



국내 유통 약용식물 중 잔류농약 모니터링 및 위해성 평가

안지운¹ · 전영환¹ · 황정인¹ · 김정민¹ · 석다룡¹ · 이은향¹ · 이성은¹ · 정덕화² · 김장억^{1*}

¹경북대학교 응용생명과학부, ²경상대학교 응용생명과학부

Monitoring of Pesticide Residues and Risk Assessment for Medicinal Plants

Ji-Woon Ahn¹, Young-Hwan Jeon¹, Jeong-In Hwang¹, Jeong-Min Kim¹, Da-Rong Seok¹,
Eun-Hyang Lee¹, Sung-Eun Lee¹, Duck-Hwa Chung², and Jang-Eok Kim^{1*}

¹School of Applied Biosciences, Kyungpook National University, Daegu 702-701, Korea

²Division of Applied Life Science, Gyeongsang National University, Jinju 660-701, Korea

(Received November 5, 2012/Revised November 27, 2012/Accepted December 19, 2012)

ABSTRACT - This study was conducted to monitor residual pesticides in ginseng and balloon flower roots and to assess their risk to human health. All of 112 samples consisted of ginseng and balloon roots were purchased from traditional domestic markets and supermarkets in nine provinces of Korea in 2012. Multi-residue analysis of 122 pesticides was conducted and the analysis was performed by gas chromatography-electron capture detector, gas chromatography-nitrogen/phosphorus detector, and high-performance liquid chromatography. Seven pesticides were detected in 12 root samples and the detection rate was 10.7%. The detected twelve root samples were 10 ginseng root samples and 2 balloon root samples. Pesticides detected in root samples were procymidone, kresoxim-methyl, endosulfan, cypermethrin, tralomethrin, tetraconazole and chlorfluazuron. Among them, two pesticides as tetraconazole in a balloon flower root and cypermethrin in a ginseng root exceeded the recommended maximum residue limit set by Korea Food and Drug Administration. Five pesticides detected from 10 root samples were identified as unregistered pesticides in Korea. In order to do risk assessment with Korean medicinal plant consumption, estimated daily intake of residual pesticides were determined and compared to acceptable daily intake, referring to %ADI values. The range of %ADI values was from 0.006% to 0.333%. Taken together, it demonstrates the pesticides found in the two root samples were below the safety margin, indicating no effect on human health.

Key words: Monitoring, Balloon flower root, Ginseng, Residue Pesticide, %ADI

근래에 이르러 건강과 장수에 대한 관심 증가로 인해 기능성 및 안전성을 중시하는 소비자의 인식이 높아지고 있다. 이러한 사회적인 변화에 따라 삶의 질을 높이려는 욕구가 유기농식품, 건강기능식품, 천연물 제품의 구매로 이어지면서 건강기능성 소재나 제품에 대한 수요가 많아지고 있다. 이로 인해 천연자원으로부터 새로운 기능성 소재를 발굴하려는 연구가 활발해지면서 약용식물을 활용한 새로운 시장을 형성해가고 있다^{1,2)}.

약용식물의 사용량 증가 및 원활한 공급을 위해 대부분의 약재가 야생 채취보다는 인공적으로 재배되고 있으며 재배과정 중 발생하는 병해충을 방제하고자 농약이 사용되고 있다^{3,4,5)}. 농약의 사용은 농산물의 품질향상과 생산

성을 증대시키기 위하여 없어서는 안 될 요소이지만 장기 저장 및 유통을 위하여 건조를 거치면서 수분이 감소됨에 따라 잔류농약성분이 농축될 우려가 있고 이를 통해 인체 내에 축적됨으로써 인간이 건강에 위해를 초래할 수 있어 관심의 대상이 되고 있다^{6,7,8)}.

현재 잔류농약은 사용면에서의 규제로 농촌진흥청에서의 농약 안전사용기준과 식품의약품안전청에서의 보건위생 및 환경보전 측면에서의 규제로 농약잔류허용기준이 설정되어 있다. 하지만 국산 한약재의 경우 생산단계(수집·재배단계)에서는 농산물로 취급되어 농림수산식품부에서 농산물 품질관리법으로 관리되어지고, 규격품 한약재가 된 이후 유통단계에서는 의약품으로 취급되어 보건복지가족부에서 관리되는 이원적 관리체계를 갖고 있다. 유통단계에서도 관리체계에서는 한의원 및 한약국 등으로 유통될 때에는 약사법으로 관리되고 일반 마트 등의 유통단계에서는 식품위생법에 의하여 관리되는 등 기준이 모호하게 얽혀있

*Correspondence to: Jang-Eok Kim, School of Applied Biosciences, Kyungpook National University, Daegu 702-701, Korea
Tel: 82-53-950-5720, Fax: 82-53-953-7233
E-mail: jekim@knu.ac.kr

는 실정이다^{4,6)}.

식품의약품안전청의 식품공전에서 농산물에 대한 농약 기준 및 시험방법은 424종 농약에 대해 수록되어 있는 반면 한약재의 경우 ‘생약 등의 잔류오염물질 기준 및 시험방법’에 58종 농약에 대한 시험방법만 수록되어 있고, 43종의 한약재에 대해 개별기준을 제시하고 있으며 농산물의 농약잔류허용기준을 따르도록 설정되어 있는 한약재 29 품목, 그리고 그 이외의 기타 생약 및 생약 추출물에 대하여는 5항목(DDT, BHC, Aldrin, Endrin, DielDIRM)만 설정되어 있다. 이렇듯 한약재에 대한 식품과 의약품의 가이드라인이 통일되어 있지 않으며 한약재에 대한 농약 기준 및 시험방법이 매우 적은 실정이다.

따라서 본 연구에서는 시중에 유통 중인 약용식물 중 도라지와 인삼을 대상으로 농약잔류실태를 조사하여 결과 자료를 토대로 각 약용식물에서 검출된 성분에 대한 섭취량을 추정하여 위해성을 평가하고 농약잔류허용기준 설정을 위한 기초자료로 제시하며 소비자에 대한 농약의 안전성과 신뢰성을 확보하고자 한다.

재료 및 방법

시료

2012년 6월에서 9월 사이 전국 9개 도시 (서울, 수원, 대전, 광주, 대구, 경주, 영천, 포항, 부산)의 대형마트, 백화점 및 재래시장에서 유통 중인 도라지와 인삼을 Table 1과 같이 구입하였다. 구입한 시료는 식품공전의 약용식물 표준조제법에 따라 뿌리에 묻어있는 흙을 가볍게 물로 씻어 내어 세절하여 균질화한 후 분석 전까지 -20°C 냉동고에 보관하면서 분석용 시료로 사용하였다.

시약

Acetone, acetonitrile, dichloromethane 및 *n*-hexane은 Kanto Chemical Co. (Tokyo, Japan)의 농약잔류분석용을 사용하였다. 정제용 florisil cartridge (1,000 mg, 6 mL)와 NH₂ cartridge (1,000 mg, 6 mL)는 Varian Inc. (Lake Forest, USA)을 사용하였고, sodium chloride(순도 99.5% 이상)와 sodium sulfate anhydrous(순도 99.0% 이상)는 Junsei Chemical Co. (Tokyo, Japan)의 guaranteed pure급을 사용하였다.

분석농약

농약 122종의 표준품은 Dr. Ehrenstorfer GmbH (Augsbug, Germany) 또는 Chem Service (West Chester, USA)의 제품을 사용하였다. 표준원액은 각 성분의 용해도에 따라 acetone과 acetonitrile을 이용하여 1,000 mg/L로 조제하고, 이 표준원액을 희석하여 사용하였다. 분석한 농약의 검출기명 분류는 Table 2와 같다.

Table 1. Results for pesticide monitoring on medicinal plants

Sampling area	Medicinal plant	No. of analysis	No. of detection	Detection rate(%)
Seoul	Balloon flower root	8	0	0
	Ginseng	8	0	0
Suwon	Balloon flower root	8	1	12.5
	Ginseng	8	1	12.5
Daejeon	Balloon flower root	8	0	0
	Ginseng	8	0	0
Gwangju	Balloon flower root	8	1	12.5
	Ginseng	8	3	37.5
Daegu	Balloon flower root	8	0	0
	Ginseng	8	3	37.5
Gyeongbuk	Balloon flower root	8	0	0
	Ginseng	8	1	12.5
Busan	Balloon flower root	8	0	0
	Ginseng	8	2	25.0
Total	Balloon flower root	56	2	3.5
	Ginseng	56	10	17.9

GC 분석 대상 농약 다중농약 다성분 분석법

마쇄한 시료 50 g에 100 mL acetonitrile을 첨가한 후 homogenizer에서 3분간 고속 마쇄, 추출하였다. 균질화한 시료에 sodium chloride를 첨가하여 진탕시킨 후 원심분리하였다. 상징액 10 mL를 취하여 40°C의 수욕상에서 감압농축 후 acetone/*n*-hexane (2/8, v/v)로 재용해하여 정제용 시료로 이용하였다. Florisil cartridge (1,000 mg, 6 mL)에 5 mL의 *n*-hexane으로 흘려보낸 후 5 mL의 acetone/*n*-hexane (2/8, v/v)을 순차적으로 안정화시켰다. 정제용 시료를 cartridge에 주입한 다음 acetone/*n*-hexane (2/8, v/v)로 용출하여 감압농축하고, 농축 건고된 시료를 acetone에 재용해하여 GC-ECD (Shimadzu GC 2010) 및 GC-NPD (Varian CP 3800)를 이용하여 Table 3의 방법으로 기기분석하였다.

HPLC 분석 대상 농약 다중농약 다성분 분석법

HPLC 분석용 시료는 마쇄, 추출하고 진탕시킨 후 원심분리 한 상징액 10 mL를 취하여 감압농축 후 methanol/methylene chloride (5/95, v/v)로 재용해하였다. NH₂ cartridge (1,000 mg, 6 mL)에 methylene chloride 5 mL를 흘려보낸 후 정제용 시료를 cartridge에 주입한 다음 methanol/methylene chloride (5/95, v/v)로 용출하여 감압농축 한 후 acetonitrile에 재용해하여 HPLC-UVD(YoungLin 930D)을 이용하여 Table 4의 방법으로 기기분석하였다.

Table 2. Pesticide groups categorized with instruments and detectors for multiresidue analysis

Analytical instrument	Analyzed pesticides
GC-ECD (Group 1)	Lufenuron, Flufenoxuron, Vinclozolin, Dichlofluanid, Tetraconazole, Tolyfluanid, Procymidone, Kresoxim-methyl, Bifenthrin, Fenamidone, Tetradifon, Acrinathrin, Cypermethrin, Difenconazole, Tralomethrin
GC-ECD (Group 2)	Chlorothalonil, Fthalide, Fipronil, α -Endosulfan, Chlorfluazuron, Flutolanil, Chlorfenapyr, β -Endosulfan, Endosulfan-sulfate, Nuarimol, Fenpropathrin, Fenarimol, Pyridaben, Flucythrinate, Deltamethrin, Fenvalerate
GC-ECD (Group 3)	Tefluthrin, Dicofol, Penconazole, Captan, Folpet, Isoorthiolne, Thifluzamide, Fenoxanil, Iprodione, λ -Cyhalothrin, Cyfluthrin, Indoxacarb, Azoxystrobin
GC-ECD (Group 4)	Triflumuron, Probenazole, Disulfoton, Etrimfos, Triadimefon, Paclbutrazole, Ofurace, Zoxamide, Permethrin, Prochloraz, Halfenprox, Pyridaryl, Pyrimidifen
GC-NPD (Group 5)	Metalaxyl, Phosalone, Iprobenfos, Chlorpyrifos-methyl, Parathion, Triflumizole, Profenofos, Cyproconazole, Tebuconazole, Fenazaquin, Pyraclofos
GC-NPD (Group 6)	Fenthion, Dimethoate, Pirimiphos-methyl, Chlorpyrifos, Myclobutanil, Fludioxonil, Diniconazole, Metconazole
GC-NPD (Group 7)	Ethoprophos, Terbufos, Diazinon, Fosthiazate, Fenothiocarb, Phorate, Mepronil, EPN, Furathiocarb, Fenbuconazole
GC-NPD (Group 8)	Cadusafos, Tolclofos-methyl, Malathion, Cyprodinil, Hexaconazole, Buprofezin, Triazophos, Etoxazole, Azinphos-methyl
GC-NPD (Group 9)	Tebupirimfos, Methidathion, Thizopyr, Phenthoate, Flusilazole, Edifenphos, Tebufenpyrad, Pyrazophos
HPLC-UVD (Group 10)	Carbendazim, Cymoxanil, Pyroquilon, Primicarb, Dimethomorph, Dimethylvinphos, Diflubenzuron, Pyraclostrobin, Fluacrypyrim, Pyriproxyfen
HPLC-UVD (Group 11)	Imidacloprid, Pyrimethanil, Clothianidin, Forchlorfenuron, Tebufenozide, Boscalid, Chromafenozide, Pencycuron, Trifloxystrobin, Fenpyroximate
HPLC-UVD (Group 12)	Acetamidprid, Thiacloprid, Tricyclazole, Ferimzone, Diethofencarb, Mepanipyrim, Cyazofamid, Teflubenzuron, Imibenconazole

Table 3. GC-ECD/NPD conditions for the analysis of pesticide residues in medicinal plants

Instrument	Shimadzu GC Q2010	GC-ECD		GC-NPD	
		Column	Temperature	Temperature(°C)	Hold time(min)
Instrument	Shimadzu GC Q2010	Varian CP-3800			
Column	DB-5 capillary column, [30 m(L.) × 0.25 mm(I.D.), 0.25 μ m(film thickness), (J&W Scientific, CA)]				
Temperature	Column oven				
		Calescence(°C/min)	Temperature(°C)	Hold time(min)	
			80	2	
		10	200	2	
		2	220	4	
		10	300	4	
	Injector	260°C			
	Detector	300°C			
Flow rate	N ₂	60.0 mL/min	N ₂	3.0 mL/min	
			H ₂	10.0 mL/min	
			Air	60.0 mL/min	
Injection mode	Split(50:1)	Splitless			
Injection vol.		1.0 μ L			

검출농약의 위해성 평가

검출된 농약의 위해성 평가는 모니터링 결과 검출량을 바탕으로 일일섭취추정량(estimated daily intake: EDI)과 농약의 일일섭취허용량(acceptable daily intake: ADI)을 산출하고 각각을 잔류농약의 식이섭취량으로 환산하여 이를 비교하고 평가하는 것이다. 먼저 잔류농약의 일일섭취추정량(EDI, mg/kg bw/day)을 산출하기 위하여 농산물에서 검출된 평균잔류량(mg/kg)에 해당 농산물의 일일식품섭취량(kg)을 곱하고 한국인의 평균체중(55 kg)으로 나누어 주

었다. 그리고 상기 잔류농약 일일추정섭취량(EDI)에 한국인의 평균체중을 곱하여 농산물 식이를 통한 한국인의 잔류농약 일일일일추정섭취량(mg/person/day)을 구하였다. 또한 잔류농약 일일섭취허용량(ADI, mg/kg bw/day)에 한국인의 평균체중을 곱하여 한국인의 잔류농약 일일일일섭취허용량(mg/person/day)을 구하였다. 마지막으로 잔류농약 일일일일추정섭취량을 일일일일섭취허용량으로 나누고 백분율로 나타내어, 잔류농약 섭취허용량 대비 식이섭취율을 %ADI로 산출하였다^{9,10}.

Table 4. HPLC-UVD conditions for the analysis of pesticide residues in medicinal plants

HPLC-UVD			
Instrument	YoungLin 930D		
Column	Shiseido Capcell Pak C-18 [250 mm(L.) × 4.6 mm(I.D.)]		
Wave length	254 nm		
Mobile phase	Gradient(A : acetonitrile, B : water)		
	Time(min)	A(%)	B(%)
	0	20	80
	40	80	20
	50	80	20
Injection vol.	20.0 uL		

결과 및 고찰

분석법의 회수율

본 시험 방법에 의해 분석된 농약들은 도라지와 인삼에서 두 농도 수준에서의 회수율이 70~127%로 나타나 다중농약 다성분 분석법으로 사용 가능하였고, 분석오차는 10% 미만이었다. 분석된 농약의 검출한계는 0.02 mg/kg 수준이었다.

잔류농약 모니터링 결과

도라지와 인삼에서 검출된 잔류농약은 식품의약품안전청에서 고시한 농약잔류허용기준에 따라 초과 여부를 평가하였으며 해당 농산물에 잔류허용기준이 설정되어 있지 않은 농약이 검출되었을 경우의 적·부 판정에 대한 잠정 기준은 CODEX 기준을 적용하였다¹⁰⁻¹²⁾.

채취한 약용식물 112점을 대상으로 잔류농약을 분석한 결과는 Table 5와 같았으며 농약이 검출된 시료는 12점으로 전체 분석시료의 10.7% 검출률을 차지하였다. 그 중 국내 잔류허용기준(MRL)을 초과한 시료는 2점으로 1.8% 검출되었으며, 도라지 1점과 인삼 1점에서 잔류허용기준을 초과하여 부적합한 것으로 판단되었다. 잔류허용기준이 설정되어 있지 않거나 품목고시가 되어 있지 않은 농약은 도라지에서 1점과 인삼에서 9점으로 8.9% 검출률이 나타났다.

도라지 2점에서 검출된 농약은 tetraconazole과 chlorfluazuron으로 tetraconazole이 검출된 1점의 도라지는 검출량이 0.52 mg/kg으로 나타나 잔류허용기준(MRL 0.2 mg/kg)을 초과하여 부적합한 것으로 나타났다. 또한 도라지 1점에서 검출된 chlorfluazuron은 도라지에 대한 잔류허용기준이 설정되어 있지 않고 품목고시가 되어 있지 않은 부적합한 농약으로 판단된다.

인삼 10점에서는 tralomethrin, procymidone, cypermethrin, endosulfan, kresoxim-methyl이 검출되었다. 인삼 1점에서 검출된 cypermethrin의 검출량은 0.48 mg/kg으로 잔류허용기준(MRL 0.1 mg/kg)을 초과하여 부적합한 것으로 나타

났다. Cypermethrin은 접촉독 및 소화중독에 의한 살충효과를 나타내어 광범위한 저작 해충 및 흡즙 해충의 살충에 매우 효과적이며 여러 작물에서 사용되고 있기에 높은 검출률을 보이는 농약으로 김 등¹³⁾의 연구에서도 다빈도로 검출된 농약으로 보고된 바가 있다. 검출된 농약 중 cypermethrin을 제외한 4종의 농약은 인삼에 대한 잔류허용기준이 설정되지 않고 품목고시가 되어 있지 않은 농약으로 농민들에 의한 부적절한 사용으로 부적합한 것으로 판단된다. 한 등¹⁴⁾이 보고한 서울 북부지역 유통 농산물의 농약 잔류실태 연구에서 인삼 35점 중 13점에서 농약이 검출되었으며 6점이 부적합으로 분류되었으며, 송 등¹⁵⁾의 서울특별시 강북지역 유통 농산물들에 대한 농약잔류실태 조사에 따르면 인삼 12점 중 11점에서 농약이 검출되었고 그 중 10점에서 잔류허용기준을 초과한 연구결과에 비해 본 연구결과는 다소 적은 검출률을 보였다.

분석한 약용식물에서 총 7종의 농약이 검출되었으며, 검출 빈도는 procymidone, kresoxim-methyl, endosulfan, cypermethrin, tralomethrin, tetraconazole, chlorfluazuron 순이었다.

Procymidone은 딸기, 고추, 오이, 토마토, 포도, 수박, 복숭아 및 부추에 잿빛곰팡이병과 덩굴마름병을 방제하는데 널리 사용되는 디카복시미드계 살균제로 인삼에서 3회 검출되었다. Procymidone은 식품의약품안전청에서 해마다 실시하는 잔류농약모니터링에서 2001년부터 검출빈도가 높은 농약으로 특별한 관리가 요구되는 농약이다. Han 등¹⁶⁾에서 보고한 대전시 노은 도매시장 채소류의 농약잔류실태 및 식이섭취량 추정연구와 Lee 등¹⁷⁾에서 보고한 남부지역 시설채소 재배농가의 농약사용 실태에서 procymidone이 다빈도로 검출되었다고 보고하였으며, Kim 등¹⁸⁾은 procymidone을 국내 유통 농산물의 농약잔류실태 모니터링에서 다빈도 검출 농약이라 보고하였다. 뿐만 아니라, Kim 등¹³⁾이 보고한 광주지역 유통 농산물의 농약잔류실태 조사연구와 Ahn 등¹⁰⁾이 보고한 국내 유통 농산물 잔류농약 모니터링 및 안전성 평가에서 procymidone의 검출빈도가 가장 높았다고 보고하였다. 본 연구에서도 procymidone이 검출빈도가 가장 높은 것으로 보아 여전히 많이 사용되고 있는 약제로 나타났다.

인삼과 도라지에서 기준이 설정되어 있지 않은 농약이 검출된 것은 재배 중에 기준 미설정 농약이 많이 사용되고 있다는 증거이다. 사용 등록이 되어 있지 않은 농약을 사용할 경우 그 농약의 최저기준을 적용하게 되어 부적합한 판정을 받을 가능성이 매우 높아지므로 약용식물 중 안전성을 확보하기 위하여 미등록 농약을 사용하지 못하도록 농민과 농약판매상에게 농약 안전사용기준 준수에 대한 교육 및 홍보를 강화하고, 각 약용식물의 병해충 방제를 위하여 다양한 농약을 등록할 수 있도록 하여 농민이 농약을 선택함에 있어 폭을 넓혀 주는 것이 필요할 것으

Table 5. Risk assessment for pesticides detected in medicinal plants

Medicinal plant	Pesticide detected	No. of sample detected	Detection range (mg/kg)	Daily food intake(g)	Average conc. ^{a)} (mg/kg)	MRL (mg/kg)	EDI ^{b)}	ADI ^{c)}	%ADI ^{d)}
							(mg/person/day)		
Balloon flower root	Tetraconazole	1	0.52	0.97	0.52	0.2	0.00050	0.402	0.126
	Chlorfluazuron	1	0.11	0.97	0.11	- ^{e)}	0.00011	1.815	0.006
	Tralomethrin	1	0.61	1.63	0.61	- ^{e)}	0.00099	0.550	0.181
	Procymidone	3	0.38-1.83	1.63	0.87	- ^{e)}	0.00142	5.500	0.026
Ginseng	Kresoxim-methyl	3	1.97-2.77	1.63	2.49	- ^{e)}	0.00406	22.000	0.018
	Endosulfan	2	0.51-0.84	1.63	0.68	- ^{e)}	0.00110	0.330	0.333
	Cypermethrin	1	0.48	1.63	0.48	0.1	0.00078	1.100	0.071

^{a)} {(Number of sample below LOD × 1/2 LOD) + Σ(detected concentration)}/number of total sample

^{b)} Average concentration (mg/kg) × daily food intake (kg/kg bw/day)

^{c)} ADI(mg/kgbw/day) × 55 kg (average body weight of Korean adults)

^{d)} (EDI/ADI) × 100

^{e)} Not established MRL

로 판단된다.

잔류농약의 위해성 평가

해당 작물에서 검출된 농약에 대한 위해성 평가를 위해 ADI 대비 식이섭취율을 산출하였다(Table 5). 시료에서 검출된 농약에 대한 위해성은 평균잔류량으로부터 구한 일인일일섭취추정량(EDI)을 일인일일섭취허용량(ADI)으로 나누어 구한 %ADI로 평가하였다. 평균잔류량은 미국 EPA의 위해성 평가방법에 따라 검출한계 이하인 시료 수에 검출한계의 절반을 곱한 값을 시료의 평균잔류량에 합한 후 전체 시료 수로 나누어 구하였다.

검출된 농약이 잔류하는 해당 약용식물의 섭취로 인체에 유입될 일일섭취추정량의 %ADI를 살펴보면 도라지에서 검출된 tetraconazole 0.126%과 chlorfluazuron 0.006%는 낮은 수준을 보였다. 1점의 인삼시료를 제외하고 부적합 약용식물로 판단된 10점의 인삼의 %ADI 값은 tralomethrin 0.108%, procymidone 0.026%, kresoxim-methyl 0.018%, endosulfan 0.333%, cypermethrin 0.071%로 위해도가 낮은 것으로 확인되었다. 또한 약용식물의 경우 일반 농산물과 달리 원료자체를 직접 복용하는 것보다 대부분 탕제나 환제 형태로 복용하기 때문에 농약의 이행률은 더욱 낮아질 것으로 판단되므로 검출된 %ADI 값 보다 실제로 인체에 유입될 일일섭취추정량의 %ADI가 더 낮아질 것으로 판단된다.

이와 같은 ADI와의 비교를 통한 위해도 평가는 위해물질의 허용량 결정과 안전사용기준 설정을 위한 기본 자료로 매우 중요하므로 농약의 위해성평가는 향후 국가차원의 잔류농약 모니터링 사업 및 식이섭취량을 활용한 평가로 장기간에 걸쳐 체계적으로 이루어져야 할 것으로 생각된다.

요 약

약용식물 중 잔류농약의 안전성을 평가하고자 2012년

전국 9개 도시에서 유통되고 있는 인삼과 도라지에 대하여 전체 112점의 시료를 수거하여 잔류농약을 분석하였다. 122종의 농약에 대해 GC-ECD, GC-NPD 및 HPLC-UVD를 이용한 다중농약 다성분 분석법으로 잔류농약을 분석하였고, 분석 결과 12점의 시료에서 7종의 농약이 검출되어 10.7% 검출률을 보였다. 농약 성분별 검출 빈도는 procymidone, kresoxim-methyl, endosulfan, cypermethrin, tralomethrin, tetraconazole, chlorfluazuron 순이었다. 농약이 검출된 시료 중 잔류허용기준을 초과한 시료는 2점으로 1.8% 검출률을 보였으며, 도라지 1점에서 tetraconazole, 인삼 1점에서 cypermethrin이 검출되었다. 해당 작물에 대한 잔류허용기준이 설정되어 있지 않거나 품목고시 되어 있지 않은 시료는 10점에서 5종의 농약이 검출되어 8.9% 검출률을 보였다. 본 연구에서 검출된 농약이 해당 약용식물의 섭취로 인체에 유입될 일일섭취허용량 대비 일일섭취추정량은 최저 0.006%에서 최고 0.333%로 낮은 %ADI 값을 보여 인체 위해도는 낮은 것으로 판단되었다.

감사의 글

This work was carried out with the support of “Co-operative Research Program for Agriculture Science & Technology Development (Project No. PJ007392201006)” Rural Development Administration, Republic of Korea.

참고문헌

- Lee, S.E., Lee J.H., Kim, J.K., Kim, G.S., Kim, Y.O., Soe, J.S., Choi, J.H., Lee, E.S., Noh, H.J., Kim, S.Y.: Anti-inflammatory activity of medicinal plant extracts. *Korean J. Medicinal Crop. Sci.* **19**(43), 217-226 (2011).
- Matthews, H.B., Lucier, G.W., Fisher, K.D.: Medicinal herbs in the United States, research needs. *Environ. Health Per-*

- spect.* **107**(10), 773-778 (1999).
3. Hwang, J.I., Jeon, Y.H., Kim, H.Y., Kim, J.H., Ahn, J.W., Seok, D.R., Lee, Y.J., Park, J.U., Kim, D.H., Kim, J.E.: Improvement of analytical method for residue pesticides in herbal medicines using macroporous diatomaceous earth column. *Korean J. Pestic. Sci.* **15**(2), 140-148 (2011).
 4. Choi, Y.H., Park, S.K., Kim, O.H., Seoung, H.J., Han, S.H., Lee, Y.J., Jeong, H.J., Kim, Y.H., Jo, H.B., Yu, I.S., Han, K.Y., Chae, Y.Z.: Pesticide residues monitoring of medicinal herbs in Seoul. *Korean J. Pestic. Sci.* **15**(4), 335-349 (2011).
 5. Chen, Y., Al-Taher, F., Juskelis, R., Wong, J.W., Zhang, K., Hayward, D.G., Zweigenbaum, J., Stevens, J., Cappozzo, J.: Multiresidue pesticide analysis of dried botanical dietary supplements using an automated dispersive SPE cleanup for QuEChERS and high-performance liquid chromatography-tandem mass spectrometry. *J. Agric. Food. Chem.* **60**(40), 9991-9999 (2012).
 6. Kim, N.Y., Kim, Y.S., Kim, M.G., Jung, H.R., Kim, Y.S., Kim, H.T., Lee, S.W., Che, K.S., Yoon, M.H.: Survey of multi residual pesticide in materials of Korean traditional herbal tea. *Korean J. Pestic. Sci.* **16**(1), 28-34 (2012).
 7. Shen, L., Wania, F., Lei, Y.D., Teixeira, C., Muir, D.C.G., Bidleman, T.F.: Atmospheric distribution and long-range transport behavior of organochlorine pesticides in north America. *Environ. Sci. Technol.* **39**(2), 409-420 (2005).
 8. Hou, Z.G., Li, Y.R., Zhang, Y., Wang, X.M., Chen, D., Lu, Z.B., Yuan, X.: Distribution of 19 organochlorinated pesticides residues in ginseng and soils in Jilin Province, China. *African J. Biotech.* **10**(85), 19764-19770 (2011).
 9. Kim, H.Y., Jeon, Y.H., Hwang, J.I., Kim, J.H., Ahn, J.W., Chung, D.H., Kim, J.E.: Monitoring of pesticide residues and risk assessment for cereals and leafy vegetables of certificated and general agricultural products. *Korean J. Environ. Agri.* **30**(4), 440-445 (2011).
 10. Ahn, J.W., Jeon, Y.H., Hwang, J.I., Kim, H.Y., Kim, J.H., Chun, D.H., Kim, J.E.: Monitoring of pesticide residues and risk assessment for fruit vegetables and root vegetables of environment-friendly certified and general agricultural products. *Korean J. Environ. Agric.* **31**(2), 164-169 (2012).
 11. Yang, Y.S., Seo, J.M., Kim, J.P., Oh, M.S., Chung, J.K., Kim, E.S.: A survey on pesticide residues of imported agricultural products circulated in Gwangju. *Korean J. Food. Sci. Technol.* **21**(2), 52-59 (2006).
 12. Kwon, S.M., Park, E.H., Kang, J.M., Jo, H.C., Jin, S.H., Yu, P.J., Ryu, B.S., Jeong, G.H.: Pesticide residues survey on agricultural products before auction at whole market in Busan area during 2006-2008. *Korean J. Pestic. Sci.* **14**(2), 86-94 (2010).
 13. Kim, J.P., Kwang, G.R., Yang, Y.S., Lee, H.H., Jeong, J.G., Kim, E.S.: A survey on pesticide residues of commercial agricultural products in Gwangju area. *Korean J. Food Sci. Technol.* **20**(3), 165-174 (2005).
 14. Han, S.H., Park, S.K., Kim, O.H., Choi, Y.H., Seoung, H.J., Lee, Y.J., Jung, J.H., Kim, Y.H., Yu, I.S., Kim, Y.K., Han, K.Y., Chae, Y.Z.: Monitoring of pesticide residues in commercial agricultural products in the northern area of Seoul, Korea. *Korean J. Pestic. Sci.* **6**(2), 109-120 (2012).
 15. Seung, H.J., Park, S.K., Ha, K.T., Kim, O.H., Choi, Y.H., Kim, S.J., Lee, K.A., Jang, J.I., Jo, H.B., Choi, B.H.: Survey on pesticide residues in commercial agricultural products in the northern area of Seoul. *Korean J. Food Sci. Technol.* **25**(2), 106-117 (2010).
 16. Han, K.T., Lee, K.S., Lee, E.K., Lee, Y.J., Ko, K.Y., Won, D.J., Lee, J.W., Kwon, S.D.: Pesticide residue survey and estimate intake amount of vegetables in Noeun wholesale market, Daejeon. *Korean J. Environ. Agri.* **22**(3), 210-214 (2003).
 17. Lee, M.G., Hwang, J.M., Lee, S.R.: The usage status of pesticides for vegetables under greenhouse cultivation in the southern area of Korea. *Korean J. Pestic. Sci.* **9**(4), 391-400 (2005).
 18. Kim, H.Y., Yoon, S.H., Park, H.J., Lee, J.H., Gwak, I.S., Moon, H.S., Song, M.H., Jang, Y.M., Lee, M.S., Park, J.S., Lee K.h.: Monitoring of residual pesticide on commercial agricultural products in Korea. *Korean J. Food Sci. Technol.* **39**(3), 237-245 (2007).