

인삼 및 가공품 중 difenoconazole의 잔류특성 및 가공계수

노현호 · 이광현 · 이재윤 · 이은영¹ · 박영순² · 박효경³ ·
오재호⁴ · 임무혁⁵ · 이용재⁶ · 백인호⁶ · 경기성*충북대학교 농업생명환경대학 환경생명화학과, ¹(주)동부한농, ²(재)금산국제약초연구소,
³호서대학교 안전성평가 센터, ⁴식품의약품안전평가원, ⁵식품의약품안전청, ⁶(주)한국인삼공사

(Received on March 2, 2012. Revised on March 15, 2012. Accepted on March 22, 2012)

Residual Characteristics and Processing Factors of Difenoconazole in Fresh Ginseng and Processed Ginseng Products

Hyun Ho Noh, Kwang Hun Lee, Jae Yun Lee, Eun Young Lee¹, Young Soon Park², Hyo Kyoung Park³,
Jae Ho Oh⁴, Moo Hyeog Im⁵, Yong Jae Lee⁶, In Ho Baeg⁶ and Kee sung Kyung*Department of Environmental and Biological Chemistry, College of Agriculture, Life and Environmental Sciences, Chungbuk National University, Cheongju 361-763, ¹Dongbu Hannong Corp, Seoul 135-523, ²International Ginseng and Herb Research Institute, Geumsan 312-804, ³Environmental Toxicology Division, Toxicological Research Center, Hoseo University, Asan 336-795, ⁴National Institute of Food and Drug Safety Evaluation, Cheongwon 363-700, ⁵Korea Food and Drug Administration, Cheongwon 363-700, ⁶Korea Ginseng Corp., Daejeon 306-712, Korea

Abstract

This study was carried out to elucidate the residual characteristics and calculate processing factors of difenoconazole in ginseng and its processed products, such as dried ginseng, red ginseng and their water and alcohol extracts. The pesticide was sprayed onto the ginseng according to its pre-harvest intervals in 2009 (four-year-old ginseng) and 2010 (five-year-old ginseng). Harvested ginseng was processed to dried ginseng, red ginseng and their extracts according to the commercially well-qualified conventional methods provided by the Korea Ginseng Corporation. Limit of detection (LOD) and limit of quantitation (LOQ) of difenoconazole in fresh ginseng were 0.001 and 0.003 mg/kg, respectively. In case of processed ginseng products, their levels were 0.002 and 0.007 mg/kg, respectively. Concentration of difenoconazole in both fresh ginseng and its processed products increased with the experimental period. Processing factors, calculated as a ratio of difenoconazole concentration in processed products to fresh ginseng were found to be 1.71 to 2.17 and 1.62 to 2.03 in case of dried and red ginseng, respectively, while those for their extracts ranged from 1.76 to 2.98. In case of five-year-old dried ginseng and red ginseng as well as their extracts, the ranges of processing factor of difenoconazole were found to be 2.9 to 3.1, 1.9 to 2.2 and 2.4 to 4.7, respectively.

Key words ginseng, difenoconazole, pesticide residue, processing factor

서론

인삼은 우리나라를 포함하여 미국, 중국, 일본 및 러시아 등에서 재배되고 있으며, 우리나라에서 주로 재배되고 있는

대표적인 품종은 고려인삼(*panax ginseng C.A. Meyer*)이다. 미국의 화기삼(*panax quinquefolium*)은 위스컨신과 미네소타주 등에서 주로 재배되고 있으며, 일본에서는 죽절삼(*panax japonicum*)이 재배되고 있다(이, 1996; 신 등, 2006). 이러한 인삼의 주요 성분은 사포닌(3-6%), 비타민(0.05%), 탄수화물(60-70%) 및 회분(4-6%) 등이며, 간을 보호 및 해독하

*Corresponding author: Tel. +82-43-261-2562

Fax. +82-43-271-5921, E-mail. kskyung@chungbuk.ac.kr

고, 항피로 및 항스트레스, 면역 증진 및 항암 등의 약리 작용을 지니고 있어 한의약에서는 중요한 약초로 활용되고 있다 (박, 1996; 박 등, 2007). 이러한 기능들이 알려지면서 인삼 제품에 대한 수요의 증가와 더불어 생산량 또한 증가하게 되었고, 홍삼 및 농축액류 등도 가공품의 생산량이 급증하게 되었다.

가공품의 수요가 증가한 원인은 우리나라 국민의 식생활 변화에서 찾을 수 있다. 1960년대 경제발전과 함께 도시인구가 급증하여 가족의 형태가 핵가족으로 변화됨에 따라 여성의 사회진출이 확대되면서 원료식품에서 가공식품으로 식품 선호도가 변화되었다. 1960년대에는 우리나라 총 식비 중 가공식품이 차지하는 비율이 약 5%인 것에 비해 1980년대에는 약 33%로 증가하였으며, 1990년대에는 36%로 지속적으로 증가하는 추세이다(강, 2002). 과거 가공식품은 절임 및 건조 등으로 단순히 저장을 위한 수단이었지만 최근에는 간편성과 건강 증진 등의 목적으로 변화되었다(신, 2011). 이와 같은 식습관의 변화로 인삼의 경우도 수삼보다 가공품의 수요가 지속적으로 증가하고 있으며, 수출되는 인삼류도 가공품이 주를 이루고 있다.

우리나라의 인삼 생산액은 1980년 790억원에서 1995년 2,839억원으로 증가하였으며, 2009년에는 8,278억원으로 계속 증가하는 추세이다. 하지만 수출 인삼의 경우 1980년 6,600만불에서 1990년 16,500만불로 지속적인 성장 추세를 보이다가 2002년에는 5,500만불로 감소하였고 2009년에는 10,900만불로 수출이 조금씩 늘어가는 경향을 보이고 있다(농림수산물부, 2010). 이러한 이유는 수삼을 포함한 인삼 제품 중 홍삼, 분말 및 농축액 등 인삼 가공품 수출 비중이 수삼보다 높는데, 과거보다 최근에 홍삼류 등의 가공품 수출이 증가하여 전체 인삼 가공품의 수출량이 늘어난 것 때문이라고 판단된다. 하지만 전체 수출 농산물 중 인삼의 수출 비율이 1990년에는 약 21%이었지만 2009년에는 약 4%로 확연하게 줄었고, 우리나라 인삼 전체 생산량 대비 수출량은 1900년 약 8.3%에서 2009년에는 약 1.3%로 감소하였다(농림수산물부, 2010). 인삼 수출이 감소한 이유 중 잔류농약

에 대한 안전성 인식이 높아짐에 따라 수출국의 안전성 강화 정책에 기인한 것이 한 요인인 것으로 판단된다.

인삼은 4년에서 6년간 한 포장에서 재배되는 작물로 각종 병해충에 의해 생산량 및 품질을 보장할 수 없어 유기합성 농약의 살포가 필수적이다(임 등, 2006). 따라서 농촌진흥청에서 안전사용기준을 설정하여 수확 농산물이 잔류허용기준(maximum residue limit, MRL)을 초과하지 않도록 관리하고 있으며, 식품의약품안전청에서는 식품 중 농약 잔류허용기준을 설정하고 있다. 또한 국립농산물품질관리원과 각 시도 보건환경연구원에서는 다성분동시분석법을 확립하여 모니터링 체계 구축 등의 노력으로 인삼 제품 수출이 증가하는 추세이지만 인삼에 대한 MRL이 수출국에 설정되지 않아 수출에 많은 어려움이 있는 것이 사실이다. 이와 같은 문제를 해결하기 위하여 인삼의 가공방법과 가공단계별 잔류농약의 특성을 구명하고 이를 근거로 과학적인 가공계수를 산출하여 인삼 및 가공품 중 잔류농약의 합리적인 잔류허용기준을 설정하는 것이 매우 중요하다. 특히 국내 성적으로 Codex MRL과 같은 국제 기준을 설정하여 잔류농약으로 인한 국제 무역 마찰에 보다 유리한 결과를 얻을 수 있을 것이다.

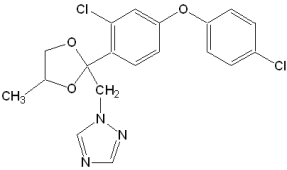
따라서 본 연구는 인삼 점무늬병에 사용되는 살균제 difenoconazole의 가공에 따른 잔류 농약 특성을 구명하고 가공품의 MRL 설정에 필요한 가공계수를 산출하기 위하여 수행하였다.

재료 및 방법

시험작물 및 시험농약

4년근과 5년근 인삼(*panax ginseng C.A. Meyer*)을 시험작물로 사용하였으며, 인삼에 등록되어 점무늬병 방제에 사용되고 있는 살균제 difenoconazole을 시험농약으로 사용하였다. Difenoconazole의 표준품(98.8%)은 Dr. Ehrenorfer GmbH(독일)의 제품을 사용하였으며, 포장시험에 사용된 제품은 10% 액상수화제 푸름이((주)아그로텍)이었다. 시험농약의 구조 및 이화학적 특성을 Table 1에 제시하였다.

Table 1. Physicochemical properties of difenoconazole

Chemical structure	LogP	M.W.	M.p. (°C)	B.p. (°C)	Solubility
	4.4	406.3	82-83	220 (0.03 mmHg)	In water 15 mg/L (25°C). In ethanol 330, acetone 610, toluene 490, n-hexane 3.4, n-octanol 95 (all in g/L, 25°C)

포장시험

시험포장은 difenoconazole을 살포한 이력이 없는 충북 충주시 주덕읍에 위치한 4년근 인삼포장을 임차하였으며, 시험농약을 안전사용기준(한국작물보호협회, 2009, Table 2)에 따라 동력분무기로 2년간 살포하고 매년 수확하여 잔류농약을 분석하였다. 시험포장의 면적은 처리구와 무처리구를 매년 각각 66 m²씩 배치하여 관행적인 방법으로 재배하였다.

가공품 제조 방법

수확한 수삼은 (주)한국인삼공사의 방법으로 건삼과 홍삼으로 제조한 후 각각을 알코올과 물 농축액으로 제조하였다. 건삼은 수삼을 세척한 후 60°C의 열풍기로 수분 함량이 약 14% 이하가 될 때까지 건조하여 제조하였으며, 홍삼은 세삼 후 98°C의 증기로 3시간 정도 증자하고 65°C의 열풍기로 수분함량이 약 50-55%정도 될 때까지 1차 건조한 후 수분함량이 14%이하가 될 때까지 일광건조하여 제조하였다. 알코올 농축액은 세척한 건삼과 홍삼을 70% ethanol로 70°C의 수욕상에서 6시간 환류 냉각하는 방법으로 3회 반복 추출한 후 6

0°C 수욕상에서 65 brix가 될 때까지 감압 농축하여 제조하였다. 물 농축액의 경우 세척한 건삼과 홍삼을 증류수로 85°C의 수욕상에서 6시간씩 환류 냉각하는 방법으로 3회 반복 추출한 후 60°C의 수욕상에서 72 brix가 될 때까지 감압 농축하여 제조하였으며, 가공품 제조과정을 Fig. 1에 제시하였다.

잔류분석용 시료조제 및 분석

수삼은 20 g을 300 mL tall beaker에 넣고 100 mL의 acetonitrile을 넣어 10,000 rpm에서 2분간 blending한 후 Celite 545를 통과시켜 흡인 여과하였으며, 50 mL의 acetonitrile으로 용기 및 잔사를 씻어 여과액과 합하였다. 가공품의 경우 10 g에 증류수 20 mL을 첨가(농축액에는 초산납 용액 10 mL 첨가)하여 1시간 동안 습윤화 및 용해시키고 100 mL의 acetonitrile을 넣어 Sseruker medium (VS-202D, Vision, Korea)로 250 rpm에서 30분간 추출한 후 Celite 545를 통과시켜 흡인 여과하였으며, 50 mL의 acetonitrile으로 용기 및 잔사를 씻어 여과액과 합하였다. 각각의 여과액을 100 mL의 포화식염수와 400 mL의 증류수가 들어있는 1 L 분액 여두

Table 2. Pre-harvest interval of the commercial product of difenoconazole and its MRL in ginseng

A.I. ^{a)} (%)	Formulation	Dilution rate	Pre-harvest interval			MRL ^{b)} (mg/kg)
			Application interval (day)	Last spraying day before harvest	Maximum application time	
10	SC ^{c)}	2,000	10	14	5	0.5 (1.0 for ginseng extract)

^{a)}Active ingredient, ^{b)}maximum residue limit, ^{c)}suspension concentrate

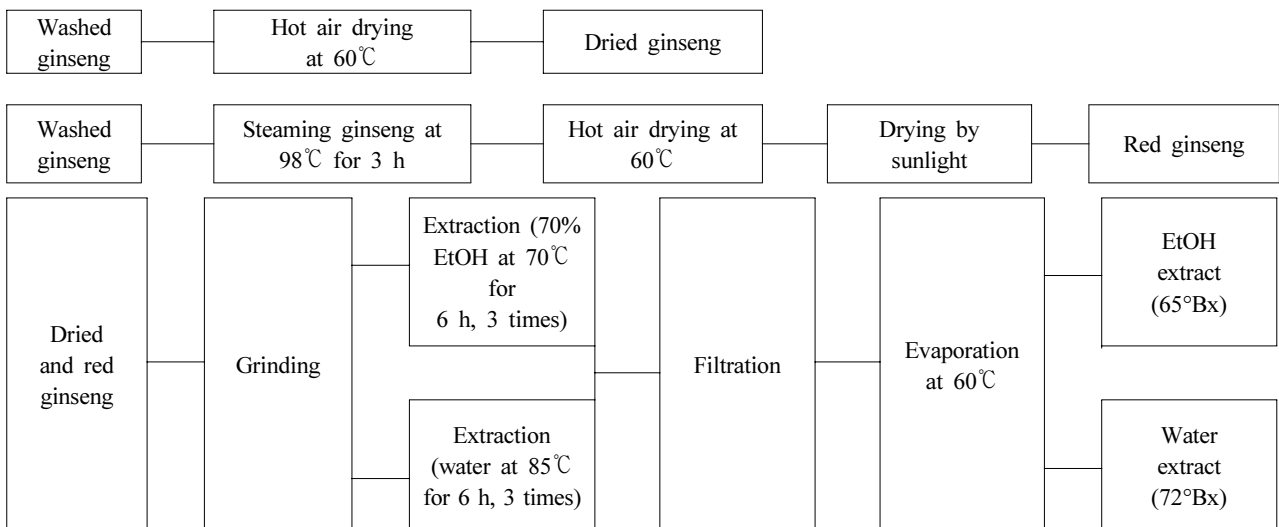


Fig. 1. Preparation of the processed products of fresh ginseng.

에 옮기고 50 mL의 *n*-hexane을 가한 후 Resipro shaker (SR-2W, Taitec, Japan)를 이용하여 250 rpm에서 5분간 진탕하는 방법으로 2회 분배하였다. *n*-Hexane 분배액을 무수 황산나트륨으로 탈수하여 35°C에서 감압농축 한 후 5 mL의 *n*-hexane에 용해하여 Table 3의 방법으로 정제하였으며, gas

liquid chromatograph electron capture detector(GC- ECD)로 difenoconazole의 잔류량을 분석하였다(Table 4와 5). 가공품은 시료의 특성상 불순물로 인하여 많은 방해 peak가 존재하기 때문에 시료별 년차별 정제 및 분석을 달리하였다.

Table 3. Purification conditions of ginseng and its processed products by Florisil column chromatography

Ginseng	Matrix	Washing		Elution	
		Volume (mL)	Solvent	Volume (mL)	Solvent
4-Year-old	Fresh, dried, red ginsengs and water extract of dried and red ginseng	50	n-Hexane:DCM ^{a)} :ACN ^{b)} (45:50:5, v/v/v)	40	DCM:ACN (50:50, v/v)
	Red ginseng and alcohol extract of dried ginseng	50	n-Hexane:DCM:ACN (50:40:10, v/v/v)	40	n-Hexane:DCM:ACN (50:30:20, v/v/v)
		20	n-Hexane:DCM:ACN (50:30:20, v/v/v)		
5-Year-old	Fresh, dried and red ginseng	50	n-Hexane:DCM:ACN (45:50:5, v/v/v)	30	DCM:ACN (50:50, v/v)
	Extracts of dried and red ginsengs	100	n-Hexane:DCM:ACN (45:50:5, v/v/v)	30	DCM:ACN (50:50, v/v)

^{a)}Dichloromethane, ^{b)}acetonitrile

Table 4. GC-ECD conditions for the analysis of pesticide in four-year-old ginseng and its processed products

Instrument	Agilent 7890 Gas chromatograph equipped with electron capture detector (ECD), Agilent, USA
Column	HP-5 capillary column 30 m L. × 0.25 mm I.D. × 0.25 μm film thickness
Temperature	Oven- programed from 230°C to 280°C at a rate of 7°C/min, increased to 300°C at a rate of 10°C/min for fresh ginseng programed from 230°C to 280°C at a rate of 15°C/min, increased to 300°C at a rate of 2°C/min for processed products Injector- 250°C Detector- 310°C
Flow rate	Carrier gas(N ₂) 1 mL/min
Injection vol.	1 μL
Split ratio	10:1

Table 5. GC-ECD conditions for the analysis of pesticide in five-year-old ginseng and its processed products

Instrument	Agilent 7890 Gas chromatograph equipped with electron capture detector (ECD), Agilent, USA
Column	HP-5 capillary column 30 m L. × 0.32 mm I.D. × 0.25 μm film thickness
Temperature	Oven- programed from 230°C to 280°C at a rate of 7°C/min, hold for 5 min, increased to 300°C at a rate of 10°C/min for fresh ginseng programed from 240°C to 270°C at a rate of 15°C/min, increased to 300°C at a rate of 10°C/min, hold for 7 min for processed products of ginseng Injector- 250°C Detector- 310°C
Flow rate	Carrier gas (N ₂) 1 mL/min
Injection volume	1 μL
Split ratio	10:1

회수율 시험

회수율 시험은 정량한계(limit of quantitation, LOQ), LOQ의 10배 및 잔류허용기준(maximum residue limit) 수준으로 5반복 분석하였다. 본래 최대잔류량 수준으로 하는 것이 원칙이나 안전사용기준에 준하여 살포하였을 경우 이론적으로 최대잔류량이 MRL을 초과하지 않기 때문에 MRL 수준으로 처리하여 분석하였다.

가공계수 산출

가공계수는 식 (1)의 방법으로 가공품 중 difenoconazole의 잔류량을 수삼 중 difenoconazole의 잔류량으로 나누어 가공계수를 산출하였다.

$$\text{가공계수} = \frac{\text{수삼 가공품 중 difenoconazole의 잔류량(mg/kg)}}{\text{수삼 중 difenoconazole의 잔류량(mg/kg)}} \quad (1)$$

결과 및 고찰

표준 검량선 작성

잔류량과 회수율을 산출하기 위하여 각기 농도가 다른 7종의 표준용액을 3반복 분석한 후 평균값을 이용하여 표준 검량선을 작성하였으며, 직선성은 양호하였다.

검출한계, 정량한계 및 회수율 시험

수삼 중 difenoconazole의 검출한계와 정량한계는 각각 0.001과 0.003 mg/kg이었으며, 가공품의 경우는 0.002와 0.007 mg/kg이었다. 또한 분석법의 회수율은 85.72-121.02%이었으며, Table 6에 결과를 제시하였다. 농촌진흥청(2010)에서 잔류 시험 권장 회수율 범위는 70-120%이고 변이계수는 10%미만(농촌진흥청, 2010)이며, 이를 감안하면 분석법은 양호한 것으로 판단된다. FAO/WHO 잔류농약 전문가 그룹(Joint FAO/WHO Meeting on Pesticide Residues, JMPR)(2003)은 당근 중 difenoconazole의 회수율이 85-129%이었고, 사탕나무 뿌리에서의 회수율은 72-110%이었다고 보고하였다.

인삼 및 가공품 중 difenoconazole의 잔류량

수삼

4년근 수삼 중 difenoconazole의 잔류량은 Table 7에 제

시한 바와 같이 0.006-0.007 mg/kg이었으며, 5년근 수삼의 경우 0.042-0.047 mg/kg이었다. 수삼 중 difenoconazole의 잔류량은 LOQ 수준의 낮은 잔류량을 보였는데 이는 인삼에 경엽살포 된 농약이 지하부에 있는 인삼까지 직접 도달한 양이 매우 미미하기 때문이라고 판단되었다(김, 2009). 4년근 수삼 보다 5년근 수삼의 잔류량이 더 높게 검출되었는데 인삼이 음식 식물로 차광 조건에서 재배되기 때문에 강우에 의한 유실(김 등, 2002) 및 광분해 등의 영향이 거의 없어 2년간 살포한 농약이 누적되었기 때문이라고 판단되었다. 김 등(2011)은 6년근 인삼에 difenoconazole을 살포 한 후 잔류량을 산출한 결과 LOQ인 0.02 mg/kg이하로 검출되었다고 보고하였는데 본 연구의 4년근 수삼 중 difenoconazole의 잔류량과 유사하였다.

건삼, 홍삼 및 가공품

수확한 수삼을 건삼과 홍삼으로 제조한 후 잔류농약을 분석한 결과 4년근 건삼과 홍삼 중 difenoconazole의 잔류량은 각각 0.012-0.013, 0.011 mg/kg이었으며, 5년근의 경우 각각 0.129-0.138, 0.087-0.099 mg/kg이었다. 건삼과 홍삼도 수삼의 경우와 마찬가지로 농약을 2년간 살포로 잔류량이 누적되어 5년근의 잔류량이 더 높게 검출된 것으로 판단되었다. 또한 건삼의 잔류량이 홍삼의 잔류량보다 높았는데 홍삼은 건삼과는 달리 98°C의 고온에서 3시간 이상 증자 후 열풍 및 태양 건조하여 제조하는 과정에서 농약이 소실된 결과로 판단되었다. Dong(2012)은 일광건조와 열풍 건조한 식품 중 잔류농약은 농약마다 약간은 상이하나 대부분 감소한다고 보고하였다. 식품의약품안전청(2009)의 보고에 의하면 6년근 건삼, 홍삼 및 농축액으로 제조하여 difenoconazole을 잔류 분석한 결과 건삼에서는 0.01 mg/kg이 검출되었으나, 홍삼에서는 LOQ이하로 검출되었다고 보고하였다. 또한 임 등(2006, 2007)은 수삼을 건삼과 홍삼으로 제조한 후 잔류농약 분석한 결과 건삼이 홍삼보다 잔류량이 높은 경향이었다는 보고와 유사하였다.

건삼 알코올 농축액의 잔류량은 4년근과 5년근 각각 0.016-0.017과 0.170-0.177 mg/kg이었으며, 물 농축액의 잔류량은 각각 0.014-0.016과 0.186-0.196 mg/kg이었다. 홍삼 농축액의 경우 4년근과 5년근 알코올 농축액의 잔류량은 각각 0.011-0.012와 0.103-0.113 mg/kg이었으며, 물 농축액의 잔류량은 각각 0.011-0.013과 0.123-0.125 mg/kg이었다. Log P가 낮고 수용해도가 높을수록 끓는 물에 더 많은 농약이 추출된다는 보고(Manikandan 등, 2009)에 의하면 difenoconazole의 경우 Log P가 높고 수용해도가 낮으므로 알코올 추출액의

Table 6. Limit of detection (LOD), limit of quantitation (LOQ) and recoveries of difenoconazole in ginseng and its processed products

Year	Matrix	LOD (mg/kg)	LOQ (mg/kg)	Fortification level (mg/kg)	Recovery (mean±SD ^{a)})
4-Year -old	Fresh ginseng	0.001	0.003	0.003	90.43±3.08
				0.03	96.34±3.02
				0.2	85.72±1.05
	Dried ginseng	0.002	0.007	0.007	106.07±3.33
				0.07	105.98±3.97
				0.2	104.71±0.76
	Red ginseng	0.002	0.007	0.007	115.94±0.85
				0.07	109.16±1.94
				0.2	103.16±0.46
	Alcohol extract of dried ginseng	0.002	0.007	0.007	121.02±2.53
				0.07	104.58±1.86
				1.0	98.93±2.33
	Water extract of dried ginseng	0.002	0.007	0.007	104.81±4.52
				0.07	101.16±1.36
				1.0	96.53±3.85
	Alcohol extract of red ginseng	0.002	0.007	0.007	113.03±2.55
				0.07	99.62±4.01
				0.5	100.83±1.79
Water extract of red ginseng	0.002	0.007	0.007	111.63±1.52	
			0.07	87.97±2.62	
			0.5	92.39±1.20	
5-Year -old	Fresh ginseng	0.001	0.003	0.003	107.46±3.20
				0.03	107.40±3.72
				0.2	105.55±1.27
	Dried ginseng	0.002	0.007	0.007	108.96±2.60
				0.07	101.17±2.68
				0.2	107.77±1.14
	Red ginseng	0.002	0.007	0.007	107.60±1.40
				0.07	112.89±1.99
				0.2	107.78±0.76
	Alcohol extract of dried ginseng	0.002	0.007	0.007	96.53±5.41
				0.07	90.63±0.83
				1.0	106.87±3.07
	Water extract of dried ginseng	0.002	0.007	0.007	91.83±4.69
				0.07	101.46±1.19
				1.0	98.31±1.39
	Alcohol extract of red ginseng	0.002	0.007	0.007	97.28±4.83
				0.07	92.11±2.09
				0.5	100.12±2.37
Water extract of red ginseng	0.002	0.007	0.007	86.44±1.95	
			0.07	104.93±1.50	
				0.5	101.98±3.32

^{a)}Standard deviation

Table 7. Residual amount of difenoconazole in fresh ginseng and its processed products

Ginseng	Matrix	Average Concentration (mg/kg)	Standard deviation	Coefficient of variation (%)
4-Year-old	Fresh ginseng	0.006	0.000	5.61
	Dried ginseng	0.012	0.001	4.24
	Red ginseng	0.011	0.000	1.28
	Alcohol extract of dried ginseng	0.016	0.000	2.42
	Water extract of dried ginseng	0.015	0.001	4.40
	Alcohol extract of red ginseng	0.011	0.000	3.499
	Water extract of red ginseng	0.012	0.001	5.556
5-Year-old	Fresh ginseng	0.044	0.001	3.375
	Dried ginseng	0.132	0.003	2.643
	Red ginseng	0.092	0.004	4.033
	Alcohol extract of dried ginseng	0.175	0.002	0.987
	Water extract of dried ginseng	0.191	0.004	1.939
	Alcohol extract of red ginseng	0.107	0.003	2.825
	Water extract of red ginseng	0.124	0.001	0.646

잔류량이 상대적으로 많을 것으로 예상되었지만 실제 알코올과 물 농축액 중 difenoconazole의 잔류량은 유사하였다. 김 등(2011)은 건삼 및 홍삼 알코올 농축액 중 difenoconazole의 잔류량은 0.07-0.08 mg/kg이었고, 물 농축액의 경우 모두 LOQ인 0.04 mg/kg이하라고 보고하였다. 위와 같은 보고는 본 연구결과와 상이한 결과를 나타내었는데, 이것은 알코올 농축액과 물 농축액의 잔류량 차이가 거의 없을 뿐만 아니라 잔류량 자체가 낮은 수준이기 때문이라고 판단되었다.

가공계수

4년근 건삼과 홍삼 중 difenoconazole의 가공계수는 Table

8에 제시한 바와 같이 각각 2.00-2.17과 1.62-2.03이었으며, 건삼 및 홍삼 농축액의 경우 1.76-2.98이었다. 5년근 건삼과 홍삼 중 difenoconazole의 가공계수는 각각 2.89-3.10과 1.89-2.25이었으며, 농축액의 경우 2.36-4.67으로 가공과정을 거치면서 농약의 농도는 증가하였다. 식품의약품안전청(2006)은 수삼 및 가공품 중 cyfluthrin외 8종의 농약에 대하여 가공계수를 산출하였으며, 0.01-5.25 범위였다고 보고하였다. 또한 김(2009)은 인삼의 재배 및 가공단계 별 azoxystrobin과 difenoconazole 잔류성 연구에서 6년근 인삼 가공품의 가공계수는 2.00-18.50이었다고 보고하였으며, 본 연구보다는 높은 가공계수를 보였다. 식품의약품안전청(2009)은 6년근 인

Table 8. Processing factors of difenoconazole in the processed products of fresh ginseng

Ginseng	Matrix	Average processing factor	Standard deviation
4-Year-old	Dried ginseng	2.04	0.15
	Red ginseng	1.88	0.11
	Alcohol extract of dried ginseng	2.78	0.20
	Water extract of dried ginseng	2.52	0.23
	Alcohol extract of red ginseng	1.97	0.11
	Water extract of red ginseng	2.06	0.17
5-Year-old	Dried ginseng	3.00	0.07
	Red ginseng	2.09	0.12
	Alcohol extract of dried ginseng	3.91	0.09
	Water extract of dried ginseng	4.33	0.17
	Alcohol extract of red ginseng	2.44	0.08
	Water extract of red ginseng	2.81	0.10

삼 가공품 중 difenoconazole의 가공계수는 0.61-6.00이라고 보고하였다. 이와 같이 시험에 따라 가공계수가 차이나는 것은 수삼 중 잔류량이 매우 낮았기 때문인 것으로 판단되었다.

감사의 글

본 논문은 2009-2010년도 식품의약품안전청의 재정적 지원으로 ‘국가 잔류농약 안전관리 연구사업단’에서 수행한 연구 결과의 일부이며 지원에 감사드립니다.

>> 인 / 용 / 문 / 헌

Dong F. (2012) The pesticide residue changes during food processing and storage, Institute of Plant Protection Chinese Academy of Agricultural Sciences p.28.

Manikandan N., S. Seenivasan, M. N. K. Ganapathy, N. N. Muraleedharan and R. Selvasundaram (2009) Leaching of residues of certain pesticides from black tea to brew, Food Chemistry 113:522~525.

FAO/WHO Joint Meeting on Pesticide Residues (2007) Evaluation Report 2007, pp.382~383.

강미영 (2002) 현대인의 식생활과 건강, 경북대학교 출판부.

김종걸 (2009) 인삼의 재배 및 가공단계 별 azoxystrobin, difenoconazole 잔류성 연구, 강원대학교 석사학위논문.

김종걸, 박홍열, 양규완, 김성수, 권찬혁, 정연호, 허장현 (2011) 국내산 인삼 가공과정 중 difenoconazole의 가공 및 감소계수 연구, 한국식품과학회지 43(3):263~270.

김효근, 이규승 (2002) 인삼재배를 위한 차광조건이 인삼의 생육과 토양 중 procymidone의 잔류에 미치는 영향, 한국환경농학회지 21(1):24~30.

농림수산식품부 (2010) 2009 인삼통계자료집 pp.38~44.

농촌진흥청 (2010) 농약관리법령 및 고시 훈령집 p.336.

박종대 (1996) 고려인삼의 화학성분에 관한 고찰, 고려인삼학회지 20(4):389~415.

박재규, 곽이성, 황미선, 김석창, 도재호 (2007) 건강기능식품에서 인삼제품 현황, 식품과학과 산업 6:30~45.

식품의약품안전청 (2006) 인삼 가공중 농약 감소율 산출 연구 보고서.

식품의약품안전청 (2009) 가공식품 중 농약잔류기준 설정 연구-인삼 및 건조농산물에 대하여- 연구보고서.

신영민, 이선화, 손영옥, 정지윤, 정성욱, 발홍재, 김성훈, 원영준, 이창희, 김우성, 홍무기, 채갑용 (2006) 인삼농축에서 GC를 이용한 잔류농약 동시다성분 분석법의 개발, 한국환경과학회지 15(1):85~94.

신정희 (2011) 가공식품에 대한 주부의 인식과 사용실태에 관한 연구-서울지역 주부를 대상으로-, 건국대학교 교육대학원 석사학위논문.

이재열 (1996) 인삼과 건강, 한림출판사.

임무혁, 권광일, 박건상, 이경진, 장문익, 윤원갑, 최우중, 유광수, 홍무기 (2007) 홍삼 가공중 azoxystrobin, fenhexamid 및 cyprodinil 농약의 감소율, 한국식품과학회지 39(5):575~579.

임무혁, 권광일, 박건상, 최동미, 장문익, 정지윤, 이경진, 윤원갑, 홍무기, 우건조 (2006) 인삼 가공 중 잔류농약의 감소계수 연구 (I), 농약과학회지 10(1):22~27.

한국작물보호협회 (2009) 농약사용지침서 p.83.

인삼 및 가공품 중 difenoconazole의 잔류특성 및 가공계수

노현호 · 이광현 · 이재윤 · 이은영¹ · 박영순² · 박효경³ · 오재호⁴ · 임무혁⁵ · 이용재⁶ · 백인호⁶ · 경기성*

충북대학교 농업생명환경대학 환경생명화학과, ¹(주)동부한농, ²(재)금산국제약초연구소, ³호서대학교 안전성평가 센터, ⁴식품의약품안전평가원, ⁵식품의약품안전청, ⁶(주)한국인삼공사

요 약 수삼을 건삼, 홍삼 및 농축액으로 제조하는 과정 중 difenoconazole의 잔류특성을 구명하고 가공계수를 산출하기 위하여 본 연구를 수행하였다. 약제 살포는 2009년(4년근)과 2010년(5년근) 2년에 걸쳐 안전사용기준에 준하여 약제를 살포하였으며, 수확한 인삼은 (주)한국인삼공사의 공인된 방법으로 건삼과 홍삼으로 제조한 후 각각의 물과 알코올 농축액을 제조하였다. 수삼 중 시험농약의 검출한계와 정량한계는 0.001과 0.003 mg/kg이었으며, 가공품의 경우 0.002와 0.007 mg/kg이었다. 4년근 수삼 및 가공품의 잔류량은 0.006-0.017 mg/kg이었으며, 5년근 수삼 및 가공품의 잔류량은 0.042-0.196 mg/kg으로 5년근 수삼 및 가공품 잔류량이 4년근 수삼 및 가공품 잔류량 보다 증가하였다. 수삼과 가공품의 잔류량 비로 산출한 가공계수는 4년근 건삼의 경우 1.71-2.17, 홍삼 1.62-2.03, 농축액 1.76-2.98이었으며, 5년근의 경우 건삼 2.89-3.07, 홍삼 1.89-2.20, 농축액 2.36-4.67이었다.

색인어 인삼, difenoconazole, 잔류농약, 가공계수