농약과학회지 제13권 제4호 (2009)
The Korean Journal of Pesticide Science Vol. 13, No. 4, pp. 232~240

연구보문/잔류·안전성

인삼의 재배 및 가공단계 별 Azoxystrobin 잔류성

김종걸 · 김성수 · 박홍열 · 지광용 · 이경희 · 함헌주 · 임무혁[1] · 허장현*

강원대학교 농업생명과학대학 생물환경학부, [1]식품의약품안전청

(2009년 12월 7일 접수, 2009년 12월 19일 수리)

Residues of Azoxystrobin during Cultivation and Processing of Ginseng

Jong Geol Kim, Seoung Su Kim, Hong Ryeol Park, Kwang Young Ji, Kyung Hee Lee, Hun Ju Ham, Moo Hyeog Im[1] and Jang Hyun Hur*

Division of Biological Environment, College of Agriculture and Life Sciences, Kangwon National University, Chuncheon 200-701, Korea, [1]Food and Drug Administration, Seoul 122-704, Korea

Abstract

The aim of this study was to determine the processing and reduction factors for ginseng and its commodities during ginseng processing to obtain information of pesticide residue in ginseng. For this study, azoxystrobin was used in two field containing 6 years old ginseng plants. Ginsengs were harvested and processed to obtain different commodities (Dried ginseng, red ginseng and ginseng water and alcohol extracts, red ginseng water and alcohol extracts) for pesticide analysis. The amount of residue levels from wonju and icheon for fresh ginseng were 0.05, 0.03 mg kg^{-1} dried ginseng were 0.12, 0.14 mg kg^{-1}, red ginseng were both 0.05 mg kg^{-1}, ginseng alcohol extract were 0.28, 0.33 mg kg^{-1}, ginseng water extract were 0.22, 0.16 mg kg^{-1}, red ginseng alcohol extract were 0.31, 0.20 mg kg^{-1} and red ginseng water extract were 0.09, 0.11 mg kg^{-1} respectively. These data were under MRLs notified by KFDA. The processing factors for ginseng products were 3.25, 1.34, 7.84, 4.63, 6.15 and 2.56 respectively. The reduction factors for ginseng products were 1.19, 0.51, 3.41, 1.91, 2.74 and 1.00 respectively. These data showed increment during processing which could be due to concentration but considering water contents, residue levels were similar or decreased than the initial residue level during processing.

Key words azoxystrobin, processing factor, reduction factor

서 론

인삼(*Panax ginseng* C.A. Meyer)은 오갈피나무과(Araliaceae) 인삼속(Panax)에 속하는 다년생 초본 식물로서 한방에서는 그 뿌리를 인삼(Ginseng, radix)이라 하여 약용으로 사용하고 있다(이, 1994). 인삼은 가공방법에 따라 말리지 않은 인삼인 수삼, 수삼을 증기 또는 기타 방법으로 쪄서 익혀 말린 홍삼, 수삼을 햇볕, 열풍 또는 기타 방법으로 익히지 않고 말린 건삼(백삼), 수삼을 물에 익혀 말린 태극삼, 홍삼 및 건삼으로부터 물이나 주정 또는 물과 주정을 혼합한 용매로 추출 여과하여 농축한 인삼 및 홍삼 농축액 등으로 분류되며, 국내에서 수삼 45%, 홍삼 33%, 건삼 20%, 태극삼 2%로 유통되어 가공을 통한 소비가 많은 농산물 중 하나이다(KFDA, 2006; 농림수산식품부, 2009).

인삼 재배현황은 2008년 국내에서 재배면적(19,408 ha), 재배 농가수(24,298 호), 생산량(24,613 톤), 생산액(7,355 억원), 수출량(2,128 톤) 등이 점차 증가하는 추세이며(농림수산식품부, 2009), 수출액이 97.2 백만불로 단일품목으로는

*연락저자 : Tel. +82-33-257-6441, Fax. +82-33-241-6640
E-mail: jhhur@kangwon.ac.kr

농산물중 가장 높은 수출액을 나타내 국내에서도 중요한 수출품목 중 하나로 수출전략품목으로 관리되고 있다(농수산물유통공사, 2009). 그러나 인삼은 내음지성 작물로 한번 정식하게 되면 4년에서 6년간 재배하는 재배적 특성으로 연작에 의한 병충해가 많은 작물이다. 특히 연작 시 병해 발생율이 매우 심한 것으로 보고되고 있으며(Kang *et al*., 2007), 병충해 역시 발생된 후의 구제가 다른 작물에 비해 어려워 효과적인 방제를 위해서는 전적으로 농약에 의존하고 있는 실정이다(신 등, 2005). 이에 국내에서는 1996년부터 인삼 중 농약잔류허용기준을 설정하여 2009년 현재 수삼 및 인삼 가공품에 59종의 농약에 대해서 관리하고 있으며(식품의약품안전청, 2009), 미국, 유럽, 일본 등 여러 국가에서도 인삼 중 농약잔류허용기준이 설정되어 있다. 하지만 인삼 중 농약잔류허용기준의 지속적인 설정에도 불구하고 기준이 설정되어 있는 농약은 59종에 불과하며 이 중 수삼, 건삼, 홍삼 및 농축액에 대해서 모두 기준이 설정되어 있는 농약은 22종 정도 뿐이다. 국외적으로는 국가별 농약 잔류허용기준이 상이하고 이로 인한 인삼 무역 시 마찰이 우려되고 있다. 또한 국가 간 무역 마찰 시 기준이 될 수 있는 Codex기준이 아직 인삼에 설정되어 않아 국제적 기준 설정이 시급한 실정이다.

일반적으로 인삼은 그대로 섭취하는 것 외에도 세척, 건조, 저장 및 증삼의 가공 과정을 거쳐 가공품으로 제조되어 소비되기 때문에 인삼의 가공 과정에 따른 가공계수 및 감소계수 산출이 중요하며, 이를 수삼의 기준에 적용하여 가공품에 대한 합리적인 농약잔류허용기준 설정이 가능하다. 대부분의 농약은 인삼 가공 중 쉽게 분해되어 최종 제품에서 상당히 감소될 것으로 예상 되어 인삼 및 인삼 가공품에 대하여 농약잔류허용기준의 추가 및 개정이 요구 되고 있으나 인삼 가공단계 중 농약의 잔류량 변화 연구가 미비하여, 이를 뒷받침 할 수 있는 가공계수 및 감소계수 등에 대한 체계적인 연구가 필요한 실정이다. 현재 인삼 가공에 의한 가공계수와 감소계수에 대한 연구보고는 많지 않으나 최근 식품의약품안전청에서 이에 대한 필요성을 인식하여 연구가 진행되었고(장은경, 2006; 임등, 2006; 임 등, 2006), 이 같은 연구결과를 통해 인삼재배에 사용할 수 있는 농약에 대해 잔류허용기준을 지속적으로 설정하여 왔다. 그러나 인삼 재배 중 사용할 수 있게 등록되어 있는 농약이 106품목 69성분인 것에 비해 인삼 및 인삼가공품 중 기준이 설정되어 있는 농약은 59종에 불과하며 이 중 수삼, 건삼, 홍삼, 및 농축액에 대해서 모두 기준이 설정되어 있는 농약은 22종에 뿐이다(식품의약품안전청, 2009).

따라서 본 연구에서는 강원도 원주와 경기도 이천의 6년근 인삼 포장에 azoxystrobin을 살포한 후 인삼 가공단계 별 농약의 잔류량, 가공계수 및 감소계수를 산출하였고 그 결과를 인삼 중 농약 관련기준의 재·개정과 안전성 확보를 위한 기초자료로 사용하고자 한다.

재료 및 방법

분석대상 농약

분석대상 농약은 인삼에 등록된 약제 중 대표적으로 사용되고 있는 살균제인 azoxystrobin으로 분석용 표준품은 순도 99%의 Dr. Ehrenstorfer사(독일) 제품을 사용하였으며, azoxystrobin의 이화학적 성질은 Table 1과 같다.

작물 관리 및 약제처리

시험포장은 2개 지역(포장 1, 강원도 원주시 소초면 교항리; 포장 2, 경기도 이천시 율면 월포리)에서 azoxystrobin의 사용이력이 없는 6년근 인삼 재배포장을 임대하였다. 시험포장은 원주 74 m^2, 이천 72 m^2의 면적을 시험구로 사용하여 등의 관행농법으로 재배하였다. 시험포장의 토성 및 이화학적 성질은 Table 2와 같았으며, 시험기간 전 5년간의 농약사용이력은 종자 파종 전 tolclofos-methyl로 종자분의처리 외에 원주의 경우 polyoxin D, cypermethrin, mancozeb, 이천은 polyoxin D, mancozeb을 사용하였고, 시험기간 중 병해충 방제를 위하여 azoxystrobin외의 약제는 사용하지 않았다. 약제처리는 azoxytrobin 20% 액상수화제로 농약사용지침서의 안전사용기준(작물보호협회, 2008)에 따라 10 mL 20 L^{-1}의 양을 물을 희석하여 인삼 줄기 및 잎에 약액이 흐를 정도로 살포 하였다. 약제처리 시기는 2008년 9월 7일을 시작으로 10월 7일 까지 시험구에 살포하였으며, 처리방법은 Table

Table 1. Physicochemical properties of azoxystrobin

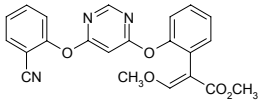
Chemical structure	Fomular	M.W.	M.P. (°C)	B.P. (°C)	Activity
	$C_{22}H_{17}N_3O_5$	403.4	116	345	fungicide (strobilurin)

Table 2. Soil texture and physicochemical properties of experimental fields

	pH (1:5)	EC[1] (dS/m)	OM[2] (g/kg)	Ca	K	Mg	Na	P_2O_5	NO_3	Sand	Silt	Clay	Soil Texture
				(cmol(+)/kg)				(mg/kg)		(%)			
Field 1	5.39	0.93	11.63	8.15	0.09	2.41	0.59	60	1236.33	80.04	11.96	8.0	LS[3]
Field 2	6.29	1.91	4.64	3.25	0.31	1.83	0.57	392	295.17	47.52	54.48	18.0	L[4]

[1] EC : Electric Conductivity; [2] OM : Organic Matter; [3] LS : Loamy Sand; [4] L : Loam

Table 3. Treatment of azoxystrobin in ginseng

Pesticide	A.I. contents & Formulation	Spray day before harvest	Spray interval	Times of spay
Azoxystrobin	20% SC	Before 7 days	10 days	4

3과 같다. 시료수확은 2008년 10월 14일 수확하였으며, 채취된 시료는 흙을 제거한 후 처리구별로 실험실로 운반하여 실험실내에서 처리구별로 수삼 분석시료와 가공품(건삼, 홍삼, 인삼농축액 및 홍삼농축액) 제조를 위한 양을 구분하였다.

시료가공

수확된 수삼은 KT&G 중앙연구소의 협조를 받아 각 처리구 별로 건삼, 홍삼, 인삼 농축액, 홍삼 농축액으로 가공하였다. 특히 농축액의 경우 시중에서 알코올과 물로 추출된 제품이 판매되고 있어 알코올 농축액과 물 농축액 시료를 제조하였다. 건삼은 수삼을 치미(治尾), 세척 후 60°C의 열풍기로 수분함량 14% 이하가 될 때 까지 건조하여 제조하였다. 홍삼은 수삼을 치미, 세척 후 98°C의 증기로 3시간 정도 증자하여 65°C의 열풍기로 수분함량 50~55%가 될 때 까지 1차 건조한 후, 건조된 시료 중 홍미삼(잔뿌리)을 제거한 후 수분함량 14% 이하까지 일광으로 2차 건조하여 제조하였다. 알코올 농축액은 건삼과 홍삼을 1 cm 내로 세절 후 마쇄하여 70% ethanol(주정)으로 70°C의 수욕 상에서 6시간 씩 환류냉각 하면서 3회 반복 추출한 후, 추출된 여액을 60°C 수욕상에서 농축하여 65° Brix의 인삼 및 홍삼 알코올 농축액을 제조하였다. 물 농축액은 건삼과 홍삼을 1 cm 내로 세절 후 마쇄하여 물(증류수)로 85°C의 수욕 상에서 6시간 씩 환류냉각 하면서 3회 반복 추출한 후, 추출된 여액을 60°C 수욕 상에서 농축하여 72° Brix의 인삼 및 홍삼 물 농축액을 제조하였다.

시료전처리 및 기기 분석조건

수삼은 시료 20 g에 acetonitrile 100 mL를 가하여 homogenizer에서 약 3분간 8,000 rpm으로 균질화 하였으며, 건삼 및 홍삼은 시료 10 g에 증류수 30 mL를 넣어 10분 동안 습윤 시킨 후 acetonitrile 100 mL를 가하여 shaker에서 약 1시간, 250 rpm으로 균질화 하였다. 인삼 및 홍삼 농축액은 시료 10 g에 증류수 50 mL를 넣어 완전하게 녹인 후 acetonitrile 100 mL와 celite 545 10 g을 가하여 shaker에서 약 1시간, 250 rpm으로 균질화 하였다. 각 균질화 된 시료는 celite 545 층이 있는 Whatman No. 42 filter paper를 통과시켜 흡인여과하였으며, 50 mL의 acetonitrile로 용기 및 잔사를 씻어 여액과 합하였다. 여과액 중 acetonitrile을 감압유거한 후 포화식염수 50 mL, 증류수 500 mL를 첨가하여 dichloromethane 50 mL로 2회 분배하였다. Dichloromethane 분배액을 sodium sulfate anhydrous로 탈수하여 dichloromethane을 감압 유거하였으며, 농축잔류물을 dichloromethane 10 mL로 재용해하였다. 130°C에서 5시간 이상 활성화시킨 florisil 10 g, sodium sulfate anhydrous 3 g 및 seasand 3 g이 건식충진된 glass column(∅ 14.6 mm × 400 mm)에 dichloromethane 50 mL로 pre-washing한 후 상기 시료 10 mL를 glass column에 loading하고, dichloromethane/ethylacetate(95/5, v/v) 혼합용매 100 mL와 dichloromethane/ethylacetate(90/10, v/v) 혼합용매 40 mL를 연속으로 흘려 세정하였다. 이 후 dichloromethane/ethylacetate(90/10, v/v) 혼합용매 80 mL를 이용하여 azoxystrobin을 용출시켜 감압 농축하였으며, 농축잔류물은 acetone 4 mL로 재 용해하여 GLC/ECD로 분석하였다. 이후 azoxystrobin의 확인을 위하여 GC/MSD SIM mode로 정성 분석하였으며, GC/ECD, GC/MSD의 기기분석 조건은 Table 4, Table 5와 같다.

회수율 실험

회수율 시험은 LOQ, LOQ×10, MRL 수준 또는 LOQ × 50의 3수준으로 실시하였으며, 무처리구 시료에 각 수준으로 azoxystrobin을 처리한 후 균일하게 혼합하여 30분간 방치한 후, 상기의 시료분석과정과 동일한 방법으로 수행하여 회수율을 산출하였다.

Table 4. GC/ECD operating conditions for azoxystrobin

Instrument	HP 7890A Gas Chromatograph, Agilent, USA	
Detector	Electron Capture Detector (ECD)	
Column	HP-5 (30 m × 0.35 mm × 0.25 μm), Agilent, USA	
Temperature	Column oven	Initial 180°C (2 min. hold) → Increased at 10°C $min.^{-1}$ to 300°C (6 min. hold)
	Injection port	260°C
	Detector block	320°C
Gas flow rate	1.2 mL $min.^{-1}$, split ratio (20:1)	
Injection volumn	1.0 μL	

Table 5. GC/MSD operating conditions for azoxystrobin

Instrument	HP 7890A Gas Chromatograph, Agilent, USA	
Detector	5975C Mass Selective Detector (MSD), Agilent, USA	
Column	HP-5 ms (30 m × 0.25 mm × 0.25 μm), Agilent, USA	
Temperature	Column oven	Initial 180°C (2 min. hold) → Increased at 10°C $min.^{-1}$ to 280°C (6 min. hold)
	Injection port	250°C
	Detector block	320°C
Gas flow rate	1.2 mL $min.^{-1}$, split ratio (3:1)	
MSD condition	Ion source	EI, 70 eV
	Ion source temperature	230°C
	SIM mode	344, 372, 388 m/z
Injection volume	1.0 μL	

가공단계별 가공계수 및 감소계수 산출

수삼, 건삼, 홍삼, 인삼농축액(물 추출, 알코올 추출) 및 홍삼농축액(물 추출, 알코올 추출) 중 잔류농약을 분석하여 잔류량을 산출하고 가공 전 잔류량과 가공 후 잔류량의 비율을 비교하여 가공단계에 따른 가공계수를 산출하였다. 시료의 수분함량을 고려하여 건조무게기준으로 잔류농약의 절대량으로 환산하여 가공 전 잔류량과 가공 후 잔류량의 비율로 가공단계에 따른 감소계수를 산출하였으며 수분함량은 식품공전의 105°C 상압가열 건조법으로 측정하였다.

1) 가공계수(Processign factor, wet basis)
   = 인삼 가공품의 농약잔류량(mg kg^{-1})
   /수삼의 농약 잔류량(mg kg^{-1})
2) 감소계수(Reduction factor, dry basis)
   = 인삼 가공품의 건물기준 농약잔류량(mg kg^{-1})
   /수삼의 건물기준 농약잔류량(mg kg^{-1})
3) 건물기준 농약잔류량(mg kg^{-1})
   = 농약잔류량×100/100-수분함량

결과 및 고찰

분석법의 회수율

분석법의 적합성을 판단하기 위해 수삼, 건삼, 홍삼, 인삼 알코올 농축액, 인삼 물 농축액, 홍삼 알코올 농축액 및 홍삼 물 농축액 중 회수율 실험을 상기 분석법에 준하여 수행한 결과 전체적인 회수율 범위는 71.7~108.3% 이었다(Table 6).

인삼 및 인삼 가공품 중 azoxystrobin의 잔류량

강원도 원주와 경기도 이천의 6년근 인삼포장에 azoxystrobin을 농약사용지침서에 준해 살포하여 재배된 수삼과 이를 원료로 가공된 건삼 홍삼, 건삼 알코올 농축액, 건삼 물 농축액, 홍삼 알코올 농축액 및 홍삼 물 농축액을 분석한 결과 및 대표적인 크로마토그램은 Table 7, Fig. 1, Fig. 2와 같았다.

Azoxystrobin의 잔류량은 수삼의 경우 원주와 이천에서 각각 0.05, 0.03 mg kg^{-1}으로 검출되었으며, 건삼 0.12, 0.14 mg kg^{-1}, 홍삼에서 모두 0.05 mg kg^{-1}, 인삼 알코올 농축액 0.28, 0.33 mg kg^{-1}, 인삼 물 농축액 0.22, 0.16 mg kg^{-1}, 홍

Table 6. Limit of quantification and recoveries for azoxystrobin analysis

Matrix		Fortification level (mg kg^{-1})	Recovery (%)		LOQ (mg kg^{-1})
			Field 1	Field 2	
Fresh ginseng		0.02	80.5±2.0	101.2±6.1	0.02
		0.20	96.3±7.4	100.6±5.8	
		0.50	100.6±5.8	96.6±5.8	
Dried ginseng		0.04	71.8±2.6	86.4±7.1	0.04
		0.40	84.2±2.8	102.6±4.2	
		0.50	97.6±5.4	90.0±7.4	
Red geinseng		0.04	85.6±7.0	79.4±2.4	0.04
		0.40	86.3±2.0	78.7±3.7	
		0.50	79.4±3.8	80.1±3.1	
Ginseng estract	EtOH extract	0.04	75.3±3.6	71.7±1.0	0.04
		0.40	80.7±1.6	79.7±1.6	
		2.00	79.2±1.9	74.0±1.2	
	water extract	0.04	87.3±1.8	108.3±0.2	0.04
		0.40	89.5±2.8	88.6±4.3	
		2.00	82.5±1.8	84.5±7.8	
Red ginseng extract	EtOH extract	0.04	92.8±4.4	106.8±1.8	0.04
		0.40	78.9±0.4	107.3±1.8	
		2.00	75.4±2.3	72.5±0.9	
	water extract	0.04	73.7±1.2	89.9±8.7	0.04
		0.40	82.6±2.7	90.4±1.3	
		2.00	78.4±4.2	72.1±1.4	

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

Matrix		Area	Residual amounts (mg kg^{-1})	MRL (mg kg^{-1})
Fresh ginseng		Field 1	0.05±0.00	0.5
		Field 2	0.03±0.00	
Dried ginseng		Field 1	0.12±0.01	0.5
		Field 2	0.14±0.01	
Red geinseng		Field 1	0.05±0.00	0.5
		Field 2	0.05±0.00	
Ginseng extract	EtOH	Field 1	0.28±0.01	2.0
		Field 2	0.33±0.00	
	Water	Field 1	0.22±0.00	2.0
		Field 2	0.16±0.00	
Red ginseng extract	EtOH	Field 1	0.31±0.00	2.0
		Field 2	0.20±0.01	
	Water	Field 1	0.09±0.00	2.0
		Field 2	0.11±0.00	

삼 알코올 농축액 0.31, 0.20 mg kg^{-1}, 홍삼 물 농축액 0.09, 0.11 mg kg^{-1}으로 검출되었다. 모두 수삼에서의 초기 잔류량이 LOQ와 비슷한 수준의 낮은 잔류량을 보였는데 이는 농약 살포시 농약사용지침서에 따라 경엽살포를 하여 잎에 살포된 농약이 토양으로 흘러내리거나 토양에 떨어져 토양 속 뿌리 부분까지 직접 도달한 양이 매우 적었기 때문이라고 판단된

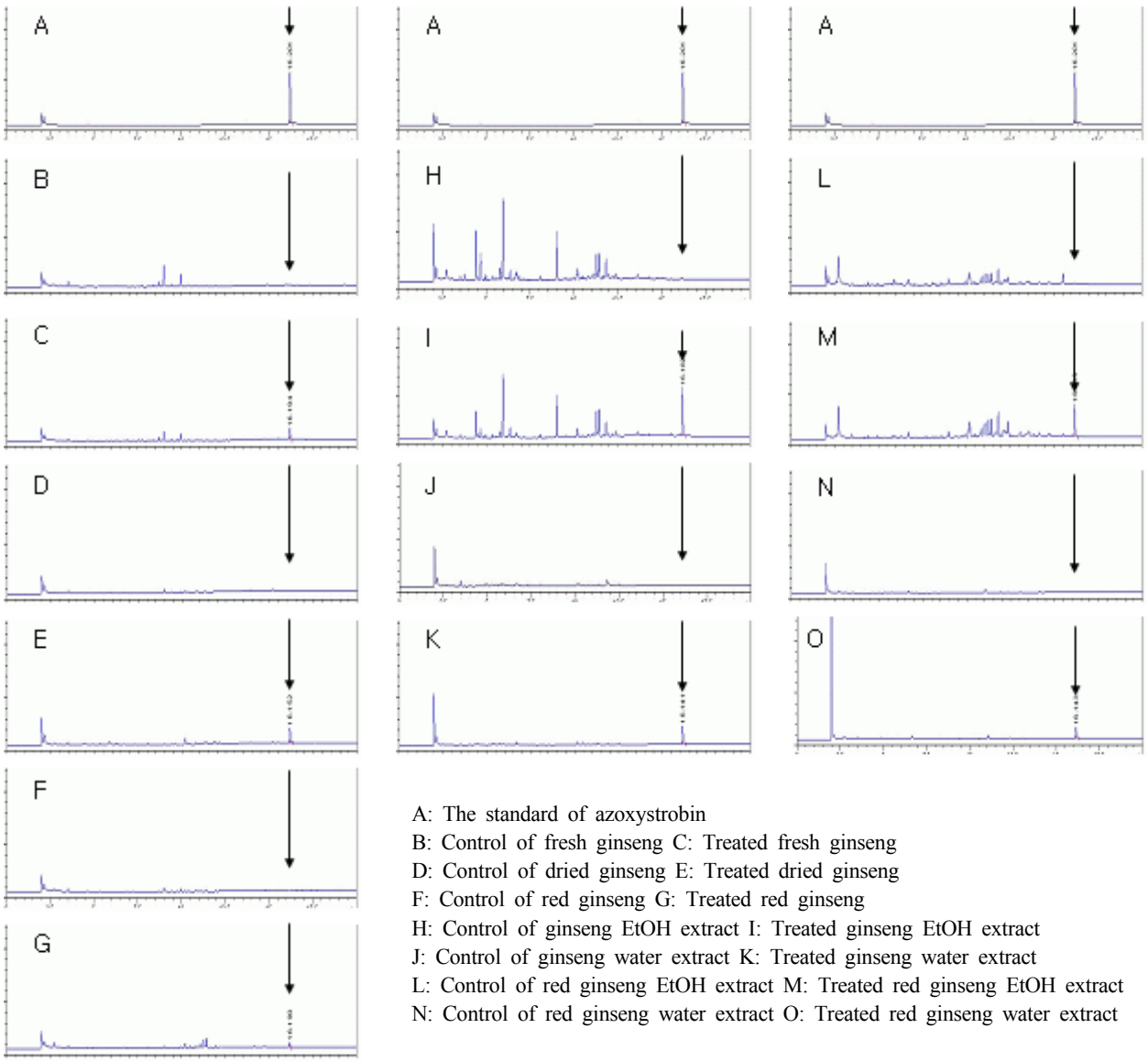


Fig. 1. GC/ECD typical chromatgrams of azoxystrobin in fresh ginseng and its processed products.

다. 실제로 김 등(2008)의 실험결과에서도 인삼포장에서 비닐멀칭을 통해 약제 살포시 약제가 토양으로 들어가는 경로를 차단한 후 인삼을 수확하여 분석한 결과 azoxystrobin이 검출한계(0.02 mg kg^{-1}) 이하의 잔류량을 보였다. Azoxystrobin은 가공단계가 진행되면서 수삼보다 잔류량이 증가하는 경향을 나타내었다. 그 중 홍삼의 경우 건삼에 비해 잔류량이 약 2.4~2.8배 정도 낮았는데, 이는 홍삼은 가공과정 중 98°C의 스팀을 3시간 증자하는 과정과 65°C의 열풍건조 외에도 약 1달 정도의 태양광 건조과정을 거치기 때문에 건삼과는 달리 상당수의 농약이 분해되었기 때문으로 판단되며 기존 국내 관련 연구와 비슷한 결과를 보였다(장 2006; 임 등, 2007). 마찬가지로 홍삼의 잔류량이 건삼보다 낮았기 때문에 홍삼을 원료로 사용하는 홍삼 농축액이 인삼 농축액 보다 잔류량이 낮은 결과를 보였으며, 국내의 관련 연구와 비슷한 결과를 보였다(식품의약품안전청, 2004; 임 등, 2004; 장, 2006; 임 등, 2007). 농축액의 경우 제조과정에서 사용한 추출용매에 따라 잔류량의 변화가 컸다. 인삼 알코올 추출 농축액, 홍삼 알코올 농축액에서 높은 잔류량을 나타냈으며, 상대적으로 인삼 물 추출 농축액, 홍삼 물 추출 농축액에서는 알코올 추출 농축액보다 낮은 잔류량을 나타내었다. 이는 azoxystrobin의 Kow log P 값이 2.5로 물보다는 알코올 같은 유기용매를 통해 더 많은 양이 추출 된다는 것을 알 수 있었으며, 농축액 제조 시 알코올 추출보다는 물로 추출하는 방법이 농약을 제거하여 안전성을 확보하는 측면에서는 유리한 것으로 판단되었다.

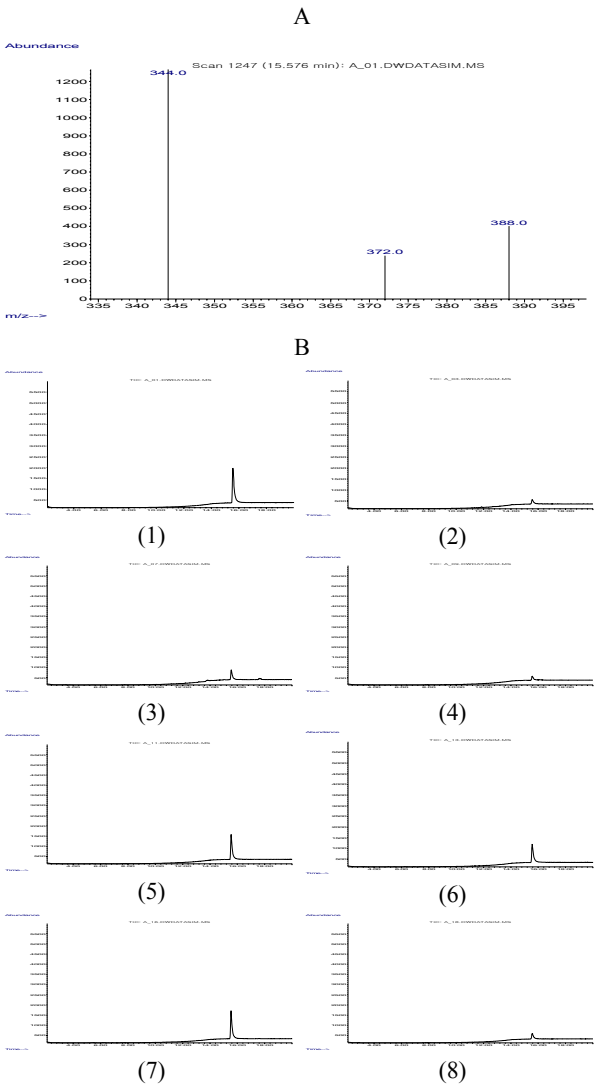


Fig. 2. A: GC/MSD spectrum in azoxystrobin B: Typical chromatograms of azoxystrobin by GC/MSD SIM mode (1) Standard of azoxystroin, (2) Fresh ginseng, (3) Dried ginseng, (4) Red ginseng, (5) Ginseng EtOH extract (6) Ginseng water extract, (7) Red ginseng EtOH extract, (8) Red ginseng water extract.

현재 국내에서는 KFDA에서 azoxystrobin에 대하여 수삼, 건삼, 홍삼, 인삼 농축액, 홍삼 농축액의 MRL을 설정하여 관리하고 있다. 본 실험결과에서 나타난 수삼 및 가공품 중 azoxystrobin의 잔류량은 0.03~0.33 mg kg^{-1}으로 모두 MRL이하의 수준을 나타냈다. 따라서 본 연구 결과 국내에 설정되어있는 인삼 및 인삼 가공품 중 azoxystrobin의 안전사용기준과 이를 통해 재배되어진 수삼 및 가공품에 대한 안전성을 확인 할 수 있었다.

인삼 가공 중 azoxystrobin의 가공계수 및 감소계수

수삼 및 그 가공품에 대한 수분함량은 평균 5.6~24.5%를 나타내었으며(Table 8), 수삼 및 가공품 중 azoxystrobin의 잔류량을 통해 가공단계에 따른 가공계수를 산출한 결과 Table 9와 같았다. 건삼 가공 중 azoxystrobin의 가공계수는 3.25, 홍삼에서 1.34, 인삼 알코올 농축액, 7.84, 인삼 물 농축액 4.63, 홍삼 알코올 농축액 6.15, 홍삼 물 농축액 2.56으로 가공과정을 거치며 농약의 잔류량이 1.34~7.84배 정도 증가하는 것을 확인할 수 있었다. 이는 건삼과 인삼 농축액에서 각각 2.33, 6.67의 가공계수를 보인 임 등(2006)의 연구와 홍삼, 홍삼 농축액에서 각각 2.0, 6.78의 가공계수를 보인 임 등(2007)의 연구 결과와 비슷한 결과였다. 감소계수는 인삼가공 중 잔류농약의 변화를 잘 파악할 수 있는 결과로 각 시료의 수분함량을 고려하여 인삼제품에 잔류된 농약을 절대량으로 나타낸 값이다. 수삼을 기준으로 건삼과 홍삼에서 감소계수의 값이 1부근이면 잔류농약의 변화가 거의 없고, 1이하이면 잔류농약이 감소하는 것을 의미한다. Table 10은 수삼 및 가공품 중 농약의 잔류량을 통해 가공단계에 따른 azoxystrobin의 감소계수를 산출한 결과로 건삼에서 1.19, 홍삼에서 0.51, 인삼 알코올 농축액, 3.41, 인삼 물 농축액 1.91, 홍삼 알코올 농축액 2.74, 홍삼 물 농축액 1.00으로 가공과정을 거치며 azoxystrobin이 감소하거나 약간 증가하는 경향을 보였다. 감소계수를 통해 나타난 가공단계 별 azoxystrobin의 잔류변화는 잔류량 결과에서도 나타난 것처럼 건삼 보다는 홍삼, 인삼 농축액 보다는 홍삼 농축액에서 감소경향이 나타났으며, 농축액에서는 물 추출 농축액이 알코올 추출 농축액 보다 큰 감소경향을 나타냈다. 이는 건삼과 인삼 농축액에서 각각 0.73, 3.23의 감소계수를 보인 임 등(2006)의 연구와 홍삼, 홍삼 농축액에서 각각 0.66, 3.25의 감소계수를 보인 임 등(2007)의 연구 결과와 비슷한 결과를 보였다.

본 실험결과 국내에 설정되어있는 인삼 및 인삼 가공품 중 azoxystrobin의 안전사용기준과 이를 통해 재배된 수삼 및 가공품에 대한 안전성을 확인 할 수 있었다. 또한 azoxystrobin은 인삼가공 단계를 거치면서 농축되어 잔류량이 증가하는 경향을 보였으나, 가공 중의 수분함량을 고려하였을 경우 실제적으로 농약은 비슷하거나 감소하는 것으로 나타났다. 농축액의 경우 잔류량이 MRL 이하였지만, 추출 용매에 따라 잔류농약 수준이달라지므로 농축액에 대한 잔류허용기준 설정 시 알코올 추출 농축액과 물 추출 농축액 의 차이를 고려하여 설정하는 것이 필요할 것으로 사료된다. 아울러 각 농약에 대한 지속적인 가공계수와 감소계수에 대한 연구를 통해

Table 8. Water contents of the fresh ginseng and its processed products

Area	Water Contents (%)						
	Ginseng	Dried ginseng	Red ginseng	Ginseng extract		Red ginseng extract	
				EtOH	Water	EtOH	Water
Field 1	67.0±1.0	5.6±0.3	12.6±0.4	21.9±0.1	16.7±0.2	24.5±0.2	16.6±0.4
Field 2	65.6±0.7	8.4±0.3	10.6±0.3	21.9±0.1	18.9±0.4	24.2±0.1	11.8±0.2

Table 9. Processing factors of azoxystrobin in fresh ginseng and its products

	Processing factor						
	Ginseng	Dried ginseng	Red ginseng	Ginseng extract		Red ginseng extract	
				EtOH	Water	EtOH	Water
Minimum	1.00	1.74	0.83	4.27	3.46	4.97	1.37
Maximum	1.00	5.28	2.10	12.88	6.22	7.78	4.29
Average	1.00	3.25±1.17	1.34±0.38	7.84±2.86	4.63±0.70	6.15±0.66	2.56±0.97

Table 10. Reduction factors of azoxystrobin in fresh ginseng and its processed products

	Processing factor						
	Ginseng	Dried ginseng	Red ginseng	Ginseng extract		Red ginseng extract	
				EtOH	Water	EtOH	Water
Minimum	1.00	0.61	0.32	1.80	1.37	2.17	0.54
Maximum	1.00	1.99	0.81	5.67	2.64	3.53	1.67
Average	1.00	1.19±0.47	0.51±0.15	3.41±1.30	1.91±0.03	2.74±0.32	1.00±0.38

가공 중 농약의 잔류특성을 파악하고, 이를 토대로 국내외 인삼 및 인삼 가공품 중 농약 잔류허용기준의 재·개정 및 안전성 확보가 이루어져야 할 것으로 판단된다.

감사의 글

본 연구는 2009년도 식품의약품안전청의 연구비 지원에 의해 수행된 인삼 재배 가공 중 농약 잔류성 연구과제의 일부이며 이에 깊이 감사드립니다.

>> 인 / 용 / 문 / 헌

Kang, S.W., B.Y. Yeon, G.S. Hyeon, Y.S. Bae, S.W. Lee and N.S. Seong (2007) Changes of soil chemical properties and root injury ratio by progress years of post-harvest in continuous cropping soils of ginseng. Korean J. Medicinal Crop. Sci. 15(3):157～161.

KFDA (2006) Health Functional Food Code. KFDA. Seoul, Korea. p.45～55.

김장억, 김태화, 김영환, 이주희 김진수, 백승경, 최수연, 윤영남, 유용만 (2008) 안전사용기준에 따라 살포된 살균제 Tolclofos-methyl, Azoxystrobin 및 Difenoconazole의 인삼 중 잔류량. 한국약용작물학회지 16(6):390～396.

농림수산식품부 (2009) 2008 인삼통계자료집. p.2～45.

농수산물유통공사 (2009) 2008 농림수산식품 수출동향. p.3.

식품의약품안전청 (2004) 식품의 식품중 농약잔류허용기준 및 관리 개선 연구. 식품의약품안전청연구보고서 8(1):632～637.

식품의약품안전청 (2009) 식품의 농약 잔류허용기준. p.2～120.

신영민, 손영욱, 이선화, 정지윤, 원영준, 이창희, 김우성, 채갑용, 홍무기 (2005) 인삼농축액의 잔류농약 제거기술 개발에 관한 연구. 한국농약과학회지 9(1):41～50.

이재열 (1994) 인삼과 건강. 한림출판사. p.104.

임무혁, 권광일, 박건상, 최동미, 장문익, 정지윤, 이경진, 윤원감, 홍무기, 우건조 (2006) 인삼 가공 중 잔류농약의 감소계수연구(I). 한국농약과학회지 10(1):22～27.

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

장은경 (2006) 인삼 가공 중 농약 감소율 산출 연구. 식품의약품안전청연구보고서. p.40-43.

한국작물보호협회 (2008) 농약안전사용지침서. p.150～152.

인삼의 재배 및 가공단계 별 Azoxystrobin 잔류성

김종걸 · 김성수 · 박홍열 · 지광용 · 이경희 · 함헌주 · 임무혁[1] · 허장현*

강원대학교 농업생명과학대학 생물환경학부, [1]식품의약품안전청

요 약 본 연구는 인삼 및 인삼가공품에 대한 합리적인 농약잔류허용기준 설정을 위해서 인삼 중 농약의 잔류성을 규명하고 이를 토대로 인삼 가공단계별 농약의 감소계수와 가공계수를 산출하고자 수행되었다. 시험농약은 인삼재배 중 사용등록 되어 있는 azoxystrobin으로 강원도 원주와 경기도 이천의 6년근 인삼포에 농약안전사용기준에 따라 살포한 후 수삼을 수확하였으며, 건삼, 홍삼, 인삼 농축액 및 홍삼 농축액 시료는 KT&G의 협조를 받아 가공하였다. 시험결과 azoxystrobin의 잔류량은 원주, 이천 수삼에서 각각 0.05, 0.03 mg kg^{-1}, 건삼에서 0.12, 0.14 mg kg^{-1}, 홍삼에서 모두 0.05 mg kg^{-1}, 인삼 알코올 농축액 0.28, 0.33 mg kg^{-1}, 인삼 물 농축액에서 0.22, 0.16 mg kg^{-1}, 홍삼 알코올 농축액에서 0.31, 0.20 mg kg^{-1}, 홍삼 물 농축액에서 0.09, 0.11 mg kg^{-1}으로 모두 MRL수준 이하였다. Azoxystrobin의 가공계수는 건삼 3.25, 홍삼 1.34, 인삼 알코올 농축액 7.84, 인삼 물 농축액 4.63, 홍삼 알코올 농축액 6.15, 홍삼 물 농축액 2.56으로 산출되었으며 가공과정을 거치면서 농축에 의해 농약 잔류량이 증가하는 경향을 보였다. 감소계수는 건삼 1.19, 홍삼 0.51, 인삼 알코올 농축액 3.41, 인삼 물 농축액 1.91, 홍삼 알코올 농축액 2.74, 홍삼 물 농축액 1.00으로 약제가 초기 잔류량과 비슷하거나 다소 감소하는 경향을 보였다.

색인어 azoxystrobin, 가공계수, 감소계수