안. 보건복지포럼, p58~66, 2001.
2. 수입의약품등 관리 규정, 식품의약품안전청고시 제2008-24호.
3. 식품의약품안전청 : 식품공전. 2008.
4. 이동필, 이중웅, 한상립 : 국내 재배 한약재의 수급 전망과 유통체계 개선 방향. 한국농촌경제연구원 연구보고서, 1998.
5. 김시정, 조태희, 박성규, 김성단, 하광태, 조성애, 이윤정, 이경아, 장정임, 조한빈, 최병현 : 서울지역 유통 한약재 중 잔류농약 모니터링. 서울시보건환경연구원보, 43:193~207, 2007.
6. 이중근 : 한약재 잔류농약 기준개정을 위한 연구(III). 한국보건산업진흥원, 식품의약품안전청 연구보고서, 2003.
7. 김효근, 이규승 : 인삼재배를 위한 차광조건이 인삼의 생육과 토양 중 Procymidone의 잔류에 미치는 영향. 한국환경농학회지, 21(1) : 24~30, 2002.
8. 생약의 잔류농약 허용기준 및 시험방법. 식품의약품안전청고시 제2008-23호, 2008.
9. 김장역 : 진피(청피) 중 잔류농약허용기준 및 시험방법 설정에 관한 연구. 식약청 용역연구, 2007.
10. 송영미, 김남훈, 강희곤, 고숙경, 김화순, 유인실 : 서울지역 유통 한약재 중의 잔류농약 Monitoring. 서울시보건환경연구원보, 39:44~56, 2003.
11. 고숙경, 승현정, 이정미, 홍윤정, 유인실, 강희곤 : 서울지역 유통 한약재 중의 잔류농약 모니터링(II). 서울시보건환경연구원보, 40:231~241, 2004.
12. 이정미, 신영, 황영숙, 홍윤정, 김복순, 강희곤 : 서울지역 유통 한약재 중의 잔류농약 모니터링(III). 서울시보건환경연구원보, 41:220~231, 2005.
13. 조태희, 이윤정, 박성규, 한창호, 김성단, 조성애, 김미선, 김시정, 조한빈, 최병현 : 서울지역 유통 한약재 중의 잔류농약 모니터링(2006). 서울시보건환경연구원보, 42:241~254, 2006.
14. 농약공업협회 : 농약사용지침서. www.koreacpa.org
15. 김성단, 김복순, 박성규, 김미선, 조태희, 한창호, 조한빈, 최병현 : 서울시 유통 건조농산물 중의 농약잔류 실태 연구. 한국식품과학회지, 39(2):114~121, 2007.
16. 이용재, 고헌용, 원동준, 길근환, 이규승 : 복숭아의 재배 및 저장기간 중 Procymidone, Chlorpyrifos 및 Cypermethrin의 잔류량 변화. 한국환경농학회지, 22(3):220~226, 2003.
17. 이제봉, 신진섭, 이희동, 정미혜, 유아선, 강규영 : 내분비계 장애추정농약에 대한 에스트로겐성 영향검색 및 위해성 평가. 농약과학회지, 8(2):92~102, 2004.
18. 이병무, 김찬섭, 박병준, 최주현 : 농경지 토양 중 농약잔류량 조사. 농업과학기술원보고서, 1998.
19. 박현주, 최주현, 박병준, 김찬섭, 임양빈, 류갑희 : 토양 중 endosulfan과 procymidone의 작물에 대한 흡수 이행 I(실내시험). 농약과학회지, 8(4):280~287, 2004.

Appendix 1. The list of herbal medicines investigated

Scientific name	Name	No. of sample	Scientific name	Name	No. of sample
Acanthopanax Root Bark	오가피	26	Asteris Radix	자완	1
Achyranthis Radix	우슬	20	Astragali Radix	황기	39
Aconiti Ciliare Tuber	초오	1	Atractylodis Rhizoma	창출	10
Aconiti Lateralis Radix Preparata	부자	2	Atractylodis Rhizoma Alba	백출	27
Aconiti Tuber	천오	2	Aucklandiae Radix	목향	23
Acori Gramineri Rhizoma	석창포	14	Aurantii Fructus Immaturus	지가	26
Adenophorae Radix	사삼	6	Bambusae Caulis In Taeniam	죽여	3
Agastachis Herba	곽향	12	Betulae Cortex	화피	4
Agrimoniae Herba	용아초	1	Bombycis Corpus	백강잠	1
Aipiniae Fructus	익지	7	Brassicae Semen	개자	2
Akebiae Caulis	목통	22	Bupleuri Radix	시호	23
Akebiae Fructus	예지자	1	Caesalpiniae Lignum	소목	8
Albizziae Cortex	합환피	1	Cannabis Semen	마인	3
Alismatis Rhizoma	택사	14	Carthami Flos	홍화	10
Alli Tuberosi Semen	구자	1	Carthami Tinctorii Fructus	홍화자	7
Alli Macrostemis Bulbus	해백	1	Cassiae Semen	결명자	14
Alpiniae Katsumadaii Semen	초두구	2	Castanae Semen	건율	14
Alpiniae Officinari Rhizoma	고량강	3	Celosiae Semen	청상자	1
Amomi Cardamomi Fructus	백두구	6	Chaenomelis Fructus	목과	16
Amomi Fructus	사인	6	Chrysanthemi Flos	감국	15
Amomi Tsao-Ko Fructus	초과	6	Chrysanthemi Zawadskii Herba	구절초	2
Ampelopsis Radix	백렴	1	Cibotii Rhizoma	구척	3
Anemarrhenae Rhizoma	지모	13	Cimicifugae Rhizoma	승마	16
Anethi Fructus	시라자	7	Cinnamomi Cortex Spissus	육계	36
Angelicae Dahuricae Radix	백지	12	Cinnamomi Ramulus	계지	14
Angelicae Decursivae Radix	전호	6	Cirsii Herba	대계	2
Angelicae Gigantis Radix	당귀	32	Cistanchis Herba	육종용	2
Angelicae Tenuissimae Radix	고본	21	Citri Unshii Pericarpium	진피	29
Anisi stellati Fructus	팔괘회향	2	Citri Unshiu Immaturi Pericarpium	청피	18
Araliae Continentalis Radix	독활	29	Clematidis Radix	위령선	14
Arctii Semen	우방자	5	Cnidi Fructus	사상자	8
Arecae Semen	빈랑자	7	Cnidii Rhizoma	천궁	25
Arisaematis Rhizoma	천남성	7	Codonopsis Pilosulae Radix	당삼	4
Armeniaca Semen	행인	7	Coicis Semen	의이인	9
Artemisiae Argyi Herba	애엽	3	Coptidis Rhizoma	황련	6
Artemisiae Capillaris Herba	인진호	12	Corni Fructus	산수유	13
Arteniseae Iwayomogii Herba	한인진	1	Corydalis Tuber	현호색	10
Asiasari Radix	세신	6	Crataegi Fructus	산사	27
Asparagi Tuber	천문동	4	Curcumae Longae Radix	울금	5

Appendix 1. (Continued)

Scientific name	Name	No. of sample	Scientific name	Name	No. of sample
Curcumae Longae Rhizoma	강황	6	Leonuri Herba	익모초	6
Cuscutae Semen	토사자	14	Lilii Bulbus	백합	1
Cynanchi Wilfordii Radix	백수오	9	Linderae Radix	오약	14
Cynomorii Herba	쇄양	1	Liriopis Tuber	백문동	33
Cyperi Rhizoma	향부자	25	Lithospermi Radix	자근	2
Dendrobii Herba	석곡	3	Longanae Arillus	용안육	19
Dictamni Radicis Cortex	백선피	4	Lonicerae Flos	금은화	11
Dioscoreae Rhizoma	산약	22	Lonicerae Folium	인동	6
Dipsaci Radix	속단	11	Lycii Fructus	구기자	16
Dolichoris Semen	백편두	11	Lycii Radicis Cortex	지골피	7
Drynariae Rhizoma	골쇄보	6	Lycopi Herba	택란	2
Ecliptae Herba	한련초	2	Magnoliae Cortex	후박	21
Ephedrae Herba	마황	9	Magnoliae Flos	신이	6
Epimedii Herba	음양곽	7	Massa Medicata Fermentata	신곡	13
Eucommiae Cortex	두충	19	Meliae Fructus	천련자	1
Euonymi Lignum Suberalatum	귀전우	1	Menthae Herba	박하	9
Evodiae Fructus	오수유	13	Mori Cortex Radicis	상백피	17
Farfarae Flos	관동화	3	Mori Ramulus	상지	3
Foeniculi Fructus	회향	11	Morindae Radix	파극천	5
Forsythiae Fructus	연교	11	Moutan Cortex Radicis	목단피	6
Fritillariae Thunbergii Bulbus	절패모	7	Mume Fructus	오매	4
Gardeniae Fructus	치자	16	Myristicae Semen	육두구	1
Gastrodiae Rhizoma	천마	5	Myrrha	몰약	5
Gentianae Macrophyllae Radix	진교	3	Natrii Sulfas	망초	1
Geranii Herba	현초	2	Nelumbinis Semen	연자육	7
Ginkgonis Semen	백과	2	Olibanum	유향	2
Ginseng Radix(Fresh Ginseng)	수삼	178	Osterici Radix	강활	16
Ginseng Radix Alba(Dried Ginseng)	건삼	15	Paeoniae Radix	작약	30
Ginseng Radix Rubra	홍삼	5	Perillae Herba	자소엽	24
Gleditsiae Spina	조각자	3	Perillae Semen	자소자	2
Glehniae Radix cum Rhizoma	해방풍	8	Persicae Semen	도인	15
Glycyrrhizae Radix	감초	44	Peucedani Radix	식방풍	2
Hoelen	복령	33	Pharbitidis Semen	견우자	3
Hoelen Cum Radix	복신	4	Phellodendri Cortex	황백	16
Hordei Fructus Germinatus	맥아	7	Phragmitis Rhizoma	노근	2
Houttuyniae Herba	어성초	6	Phyllostachydis Folium	죽엽	3
Hoveniae Semen Cum Fructus	지구자	3	Picrorrhizae Rhizoma	호황련	1
Kalopanacis Cortex	해동피	10	Pinelliae Tuber	반하	9
Kochiae Fructus	지부자	4	Pini Pollen	송화분	1

Appendix 1. (Continued)

Scientific Name	Name	No. of sample	Scientific Name	Name	No. of sample
Piperis Longi Fructus	필발	3	Scrophulariae Radix	현삼	5
Piperis Nigri Fructus	후추	3	Scutellariae Radix	황금	8
Plantaginis Semen	차전자	1	Sennae Folium	센나엽	3
Platycodi Radix	길경	13	Siegesbeckiae Herba	희림	1
Pogostemonis Herba	광곽향	6	Sinomenii Caulis et Rhizoma	방기	16
Polygalae Radix	원지	13	Sophorae Flos	과화	3
Polygonati Odorati Rhizoma	위유	4	Sophorae Radix	고삼	8
Polygonati Rhizoma	황정	2	Sparganii Rhizoma	삼릉	11
Polygoni Multiflori Radix	하수오	13	Spatholobi Caulis	계혈등	3
Polyporus	저령	5	Syzygii Flos	정향	3
Ponciri Fructus	지실	14	Taraxaci Herba	포공영	4
Prunellae Spica	하고초	2	Terminaliae Fructus	가자	2
Pruni Nakaii Semen	옥리인	4	Tetrapanacis Medulla	통초	1
Psoraleae Semen	보골지	4	Thujae Semen	백자인	5
Puerariae Radix	갈근	44	Tribuli Fructus	질려자	1
Raphani Semen	내복자	8	Trichosanthis Radix	팔루근	1
Rehmanniae Radix	지황	3	Trichosanthis Semen	팔루인	4
Rehmanniae Radix Preparata	숙지황	13	Trogopterorum Faeces	오령지	1
Rhei Rhizoma	대황	3	Typhae Pollen	포황	11
Rhei Undulati Rhizoma	종대황	5	Ulmi Cortex	유백피	4
Rubi Fructus	복분자	19	Uncariae Ramulus Et Uncus	조구등	6
Salviae Miltiorrhizae Radix	단삼	4	Visci Herba	극기생	4
Sambuci Lignum	접골목	1	Visci Herba et Loranthi Ramulus	상기생	4
Sanguisorbae Radix	지유	1	Vitidis Fructus	만형자	3
Santali Albi Lignum	백단향	2	Zanthoxyli Fructus	산초	5
Santalini Lignum Rubrum	자단향	2	Zedoariae Rhizoma	아출	8
Saposhnikoviae Radix	방풍	9	Zingiberis Rhizoma	건강	8
Saururi Herba	삼백초	2	Zizyphi Fructus	대추	22
Schisandrae Fructus	오미자	17	Zizyphi Semen	산조인	17
Schizonepetae Spica	형개	18	-	-	-

Appendix 2. The list of pesticides investigated

Acephate	Cinosulfuron	Ethoprophos
Acetamiprid	Clofentezine	Etoxazole
Acetochlor	Clothianidin	Etrimfos
Acrinathrin	Cycloprothrin	Fenamiphos
Alachlor	Cyfluthrin	Fenamidone
Aldicarb	Cymoxanil	Fenarimol
Aldrin	Cyhalofop-butyl	Fenazaquin
Anilofos	Cyhalothrin	Fenhexamid
Azafenidin	Cypermethrin	Fenitrothion
Azinphos-methyl	Cyproconazole	Fenobucarb
Azoxystrobin	Cyprodinil	Fenothiocarb
Benalaxyl	DDT	Fenoxanil
Bendiocarb	Deltamethrin	Fenoxycarb
Benfuracarb	Diazinon	Fenpropathrin
Benomyl	Dichlobenil	Fenpyroximate
Benzoaximate	Dichlofluanid	Fensulfothion
BHC	Dichlofop-methyl	Fenthion
Bifenox	Dichloran	Fenvalerate
Bifenthrin	Dichlorvos(DDVP)	Fipronil
Bitertanol	Dicofol	Fluazihopbutyl
Boscalid	Dieldrin	Fluazinam
Bromacil	Diethofencarb	Flucythrinate
Bromopropylate	Diflubenzuron	Fludioxonil
Buprofezin	Dimepiperate	Flufenacet
Butachlor	Dimethenamid	Flufenoxuron
Cadusafos	Dimethipin	Flumioxazine
Captafol	Dimethoate	Fluquinconazole
Captan	Dimethomorph	Flusilazole
Carbaryl	Dimethylvinphos	Flutolanil
Carbendazim	Diphenamid	Fluvalinate
Carbofuran	Diphenylamine	Folpet
Carbophenothion	Disulfoton	Formothion
Carbosulfan	Dithiopyr	Fosthiazate
Carboxin	Diuron	Fthalide
Chinomethionate	Edifenphos	Furathiocarb
Chlorbenzilate	Endosulfan	Heptachlor
Chlorfenapyr	Endrin	Hexaconazole
Chlorfenvinphos	EPN	Hexaflumuron
Chlorothalonil	Esprocarb	Imazalil
Chlorpropham	Ethalfurarin	Imibenconazole
Chlorpyrifos	Ethiofencarb	Imidacloprid
Chlorpyrifos-methyl	Ethion	Indanofan

Appendix 2. (Continued)

Indoxacarb	Parathion	Quintozen
Iprobenfos(IBP)	Parathion-methyl	Simazine
Iprovalicarb	Pencycuron	Simetryn
Iprodion	Penconazole	Tebuconazole
Isazofos	Pendimethalin	Tebufenozide
Isofenphos	Penthoate	Tebufenpyrad
Isoprocarb	Pentoxazone	Tebupirimfos
Isoprothiolane	Permethrin	Tebutryne
Kresoxim-methyl	Phorate	Tecnazene
Linuron	Phosalone	Teflubenzuron
Lufenuron	Phosmet	Tefluthrin
Malathion	Phosphamidone	Terbufos
Mecarbam	Phoxim	Terbuthylazine
Mefenacet	Pirimicarb	Tetraconazole
Mepanipyrim	Pirimiphos-ethyl	Tetradifon
Metalaxyl	Pirimiphos-methyl	Thenylchlor
Metamidophos	Pretilachlor	Thiacloprid
Metconazole	Probenazole	Thiamethoxam
Methabenzthiazuron	Prochloraz	Thiazopyr
Methidathion	Procymidone	Thifluzamide
Methiocarb	Profenofos	Thiobencarb
Methomyl	Prometryne	Thiodicarb
Methoxychlor	Propamocarb	Thiometon
Methoxyfenazide	Propanil	Thiophanate-methyl
Metobromuron	Propiconazole	Tolclofos-methyl
Metolachlor	Propisochlor	Tolyfluanid
Metolcarb	Propoxur	Traromethrin
Metribuzin	Prothiofos	Triadimefon
Mevinphos	Pymetrozine	Triadimenol
Molinate	Pyraclafos	Triallate
Monocrotophos	Pyraclostrobin	Triazmate
Napropamide	Pyrazolate	Triazophos
Nitrapyrin	Pyrazophos	Trichlofon
Norflurazon	Pyrethrin	Tricyclazole
Nuarimol	Pyributicarb	Trifloxystrobin
Omethoate	Pyridaben	Triflumizole
Oryzalin	Pyridaphenthion	Trifluralin
Oxadiazon	Pyrimethanil	Vamidothion
Oxadixyl	Pyrimidifen	Vinclozolin
Oxamyl	Pyriminobac-methyl	Zoxamide
Oxaziclomefone	Pyriproxyfen	Difenoconazole
Oxyfluorfen	Pyroquilon	Ofurace
Fluacrypyrim	Pyridalyl	Ferimzone
Spiromecifen	Alanycarb	Chlorfluazuron
Ethaboxam	Paclbutrazol	
