

수삼과 홍삼농축액 중 유기인계와 유기염소계 농약의 잔류

김정호

대구한의대학교 소방방재환경학과
(2007년 10월 8일 접수, 2007년 12월 18일 수리)

Residue of Organophosphorus and Organochlorine Pesticides in Fresh Ginseng and Red Ginseng Extract

Jung-Ho Kim (Department of safety & Environmental Prevention, Daegu Haanny University, Gyeongbuk, 712-715, Korea)

ABSTRACT: To obtain the data on the risk assessment of residue levels of organophosphorus and organochlorine pesticides in fresh ginseng and red ginseng extract, the residual pesticides in samples are surveyed with GC-NPD and GC-ECD for quantitative analysis and GC-MSD for qualitative analysis. The residual organophosphorus pesticides, such as diazinon, pyrimethanil, tolclofos-methyl, metalaxyl, diethofencarb, parathion, cyprodinil, tolylfluanid and kresoxim-methyl, are not detected in fresh ginseng from Punggi. The residual organophosphorus pesticides except tolclofos-methyl are not detected in fresh ginseng from Sangju. Average amount of tolclofos-methyl in fresh ginseng from Sangju are 0.054 ± 0.008 mg/kg, representing $18 \pm 2\%$ of MRL of 0.03 mg/kg on fresh ginseng in Korea. The residual organochlorine pesticides, such as BHC isomer, DDT isomer, aldrin, azoxystrobin, captan, cypermethrin, deltamethrin, dieldrin, difenoconazole, endosulfan-sulfate, endrin, fenhexamid, quintozone, α -endosulfan and β -endosulfan, are not detected in fresh ginseng from Punggi and Sangju. The residual organophosphorus and organochlorine pesticides in red ginseng extract from Punggi and Sangju are not detected.

Key Words: residue, fresh ginseng, red ginseng extract, risk assessment, organophosphorus pesticides, organochlorine pesticides, tolclofos-methyl

서 론

현재 경북 북부지역의 인삼 주생산지는 영주의 풍기이나 인삼은 연작 할 수 없으므로 최근 경북북부의 타 지역으로 재배지역이 확대되고 있다. 인삼은 다년생 초본식물로서 일반적으로 4~6년을 재배하여야 하므로 여러 가지 병해충에 노출된다. 인삼에는 모잘록병, 역병, 잣빛곰팡이병, 점무늬병, 탄저병, 뿌리썩음병 등의 병해와 굽벙이류, 뿌리혹선충, 달팽이류, 땅강아지류의 충해를 방지하기 위해 농약을 사용하게 된다. Endosulfan 또는 captan을 함유한 농약 및 그제제와 농립부장관이 고시한 잔류성농약은 인삼재배에 사용을 금하고 있으며, 그 외 사용이 허가된 인삼재배용으로 등록된 농약을 인삼의 병해충을 방지하기 위해 사용하고 있다.¹⁾ 이렇게

사용된 농약은 재배환경, 수삼, 인삼제품에 잔류 될 수 있으므로 이에 대한 안전성을 평가할 필요가 있다.^{2,3)}

인삼의 농약잔류허용기준은 보건복지부 고시 제1995-45호(1995년)에 의거 인삼(건조품)의 농약잔류 허용기준을 설정하였다. 이후 농약잔류허용기준에 대해서 식품의약품안전청고시 2004-18호, 2005-62호를 추가 고시하여 인삼제품(건조제품, 농축액포함)에 대해서 27종의 농약에 대한 기준 및 규격이 설정되었다.¹⁾ 여기서는 건삼을 기준(100%)으로 수삼에 25%, 인삼농축액(홍삼농축액 포함)에 200%로 일률적으로 적용하였다. 그러나 인삼재배 농가에는 지나치게 낮은 기준이므로 안정적인 수삼의 생산이 어렵고 상대적으로 인삼제품(건삼, 홍삼, 인삼농축액 및 홍삼농축액)에는 높은 기준이 적용되어 안전성 확보가 어려운 실정이었다. 이에 식품의약품안전청은 인삼의 안전성 확보를 위하여 2004~2005년도에 수행한 “국가잔류농약안전관리망구축” 사업결과를 기초로 하여 인삼의 가공과정에서 변화되는 농약의 감소율을 산출하여 기준설정에 반영하였다. 또한 GAP 자료에 근거하여

*연락처:
Tel: +82-53-819-1416
E-mail: kim@dhu.ac.kr

수삼과 인삼제품의 기준을 새로이 설정하여 2007년 1월 1일부터 시행에 들어갔다.¹⁾

새로운 기준은 수삼, 건삼, 홍삼, 인삼 농축액 및 홍삼 농축액에 대해 각각의 기준을 설립함으로써 가공과정 중 분해되는 농약의 함량을 감안해 농약에 대한 인삼 및 관련 제품의 특성에 맞춰 안전성을 확보 할 수 있도록 개정되었다. 예를 들면 유기염소계 농약인 DDT는 수삼 0.01 mg/kg, 건삼 0.05 mg/kg, 홍삼 0.05 mg/kg, 인삼농축액 0.1 mg/kg, 홍삼농축액 0.1 mg/kg으로 각각 설정하였으며, 유기인계농약으로 tolclofos-methyl의 경우는 수삼 0.3 mg/kg, 건삼 0.5 mg/kg, 홍삼 0.5 mg/kg, 인삼농축액 1.0 mg/kg, 홍삼농축액 1.0 mg/kg으로 설정하였다. 이와 같이 DDT를 포함한 28가지 농약에 대해 수삼, 건삼, 홍삼, 인삼 농축액 및 홍삼 농축액을 각각 다르게 설정하였다.¹⁾

고품질 한약재를 생산하고 관리하기 위해서는 안전성의 사전 평가가 필요하다.⁴⁾ 한약재에 대한 안전성 연구로는 Park 등은⁵⁾ 경북지역 인삼 중 잔류농약에 관한 연구를 하였으며, Lee 등은⁶⁾ 유통 한약재의 잔류농약 모니터링을 실시하였다. 또한 Kim은⁷⁾ 인삼 중 잔류농약과 중금속을 분석 하였으며, Sin 등은⁸⁾ 인삼농축액에서 GC를 이용한 잔류농약의 동시 다성분 분석법에 대해 보고하였다. 일반적으로 인삼 중 잔류농약을 평가 할 때 시료의 채취는 일반시중이나 한약시장에서 구매하고 있다.^{6,9)} 그러나 인삼재배환경에 대한 요인을 더 정확하게 파악하기 위해서는 재배현장에서 시료채취가 필요하며, 그 제품에 대한 평가까지 할 필요가 있다.

따라서 본 연구에서는 경북의 풍기와 상주에 있는 인삼재배포장에서 직접 시료를 채취하고, 이를 이용한 홍삼농축액을 제조하였다. 그리고 수삼과 홍삼농축액 중 유기인계와 유기염소계 농약의 잔류량을 조사하여 2007년 1월 1일부터 시행된 식품의약품안전청의 농약잔류허용기준에 따라 안전성을 평가하였다.

재료 및 방법

시료 채취

시험포장은 경상북도 북부지역 인삼의 주생산지인 풍기와 대조구로 최근 인삼 대체 재배지역으로 확대되고 있는 지역 중에서 상주지역을 선정하였다. 풍기 포장은 논이었던 곳이며 상주포장은 5%의 경사가 있는 과수원이었던 곳으로 4년 근 인삼포장을 선택하였다. 인삼의 재배과정에서 수삼 중 잔류 농약을 분석하기 위해 분석시료 채취는 2004년 5월에 실시하였다. 인삼 가공품은 2004년 10월에 인삼을 채취하여 경산에 소재하는 인삼 가공회사에서 홍삼농축액(홍삼정)을 제조하였다.

시료 전처리

수삼은 잘게 썰어 균질화한 시료 100 g을, 홍삼농축액은 20 g을 정밀히 달아 물 100 mL 및 celite 545를 약 10 g을

넣었다. 이 시료를 500 mL homogenization cup에 넣고, acetonitrile 100 mL를 가하여 homogenizer에서 12,000 rpm으로 3분간 마쇄하였다. 추출물은 약 5 g 정도의 celite 545가 깔린 Büchner funnel상에서 Toyo No. 6 여과지를 이용하여 감압, 여과하고 50 mL의 acetonitrile로 용기 및 잔사를 씻어 앞의 여과액과 합하였다. 이 여과액을 용매가 50 mL 정도가 남을 때까지 농축하여 1 L separatory funnel에 옮겨 증류수 450 mL와 50 mL의 포화식염수를 가하고 50 mL의 dichloromethane으로 2회 분배하였다. 이 dichloromethane 층을 50 g의 anhydrous sodium sulfate로 탈수시켜 40°C 항온 수조에서 약 2 mL 정도가 남을 때까지 감압 농축하였다. 질소 gas를 이용하여 완전히 농축하고 농축 직 후 잔류물을 5 mL의 n-hexane/acetone (95/5, v/v)에 재용해하여 SPE Florisil cartridge(6 mL, 1 g 용량, Supelco사)로 정제하였다.^{10,11)}

정제과정의 준비를 위해서 Florisil cartridge에 n-hexane 6 mL를 넣고 2분간 멈춘 후 유출시켜 버리고, 이 cartridge에 acetone : n-hexane(2:8, v/v)용매 6 mL를 위와 같은 방법으로 유출하여 버렸다. 이어서 시료 농축액을 cartridge 상단에 넣고 서서히 유출시켜(1 drop/sec) 시험관에 받았다. 다시 cartridge가 용매에 젖어 있는 상태에서 acetone : n-hexane(2:8, v/v) 용매 10 mL로 유출하여 동일한 시험관에 모았다. 유출액을 40°C 항온 수조 중에서 질소를 낮은 유속으로 통과시키면서 용매를 날려 보낸 후 acetone : n-hexane (2:8, v/v) 용매 2 mL에 녹여 이를 GC-NPD와 GC-ECD 분석용액으로 하였다.^{10,11)}

잔류농약의 분석

정용된 시료를 각각 1 mL씩 autosampler vial에 나누어 담은 후 GC-NPD와 GC-ECD로 각각 정량분석 하였다. 여기서 농약과 동일한 유지시간을 가지는 peak에 대해서는 GC-MSD로 확인과정을 거쳐서 정성분석을 실시하였다.^{12,13)} 분석기기로 GC-NPD 및 GC-ECD는 Agilent사의 6890 모델을 사용하였고, GC-MSD는 5973N/DC6890 모델을 사용하였다.

GC-ECD 분석조건은 injector temp. 260°C, detector temp. 280°C, oven temp. 80°C에서 5분간 머물다가 10°C/min로 증가시켜 280°C에서 30분간 머물도록 하여 총 55분 동안 분석하였다. Column은 DB-5 (30 m, L. × 250 μm I. D., 0.25 μm d_f)를 사용하였다. Column flow는 질소를 2.0 mL/min로 하였고, make-up gas는 60 mL/min, anode gas는 6.0 mL/min로 하였다. Injection mode는 split mode(50:1)로 하였으며 injection volume은 1 μL로 하였다. GC-NPD 분석조건은 온도조건, column, column flow 및 injection volume은 GC-ECD와 같았으며, 다만 검출기의 make up gas는 off 상태에서 H₂ gas 3 mL/min 및 air 는 60 mL/min이었다.

GC-ECD와 GC-NPD에서 검출된 농약들에 대해서는

GC-MSD을 이용하여 Table 1의 분석조건으로 분석하여 농약으로 추정되는 peak를 재확인하였다.

결과 및 고찰

수삼 중 유기인계 농약

인삼의 재배과정 중 수삼 중에 잔류된 유기인계 잔류농약을 GC-NPD로 분석한 gas chromatogram은 Fig. 1과 같았다. Fig. 1(A)는 diazinon을 비롯한 9가지 유기인계 농약의 표준품 chromatogram이고, Fig. 1(B)와 (C)는 풍기와 상주의 수삼시료 chromatogram이다.

Fig. 1(B)의 풍기시료에서는 diazinon을 비롯한 pyrimethanil, tolclofos-methyl, metalaxyl, diethofencarb, parathion, cyprodinil, tolylfluanid과 kresoxim-methyl 등 유기인계농약은 검출되지 않았다.

그러나 Fig. 1(C)의 상주 시료에서는 tolclofos-methyl과 parathion의 표준농약 머무름시간인 23.879분과 24.722분에 각각 peak가 나타났다. 23.879분과 24.722분에 나타난 peak가 불순물인지 tolclofos-methyl과 parathion의 peak 인지 여부를 GC-MSD로 확인 하였다. Toltclofos-methyl (IUPAC: O-2,6-dichloro-p-tolyl O,O-dimethyl phosphorothioate)은 분자식이 C₉H₁₁Cl₂O₃PS이며 분자량이 301.1이다.¹⁴⁾ Fig. 2(B)에서 tolclofos-methyl 표준품의 GC-MSD spectrum에서는 265 m/z가 base peak이었다. Fig. 2(C)의 상주 수삼시료에서도 265 m/z가 base peak이고 그 외 fragment pattern이 일치하였으므로 tolclofos-methyl로 정성 확인되었다. 상주 수삼시료에서의 tolclofos-methyl 함량은 3반복 평균 0.054±0.008 mg/kg이었다. 한편 parathion은 GC-MSD로 확인한 결과 parathion 성분이 아닌 것으로 나타났다. 따라서 상주와 영주에서 재배되고 있는 수삼 중 잔류된 유기인계농약은 Table 2와 같았다.

인삼은 재배과정에서 여러 가지 병해충에 노출된다. 특히 인삼의 모잘록병은 4월 중순~5월 상순에 토양 속에 있는 Rhizoctonia solani이라는 병원균이 묘상 줄기를 침입하여 땅과 접한 줄기부위가 암갈색으로 마르면서 잘록해져 쓰러지는 증상이다. 이러한 인삼의 모잘록병을 방제하기위해 인삼재배용 등록농약으로 사용이 허가된 약제로는 톨클로포스메칠분

제, 톨클로포스메칠수화제, 티플루자미드액상수화제, 펜시쿰론수화제, 플루디옥소닐수화제등이 있다. 상주 인삼포장에서는 2004년 5월 5일 톨클로포스메칠수화제를 400 g / 200 L로 희석하여 1,650 m³에 인삼의 뿌리 노두부분에 관주살포하였다. 따라서 톨클로포스메칠 수화제를 살포한 후 15일 지난 2004년 5월 20일을 수삼 시료를 채취하였으므로, 5월 5일 살포한 톨클로포스메칠 수화제가 잔류되어 tolclofos-methyl이 검출된 것이다. 농가에서는 인삼의 모잘록병을 방제하기

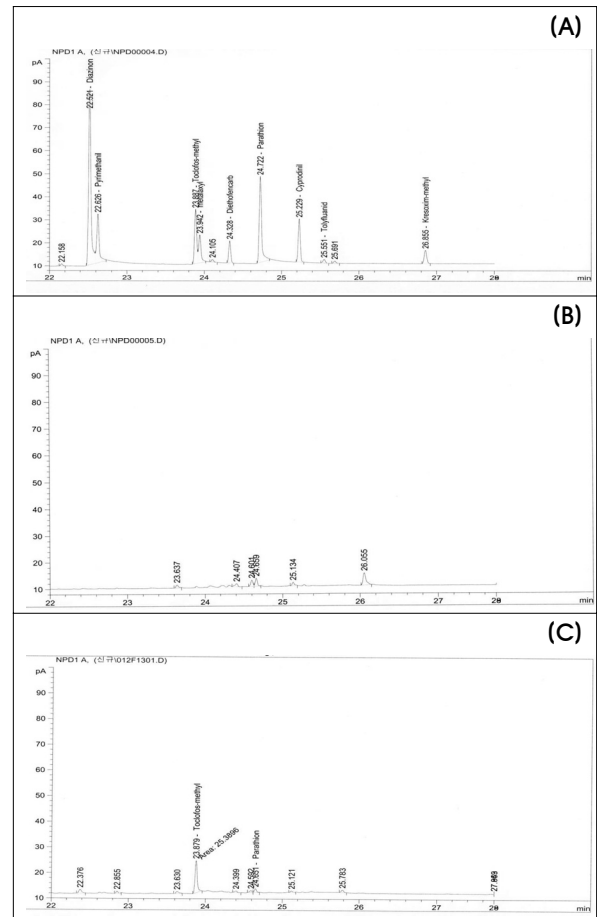


Fig. 1. GC-NPD chromatograms of standard organophosphorus pesticides (A), fresh ginseng extract in Punggi (B), and fresh ginseng extract in Sangju (C).

Table 1. Operating conditions of GC-MSD for the analysis of organophosphorus and organochlorine pesticides in fresh ginseng and red ginseng extract

Factors	Operating Condition
Column	DB-5MS (30 m L. × 250 μm I.D., 0.25 μm df)
Column Flow	He 1.0 mL/min (Constant Flow Mode)
Inj. Temp. & Inj. mode	260°C (Split Mode 10:1)
Mass Source Temp.	230°C
Transfer Line Temp.	280°C
Oven Temp.	80°C (5 min) → 10°C/min ↑ → 280°C (30 min)
Injection Vol.	1 μl

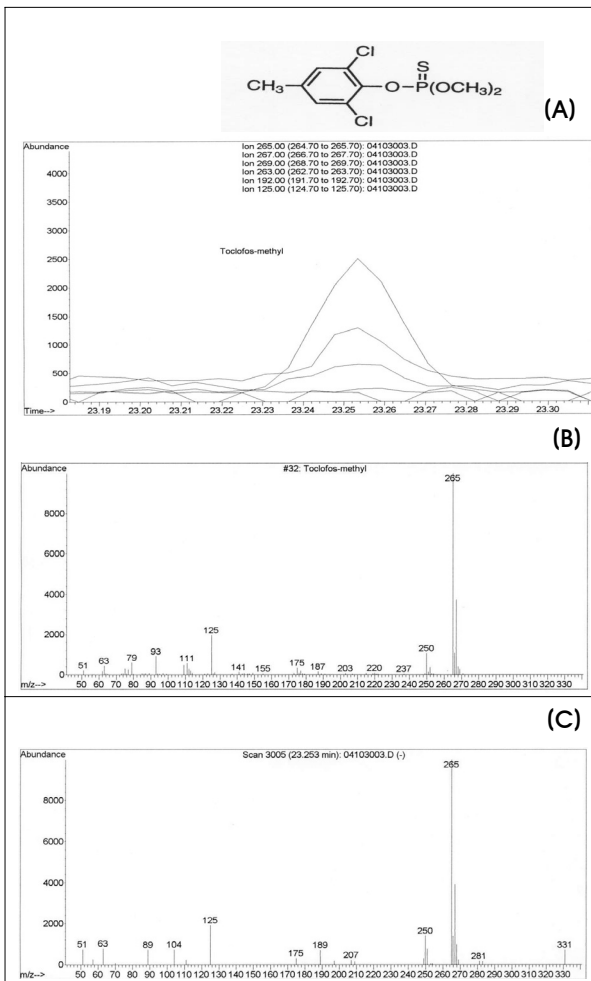


Fig. 2. Total ion chromatograms (TIC) of tolclofos-methyl (A), GC-MSD spectrum of standard tolclofos-methyl (B), and fresh ginseng extract from Sangju (C).

위해 톨클로포스메칠 분체를 파종 전에 인삼종자에 골고루 도포하여 사용하며, 또한 인삼을 재배하는 중에도 모잘록병을 방제하기 위해 톨클로포스메칠 수화제를 인삼의 뿌리 노두 부분에 관주살포하는 것으로 나타났다.

서울시보건환경연구원 보고에 의하면 2006년 한 해 동안 서울약령시장(경동 한약재 시장)에서 유통되는 수삼 74건, 건삼 42건, 홍삼 53건 등 인삼제품 169건을 검사한 결과 54건의 인삼에서 농약이 검출되었으며, 검출 농약은 tolclofos-methyl, procymidone, quintozene, cyprodinil, DDT 등 이었다고 보고하고 있다¹⁵⁾. 본 연구에서도 톨클로포스메칠 수화제를 인삼에 관주살포함으로써 수삼에서 tolclofos-methyl이 검출되는 것으로 나타났다.

식품의약품안전청에서 2007년 1월 1일부터 시행한 인삼 농약잔류허용기준에 따르면 인삼의 형태에 따라 잔류허용기준(Maximum Residue Limit, MRL)을 다르게 설정하였는데 수삼, 건삼, 홍삼, 인삼농축액, 홍삼농축액으로 구분하고 있다.¹⁾ 시험농약 중 수삼에 설정된 MRL은 Table 2와 같이 cyprodinil,

Table 2. Residue levels of the organophosphorus pesticides in fresh ginseng from Punggi and Sangju

Organophosphorus pesticides	Fresh ginseng MRL	Residue	
		Punggi	Sangju
		(mg/kg)	
Cyprodinil	2.0	ND ¹⁾	ND
Diazinon	-	ND	ND
Diethofencarb	0.3	ND	ND
Kresoxim-methyl	0.2	ND	ND
Metalaxyl	0.5	ND	ND
Parathion	-	ND	ND
Pyrimethanil	1.0	ND	ND
Tolclofos-methyl	0.3	0.054±0.008	ND
Tolyfluanid	0.2	ND	ND

¹⁾ Not detected.

diethofencarb, kresoxim-methyl, metalaxyl, pyrimethanil, tolclofos-methyl 및 tolyfluanid은 설정되었으나, diazinon과 parathion은 아직 설정되지 않았다. 특히 상주지역의 수삼에서는 tolclofos-methyl이 평균 0.054±0.008 mg/kg 검출되었으므로 잔류허용기준 0.3 mg/kg의 18±2%수준이었다. 따라서 수삼 중 tolclofos-methyl 검출량은 식품의약품안전청의 수삼 중 농약잔류허용기준보다 낮았으므로 안전성이 확인되었다.

수삼 중 유기염소계 농약

수삼시료에서 유기염소계 농약으로 많이 분석되고 있는 aldrin을 비롯한 23종의 유기염소계 농약을 GC-ECD로 분석하고, 이를 GC-MSD로 확인한 유기염소계 농약의 분석 결과는 Table 3과 같았다. 여기서 풍기와 상주 수삼에서 23종의 유기염소계 농약이 검출되지 않았다.

식품의약품안전청의 인삼 중 농약잔류허용기준안에 따르면 수삼의 경우 유기염소계 농약은 Table 3과 같다. DDT와 같은 유기염소계 농약은 1970년대 초부터 생산 및 사용이 금지된 농약이지만 분해 반감기가 매우 길므로 농산물을 비롯한 한약재에서도 이를 분석하고 있다. 일반적으로 유기염소계 농약은 유기인계 농약보다 잔류성이 긴 것으로 보고되고 있다.¹⁶⁾ 이러한 유기염소계 농약의 잔류 특성에도 불구하고 경상북도 북부지역의 풍기와 상주의 수삼 중 유기염소계 농약의 잔류는 나타나지 않았다.

홍삼농축액 중 잔류농약

식품공전에서 홍삼농축액에 대한 정의는 성상이 고유의 색깔과 향미를 가지고 이미·이취가 없어야 하며, 인삼성분은 확인되어야 하고, 인삼성분의 함량은 70.0 mg/g 이상이어야 하는 것으로 되어있다¹⁾. 풍기와 상주 인삼으로 제조된 홍삼농축액을 식품공전분석법¹⁾ 따라 분석한 결과, 본 연구에서 제조된 홍삼농축액은 인삼성분이 확인되었으며 인삼성분 함

Table 3. Residue levels of the organochlorine pesticides in fresh ginseng from Punggi and Sangju

Organochlorine pesticides	Fresh Ginseng	Residue	
	MRL	Punggi	Sangju
		(mg/kg)	
Aldrin	0.01	ND ¹⁾	ND
Azoxystrobin	0.5	ND	ND
Captan	-	ND	ND
Cypermethrin	0.1	ND	ND
Deltamethrin	-	ND	ND
Dieldrin	0.01	ND	ND
Difenoconazole	0.2	ND	ND
Endosulfan-sulfate	-	ND	ND
Endrin	0.01	ND	ND
Fenhexamid	0.3	ND	ND
Quintozene	0.1	ND	ND
α -Endosulfan	-	ND	ND
β -Endosulfan	-	ND	ND
α -BHC		ND	ND
β -BHC	sum 0.01	ND	ND
γ -BHC		ND	ND
δ -BHC		ND	ND
<i>o,o</i> -DDD		ND	ND
<i>o,p</i> -DDD		ND	ND
<i>o,p</i> -DDE	sum 0.01	ND	ND
<i>p,p</i> -DDE		ND	ND
<i>o,p</i> -DDT		ND	ND
<i>p,p</i> -DDT		ND	ND

¹⁾ Not detected.

량은 풍기와 상주 시료가 각각 129.7 mg/g과 125.0 mg/g으로 식품공전규격에 맞는 제품을 제조하였다.

제조된 홍삼농축액 중 유기인계 농약의 잔류량은 Table 4와 같이 풍기와 상주의 인삼으로 제조된 홍삼농축액에는 모두 검출되지 않았다. 특히 상주 수삼에서 검출된 tolclofos-methyl도 홍삼농축액에서는 검출되지 않았다. Tolclofos-methyl의 분해반감기는 증류수에서 44일, 강과 호수물에서는 15~28일이다. 또한 토양표면에서는 증발량을 포함하여 분해반감기가 2일 이내이다¹⁴⁾. 상주 포장에서는 톨클로포스 메틸 수화제를 단 1회만 5월에 관주살포하였으며, 더욱이 홍삼농축액 제조용 인삼의 채취는 10월에 하였기 때문에 살포 시기와는 상당한 기간이 경과하여 tolclofos-methyl이 불검출된 것으로 사료된다.

홍삼농축액 중 유기염소계 농약의 잔류는 Table 5와 같았다. 여기서 풍기와 상주의 인삼으로 제조된 홍삼농축액에는 이들 유기염소계 농약이 모두 검출되지 않았다. 이와 같이

Table 4. Residue levels of the organophosphorus pesticides in red ginseng extract made by ginseng from Punggi and Sangju

Organophosphorus pesticides	Red ginseng	Residue	
	extract MRL	Punggi	Sangju
		(mg/kg)	
Cyprodinil	5.0	ND ¹⁾	ND
Diazinon	-	ND	ND
Diethofencarb	2.0	ND	ND
Kresoxim-methyl	1.0	ND	ND
Metalaxyl	2.0	ND	ND
Parathion	-	ND	ND
Pyrimethanil	1.0	ND	ND
Tolclofos-methyl	1.0	ND	ND
Tolyfluanid	0.01	ND	ND

¹⁾ Not detected.

Table 5. Residue levels of the organochlorine pesticides in red ginseng extract made by ginseng from Punggi and Sangju

Organochlorine pesticides	Red ginseng	Residue	
	extract MRL	Punggi	Sangju
		(mg/kg)	
Aldrin	0.1	ND ¹⁾	ND
Azoxystrobin	2.0	ND	ND
Captan	-	ND	ND
Cypermethrin	0.3	ND	ND
Deltamethrin	-	ND	ND
Dieldrin	0.1	ND	ND
Difenoconazole	0.5	ND	ND
Endosulfan-sulfate	-	ND	ND
Endrin	0.1	ND	ND
Fenhexamid	2.0	ND	ND
Quintozene	1.0	ND	ND
α -Endosulfan	-	ND	ND
β -Endosulfan	-	ND	ND
α -BHC		ND	ND
β -BHC	sum 0.1	ND	ND
γ -BHC		ND	ND
δ -BHC		ND	ND
<i>o,o</i> -DDD		ND	ND
<i>o,p</i> -DDD		ND	ND
<i>o,p</i> -DDE	sum 0.1	ND	ND
<i>p,p</i> -DDE		ND	ND
<i>o,p</i> -DDT		ND	ND
<i>p,p</i> -DDT		ND	ND

¹⁾ Not detected.

경북지역 풍기와 상주의 인삼으로 제조한 홍삼농축액은 유기인계와 유기염소계 농약이 검출 되지 않았다.

요약

본 연구에서는 경북의 풍기와 상주에 있는 인삼재배포장에서 직접 시료를 채취하고, 이를 이용한 홍삼농축액제품을 제조하였다. 수삼과 홍삼농축액 중 유기인계와 유기염소계 농약을 GC-NPD와 GC-ECD로 각각 정량분석 하였으며 GC-MSD로 정성분석을 실시하여, 식품의약품안전청이 2007년 1월 1일부터 시행한 농약잔류허용기준에 따라 안전성을 평가하였다.

풍기 수삼에서 유기인계 농약은 diazinon을 비롯한 pyrimethanil, tolclofos-methyl, metalaxyl, diethofencarb, parathion, cyprodinil, tolylfluanid와 kresoxim-methyl이 모두 불검출 되었다. 그러나 상주 수삼에서는 tolclofos-methyl이 평균 0.054 ± 0.008 mg/kg 검출되어 수삼의 농약잔류허용기준 0.3 mg/kg의 $18 \pm 2\%$ 수준이었다. 풍기와 상주 수삼에서 유기염소계 농약은 BHC, DDT의 이성질체와 aldrin, azoxystrobin, captan, cypermethrin, deltamethrin, dieldrin, difenoconazole, endosulfan-sulfate, endrin, fenhexamid, quintozone, α -endosulfan, β -endosulfan도 검출 되지 않았다. 한편 풍기와 영주의 인삼으로 제조한 홍삼농축액 중에도 유기인계와 유기염소계 농약은 모두 검출 되지 않았다.

감사의 글

본 연구는 2004년 경북지역환경기술센터 연구개발사업으로 수행되었으며, 이에 감사드립니다.

참고문헌

1. KFDA (2007) <http://www.kfda.go.kr>.
2. Oh, B.-Y. (2000) Assessment of pesticide residue for food safety and environment protection, *Korean J. Pesti. Sci.* 4(4), 1-11.
3. Lee, S.-R., Lee, H.-K. and Hur, J.-H. (1996) Information resources for the establishment of tolerance standards on pesticide residues in soils, *Korean J. Environ. Agric.* 15(1), 128-144.
4. Lee, S.-R. (1993) Food contamination and risk assessment, *J. Environ. Agric.* 12(3), 325-333.
5. Park, M.-K. and Kim, J.-H. (2005) Multi-analysis of the organochlorine pesticides in ginseng at gyeongbuk, Korea, *J. Environ. Sci.* 14(2), 193-199.
6. Lee, S.-H., Kim, H.-S., Kim, Y.-M., Kim, W.-S., Won, Y.-J., Chae, G.-Y., Kim, O.-H., Park, H.-J. and Jeong, S.-W. (2006) Monitoring of pesticide residues in herbal medicines, Korea, *J. Environ. Sci.* 15(8), 811-817.
7. Kim, J.-H. (2004) Residues of the organochlorine pesticides and heavy metal in culture environment of ginseng on sangju, *J. Environ. Toxicol.* 19(2), 183-189.
8. Sin, Y.-M., Lee, S.-H., Son, Y.-U., Jeong, J.-Y., Jeung, S.-W., Park, H.-J., Kim, S.-H., Won, Y.-J., Lee, C.-H., Kim, W.-S., Hong, M.-K. and Chae, K.-R. (2006) Development of simultaneous analysis for the multi-residual pesticides in the ginseng extract using gas chromatography, *J. Environ. Sci.* 15(1), 85-94.
9. Jeon, J.-S., Kwon, M.-J., O, S.-H., Nam, H.-J., Kim, H.-Y., Go, J.-M. and Kim, Y.-H. (2006) A survey on the pesticide residues on agricultural products on the markets in incheon area from 2003 to 2005, *Korean J. Environ. Agric.* 25(2), 180-189.
10. U.S. FDA (1994) Pesticide Analytical Manual Vol. 1 : Multiresidue Methods, 3rd. ed., R.O.W. Science, Inc.
11. Kim, J.-H. (2007) Heavy metals and pesticides with maturing process of rehmanniae radix preparata, *J. Environ. Toxicol.* 22(3), 255-261.
12. AOAC (1975) Official methods of analysis of the association of official analytical chemists. 12th ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington D.C.
13. Araoud, M., Douki, W., Rhim, A., Najjar, M.F. and Gazzah, N. (2007) Multiresidue analysis of pesticides in fruits and vegetables by gas chromatography-mass spectrometry, *J. Environ. Sci. Health Part B* 42, 179-187.
14. Tomlin, C. (2002) Pesticide Manual. British Crop Protection Publications.
15. Seoul (2007) <http://sihe.seoul.go.kr>.
16. Park, C.-K. and Ma, Y.-S. (1982) Organochlorine pesticide residue in agricultural soil-1981, *Korean J. Environ. Agric.* 1(1), 1-13.