

서울지역 유통 한약재 중 잔류농약 실태 조사 (2014~2015)

잔류농약검사팀

박혜원 · 박경애 · 정소영 · 조성애 · 최채만
이경아 · 김윤희 · 이상미 · 유인실 · 정 권

Monitoring of Pesticide Residues in Medicinal Herbs in Seoul

Residue Pesticide Inspection Team

Hae-won Park, Kyung-ai Park, So-young Jung, Sung-ae Jo,
Chae-man Choi, Kyeong-ah Lee, Yun-hee Kim,
Sang-me Lee, In-sil Yu and Kweon Jung

Abstract

This study was performed to protect consumer health by excluding illegal medicinal herbs containing pesticide residues from the market. Between 2014 and 2015, we tested 2,860 samples for 155 pesticide residues. Pesticide residues were detected in 47 samples, and 8 of them exceeded the KFDA tolerances in 2014. The results showed pesticide residues in 32 medicinal herbs(2.4%), and 9 medicinal herbs(0.7%) contained residue levels that exceeded KFDA tolerances in 2015. The medicinal herbs that exceeded the maximum residue limits(MRLs) were Alismatis Rhizoma, Menthae Herbs, Geranii Herba, Prillae Folium, Cnidii Rhizoma, and Artemisiae Argyi Folium(2014~2015). The pesticides frequently detected to be over the MRLs were endosulfan, isoprothiolane, chloropyrifos, riazophos cyhalothrin, fenpropathrin, cypermethrin, and chlorothalonil(2014~2015).

Key words : Medicinal herb, Pesticide residue, Multi-residue method, Monitoring

서 론

한약은 역사적으로 인류의 질병을 치료하는데 많은 기여를 하였다. 세계보건기구에서도 보건의료에 한약을 활용할 것을 권장하고 있으며 한약재는 개발도상국가 뿐만 아니라 선진국에서도 계속 수요가 증가하고 있다(1). 일반적으로 한약재는 깊은 산속 좋은 공기와 맑은 물로 자란 것이 효과가 매우 좋다고 여겨지나 인구 증가와 자연의 훼손 및 축소로 자연 채취는 줄고 재배하는 한약재가 점점 늘고 있다. 한약재는 공장에서 일정하게 생산하는 공산품이 아니어서 생육 조건에 따라 품질이 다소 다를 수 있다.

수입 한약재 역시 재배, 수집, 유통에 철저한 감독 및 관리를 해야 한다. 그러나 폭리를 취하려는 일부 악덕 상인에 의해 효과가 낮은 한약재가 수입되거나 생산과 가공, 보관이 불량한 한약재가 들어오기도 한다. 국산 한약재의 경우 농촌에서 농작물로 재배되어 상인에 의해 수집된 후 한약 전문 취급인의 손에 넘겨져야 비로소 한약재가 된다. 수입 한약재는 물론 국내산 한약재 중에서 기준과 규격이 현실과 동떨어져 품질검사를 통과하기가 사실상 불가능한 품목이 적잖아 자칫 한방의료기관에 공급이 중단될 경우 환자치료에 지장을 줄 우려가 높아 해당 품목의 불합리한 기준규격에 대한 검토가 필요하다. 수입산의 경우 한약재로 수입되기도 하지만 식품으로 수입되어 불법으로 한약재로 둔갑하는 경우도 있다(2).

국내의 경우 한약재의 재배 시 사용 가능한 등록된 농약이 미미하며 농약안전사용기준이나 잔류 허용기준이 설정되어 있지 않은 농약에 대한 안전관리의 문제점도 대두되고 있다. 개별기준이 설정되어 있지 않은 농약이 검출되었을 경우에는 식품의약품안전처에서 마련한 「생약 중 기준 미설정 농약의 적부판정 가이드라인(2010)」에 따라 적부판정을 하도록 정하고 있다. 이 가이드 라인은 '생약 및 생약의 추출물의 잔류농약 기준'에 해당하지 않는 그 이외의 농약이 검출되었을 때는 대상 농약에 따라 유럽약전(European Pharmacopoeia)의 기준 또는 해당농약의 일일섭취량(ADI, acceptable daily intake)과 해당 생약의 일일복용량(MDD,

daily does of the drug), 평균체중(60 kg)을 바탕으로 계산되어 기준을 결정한다(3).

생약 중 농약의 잔류허용기준에서 미등록 농약의 불법 사용과 수입 생약에서 검출되는 잔류 농약으로 인한 우리 국민의 건강 위해도 증가 문제를 해결하기 위해서는 과학적이며 체계적인 잔류 농약 기준설정 지침의 확립이 필요하다. 이러한 여러 가지 이유로 한약재의 잔류 농약에 대한 안전관리 연구에 어려움이 발생하므로 한약재에 대한 정확하고 과학적인 정보제공의 필요성이 증대되고 있다(4, 5).

이에 서울시에서는 매년 국내에서 유통되고 있는 국내산 및 수입산 한약재를 대상으로 잔류농약 오염 실태의 파악 및 한약재의 제한적인 잔류농약 허용기준 이외의 잔류농약들을 모니터링을 위해 다종농약 다성분분석법을 실시하여 한약재의 안전성 확보 및 기준 설정의 기초 자료로 활용하고자 한다.

재료 및 방법

1. 실험재료

2014년부터 2015년까지 서울지역에서 유통 중인 한약재 2,860건(2014년 : 203품목 1,535건, 2015년 : 214품목, 1,325건)에서 품목에 따라 한약재로만 사용되는 품목(가자 등 233품목)은 48종, 식품으로도 사용이 가능한 한약재(구기자 등 31품목)에 대해서는 149종의 농약을 분석하였다. 시료는 시중에 널리 유통되는 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(USA) 및 Dr. EhrenstorferGmbH(Germany)제품을 사용하였고 추출용매는 Wako(USA) 및 JT & Bakers(USA)의 잔류농약 분석용을 사용하였으며, 정제용 Florisil Cartridge는 Phenomenex사(USA), Amine Cartridge는 Varian Bond ElutLRC-NH₂ 제품을

사용하였다. 사용한 분석기기는 GC- μ ECD(HP6890, Agilent, USA), GC-NPD(HP6890, Agilent, USA), GC-MSD(HP5973, Agilent, USA)였다.

3. 실험방법

시료 전처리 및 분석 방법은 식품공전 4.1.2.2 다종농약 다성분 제2법을 이용하였고(그림 1), GC- μ ECD, GC-NPD, GC-MSD 각각의 분석조건은 표 1과 같다. 또한 한약재 고유성분으로 인한 방해 피크의 문제점을 해결하기 위해 두 종류의 column을 사용하여 분석하였다.

결과 및 고찰

1. 원산지별 잔류농약 잔류실태

2014년부터 2015년까지 서울지역에서 유통중인 한약재 2,860건(2014 : 국산 370건, 수입 1,165 건), (2015 : 국산 287건, 수입 1,038건)을 국산과 수입 한약재(중국 > 인도 > 베트남)로 분류하여 농약의 검출률 및 부적률을 비교하고, 2년간의 변화를 분석하였다. 2014년 국내산 한약재 370건과 수입한약재 1,165건을 검사한 결과, 국내산 25건, 수입 22건에서 잔류농약이 검출되어 검출률이

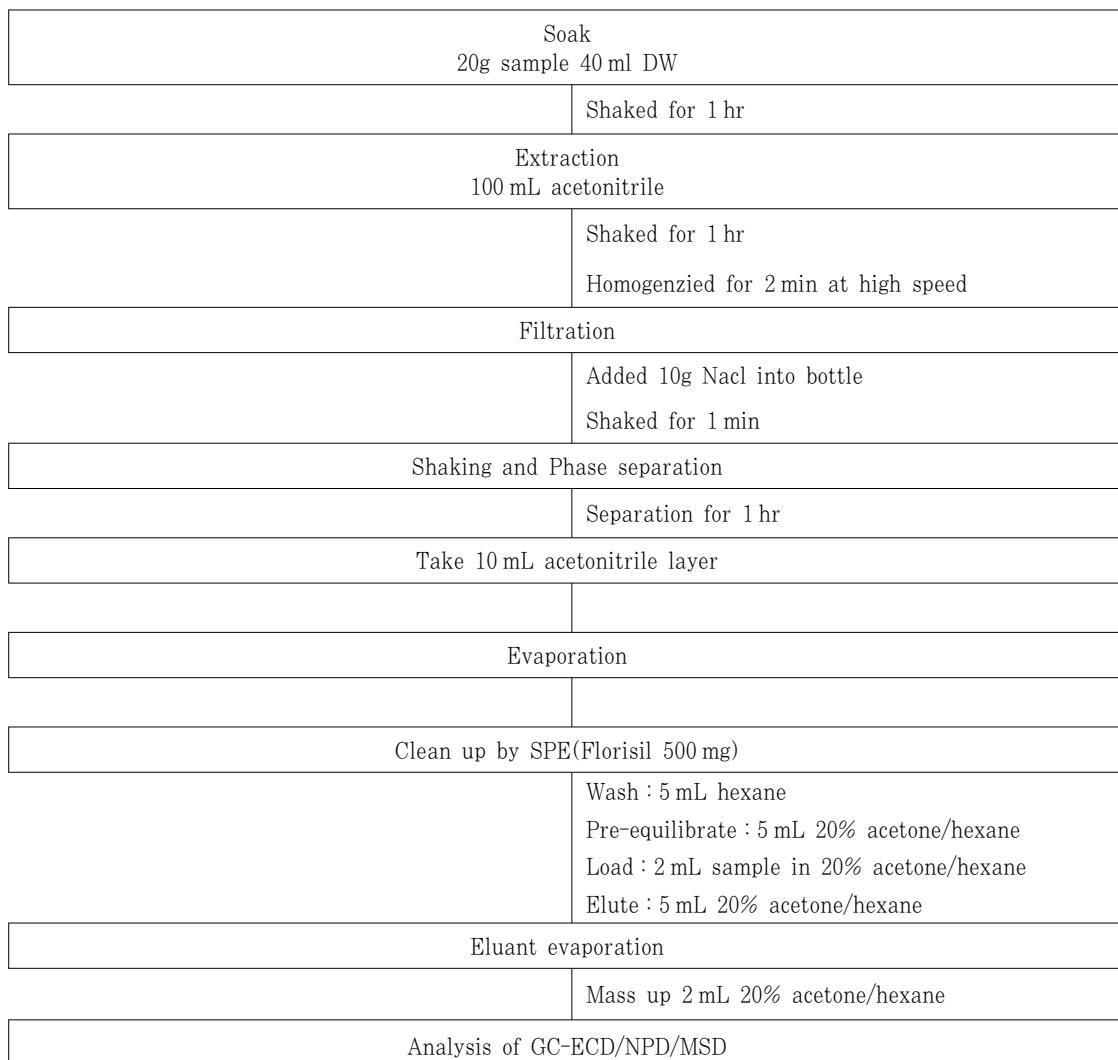


Fig. 1. Schematic diagram of GC analysis for multi class pesticide multiresidue.

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

	GC-ECD	GC-NPD	GC-MSD
Column	DB-1701 (30 m × 0.32 mm × 0.25 μm) HP-5 (30 m × 0.32 mm × 0.25 μm)	DB-1701 (30 m × 0.32 mm × 0.25 μm) HP-5 (30 m × 0.32 mm × 0.25 μm)	HP-5MS (30 m × 0.32 mm × 0.25 μm)
Gas flow	N2(1 mL/min)	N2(1.4 mL/min) Air(60 mL/min) H2(3.5 mL/min)	He(1 mL/min)
Injection port			
Temperature	230°C	210°C	230°C
Detector			
Temperature	280°C	270°C	280°C (Interface temperature)
Oven	150°C(1 min)-12°C/min-	110°C(1 min)-15°C/min-	100°C(2 min)-10°C/min-
Temperature	240°C(2 min)-10°C/min- 280°C(11 min)	200°C(8 min)-10°C/min- 260°C(7 min)	280°C(15 min)

각각 6.8%, 1.9%로 나타났고, 그중 국내산 4건, 수입 4건이 기준치를 초과하여 부적률이 각각 1.1%, 0.3%로 나타났다(표 2).

2015년 국내산 한약재 287건과 수입산 한약재 1,038건을 검사한 결과 국내산 21건, 수입산 11건에서 잔류농약이 검출되어 검출률이 각각 7.3%, 1.1%로 나타났고, 그중 기준치를 초과한 국내산 3건, 수입산 5건의 부적률은 각각 1.0%, 0.5%로 나타났다(표 3).

2014년 국내산 한약재 중 잔류농약 검출률이 40% 이상인 한약재는 택사, 금은화, 구기자, 대추였다. 그중 택사는 2014년 54.6%(6/11), 2015년 42.9%(6/14)로 검출률이 높은 한약재이며, 서울시 유통 한약재의 모니터링 결과를 보면 2009년 50%(6/12), 2010년 80%(4/5), 2011년 80%(4/5), 2012년 50%(6/12)로 부적률이 높은 한약재이다(6~10). 2014년에 금은화와 구기자는 각각 57.1%(4/7)의 검출률을 보였다. 대추는 2013년 50%(4/8), 2014년 40%(4/10), 2015년 44.4%(4/9)의 검출률을 보였다. 검출된 한약재는 모두 국내산이었다. 진피는 2010년 검출률 71.4%,

2011년 82.8%, 2012년 76.5%, 2013년 78.9%로 검출률이 높으며 모두 국내산이었다. 대추와 진피의 국산 한약재와 수입 한약재가 일정 비율로 비교 분석되지 못 하였는데 국내에서 유통되는 물량이 많고 소비가 이에 치우쳐 있어 국산 한약재의 검출률이 더 높게 나타난 것으로 예측된다. 택사는 2014년 잔류농약허용기준을 8건 중 4건을 초과하였으며, 검출률 및 부적률이 모두 높은 품목으로 관리를 요하는 한약재로 생각된다. 2014년부터 2015년까지 2년 동안 서울지역 유통한약재의 원산지별 농약 잔류실체 조사결과 수입보다 국산 한약재가 농약 검출률 및 부적률이 더 높았다.

2. 한약재 품목별 검출현황

한약재 품목별로 검출된 현황은 표 4, 5와 같다. 약용부위별로 뿌리줄기, 열매, 과피, 잎을 사용하는 품목에서 검출빈도가 높았다. 뿌리줄기 부위를 사용하는 한약재에서는 택사와 천궁에서 농약이 검출되었다. 택사는 2014~2015년 검사한 25건에서 12건 농약이 검출되었고 그 중 9건이 잔류허용기준을 초과하였다. 지난 2008년에는 42.9%(6/14),

2009년 66.7%(8/12), 2010년 80%(4/5), 2011년 42.9%(6/14), 2012년 100%(12/12)의 높은 검출률을 나타냈으며, 부적률도 각각 2008년 21.4%, 2009년 50%, 2010년 80%, 2011년 21.4%, 2012년 50%로 해마다 높은 검출률과 부적률을 보이는 품목이다(6~10). 2014년에는 잔류농약

허용기준을 초과하는 농약은 엔도설판, 아이소프로티올레인, 클로르페리포스, 트리아조포스였으며 「생약 및 생약의 추출물의 잔류농약 기준」에 설정되어있는 택사의 7종 잔류농약 기준 이외의 기준 미설정 농약은 「생약 중 기준 미설정 농약의 적부 판정 가이드 라인(2010)」에 따라 기준을 적용하였

Table 2. Pesticide residues in medicinal herb in 2014

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(택사)	11	6	4	54.6	8	6	3	3	3	1
Angelicae Dahuricae Radix(백지)	13	1		7.7	5	1			8	
Bupleuri Radix(시호)	11	1		9.1	2			9	1	
Chaenomelis Fructus(목과)	18	1		5.6	16	1			2	
Chrysanthemi Zawadskii Herba(구절초)	1	1		100	1	1				
Citri Unshii Pericarpium(진피)	29	6		20.7	29	6				
Cnidii Rhizoma(천궁)	22	3		13.6	9	3		13		
Corni Fructus(산수유)	13	2		15.4	8			5	2	
Crataegi Fructus(산사)	22	3		13.6				22	3	
Geranii Herba(현초)	2		1		2			1		
Lonicerae Folium et Caulis(인동)	1	1		100				1	1	
Lonicerae Flos(금은화)	7	4		57.1				7	4	
Lycii Fructus(구기자)	7	4		57.1	3	2		4	2	
Menthae Herba(박하)	7	2	1	28.6	4			3	2	1
Perillae Folium(자소엽)	7	2	1	28.6	3			4	2	1
Peucedani Japonici Radix (식방풍)	5	1		20	5	1				
Peucedan Radix(전호)	6	1		16.7				6	1	
Plantaginis Senen(차전자)	13	2		15.4				13	2	
Salviae Miltiorrhizae Radix(단삼)	14	1		7.1				14	1	
Triticum Levis Semen (부소맥)	1	1		100				1	1	
Typhae Pollen(포황)	1		1					1		1
Zizyphi Fructus(대추)	10	4		40	10	4				
Total	221	47	8	21.3	105	25	4	116	22	4

Table 3. Pesticide residues in medicinal herb in 2015

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(택사)	14	6	5	42.9	9	5	1	5	1	4
Citri Unshii Pericarpium(진피)	12	6		50	12	6				
Cnidii Rhizoma(천궁)	22	2	2	9.1	9	2	2	13		
Corni Fructus(산수유)	10	3		30	7	1		3	2	
Crataegi Fructus(산사)	21	1	1	4.8				21	1	1
Dolichoris Semen(백편두)	8	1		12.5				8	1	
Hoelen(복령)	27	1		3.7	2			25	1	
Lonicerae Flos(금은화)	7	1		14.3				7	1	
Lycii Radix Cortex(지골피)	2	1		50				2	1	
Lonicerae Folium et Caulis (인동)	7	1		14.3	4	1		3		
Menthae Herba(박하)	5	1		20	4			1	1	
Mori Ramulus(상지)	5	1		20	5	1				
Perillae Folium(자소엽)	8	1		12.5	5			3	1	
Schisandrae Fructus(오미자)	13	1		7.7	3	1		10		
Taraxaci Herba(포공영)	4	1		25	1			3	1	
Zizyphi Fructus(대추)	9	4		44.4	9	4				
Total	174	32	8	18.4	70	21	3	104	11	5

다. 천궁의 경우 지난 2010년에는 57.1%(4/7), 2011년 33.3%(1/3), 2012년 47.1%(2/17), 2013년 7.1%(1/14), 2014년 13.6%(3/22), 2015년 9.1%(2/22)의 검출률을 보였다. 2013년과 2014년에는 부적이 없었는데 부적율과 검출율이 감소하는 이유는 천궁의 차용애 제거제로 사용되는 클로르헥나피르의 기준이 2012년 12월 식품의약품안전처의 기준변경으로 0.05 mg/kg에서 2.0 mg/kg 이하로 변경되었기 때문이다(3).

열매 부위를 사용하는 한약재 중 잔류농약이 검출된 품목은 구기자, 산사, 대추, 산수유, 오미자, 목과이다. 그중에서 구기자는 2009년 52.4%(11/21), 2010년 70%(7/10), 2011년 61.5%(8/13), 2012년 40%(4/5), 2013년 50%(4/8)로 매년 높은 검출률을 보이고 있다(6~10). 국내 농약사용지침서를 보면(12) 구기자는 24종류의 농약을 사

용할 수 있게 되어 있지만, 농약사용지침서에 없는 트리플루무론이 검출되는 것으로 보아 농약사용지침서에 없는 농약이 한약재의 재배에 사용됨을 알 수 있다. 현재 국내에서 한약재 재배 시에 사용하도록 등록되어 있는 농약은 219 품목 이지만 인삼을 포함한 16가지 한약재에만 사용하도록 품목고시 되어 있다(12). 그 중 인삼에 등록된 농약만 117품목으로 대부분을 차지하여 한약재 재배농가에서는 미등록 농약을 사용하는 경우도 있다.

대추 역시 지난 2009년 83.3%(20/24), 2010년 70%(7/10), 2011년 83.3%(10/18), 2012년 40%(2/5), 2013년 50%(4/8)로 높은 검출률을 나타냈지만 기준을 초과한 농약은 없었다(6~10). 과피 부위를 사용하는 한약재에서는 진피에서 잔류농약이 검출되었다. 진피에서 펜토에이트가 2014년, 2015년 각 5건씩 잔류농약이 검출되었다. 2009년

Table 4. Pesticides residues detected by commodity group in 2014

Group/Medicinal herb	Pesticide	No. of detection	No. of violation	Detection range (mg/kg)	Maximun residue limit(mg/kg)
<i>Fructus</i>					
Lycii Fructus(구기자)	Cypermethrin	2		0.136~0.137	5
	λ-Cyhalothrin	2		0.013~0.074	2
	Chlorofenapyr	1		0.059	2
	Chlorothalonil	1		0.227	3.89
	Triflumuron	1		1.522	1.945
Crataegi Fructus(산사)	λ-Cyhalothrin	2		0.038~0.057	1
	Chloropyrifos	1		0.091	0.2
	Fenpropathrin	1		0.021	0.03
Zizyphi Fructus(대추)	Chlorofenapyr	2		0.126~0.321	2
	Cypermethrin	1		1.232	3.14
	λ-Cyhalothrin	1		0.106	1.57
	Fenpropathrin	1		0.292	15.7
	Fenvalerate	1		0.29	9.42
	Hexaconazole	1		0.702	1.57
Corni Fructus(산수유)	λ-Cyhalothrin	1		0.24	1
	Chloropyrifos	1		0.131	0.2
Chaenomelis Fructus(목과)	Cypermethrin	1		0.181	8.2
Subtotal		21			
<i>Rhizoma</i>					
Alismatis Rhizoma(택사)	Endosulfan	4	2	0.109~0.927	0.2
	Isoprothiolane	3	1	0.406~4.793	1
	Chlorothalonil	1		0.476	2
	Fenarimol	1		0.206	0.7
	Tebuconazole	1		0.962	2
	Chloropyrifos		1	2.876	0.5
	Triazphos		1	1.588	0.07
Cnidii Rhizoma(천궁)	Endosulfan	2		0.09~0.129	0.2
	Tetradifon	1		0.162	0.3
Subtotal		13	5		
<i>Pericarpium</i>					
Citri Unshii pericarpium(진피)	Phenthroate	5		0.13~0.336	6
	Cypermethrin	2		0.094~0.105	1
	Chloropyrifos	1		0.068	8
	Fenitrothion	1		0.394	10
Subtotal		9			
<i>Herba</i>					
Chrysanthemi Zawadskii Herba(구절초)	Chlorothalonil	1		0.485	1
	Hexaconazole	1		0.135	0.2
	Kresoxim-methyl	1		1.132	17

Table 4. (Continued)

Group/Medicinal herb	Pesticide	No. of detection	No. of violation	Detection range (mg/kg)	Maximun residue limit(mg/kg)
Menthae Herba(박하)	Tetradifon	1		0.226	2
	Triadimefon	1		0.429	2
	λ -Cyhalothrin		1	3.9	1
Geranii Herba(현초)	Chlorothalonil		1	6.2	1.2
Subtotal		5	2		
Radix					
Angelicae Dahiriae Radix(백芷)	Chloropyrifos	1		0.126	0.2
Buleuri Radix(시호)	Cypermethrin	1		0.185	1
Peucedani Japonici Radix (식방풍)	Fenitrothion	1		0.113	0.5
Peucedani Radix(전호)	Chloropyrifos	1		0.085	0.2
Salviae Miltorrhizae Radix (단삼)	Isoprothiolane	1		0.268	0.6
Subtotal		5			
Flos					
Lonicerae Flos(금은화)	λ -Cyhalothrin	4		0.172~0.503	1
Subtotal		4			
Folium					
Perillae Folium(자소엽)	Bifenthrin	1		0.751	1
	Chloropyrifos	1		0.113	0.2
	Cypermethrin	1		0.777	1
	Endosulfan		1	11.279	3
Subtotal		3	1		
Semen					
Plantaginis Semen(차전자)	Isoprothiolane	1		0.166	0.6
	Quintozen	1		0.102	1
Triticum Levis Semen(부소맥)	Malathion	1		1.731	8
Subtotal		3			
Pollen					
Typhae pollen(포황)	Chloropyrifos	1		0.592	0.2
Subtotal		1			
Others					
Lonicerae Folium et Caulis(인동)	Cypermethrin	1		0.131	1
Subtotal		1			
Total		64	9		

에는 86.7%(26/30), 2010년 71.4%(25/35), 2011년 82.8%(29/35), 2012년 76.5%(13/17), 2013년 78.9%(15/19)로 높은 검출률을 보였다 (6~10). 감귤의 껍질을 건조하여 제조하는 진피는 한약재 쳐방시 거의 공통으로 사용되고 있으며

최근에는 차, 샐러드, 쿠키 등 여러 가공품으로도 사용되고 있다. 현재 국내에서 그 가격이 높지 않아 진피 제조를 위한 감귤재배는 거의 없는 실정이고 감귤 음료 제조시 나오는 부산물을 이용하여 일부 사용되고 있는 실정이다. 우리나라에서는

Table 5. Pesticides residues detected by commodity group in 2015

Group/Medicinal herb	Pesticide	No. of detection	No. of violation	Detection range (mg/kg)	Maximum residue limit(mg/kg)
<i>Fructus</i>					
Corni Fructus(산수유)	λ-Cyhalothrin	2		0.188~0.55	1
	Cypermethrin	1		0.262	1
	Triazophos	1		0.039	0.05
Zizyphi Fructus(대추)	Cypermethrin	1		0.2	6.3
	Chlorofenapyr	1		0.214	2
	Iprodione	1		2.719	31.4
	Tebuconazole	1		0.306	5
Crataegi Fructus(산사)	λ-Cyhalothrin	1		0.191	1
	Fenpropathrin		1	0.292	0.03
Schisandrae Fructus(오미자)	Chlorofenapyr	1		0.018	0.24
Subtotal		10	1		
<i>Rhizoma</i>					
Alismatis Rhizoma(백사)	Tebuconazole	3		0.334~1.143	2
	Chloropyrifos	2	3	0.374~2.74	0.5
	Isoprothiolane	2	1	0.067~2.004	1
	Endosulfan	1	1	0.14~0.744	0.2
	Triazophos		1	0.59	0.07
Cnidii Rhizoma(천궁)	Chloropyrifos	1		0.08	0.5
	Tebufenpyrad	1		0.066	0.1
	Iprobenfos		1	1.154	0.2
	Hexaconazole		1	0.723	0.3
Subtotal		10	8		
<i>Pericarpium</i>					
Citri Unshii pericarpium(진피)	Phenthroate	5		0.17~0.516	6
	Chlorothalonil	1		0.387	1.5
	Chloropyrifos	1		0.076	0.2
	Cypermethrin	1		0.249	1
Subtotal		8			
<i>Herba</i>					
Menthae Herba(박하)	Cypermethrin	1		0.631	1
	Chloropyrifos	1		0.133	0.2
Subtotal		2			
<i>Folium</i>					
Perillae Folium(자소엽)	Cypermethrin	1		0.785	1
Artemisiae Argyi Folium(애엽)	Cypermethrin		1	3.907	1
Subtotal		1	1		
<i>Flos</i>					
Lonicerae Flos(금은화)	λ-Cyhalothrin	1		0.42	1
Subtotal		1			

Table 5. (Continued)

Group/Medicinal herb	Pesticide	No. of detection	No. of violation	Detection range (mg/kg)	Maximun residue limit(mg/kg)
Cortex					
Lycii Radix Cortex(지골피)	Endosulfan	1		0.212	3
Subtotal		1			
Semen					
Dolichoris Semen(백편두)	Cypermethrin	1		0.036	0.05
Subtotal		1			
Others					
Lonicerae Folium et Caulis(인동)	λ-Cyhalothrin	1		0.243	1
Mori Ramulus(상지)	λ-Cyhalothrin	1		0.095	1
	Tebuconazole	1		0.119	1
Poria Sclerotium(복령)	BHC	1		0.128	0.2
Subtotal		4			
Total		38	10		

감귤을 재배하는데 병충해 방제 목적으로 150여종의 농약들이 등록되어 있다(12). 진피의 경우 2012년까지 총 디디티 등 6종의 농약에 대해 잔류 농약 허용기준이 설정되어 있었으나 2012년 12월 개정고시에서는 메티다치온 등 5종의 농약이 추가로 기준이 설정되었다. 11종 이외의 농약이 검출되었을 때는 유럽약전 및 일일섭취허용량, 평균체 중, 일일 복용량을 바탕으로 계산한다. 진피에서는 주로 펜토에이트, 클로르피리포스 등이 검출되는 데, 이는 꽃노랑 총채벌레, 노린재류, 진딧물에 의한 병충해를 막기 위한 살충제 및 과실류의 경업 처리하는 농약으로 골과피의 건조물인 진피에 잔류할 가능성이 크다. 따라서 감귤의 건조된 껍질만 사용하는 진피에 대하여 감귤에 사용하는 농약을 중심으로 사용기준이 설정되어야 진피에 포함된 농약의 안전성을 효율적으로 관리할 수 있다.

전초 및 잎을 사용하는 한약재 중 잔류농약이 검출된 품목은 구절초, 박하, 현초 자소엽, 애엽으로 박하와 자소엽은 2014~2015년에 걸쳐 계속 검출되었다. 박하는 2014년도 2건이 검출되었고 람다-싸이할로쓰린 1건이 기준을 초과하였다(표 3-1). 2015년에는 박하에서 2건이 검출되었으며, 기준을 초과하는 농약은 없었다(표 5). 2014년에 자소엽은 3건의 검출이 있었고 엔도설판에서 1건

의 기준초과가 있었다. 서울시 유통 한약재의 모니터링에 따르면 2010년에 부적합 한약재 8품목 중 3품목이 잎을 사용하는 한약재로 보고된 바 있다(7).

뿌리 부위를 사용하는 한약재에서는 2014년에는 백지 7.7%(1/13), 시호 9.1%(1/11), 식방풍 20%(1/5), 전호 16.7%(1/6), 단삼 7.1%(1/14)에서 농약이 검출되었으며 기준을 초과하는 농약은 없었다.

꽃 부위를 사용하는 한약재에서는 싸이할로쓰린이 검출되었는데 금은화에서 2014년 4건 및 2015년 1건으로 총 5건이 검출되었고, 씨를 사용하는 한약재 중에서 차전자, 부소맥, 백편두에서 차전자 2건 부소맥과 백편두 각각 1건이 검출되었다. 기타 잎줄기를 사용하는 인동, 균핵을 사용하는 복령에서도 각각 1건이 검출되었다(표 4).

본 연구의 품목별 검출현황을 지상부와 지하부로 나누어 보면 지상부에는 과피를 사용하는 진피에서 펜토에이트의 검출이 높았고, 그 다음으로 열매부위를 사용하는 구기자 및 산사에서 싸이할로쓰린이 그 다음으로 높았다. 지하부는 뿌리와 뿌리껍질을 사용하는 택사 및 천궁에서 엔도설판의 검출률이 높았다. 엔도설판은 유기염소계 살충제로 독성이 강하고 자연환경에서 잘 분해되지 않

Table 6. Pesticides detected in herbal medicines in 2014

Pesticide	No. of detections	Herbal medicine
<i>Insecticides · acaricides</i>		
λ-Cyhalothrin	10	Lonicerae Flos(금은화)(4), Crataegi Fructus(산사)(2) Lycii Fructus(구기자)(2), Corni Fructus(산수유), Zizyphi Fructus(대추)
Cypermethrin	9	Citri Unshii pericarpium(진피)(2), Lycii Fructus(구기자)(2) Lonicerae Folium et Caulis(인동), Chaenomelis Fructus(목과) Perillae Folium(자소엽), Buleuri Radix(시호), Zizyphi Fructus(대추)
Endosulfan	6	Alismatis Rhizoma(택사)(4), Cnidii Rhizoma(천궁)(2)
Chlorofenapyr	3	Zizyphi Fructus(대추)(2), Lycii Fructus(구기자)
Fenpropathrin	2	Crataegi Fructus(산사), Zizyphi Fructus(대추)
Bifenthrin	1	Perillae Folium(자소엽)
Fenvalerate	1	Zizyphi Fructus(대추)
Subtotal	32	
<i>Fungicides</i>		
Chlorothalonil	3	Alismatis Rhizoma(택사), Chrysanthemi Zawadskii Herba(구절초), Lycii Fructus(구기자)
Hexaconazole	2	Chrysanthemi Zawadskii Herba(구절초), Zizyphi Fructus(대추)
Triadimefon	2	Menthae Herba(박하)(2)
Kresoxim-methyl	1	Chrysanthemi Zawadskii Herba(구절초)
Quintozene	1	Plantaginis Semen(차전자)
Fenarimol	1	Alismatis Rhizoma(택사)
Tebuconazole	1	Alismatis Rhizoma(택사)
Subtotal	11	
<i>Insecticides</i>		
Phenthroate	5	Citri Unshii pericarpium(진피)(5)
Fenitrothion	2	Citri Unshii pericarpium(진피), Peucedani Japonici Radix(식방풀)
Malathion	1	Triticum Levis Semen(부소맥)
Triflumuron	1	Lycii Fructus(구기자)
Subtotal	9	
<i>Insecticides · acaricides · nematicides</i>		
Chloropyrifos	6	Angelicae Dauricae Radix(백지), Citri Unshii pericarpium(진피), Corni Fructus(산수유), Crataegi Fructus(산사) Perillae Folium(자소엽), Peucedani Radix(전호)
Subtotal	6	
<i>Insecticides · fungicides</i>		
Isoprothiolane	5	Alismatis Rhizoma(택사)(3), Plantaginis Semen(차전자) Salviae Miltorrhizae Radix(단삼)
Subtotal	5	
<i>Acaricides</i>		
Tetradifon	1	Cnidii Rhizoma(천궁)
Subtotal	1	
Total	64	

Table 7. Pesticides detected in herbal medicines in 2015

Pesticide	No. of detections	Herbal medicine
<i>Insecticides · acaricides</i>		
Cypermethrin	6	Citri Unshii pericarpium(진피), CorniFructus(산수유), Dolichoris Semen(백편두), Menthae Herba(박하), Perillae Folium(자소엽) Zizyphi Fructus(대추)
λ-Cyhalothrin	6	CorniFructus(산수유)(2), Crataegi Fructus(산사), Lonicerae Flos (금은화), Lonicerae Folium et Caulis(인동), Mori Ramulus(상지)
chlorofenapyr	2	Schisandrae Fructus(오미자), Zizyphi Fructus(대추)
Endosulfan	2	Alismatis Rhizoma(택사), Lycii Radix Cortex(지골피)
Tebufenpyrad	1	Cnidii Rhizoma(천궁)
Subtotal	17	
<i>Fungicides</i>		
Tebuconazole	5	Alismatis Rhizoma(택사)(3), Mori Ramulus(상지), Zizyphi Fructus(대추)
Chlorothalonil	1	Citri Unshii pericarpium(진피)
Iprodione	1	Zizyphi Fructus(대추)
Subtotal	7	
<i>Insecticides · acaricides · nematicides</i>		
Chlorpyrifos	5	Alismatis Rhizoma(택사)(2), Citri Unshii pericarpium(진피) Cnidii Rhizoma(천궁), Taraxaci Herba(포공영)
Triazophos	1	Corni Fructus(산수유)
Subtotal	6	
<i>Insecticides ·</i>		
Phenthroate	5	Citri Unshii pericarpium(진피)(5)
Subtotal	5	
<i>Insecticides · fungicides</i>		
Isoprothiolane	2	Alismatis Rhizoma(택사)(2)
Subtotal	2	
<i>Insecticides · rodenicides</i>		
BHC	1	Poria Sclerotium(복령)
Subtotal	1	
Total	38	

아 오랫동안 잔류하면서 생물에 고농도로 축적되어 생태계에 큰 위해를 주는 물질로 현재 국내에서는 식용작물에 사용이 금지되어있어 매년 검출 건수가 줄고 있다(11).

3. 농약별 검출현황

2014년부터 2015년까지 2년간 식품공전의 각종 농약 다성분 분석법을 이용하여 GC로 분석 가능한 품목에 따라 잔류농약 2014년 203품목 1535

건, 2015년 214품목 1325건에 대해 조사한 결과 2014년 21종, 2015년 13종의 잔류농약이 64회, 38회 각각 검출되었다.

한약재에서 검출된 잔류농약을 용도별로 정리한 자료는 표 6, 7와 같다. 농약 용도별 검출횟수는 2014년에는 살비·살충제 32회(50.0%), 살균제 11회(17.2%), 살충제 9회(14.1%), 살비·살충·살균제 6회(9.4%), 살충·살균제 5회(7.8%), 살비제 1회(1.6%)순으로 나타났고, 2015년에는 살비·살충제 17회(44.7%), 살균제 7회(18.4%), 살비·살충·살균제 6회(15.8%), 살충제 5회(13.2%), 살충·살균제 2회(5.3%), 살충 살서제 1회(2.6%)순으로 나타났다.

검출빈도는 2014년 싸이할로트린 10회(15.6%), 사이퍼메쓰린 9회(14.1%), 엔도설판 및 클로르파리포스 6회(9.4%), 펜토에이트, 아이소프로티올레인 5회(7.8%), 클로르훼나피르, 클로로탈로닐 3회(4.7%), 펜프로파스린, 헥사코나졸, 트리아디메폰, 페니트로치온 2회(3.1%), 비펜스린, 펜발러레이트, 크레속심 메틸, 퀸토젠, 페나리몰, 테부코나졸, 말라치온, 트리플루무론, 테트라디폰은 각각 1회(1.6%)씩 검출되었고, 2015년은 싸이퍼메쓰린 및 사이할로트린 6회(15.8%), 테부코나졸, 클로르파리포스, 펜토에이트 5회(13.2%), 클로르훼나피르, 엔도설판, 아이소프로티올레인 2회(5.3%), 터부펜피라드, 클로로탈로닐, 이프로디온, 트리아조포스, BHC에서 각각 1회(2.6%)씩 검출되었다.

검출빈도가 가장 높았던 싸이할로트린은 2014년 금은화 4건, 산사 및 구기자 각각 2건 산수유, 대추에서 각 1회씩 검출되었고, 2015년에는 산수유 2건 산사 및 금은화, 인동, 상지에서 각각 1회씩 검출되었다. 주로 꽃이나 열매 및 잎을 사용하는 한약재에서 검출되었으며, 그 다음으로 검출빈도가 높았던 싸이퍼메트린은 2014년 9회 검출되었고 진피, 구기자에서 2회, 인동, 목과, 자소엽, 시호 대추에서 각 1회씩 검출 되었다. 2015년에는 6회 검출되었고 진피, 산수유, 백편두, 박하, 자소엽, 대추에서 각 1회씩 검출되었다. 2011년 이후에 검출빈도가 높은 한약재로는 과실을 이용하는 구기자, 목과, 대추, 산수유 및 과피를 이용하는

진피에서 주로 검출되었다. 이 농약은 건조 농산물에서 검출빈도가 높은 농약으로 보고된 바 있다 (14). 국내산 한약재가 생산단계에서 농산물로 취급된다는 점에서 건조농산물과 유사한 경향을 보인다. 펜토에이트는 감귤의 진딧물이나 노린재류의 병충해를 막기 위한 경업처리 살충제로 사용되는데 완숙감귤의 진피에서만 검출되었으며 2014, 2015년 각각 5회씩 검출되었다.

결 론

2014년 1월부터 2015년 12월까지 서울지역에서 유통 중인 한약재 2,860건(2014년 : 203품목 1,535건, 2015년 : 214품목, 1,325건)에 대해 잔류농약을 모니터링 한 결과는 다음과 같다.

2014년에는 국내산 61품목 370건 및 수입산 185품목 1,165건을 분석하였으며 2015년에는 국내산 69품목 287건 및 수입산 196품목 1,038건을 분석하였다. 향후 국민의 건강 위해도 증가문제를 해결하기 위해서는 과학적이며 체계적인 잔류농약 기준설정 지침의 확립 및 설정된 생약 중 잔류농약 허용기준의 준수 여부를 확인할 수 있는 시험방법의 개선 및 확립이 필요하다.

1. 2014년에는 한약재 203품목 1,535건 중 21품목 47건에서 잔류농약이 검출되어 3.1%의 검출률을 나타내었고, 그 중 5품목 8건이 기준을 초과하여 0.5%의 부적률을 나타내었다. 또 2015년에는 한약재 214품목 1,325건 중 16품목 32건에서 잔류농약이 검출되어 2.4%의 검출률을 나타내었고 그 중 4품목 9건이 기준을 초과하여 0.7%의 부적률을 나타냈으며, 매년 유사한 결과를 보였다.
2. 산지별 검출율은 2014년에는 국내산이 6.8%, 수입산이 1.9%이며 2015년은 국내산이 7.3%, 수입산이 1.1%로 국내산 한약재의 농약 검출률이 높았으며, 잔류허용기준을 초과한 한약재는 2014년에는 택사 포황 자소엽 등으로 나타났고, 2015년은 택사, 천궁, 애엽, 산사로 나타났고, 국내산이 수입보다 더 높은 검출률을 보였다.

3. 생약별 특성을 살펴보면 2014년에는 택사 6건, 진피 6건, 금은화와 구기자가 각 4건 등의 순으로 잔류농약이 검출되었다. 검사건수 대비 검출률은 구절초, 인동, 부소맥 모두 100%, 금은화(57.1%), 구기자(57.1%), 택사(54.6%), 대추(40.0%), 박하(28.6%), 자소엽(28.6%) 순으로 나타났다. 2015년에는 택사 6건, 진피 6건, 대추 4건, 산수유 3건 등의 순으로 잔류농약이 검출되었다. 검사건수 대비 검출률은 지골피와 진피가 50%, 대추(44.4%), 택사(42.9%), 산수유(30%), 포공영(25%) 순으로 나타났다.
4. 검출된 농약은 2014년에는 21종에서 총 64회 검출되었다. 검출 농약 횟수는 싸이할로쓰린 10회(15.6%), 싸이페메쓰린 9회(14.1%), 엔도설판 6회(9.4%), 클로르피리포스 6회(9.4%) 펜토에이트 및 아이소프로티올레인 각 5회씩(7.8%) 등의 순으로 나타났다. 그 중 엔도설판 3회, 클로르피리포스 2회, 아이소프로티올레인, 트리아조포스, 싸이할로쓰린, 클로르타로닐 각1회 기준을 초과하였다. 2015년에는 13종에서 총38회 검출되었다. 검출 농약 횟수는 싸이할로쓰린 및 싸이페메쓰린이 각 6회(15.8%), 테부코나졸, 클로르피리포스, 펜토에이트는 각각 5회(13.2%) 등의 순으로 나타났다. 그 중 클로르피리포스 3회, 트리아조포스, 헥사코나졸, 펜프로파스린 등 7종류의 농약이 각 1회 기준을 초과하였다.

참고문헌

1. 신창환 : 약용 식물제재의 품질관리방법, 대학서림, 2000.
2. 최평락 : 가깝고도 면 한의원, 한나래, 2011.
3. 식품의약품안전처 : 법령자료. <http://www.mfds.go.kr/index.do?mid=1161&sep=9954&cmd=v>
4. 대한민국약전, 식품의약품안전처고시 제2012-129호(2012.12.27)
5. 송태민, 김미라, 임은주 : 국산 한약재 현황 및 정보관리방안. 보건복지포럼 08월(통권 제58호), 한국보건사회연구원(<http://kihasa.re.kr>)
6. 김장억, 경북대학교 산학협력단 : 생약의 품목별 다종농약 분석법 개선 연구. 식품의약품 안전청 연구보고서, 11, 2010.
7. 최영희, 박성규, 김옥희, 하광태, 승현정, 김시정, 이경아, 장정임, 조한빈, 최병현, 김민영 : 한약재의 잔류농약. 한국농약과학회 포스터 발표, 2009.
8. 최영희, 박성규, 김옥희, 승현정, 한성희, 이영주, 정희정, 김윤희, 조한빈, 유인실, 한기영, 채영주 : 서울지역 유통 한약재 중 잔류농약 실태조사. 한국농약과학회지, 15권(4):335~349, 2011.
9. 이영주, 박성규, 김옥희, 최영희, 승현정, 한성희, 정희정, 김윤희, 김유경, 유인실, 한기영, 채영주 : 서울지역 유통 한약재의 잔류농약 분포도 조사. 서울특별시 보건환경연구원 보, 47:69~81, 2011.
10. 이춘영, 박성규, 두옥주, 김옥희, 최영희, 한성희, 이영주, 김윤희, 김유경, 한기영, 채영주 : 서울지역 유통 한약재의 잔류농약 분포도 조사(2012). 서울특별시 보건환경연구원 보, 48:46~61, 2012.
11. 이정숙, 이정미, 최영희, 김남훈, 한성희, 김윤희, 이새람, 김희선, 정권, 채영주 : 서울 지역 유통 한약재 중 농약의 잔류 실태 조사 (2013). 서울특별시 보건환경연구원보, 49:67~81, 2013.
12. 잔류성유기오염물질관리법 해설서, 환경부, <http://www.me.go.kr/>.
13. 한국작물보호협회, 농약사용지침서, <http://koreacpa.org/>.
14. 김장억 : 진피(청피) 중 잔류농약허용기준 및 시험방법 설정에 관한 연구. 식약처 용역연구 사업, 2007.
15. 김성단, 김복순, 박성규, 김미선, 조태희, 한창호, 조한빈, 최병현 : 서울시 유통 건조농산물 중의 농약잔류 실태 연구. 한국식품과학회, 39(2):114~121, 2007.

Appendix 1. The list of herbal medicines investigated

Latin name(Korean name)		
Acanthopanax Root Bark(오가피)	Atractylodis Rhizoma Alba(백출)	Curcumae longae Radix(강황)
Achyranthis Radix(우슬)	Aucklandiae Radix(창출)	Cuscutae Semen(금사초)
Aconiti Ciliare Tuber(초오제)	Aurantii Fructus Immaturus (지각)	Cynanchi Wilfordii Radix (백수오)
Aconiti Koreani Tuber(백부자)	Bambusae Caulis In Taeniam (죽여)	Cynomorii Herba(쇄양)
Aconiti Lateralis Radix Preparata(부자)	Betulae Cortex(화피)	Cyperi Rhizoma(향부자)
Aconiti Tuber(천오)	Bulbus Fritillariae Cirrhosae (천째모)	Dendrobii Herba(석곡)
Acori Gramineri Rhizoma(석창포)	Bupleuri Radix(시호)	Dianthi Herba(구매)
Adenophorae Radix(사삼)	Caesalpiniae Lignum(소목)	Dictamni Radicis Cortex (백선피)
Agastachis Herba(꽉향)	Caraganae Radix(꼴쇄보)	Dioscoreae Rhizoma(산약)
Akebiae Caulis(목통)	Carpesii Fructus(학술)	Dipsaci Radix(속단)
Albizziae Cortex(합환피)	Carthami Flos(홍화)	Dolichoris Semen(백편두)
Alismatis Rhizoma(택사)	Carthami Tinctorii Fructus (홍화자)	Drynariae Rhizoma(꼴쇄보)
Alli Tuberosi Semen(구자)	Cassiae Semen(결명자)	Ecliptae Herba(한련초)
Alpiniae Katsumadaii Semen(초두구)	Castaneae Semen(건율)	Elsholtziae Herba(향유)
Alpiniae Officinari Rhizoma(고량강)	Chaenomelis Fructus(목과)	Ephedrae Herba(미황)
Amomi Cardamomi Fructus(백두구)	Hibisci Cortex(목근피)	Epimedii Herba(음양과)
Amomi Fructus(사인)	Chelidonii Herba(백굴채)	Equiseti Herba(목적)
Amomi Tsao-Ko Fructus(초과)	Chrysanthemi Flos(국화)	Eriobotryae Folium(비파엽)
Anemarrhenae Rhizoma(지모)	ChrysanthemiZawadskii Herba (구절초)	Eriocauli Herba(곡정초)
Anethi Fructus(시라자)	Cibotii Rhizoma(구척)	Eucommiae Cortex(두충)
Angelicae Dahiricae Radix(백지)	Cicadidae Periostracum(선퇴)	Euryales Semen(검인)
Angelicae Decursivae Radix(전호)	Cimicifugae Rhizoma(승마)	Evodiae Fructus(오수유)
Angelicae Gigantis Radix(당귀)	Cinnamomi Cortex(육계)	Farfarae Flos(관동화)
Angelicae Tenuissimae Radix(고본)	Cinnamomi Ramulus(계지)	Foeniculi Fructus(회향)
Araliae Continentalis Radix(독활)	Cinnamon Bark(계피)	Forsythiae Fructus(연교)
Arctii Semen(우방자)	Cirsii Herba(대계)	Fritillariae Thunbergii Bulbus (절째모)
Arecae Pericarpium(대복피)	Cistanchis Herba(육종용)	Gardeniae Fructus(치자)
Arecae Semen(빈랑자)	Citri Unshii Pericarpium(진피)	Gastrodiae Rhizoma(천마)
Arisaematis Rhizoma(천남성)	Clematidis Radix(위령선)	Gentianae Macrophyllae Radix (진교)
Armeniacae Semen(행인)	Cnidi Fructus(사상자)	Gentianae scabrae Radix(용담)
Artemisiae Argyi Herba(청호)	Cnidii Rhizoma(천궁)	Geranii Herba(현초)
Artemisiae Capillaris Folium(애엽)	Codonopsis Pilosulae Radix(당삼)	Ginkgonis Semen(백과)
Asiasari Radix(인진호)	Coicis Semen(의이인)	Gleditsiae Spina(조각자)
Asparagi Tuber(세신)	Coptidis Rhizoma(황련)	Glehniae Radix(해병풍)
Asteris Radix(천문동)	Corni Fructus(산수유)	Glycine Semen Nigra(흑두)

Appendix 1. (Continued)

Latin name(Korean name)		
Astragali Radix(자완)	Corydalis Tuber(현호색)	Glycyrrhizae Radix(감초)
Atractylodis Rhizoma(황기)	Crataegi Fructus(산사)	Gossypii Semen(면실자)
Houttuyniae Herba(여성초)	Perillae Herba(자소엽)	Salviae Miltorrhizae Radix(단삼)
Hoveniae Semen Cum Fructus(지구자)	Perillae Semen(자소자)	Sanguisorbae Radix(지유)
Imperatae Rhizoma(모근)	Persicae Semen(도인)	Santali Albi Lignum(백단향)
Kalopanaxis Cortex(해동피)	Peucedani Radix(식방풍)	Santalini Lignum Rubrum(자단향)
Kochiae Fructus(지부자)	Pharbitidis Semen(견우자)	Saposhnikoviae Radix(방향)
Leonuri Herba(의모초)	Phellodendri Cortex(황백)	Schisandrae Fructus(오미자)
Ligustris Fructus(여정실)	Phragmitis Rhizoma(노근)	Schizonepetae Spica(형개)
Linderae Radix(오약)	Pinelliae Tuber(반하)	Scrophulariae Radix(현삼)
Liriopis Tuber(맥문동)	Piperis Longi Fructus(필발)	Scutellariae Radix(황금)
Lithospermi Radix(자근)	Plantaginis Semen(차전자)	Siegesbeckiae Herba(회령)
Longanae Arillus(용안육)	Platycodi Radix(길경)	Sinomenii Caulis et Rhizoma(방기)
Lonicerae Flos(금은화)	Polygalae Radix(원자)	Solani Nigri Herba(용규)
Lonicerae Folium(인동)	Polygonati Odorati Rhizoma(옥죽)	Sophorae Radix(고삼)
Lophatheri Herba(담죽엽)	Polygonati Rhizoma(황정)	Sparganii Rhizoma(삼릉)
Lycii Fructus(구기자)	Polygoni Multiflori Radix(하수오)	Stemonae Radix(백부근)
Lycii Radicis Cortex(지골피)	Polyporus(저령)	Syzygii Flos(정향)
Lycopi Herba(택란)	Ponciri Fructus(지설)	Taraxaci Herba(포공영)
Magnoliae Cortex(후박)	Portulacae Herba(마치현)	Terminaliae Fructus(가자)
Magnoliae Flos(신이)	Prunellae Spica(하고초)	Thujae Orientalis Folium(측벽엽)
Massa Medicata Fermentata(신곡)	Psoraleae Semen(보골자)	Thujae Semen(백자인)
Meliae Fructus(천련자)	Puerariae Flos(갈화)	Tribuli Fructus(질려자)
Menthae Herba(박하)	Puerariae Radix(갈근)	Trichosanthis Radix(괄루근)
Mori Cortex(상백피)	Quisqualis Fructus(사군자)	Trichosanthis Semen(괄루인)
Mori Folium(상엽)	Raphani Semen(내복자)	Typhae Pollen(포황)
Mori Ramulus(상지)	Rehmanniae Radix(지황)	Ulmi Cortex(유백피)
Morinda Radix(파극천)	Rehmanniae Radix Preparata(숙지황)	Uncariae Ramulus Et Uncus(조구등)
Moutan Cortex(목단피)	Remotiflori Radix(제니)	Visci Herba(곡기생)
Myristicae Semen(육두구)	Rhei Rhizoma(대황)	Viticis Fructus(만형자)
Nelumbinis Semen(연자육)	Rhei Undulati Rhizoma(종대황)	Xanthii Fructus(창이자)
Osterici Radix(강활)	Rosae Fructus(금앵자)	Zanthoxyli Fructus(산초)
Paeoniae Radix(작약)	Rubi Fructus(복분자)	Zedoariae Rhizoma(아출)

Appendix 2. The list of pesticides investigated

Classification	Detected by GC/NPD		Detected by GC/ECD	
Insecticides	Azinphos-methyl	Cadusafos	Acrinathrin	Aldrin
	Carbophenothion	Chlorpyrifos-methyl	$\alpha, \beta, \gamma, \delta$ -BHC	Bifenthrin
	Diazinon	Dichlorvos(DDVP)	Buromutide	Chlordane
	Dimethoate	Dimethylvinphos	Chlorfenapyr	Chlorpyrifos
	EPN	Ethion	Cycloprothrin	Cyflufenamid
	Ethoprophos	Etrimfos	Cyfluthrin	Cyhalothrin
	Fenitrothion	Fenobucarb	Cypermethrin	DDT
	Fenoxy carb	Fenthion	Deltamethrin	Dicloran
	Fosthiazate	Furathiocarb	Dicofol	Dieldrin
	Isazofos	Isofenphos	Diniconazole	α -Endosulfan
	Malathion	Mecarbam	β -Endosulfan	Endosulfan-sulfate
	Methidathion	Parathion	Endrin	Fenpropathrin
	Parathion-methyl	Phenthroate	Fenvalerate	Fipronil
	Phosalone	Phosmet	Flonicamid	Fluvalinate
	Phosphamidon	Pirimicarb	Heptachlor	Indoxacarb
	Pirimiphos-ethyl	Profenofos	Methoxychlor	Nonachlor
	Prothiofos	Pyraclofos	Permethrin	Pyridalyl
	Pyridaben	Tebupirimfos	Pyrimidifen	Quinalphos
	Terbufos	Thiometon	Tefluthrin	Tralomethrin
	Triazophos		Triflumuron	
Fungicides	Chinomethionate	Cyproconazole	Captan	Captan
	Cyprodinil	Diethofencarb	Chlorothalonil	Dichlofluanid
	Diphenylamine	Edifenphos	Fenamidone	Fenarimol
	Fluazinam	Fludioxonil	Fenbuconazole	Fenoxanil
	Flusilazole	Iprobenfos	Fusulfamid	Flutolanil
	Kresoxim-methyl	Mepronil	Folpet	Fthalide
	Metconazole	Myclobutanil	Hexaconazole	Imazalil
	Oxadixyl	Penconazole	Iprodion	Iprovalicarb
	Pyrazophos	Triadimefon	Isoprothiolane	Metrafenone
	Tebuconazole		Nitrapyrin	Nuarimol
			Ofurace	Prochloraz
			Procymidone	
Herbicides	Anilofos	Dimepiperate	Bromacil	Dithiopyr
	Dimethenamid	Diphenamid	Indanofan	Mefenacet
	Esprocarb	Molinate	Propisochlor	Piperophos
	Pendimethalin	Pirimiphos-methyl	Butachlor	
	Pyriminobac-methyl	Terbutylazine		
	Thiazopyr			
Acaricides	Etoxazole	Fenazaquin	Bromopropylate	
	Fenothiocarb	Tebufenpyrad	Tetradifon	