

약용건조과실류의 잔류농약 실태 조사

잔류농약검사팀

최영희 · 박성규 · 김욱희 · 승현정 · 한성희 · 정희정
이영주 · 김윤희 · 유인실 · 김유경 · 한기영 · 채영주

Survey of Pesticide Residues in Medicinal Dried Fruits

Residue pesticide Inspection Team

**Young-hee Choi, Sung-kyu Park, Ouk-hee Kim, Hyun-jung Seung,
Sung-hee Han, Hee-jung Jung, Young-ju Lee, Yun-hee Kim,
In-sil Yu, Yoo-kyung Kim, Ki-young Han and Young-zoo Chae**

Abstract

Medicinal dried fruits are classified as either agricultural products or medicinal herbs, and are sold through different paths depending on the purpose of usage. This survey was carried out to compare pesticide residues in medicinal dried fruits. Pesticide residues were analyzed in 218 samples, representing 6 kinds of medicinal dried fruits (*Zizyphi Fructus*, *Lycii Fructus*, *Schisandrae Fructus*, *Corni Fructus*, *Rubi Fructus* and *Chaenomelis Fructus*), which were divided into groups: 107 agricultural products and 111 medicinal herbs. Agricultural products had higher pesticide detection rates than medicinal herbs in *Lycii Fructus*, *Schisandrae Fructus* and *Corni Fructus*. But pesticide detection rates were similar in two types of *Zizyphi Fructus*: 85.2 and 84.2% respectively. 26 kinds of pesticides were detected, and cypermethrin, fenvalerate, chlorpyrifos, and cyhalothrin were detected frequently in total samples. Estimated Daily Intake (EDI) of detected pesticides was compared to Acceptable Daily Intake (ADI) in order to assess risk only in *Zizyphi Fructus*. The range of %ADI was 0.0000~0.0102%, which does not affect human health, although it was the highest detection rate in medicinal dried fruits.

Key words : medicinal dried fruits, agricultural products and medicinal herbs, pesticide residue

서 론

약리효과를 기대하는 약용건조과실류는 오래 전부터 질병치료 및 예방 목적으로 한약재로 사용되어 왔으나, 최근 웰빙 문화와 건강지향 열풍으로 건강기능식품, 한방차 등 식품원료로 식품산업이나 일반 가정에서 널리 애용되고 있다. 그에 따른 약용건조과실류의 사용량 증가 및 원활한 공급을 위해 대부분 자연산이 아닌 재배에 의해 수요를 충족하고 있다. 따라서 재배과정 중 발생하는 병충해를 방제하고자 사용되는 농약의 종류 및 사용량이 증가하고 있으며, 그에 따른 안전성 관리가 매우 중요하게 여겨지고 있다(1).

우리나라는 농약관리법에 의해 해당 작물에 농약이 등록된 경우에만 농약안전사용기준(2)이 고시되고 이에 준하여 농약을 사용하도록 되어있다. 그러나 등록되지 않은 농약을 사용하여 기준이 설정되어 있지 않은 농약이 검출되거나 안전사용기준을 지키지 않아 허용기준을 초과할 경우에는 식품공전 농약잔류허용기준(3) 또는 생약 등의 잔류·오염물질 기준(4)에 의해 관리되고 있다. 약용건조과실류 중 대추의 경우 약 26종, 구기자의 경우 약 20종, 오미자의 경우 약 15종, 산수유의 경우 약 8종, 복분자의 경우 약 27종의 농약성분이 등록되어 있고, 목과의 경우는 등록되어 있는 농약성분이 없는 실정이다(5).

지금까지 건조농산물의 잔류농약 실태(6), 건강기능식품 주요 원료 중 잔류농약 분석(7), 열매 차류의 안전성 조사(8), 건조과실류 약용식물의 잔류농약분석(9) 등의 연구에서 대추, 구기자, 오미자, 복분자, 산수유 등의 약용건조과실류에 대한 잔류농약 검출현황이 보고된 바 있다.

하지만, 현재 약용건조과실류는 사용목적에 따라 한약제조업소 및 약업사 등에서 규격품 한약재료, 대형 유통점과 농산물판매점에서는 식품원료인 농산물로 구별하여 판매되고 있으나, 이제까지의 연구보고들은 식품원료인 농산물만을 대상으로 잔류농약을 분석하였다.

규격품 한약재라 함은 대한약전 및 대한약전의 한약(생약)규격집에 규정되어 있고, 제조 및 품질 기준·포장방법·표시사항 등의 기준에 적합한

한약재를 일컫는다(10). 그 품질기준으로는 농산물과는 별도로 성상, 함량, 순도, 건조감량, 회분 등의 개별 기준(11, 12)이 설정되어 있고, 또한 잔류농약, 중금속, 잔류이산화황, 곰팡이독소 및 벤조피렌과 같은 생약 등의 잔류·오염물질에 대한 기준 및 시험방법이 고시되어 있다. 잔류농약에 있어서는 일부 규격품 한약재도 농산물의 기준 및 규격을 따르도록 설정되어 있으나 별도의 개별 규격을 설정하여 그 기준을 적용하기도 한다.

따라서 본 조사는 약용건조과실류 중 대추, 구기자, 오미자, 복분자, 산수유, 목과를 대상으로 규격품 한약재와 식품원료인 농산물로 각각 구분하여 그 잔류농약 실태를 비교분석하고 잔류하는 농약의 수준을 평가하여 약용건조과실류에 대한 잔류농약 기준설정 및 안전성 관리를 위한 기초자료를 제공하고자 한다.

재료 및 방법

1. 실험재료

2011년 1월부터 12월까지 대추, 구기자, 오미자, 산수유, 복분자, 목과 등 6품목을 대상으로 서울 약령시장 내 제조업소 및 약업사와 서울 시내 대형유통점 및 농산물판매점에서 규격품 한약재 111건과 식품원료 농산물 107건에 대해 155종 농약성분을 분석하였다. 분석대상 시료의 수 및 종류는 표 1과 같고, 잔류농약 분석항목은 별첨 1과 같다.

2. 시약 및 기기분석

155종의 농약 표준품은 Wako(Japan)사, Dr. Ehrenstorfer GmbH(Germany) 제품을 사용하였고 추출용매는 Wako(USA) 및 JT & Bakers(USA)의 잔류농약 분석용을 사용하였으며, 정제용 Florisil Cartridge는 Phenomenex사(USA) 제품을 사용하였다. 분석기기로는 GC- μ ECD(HP6890N, USA), GC-NPD(HP6890, USA), GC-MSD(HP5973, USA)를 사용하였다.

Table 1. Classification of samples for pesticide analysis

Korean name	English name	Total	Agricultural products	Medicinal herbs
Daechu	Zizyphi Fructus	46	27	19
Kukija	Lycii Fructus	32	18	14
Omija	Schisandrae Fructus	36	17	19
Sansuyu	Corni Fructus	35	20	15
Bokbunja	Rubi Fructus	29	10	19
Mukgoa	Chaenomelis Fructus	40	15	25
Total		218	107	111

3. 실험방법

시료 전처리 및 분석 방법은 식품공전의 다중농약다성분 제 2법을 이용하였고, GC- μ ECD, GC-NPD, GC-MSD 각각의 분석조건은 표 2와 같다.

재료 구분하여 각각 107, 111건에 대해 잔류농약을 분석한 결과 잔류농약 검출률은 농산물 47.7%, 한약재 27.0%로 농산물에서 농약 검출률이 더 높게 나타났고, 품목별 검출률은 그림 1과 같다.

대추의 경우 농산물과 한약재의 잔류농약 검출률이 각각 85.2, 84.2%로 검출률 간의 차이는 보이지 않았지만 분석대상 약용건조과실류 중 가장 높은 잔류농약 검출률을 나타내었다. 김 등(13)도 농산물 대추 15건 중 11건에서 잔류농약이 검출되어 73.3%의 높은 검출률을 나타내었고 이(9)도 2009년 농산물 대추 12건 중 9건에서 잔류농약이 검출되어 75.0%의 높은 검출률을 나타내었다고

결과 및 고찰

1. 약용건조과실류 중 농산물 및 한약재의 잔류농약 검출률 비교

약용건조과실류 6품목, 218건을 농산물 및 한약

Table 2. Analytical conditions of GC- μ ECD, GC-NPD and GC-MSD

	GC- μ ECD	GC-NPD	GC-MSD
Column	DB-1701 (30 m×0.32 mm×0.25 μ m)	DB-1701 (30 m×0.32 mm×0.25 μ m)	DB-5MS (30 m×0.25 mm×0.25 μ m)
	DB-5 (30 m×0.32 mm×0.25 μ m)	DB-5 (30 m×0.32 mm×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 temp.	230°C	210°C	230°C
Detector temp.	280°C	270°C	280°C (Interface temperature)
Oven temp.	150°C(1 min)-12°C/min- 240°C(2 min)-10°C/min- 280°C(11min)	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(15 min)

보고한 바 있다.

구기자의 경우 농산물 77.8%, 한약재 57.1%로 농산물로 판매되는 구기자의 잔류농약 검출률이 더 높게 나타났다.

오미자, 산수유는 농산물의 잔류농약 검출률이 한약재보다 더 높게 나타났고, 복분자의 경우 농산물에서만 20.0%의 검출률을 나타내었으나, 목과는 그와 반대로 농산물에서는 농약이 검출되지 않았고 한약재에서만 4.0%의 잔류농약 검출률을 나타내었다.

전체 218건 시료 중 농산물 51건, 한약재 30건 총 81건에서 잔류농약이 검출되었으나, 농산물 대추 1건과 한약재 대추 1건 및 산수유 1건만이 농약잔류허용기준을 초과하였다.

2. 약용건조과실별 농산물 및 한약재에서의 잔류농약 검출성분 비교

대추, 구기자, 오미자, 산수유, 복분자 및 목과에서 검출된 잔류농약의 검출횟수, 검출률 및 검출 농도 범위를 농산물과 한약재로 구별하여 표 3~5에 나타내었다. 또한 대추, 구기자, 오미자, 산수유에서의 잔류농약 검출률을 농산물과 한약재로 구별하여 그림 2에 비교하여 나타내었다.

대추의 경우, 농산물 27건, 한약재 19건 총 46건 시료에서 21종의 잔류농약이 99회 검출되었다. 농산물 및 한약재 모두에서 공통적으로 검출된 bifenthrin, chlorfenapyr, chlorpyrifos, cyhalothrin, cypermethrin 등 12종은 그 검출률이 4.3~32.6%로 나타났으며, 공통적으로 검출되지 않은 fenarimol, procymidone, kresoxim-methyl 등 9종은 모두 2회 이하로 검출되어 전체 검출률이 2.2~4.3%로 낮게 나타났다.

대추는 사용 목적에 따라 농산물과 한약재로 각각 판매되고 있으나 잔류농약에 있어서는 검출률이 낮은 일부 농약성분들을 제외하고는 농산물 및 한약재에서 그 검출양상이 유사하게 나타났으며, 전체 검출률 또한 차이를 보이지 않았다.

구기자의 경우 12종의 잔류농약이 40회 검출되었다. 농산물 및 한약재 모두에서 공통적으로 검출된 농약성분들은 chlorothalonil, cyhalothrin, cypermethrin, fenvalerate, kresoxim-methyl 이었고, 검출률은 6.3~28.1%이었다. 공통적으로 검출되지 않은 농약성분은 chlorfenapyr, endosulfan, fenpropathrin 등 7종은 모두 3회 이하로 검출되어 전체 검출률이 3.1~9.4%로 낮게 나타났다.

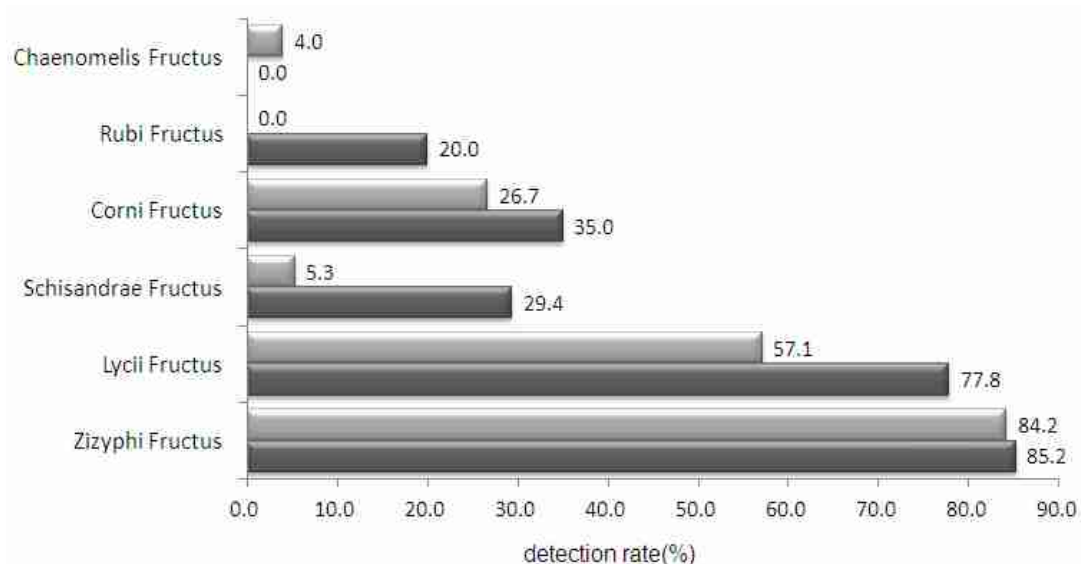


Fig. 1. Comparison of pesticide detection rates of agricultural product and medicinal herb in medicinal dried fruits (■ agricultural product, □ medicinal herb).

Table 3. Monitoring results of residual pesticides in *Zizyphi Fructus*

Pesticide	Total No. of detection	Total detection rate (%)	Agricultural products			Medicinal herbs		
			No. of detection	Detection rate (%)	Detection Range (mg/kg)	No. of detection	Detection rate (%)	Detection Range (mg/kg)
Bifenthrin	9	19.6	6	22.2	0.029~0.235	3	15.8	0.044~0.227
Chlorfenapyr	5	10.9	2	7.4	0.028~0.034	3	15.8	0.083~0.297
Chlorpyrifos	12	26.1	5	18.5	0.027~0.136	7	36.8	0.015~0.464
Cyhalothrin	7	15.2	5	18.5	0.039~0.351	2	10.5	0.104~0.111
Cypermethrin	15	32.6	7	25.9	0.053~0.930	8	42.1	0.025~0.830
Endosulfan	3	6.5	1	3.7	1.023*	2	10.5	0.013~0.016
Fanarimol	2	4.3	-	-	-	2	10.5	0.014~0.036
Fenpropathrin	4	8.7	3	11.1	0.021~0.164	1	5.3	0.053
Fenvalerate	15	32.6	10	37.0	0.051~0.981	5	26.3	0.165~4.199
Hexaconazole	8	17.4	3	11.1	0.040~0.209	5	26.3	0.035~0.237
Iprodione	4	8.7	2	7.4	0.774~5.837	2	10.5	0.137~0.961
Myclobutanil	2	4.3	1	3.7	0.450	1	5.3	0.875
Procymidone	2	4.3	-	-	-	2	10.5	0.076~1.377
Tebuconazole	3	6.5	1	3.7	0.151	2	10.5	0.801~0.818
Kresoxim-methyl	1	2.2	1	3.7	0.032	-	-	-
Tetradifon	1	2.2	1	3.7	0.038	-	-	-
Tolclofos-methyl	1	2.2	1	3.7	0.170	-	-	-
Chlorothalonil	1	2.2	-	-	-	1	5.3	0.959
Deltamethrin	1	2.2	-	-	-	1	5.3	0.200
EPN	1	2.2	-	-	-	1	5.3	2.030*
Metconazole	1	2.2	-	-	-	1	5.3	0.397
Total	98		49		-	49		-

* Pesticide residue over MRLs.

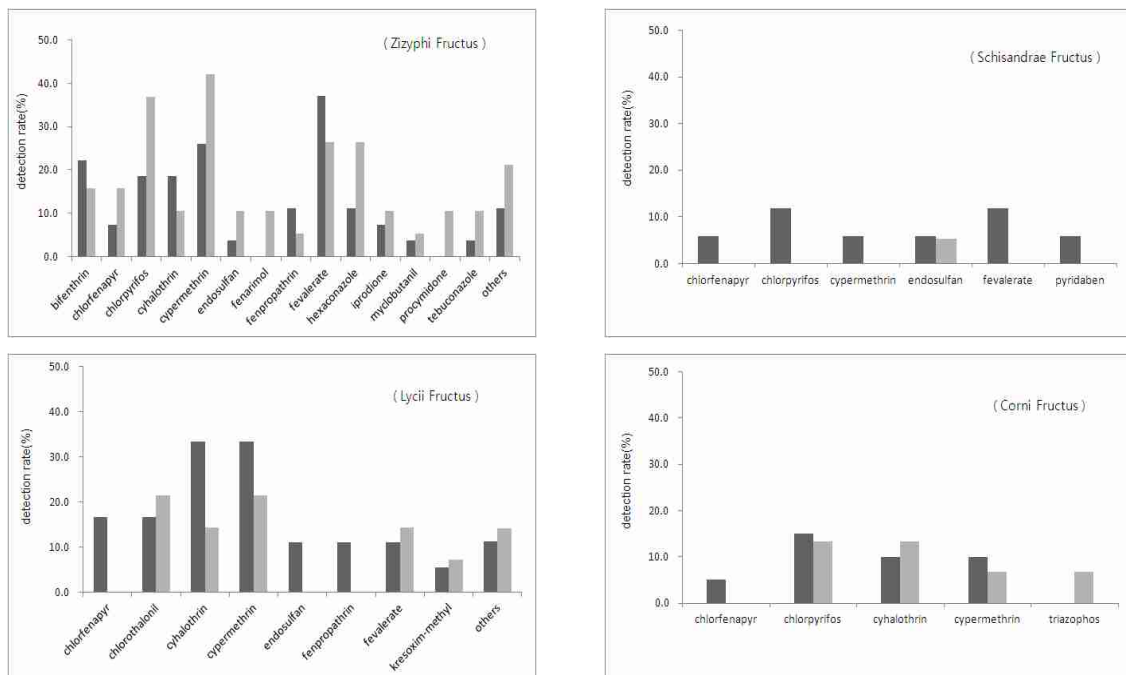


Fig. 2. Comparison of pesticide detection rates in medicinal dried fruits.
(■ agricultural product, □ medicinal herb)

Table 4. Monitoring results of residual pesticides in Lycii Fructus

Pesticide	Total No. of detection	Total detection rate(%)	Agricultural products			Medicinal herbs		
			No. of detection	Detection rate(%)	Detection Range (mg/kg)	No. of detection	Detection rate (%)	Detection Range (mg/kg)
Chlorfenapyr	3	9.4	3	16.7	0.015~0.062	-	-	-
Chlorothalonil	6	18.8	3	16.7	0.814~4.529	3	21.4	0.560~2.925
Cyhalothrin	8	25.0	6	33.3	0.068~0.091	2	14.3	0.072~0.105
Cypermethrin	9	28.1	6	33.3	0.107~2.970	3	21.4	0.085~0.368
Endosulfan	2	6.3	2	11.1	0.062~0.152	-	-	-
Fenpropathrin	2	6.3	2	11.1	0.018~0.039	-	-	-
Fenvalerate	4	12.5	2	11.1	0.079~0.653	2	14.3	0.734~0.819
Kresoxim-methyl	2	6.3	1	5.6	0.038	1	7.1	0.051
Permethrin	1	3.1	1	5.6	0.155	-	-	-
Tetradifon	1	3.1	1	5.6	0.042	-	-	-
Pyridaben	1	3.1	-	-	-	1	7.1	0.588
Triflumuron	1	3.1	-	-	-	1	7.1	1.698
Total	40	-	27	-	-	13	-	-

* Pesticide residue over MRLs.

Table 5. Monitoring results of residual pesticides in Schisandrae Fructus, Corni Fructus, Rubi Fructus and Chaenomelis Fructus

Pesticide	Total No. of detection	Total detection rate (%)	Agricultural products			Medicinal herbs		
			No. of detection	Detection rate (%)	Detection Range (mg/kg)	No. of detection	Detection rate (%)	Detection Range (mg/kg)
Schisandrae Fructus								
Chlorfenapyr	1	2.8	1	5.9	0.075	-	-	-
Chlorpyrifos	2	5.6	2	11.8	0.054~0.340	-	-	-
Cypermethrin	1	2.8	1	5.9	0.684	-	-	-
Endosulfan	2	5.6	1	5.9	0.264	1	5.3	0.013
Fenvalerate	2	5.6	2	11.8	0.181~0.366	-	-	-
Pyridaben	1	2.8	1	5.9	0.283	-	-	-
Total	9	-	8	-	-	1	-	-
Corni Fructus								
Chlorfenapyr	1	2.9	1	5.0	0.043	-	-	-
Chlorpyrifos	5	14.3	3	15.0	0.225~0.374	2	13.3	0.122~0.172
Cyhalothrin	4	11.4	2	10.0	0.087~0.162	2	13.3	0.147~0.161
Cypermethrin	3	8.6	2	10.0	0.215~0.300	1	6.7	0.096
Triazofos	1	2.8	-	-	-	1	6.7	0.521*
Total	14	-	8	-	-	6	-	-
Rubi Fructus								
Alachlor	1	3.4	1	10.0	0.018	-	-	-
Kresoxim-methyl	1	3.4	1	10.0	0.045	-	-	-
Total	2	-	2	-	-	-	-	-
Chaenomelis Fructus								
Butachlor	1	2.5	-	-	-	1	4.0	0.133
Total	1	-	-	-	-	1	-	-

* : Pesticide residue over MRLs.

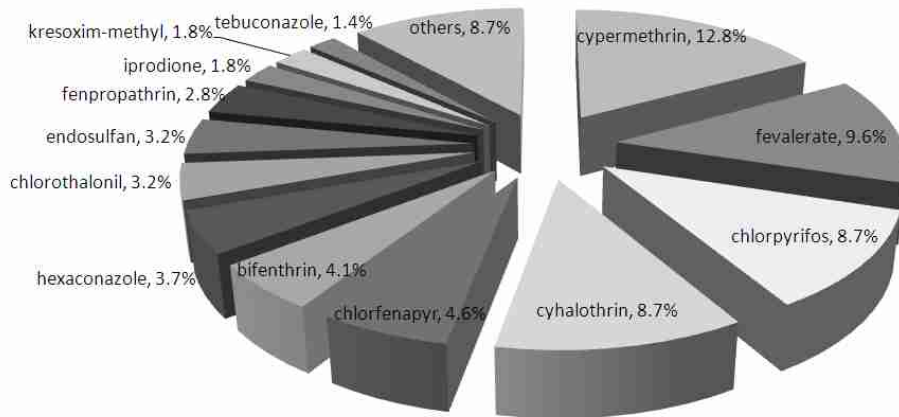


Fig. 3. Distribution of pesticides detected in medicinal dried fruits.

오미자의 경우 6종의 잔류농약이 9회 검출되었고, 검출횟수는 모두 1~2회로 2.8~5.6%의 낮은 검출률을 나타내었다. 한약재 오미자에서는 endosulfan만 1회 검출되어 잔류하는 농약의 종류 및 농도가 농산물보다 더 낮은 것으로 나타났다. 강인숙 등(8)은 오미자 36건에서 잔류농약이 검출되지 않았다고 보고하였고, 박 등(7)은 오미자 10건 중 2건에서 chlorpyrifos, 이 등(6)은 오미자 1건에서 fenvalerate, chlorpyrifos, cypermethrin이 검출되었다고 보고한 바 있지만 본 연구결과에서는 그 이외에도 chlorfenapyr, endosulfan, pyridaben 등이 추가로 검출되었다.

산수유의 경우 5종의 잔류농약이 14회 검출되었다. chlorpyrifos, cyhalothrin, cypermethrin은 농산물과 한약재 모두에서 검출되었지만 검출률은 8.6~14.3%로 낮았다.

복분자는 총 29건 시료 중 농산물에서만 alachlor와 kresoxim-methyl이 각각 1회 검출되었고, 한약재에서는 검출되지 않았다. 목과는 총 40건 시료에서 한약재에서만 butachlor가 1회 검출되었다.

3. 잔류농약 성분별 검출현황

약용건조과실류에서 검출된 농약성분은 총 27종으로 164회 검출되어 그 검출분포는 그림 3과 같다. 또한 농산물에서는 19종의 농약성분이 94회, 한약재에서는 23종 농약성분이 70회 검출되었다. 전체 시료 중 cypermethrin 12.8%, fenvalerate

9.6%, chlorpyrifos 및 cyhalothrin 각각 8.7%, chlorfenapyr 4.6%, bifenthrin 4.1%, hexaconazole 3.7% 순으로 검출되었고 이러한 농약성분들은 농산물과 한약재 모두에서 검출되었다. 잔류허용기준을 초과한 농약은 3종으로 대추에서 EPN과 endosulfan, 산수유에서 triazophos가 각각 1회씩 허용기준을 초과하였다. 검출률이 높게 나타난 cypermethrin, fenvalerate, chlorpyrifos, cyhalothrin은 식품공전에 등재된 농약성분 중 농약잔류허용기준이 설정된 품목의 수가 약 80여개로 기준 설정 품목이 많고, 기타채소류, 기타과실류 등에도 기준이 설정되어 있어 광범위하게 사용될 가능성이 높은 농약성분으로써 그 검출률이 높게 나타난 것으로 보인다(3, 14).

약용건조과실류에 잔류하는 농약을 용도에 따라 분류하면 총 164회 중 살충제가 128회, 살균제가 34회, 제초제가 2회로 살충제의 검출빈도가 가장 높았다.

이(9)는 구기자, 대추, 오미자, 복분자를 대상으로 잔류농약을 분석한 결과, 연도별로 2007년에는 cypermethrin 27%, fenvalerate 18%, cyhalothrin 7%, 2008년에는 cypermethrin 40%, bifenthrin 18%, chlorfenapyr 9%, 2009년에는 kresoxim-methyl 26%, endosulfan 14%, cypermethrin 12% 순으로 검출되었다고 보고하였다. 또한 김 등(15)은 건조농산물 58건을 대상으로 잔류농약 실태를 조사한 결과 cypermethrin

의 검출률이 24%로 가장 높게 나타났고, chlorpyrifos 12%, fenvalerate 12%, cyhalothrin 4% 등으로 보고하였고, 김 등(16)은 감잎차, 녹차, 국화차 등 다류 65건을 대상으로 잔류농약을 분석한 결과 bifenthrin 18.5%, cyhalothrin 16.9%, chlorpyrifos 4.6%, cypermethrin 4.6%, triazophos 4.6%, chlorfenapyr 3.1%로 보고한 바 있다. 또한 건조되지 않은 유통 농산물 중의 잔류농약 실태를 조사한 연구결과에서 검출률이 높은 잔류농약성분은 송 등(17)은 procymidone, endosulfan, chlorfenapyr, bifenthrin, cypermethrin 등으로 보고하였고, 김 등(14)은 cypermethrin, iprodione, procymidone, fenvalerate 등으로 보고한 바 있다. 이와 같이 약용건조과실류 뿐만 아니라 건조농산물 및 다류 등 건조된 시료와 건조되지 않은 유통 농산물의 다빈도 검출농약을 비교해 보았을 때 대부분 그 잔류농약성분들이 유사하였으나, 건조된 시료의 경우 건조되지 않은 농산물에서 검출률이 높은 procymidone이 거의 검출되지 않았고, cyhalothrin의 검출률이 유통 농산물보다 높은 특징이 있었다.

4. 대추의 잔류농약 위해성 평가

본 연구의 분석 결과, 약용건조과실류 중 잔류농약 검출률이 가장 높은 품목은 대추였다. 농산물 대추의 경우 85.2%, 한약재 대추의 경우 84.2%, 전체 84.5%의 높은 잔류농약 검출률을 나타내었다. 따라서 대추에서 검출된 농약에 대하여 한(18)과 김 등(16)의 연구를 참고하여 위해성 평가를 실시하였다. 대추에서 검출된 농약의 평균 잔류량으로부터 구한 일일섭취추정량(Estimated Daily Intake, EDI)을 1일 섭취허용량(Acceptable Daily Intake, ADI)으로 나누어 구한 %ADI로 위해 평가를 실시하였다. ADI(mg/55kg/day)는 해당 농약의 ADI(mg/kg/day)값에 성인 평균체중 55 kg을 곱하여 산출하였고, 평균잔류량은 검출한계 이하인 시료 수에 검출한계의 절반을 곱한 값을 시료의 평균잔류량에 합한 후 전체 시료 수로 나누어 구하였다. EDI 산출시 대추의 1일 식품섭취량은 식품의약품안전청 잔류농약 데이터베이스

를 참고하여 0.55g/person/day를 적용하였다.

대추에서 검출된 농약에 대한 위해평가는 표 6에 나타내었으며, %ADI값은 fenvalerate 0.1020, cypermethrin 0.0055, hexaconazole 0.0049로 다른 농약성분보다 높게 나타났으나, 검출된 21종 농약의 %ADI 값이 모두 1 이하로 잔류농약의 검출률은 높았지만 인체에 미치는 위해도는 지극히 안전한 수준인 것으로 평가되었다.

결론

약용건조과실류는 사용목적에 따라 한약제조업소 및 약업사 등에서 규격품 한약재로, 대형 유통점과 농산물판매점에서는 식품원료인 농산물로 구별하여 판매되고 있다. 따라서 본 조사는 약용건조과실류 중 대추, 구기자, 오미자, 복분자, 산수유, 목과를 대상으로 규격품 한약재와 식품원료인 농산물로 각각 구분하여 그 잔류농약 실태를 비교 분석하고 약용건조과실류 중 잔류하는 농약의 수준을 평가하였다. 약용건조과실류 6품목에 대해 농산물 107건, 한약재 111건 총 218건에 대한 잔류농약 분석을 한 결과 농약 검출률은 농산물 47.7%, 한약재 27.0%로 농산물에서 농약 검출률이 더 높게 나타났다. 품목별로 비교해 보면 구기자, 오미자, 산수유의 경우 농산물이 한약재보다 더 높은 농약 검출률을 나타내었고, 대추의 경우 농산물과 한약재의 잔류농약 검출률이 각각 85.2, 84.2%로 검출률 간의 차이는 보이지 않았다. 하지만 대추는 분석대상 약용건조과실류 중 가장 높은 잔류농약 검출률을 나타내었다. 전체 시료 중 27종의 농약성분이 164회 검출되었고, 농산물에서는 19종의 농약성분이 94회 검출되었고, 한약재에서는 23종 농약성분이 70회 검출되었다. 또한 전체 시료 중 cypermethrin, fenvalerate, chlorpyrifos, cyhalothrin 등이 검출 빈도가 높았고 이러한 농약성분들은 농산물과 한약재에서 공통적으로 검출되었다. 약용건조과실류 중 검출률이 가장 높은 대추 전체를 대상으로 위해평가를 실시한 결과, 검출된 21종 농약의 %ADI 값이

Table 6. Exposure assessment of residual pesticides in *Zizyphi Fructus*

Pesticide	No. of detection	Average concentration ^{a)} (mg/kg)	EDI ^{b)} (mg/day/person)	ADI ^{c)} (mg/55kg/day)	%ADI ^{d)}
Bifenthrin	9	0.0238	1.31E-05	1.10	0.0012
Chlorfenapyr	5	0.0140	7.72E-06	0.17	0.0012
Chlorpyrifos	12	0.0263	1.45E-05	0.55	0.0026
Cyhalothrin	7	0.0222	1.22E-05	1.10	0.0011
Cypermethrin	15	0.1107	6.09E-05	1.10	0.0055
Endosulfan	3	0.0233	1.28E-05	0.33	0.0039
Fanarimol	2	0.0016	8.61E-07	0.55	0.0002
Fenpropathrin	4	0.0110	6.03E-06	1.65	0.0004
Fenvalerate	15	0.2036	1.12E-04	1.10	0.0102
Hexaconazole	8	0.0243	1.33E-05	0.28	0.0049
Iprodione	4	0.1680	9.24E-05	3.30	0.0028
Myclobutanil	2	0.0336	1.85E-05	1.65	0.0011
Procymidone	2	0.0321	1.76E-05	5.50	0.0003
Tebuconazole	3	0.0432	2.37E-05	1.65	0.0014
Kresoxim-methyl	1	0.0012	6.52E-07	22.0	0.0000
Tetradifon	1	0.0013	7.23E-07	3.30	0.0000
Tolclofos-methyl	1	0.0066	3.65E-06	3.85	0.0001
Chlorothalonil	1	0.0233	1.28E-05	1.65	0.0008
Deltamethrin	1	0.0063	3.47E-06	0.55	0.0006
EPN	1	0.0466	2.56E-05	0.77	0.0033
Metconazole	1	0.0135	7.44E-06	0.55	0.0014

a) Average concentration(mg/kg) = {(Number of sample below LOD×1/2 LOD) + Σ(detected concentration)} / number of total sample.

b) EDI(mg/day/person) = average concentration(mg/kg) × daily dose of the medicinal herb(kg/day/person).

c) ADI(mg/55kg/day) = ADI(mg/kg b.w./day) × 55 kg.

d) % ADI = EDI/ADI × 100.

0.0000~0.0102%로 인체에 미치는 위해도는 지극히 안전한 수준인 것으로 평가되었다.

참고문헌

1. 박건상 : 농산물의 건조 및 가공에 의한 농약 가공계수 산출 연구, 전남대학교 박사학위 논문. 2009.
2. 농약의 안전사용기준, 농촌진흥청 고시 제 2010-26호.
3. 식품의약품안전청 : 식품공전, 2011.
4. 생약 등의 잔류·오염물질 기준 및 시험방법. 식품의약품안전청 고시 제 2011-호.
5. 농촌진흥청 농약관리시스템
<http://epmso.rda.go.kr>
6. 이명진, 김명길, 정홍래, 윤희정, 김난영, 김한택, 김철영, 이운형, 윤미혜 : 경기도내 유통 건조농산물의 잔류농약 실태. 농약과학회지, 15(3):238~245, 2011.
7. 박선영, 오상석 : GC-ECD와 NPD를 이용한 건강기능식품 주요 원료 중 다성분 잔류농약 분석. 한국식품과학회지, 36(6):863~871, 2004.
8. 강은숙, 이향희, 서정미, 오무술, 정지희, 유연아, 조배식, 서계원, 김은선, 문용운 : 유통 열매 차류의 안전성 조사 - 구기자, 오미자, 산수유를 중심으로-. 식품위생안전성학회지, 26(2):100~106, 2011.
9. 이경아 : 건조과실류 약용식물의 잔류농약분 석과 위해성 평가. 서울산업대학교 석사학위 논문, 2010.
10. 한약재 수급 및 유통관리규정, 2011.
11. 식품의약품안전청 : 대한약전
12. 식품의약품안전청 : 대한약전의한약(생약) 규격집
13. 김미라, 나미애, 정우영, 김창수, 선남규, 서은채, 이은미, 박유경, 변정아, 엄준호, 정래석, 이진하 : 지역특산물 중 잔류농약 실태조사. 농약과학회지, 12(4):323~334, 2008.
14. 김희연, 윤상현, 박형준, 이진하, 광인신, 문형실, 송미혜, 장영미, 이명숙, 박종석, 이광호 : 국내 유통 농산물의 농약 잔류실태 모니터링. 한국식품과학회, 39(3):237~245, 2007.
15. 김성단, 김복순, 박성규, 김미선, 조태희, 한창호, 조한빈, 최병현 : 서울시 유통 건조농산물 중의 농약잔류 실태 연구. 한국식품과학회지, 39(2):114~121, 2007.
16. 김재관, 오문석, 김기유, 김영수, 손미희, 배호정, 강충원, 박용복, 윤미혜, 이정복, 정주연 : 다류에 존재하는 잔류농약 노출 안전성 평가. 농약과학회지, 15(1):28~35, 2011.
17. 승현정, 박성규, 하광태, 김옥희, 최영희, 김시정, 이경아, 장정임, 조한빈, 최병현 : 서울특별시 강북지역 유통 농산물들에 대한 농약 잔류실태조사. 한국식품위생안전성학회지, 25(2):106~117, 2010.
18. 한국약 : 대전·충남지역 생산 농산물 중의 농약 잔류실태 및 잔류 농약의 위해성 평가. 충남대학교 석사논문, 2004.

Appendix 1. The list of 155 pesticides investigated

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