

인삼 가공품 중 azoxystrobin의 가공계수

이재윤 · 노현호 · 이광현¹ · 박효경² · 오재호³ · 임무혁⁴ · 권찬혁⁴ · 이종근⁵ · 우희동⁵ · 권기성⁶ · 경기성*

충북대학교 농업생명환경대학 환경생명화학학과, ¹(주)동방아그로 기술연구소, ²호서대학교 안전성평가센터, ³식품의약품안전평가원, ⁴식품의약품안전청, ⁵한국보건산업진흥원, ⁶부산지방식품의약품안전청

(Received on September 10, 2012. Revised on September 19, 2012. Accepted on September 23, 2012)

Processing factors of azoxystrobin in processed ginseng products

Jae Yun Lee, Hyun Ho Noh, Kwang Hun Lee¹, Hyo Kyoung Park², Jae Ho Oh³, Moo Hyeog Im⁴,
Chan Hyeok Kwon⁴, Joong Keun Lee⁵, Hee Dong Woo⁵, Ki Sung Kwon⁶ and Kee Sung Kyung*

Department of Environmental and Biological Chemistry, College of Agriculture, Life and Environmental Sciences,
Chungbuk National University, Cheongju 361-763, Korea

¹Residue Technical Research Institute, Dong Bang Agro Corp., Buyeo 323-930, Korea

²Environmental Toxicology Division, Toxicological Research Center, Hoseo University, Asan 336-795, Korea

³National Institute of Food and Drug Safety Evaluation, Cheongwon 363-700, Korea

⁴Korea Food and Drug Administration, Cheongwon 363-700, Korea

⁵Korea Health Industry Development Institute, Cheongwon 363-700, Korea

⁶Busan Regional Food and Drug Administration, Busan 608-829, Korea

Abstract This study was carried out to evaluate the residual characteristics of azoxystrobin in fresh ginseng and calculate its processing factors in processed products, such as dried ginseng, red ginseng and their extracts. Azoxystrobin was sprayed annually onto four-year-old ginseng according to its pre-harvest interval (PHI) for two years. Harvested ginsengs were processed according to the commercially well-qualified conventional methods provided by the Korea Ginseng Corporation. Limits of detection (LODs) of azoxystrobin in fresh ginseng and its processed products were 0.001 and 0.002 mg/kg, respectively. Also limits of quantitation (LOQs) in fresh ginseng and its processed products were 0.003 and 0.007 mg/kg, respectively. Recoveries of the analytical methods in fresh ginseng and its processed products ranged from 69.3 to 114.8%. Highest residue amounts in fresh ginseng and its processed products were 0.025 and 0.118 mg/kg, respectively. Processing factors of the processed products ranged from 1.85 to 3.17 in four-year-old ginseng and from 2.48 to 5.84 five-year-old ginseng.

Key words Azoxystrobin, Ginseng, Processed product, Processing factor

서 론

우리나라에서 재배되는 인삼(*Panax ginseng* C.A. Meyer)은 오갈피나무과에 속하는 다년생 초본식물로서 주로 고려인삼, 조선인삼, Korean ginseng 등으로 불리며, 이는 미국의 화기삼, 광동인삼(*Panax quinquefolium* LINNE)과 일본

의 죽절인삼(*Panax japonicum* C.A. Meyer) 및 중국의 삼칠인삼(*Panax notoginseng* F.H CHEN) 등과 구분된다. 인삼은 약용 또는 강장제로서 이용되며, 가공방법에 따라 수삼, 건삼, 태극삼 및 홍삼과 이를 물이나 주정으로 추출하여 농축한 인삼 및 홍삼 가공품 등으로 생산된다(Park, 1996; Kim, 2009). 인삼의 주요 활성성분은 사포닌 또는 진세노사이드로 알려져 있으며, 신체의 항상성 유지, 항암, 항스트레스, 간기능개선, 혈압조절, 노화억제 등과 같은 인삼의 효능으로 인해 국내외적으로 주목을 받음에 따라 최근 인삼 및 가공품의 수요가 증가하고 있다(Noh 등, 2012).

*Corresponding author

Tel: +82-43-261-2562, Fax: +82-43-271-5921

E-mail: kskyung@chungbuk.ac.kr

인삼은 내음지성 식물로 일반작물과는 다르게 적은 광량을 필요로 하므로 차광조건에서 재배되며, 한번 정식하면 4-6년간 재배하는 특성으로 인해 습한 환경과 연작에 의한 각종 병해충의 발생이 쉬워 생산량 및 품질의 관리가 비교적 어려운 작물이다. 하지만 인삼의 효능이 부각되고 인삼을 찾는 소비자가 많아짐에 따라 우수한 품질의 인삼을 생산하기 위해 병해충의 효율적인 관리가 시급한 실정이며, 이와 같은 이유로 인삼 재배시 농약이 병해충의 방제에 적극 사용되고 있다(Im 등, 2006; Kim, 2009). 그러나 인삼 재배기간 동안 살포된 농약 중 일부는 뿌리로 이행되어 잔류하게 되는데 농약의 사용량이 증가하면서 환경오염이나 체내 잔류농약의 축적뿐만 아니라 국내산 인삼 수출시 잔류농약으로 인한 마찰이 빈번해지게 되었고(Lee, 2005), 이로 인해 국제적으로 통용될 수 있는 Codex 잔류허용기준(maximum residue limit, MRL) 설정의 필요성이 제기되고 있다.

국내에서 생산된 인삼 및 가공품의 수출량은 1990년 약 3,400톤이었지만 99년에 약 2,000톤으로 감소하였으며, 이후 2008년까지 약 2,200톤 미만이었다(MIFAFF, 2010). 이러한 이유는 국내와 수입국의 MRL이 서로 다르기 때문에 국내 기준에 맞추어 농약을 사용했다 하더라도 수입국의 MRL을 초과할 경우 부적합 농산물로 분류되어 자국 내 수입이 제한되기 때문이다. 현재 수삼 및 인삼 가공품에 대한 Codex MRL은 2종의 농약만이 설정이 되어 있으나(CAC, 2012), 향후 지속적으로 증가할 것으로 예상되고 있다. 또한 무역마찰이 발생했을 경우 분쟁의 해결책이 될 수 있는 Codex MRL 설정을 위하여 지속적인 잔류특성 구명 연구와 가공계수 산출 연구를 통해 국내기준과 Codex MRL의 조화를 이루고 잔류농약으로 인한 무역마찰을 해소하여 생산자의 경제적 이익과 국내 인삼 시장의 활성화를 도모해야

할 필요가 있다.

따라서 본 연구는 인삼의 점무늬병과 탄저병 방제에 사용빈도가 높은 살균제 azoxystrobin을 4년근 및 5년근 수삼에 살포하여 매년 수확한 후 가공품 중 잔류량의 변화를 구명하고, 이를 바탕으로 인삼 가공품의 가공계수를 산출하기 위하여 수행하였다.

재료 및 방법

시험농약 및 시험작물

시험농약은 인삼의 점무늬병과 탄저병 방제에 사용되는 살균제 azoxystrobin을 사용하였으며, 구조 및 이화학적 특성을 Table 1에 제시하였다. 시험작물은 4년근과 5년근 인삼(*panax ginseng* C.A. Meyer)이었으며, 포장시험에 사용된 azoxystrobin의 제품은 20% 액상수화제인 오티바(신젠타코리아(주))이었다.

포장시험

시험포장은 충청북도 충주시 주덕읍에 위치한 인삼포장을 임차하여 처리구와 무처리구 각각 132 m²씩 배치한 후 2년간 사용하였다. 시험농약은 안전사용기준(KCPA, 2009, Table 2)에 따라 4년근 인삼에 동력분무기로 2년간 살포한 후 매년 수확하여 수삼 및 가공품으로 나누어 잔류농약을 분석하였다.

가공품 제조 방법

수확한 수삼을 세척한 후 60°C의 열풍으로 수분함량이 14% 이하가 될 때까지 건조하여 건삼을 제조하였으며, 홍삼은 98°C의 증기로 약 3시간 증자하고 65°C의 열풍으로 수

Table 1. Physicochemical properties of azoxystrobin

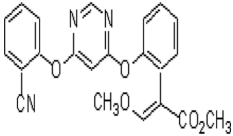
Chemical structure	LogP	M.W.	M.P. (°C)	B.P. (°C)	Solubility
	2.5	403.4	116	345	In water 6 mg/L (20°C). In hexane 0.057, n-octanol 1.4, methanol 20, toluene 55, acetone 86, ethyl acetate 130, acetonitrile 340, dichloromethane 400 (all in g/L, 20°C).

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

A.I. ^{a)} (%)	Formulation	Dilution rate	Pre-harvest interval			MRL ^{b)} (mg/kg)
			Application interval (day)	Last spraying day before harvest	Maximum application time	
20	Suspension concentrate	2,000	10	7	4	0.1 for fresh ginseng, 0.5 for processed products

^{a)}Active ingredient, ^{b)}Maximum residue limit.

분함량 50-55% 정도가 될 때까지 1차 건조 후, 수분함량 14% 이하가 될 때까지 일광으로 2차 건조하여 제조하였다. 건삼과 홍삼의 농축액은 각각을 분쇄하여 추출용 시료로 사용하였으며, 건삼과 홍삼 알코올 농축액의 경우 70% 알코올을 추출 시료의 10배에 해당하는 양을 첨가하여 수욕상에서 6시간씩 환류냉각하면서 3회 반복하여 추출한 후 65°Brix가 될 때까지 60%의 수욕상에서 감압 농축하여 제조하였다. 건삼과 홍삼 물 농축액은 건삼과 홍삼 분쇄시료에 시료의 10배에 해당하는 증류수를 첨가하여 85°C의 수욕상에서 6시

간씩 3회 반복하여 추출하였으며, 60°C의 수욕상에서 감압 농축하여 72°Brix의 건삼 및 홍삼 물 농축액을 제조하였다.

잔류분석용 시료조제 및 분석

수삼은 시료 20 g을 300 mL의 tall beaker에 넣고 100 mL의 acetone을 첨가하여 10,000 rpm에서 2분간 균질화하였으며, 가공품은 시료 10 g에 증류수 20 mL을 첨가(농축액의 경우 초산납 용액 10 mL 추가)하고 약 1시간의 습윤화 과정을 거쳐 acetone 또는 acetonitrile을 첨가하여 Sseruker

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

Matrix	Washing		Elution	
	Volume (mL)	Solvent	Volume (mL)	Solvent
Fresh and red ginsengs	20	<i>n</i> -Hexane:DCM ^{a)} :ACN ^{b)} (45:50:5, v/v/v)	50	DCM:ACN (50:50, v/v)
Dried ginseng, extract of dried and red ginsengs	40	<i>n</i> -Hexane:DCM:ACN (45:50:5, v/v/v)	40	<i>n</i> -Hexane:DCM:ACN (50:40:10, v/v/v)
	20	<i>n</i> -Hexane:DCM:ACN (50:40:10, v/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 240°C to 300°C at a rate of 10°C/min, hold for 6 min for fresh and red ginsengs programed from 240°C to 300°C at a rate of 10°C/min, hold for 4 min for dried and extract of dried and red ginsengs Injector-250°C Detector-310°C
Flow rate	Carrier gas(N ₂) 1.0 mL/min for fresh and red ginsengs 1.2 mL/min for dried and extract of dried and red ginsengs
Injection vol.	1 µL
Split ratio	50:1

Table 5. GC-ECD conditions for the analysis of pesticide in fresh, dried and red ginsengs of five-year-old

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 300°C at a rate of 10°C/min, hold for 7 min, for fresh and dried ginseng programed from 240°C to 280°C at a rate of 10°C/min, hold for 2.5 min, increased to 300°C at a rate of 10°C/min, hold for 6.5 min for red ginseng Injector- 250°C Detector- 310°C
Flow rate	Carrier gas (N ₂) 1.2 mL/min for fresh and dried ginseng 1.0 mL/min for red ginseng
Injection volume	1 µL
Split ratio	50:1 for fresh and dried ginseng 60:1 for red ginseng

Table 6. GC-ECD conditions for the analysis of pesticide in extract of dried ginseng of five-year-old

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- programmed from 240°C to 300°C at a rate of 10°C/min, hold for 10 min Injector- 250°C Detector- 310°C
Flow rate	Carrier gas (N ₂) 1.0 mL/min
Injection volume	1 μL
Split ratio	50:1

Table 7. GC-ECD conditions for the analysis of pesticide in extract of red ginsengs of five-year-old

Instrument	Agilent 6890N Gas chromatograph equipped with electron capture detector (ECD), Agilent, USA
Column	HP-5 capillary column 30 m L. × 0.25 mm I.D. × .25 μm film thickness
Temperature	Oven- programmed from 240°C to 300°C at a rate of 10°C/min, hold for 10 min Injector- 250°C Detector- 310°C
Flow rate	Carrier gas (N ₂) 0.9 mL/min for alcohol extract of red ginseng 1.0 mL/min for water extract of red ginseng
Injection volume	1 μL
Split ratio	50:1 for water extract of red ginseng 60:1 for alcohol extract of red ginseng

medium(VS-202D, Vision, Korea) 상에서 250 rpm으로 30 분간 진탕 추출하였다. 추출한 시료는 Celite 545를 통과시켜 흡인여과 하였으며, 각각의 추출용매 50 mL로 용기 및 잔사를 씻어 앞의 여과액과 합하였다. 각각의 여과액을 100 mL의 포화식염수와 300 mL의 증류수가 들어있는 1 L 분액여두에 넣고 50 mL의 dichloromethane을 가한 후 Resipro shaker(SR-2W, Taitec, Japan)를 이용하여 250 rpm에서 5분간 진탕하는 방법으로 2회 분배하였다. Dichloromethane 분배액을 무수 황산나트륨으로 탈수하여 35°C에서 감압농축한 후 5 mL의 *n*-hexane:dichloromethane(80:20, v/v) 혼합용매로 용해하여 Table 3에 제시한 바와 같이 정제하였으며, Table 4, 5, 6 및 7의 방법으로 가스크로마토그래프-전자포획검출기(gas chromatograph-electron capture detector, GC-ECD)를 이용하여 기기분석 하였다. 인삼 시료의 특성상 불순물이 많기 때문에 이를 제거하기 위한 수삼 및 가공품별 정제방법은 서로 상이하였다.

회수율 시험 및 정량한계

회수율 시험은 정량한계(Limit of quantitation, LOQ), LOQ × 10 및 MRL 수준의 표준용액을 5반복 처리하여 상기 분석방법과 동일한 방법으로 분석하였으며, 검출한계와 정량한계는 식 1과 2를 이용하여 산출하였다.

$$\text{검출한계} = \frac{\text{최소검출량} \times \text{최종정용량/시료주입량}}{\text{희석배수/시료무게}} \quad (1)$$

$$\text{정량한계} = \text{검출한계} \times 3.3 \quad (2)$$

가공계수 산출

인삼가공품 중 azoxystrobin의 가공계수는 식 3을 이용하여 산출하였다.

$$\text{가공계수} = \frac{\text{수삼가공품 중 azoxystrobin의 잔류량 (mg/kg)}}{\text{수삼 중 azoxystrobin의 잔류량 (mg/k)}} \quad (3)$$

결과 및 고찰

표준 검량선 작성

시료 중 잔류량을 정량하기 위한 시험농약의 표준검량선은 표준용액을 각기 다른 농도로 7수준 조제하고 3반복 분석하여 평균값을 산출한 후 작성하였으며, 표준검량선의 직선성은 양호하였다.

검출한계, 정량한계 및 회수율 시험

수삼 중 azoxystrobin의 검출한계 및 정량한계는 각각

Table 8. Limits of detection (LODs), limits of quantitation (LOQs) and recoveries of azoxystrobin in ginseng and its processed products

Year	Matrix	LOD (mg/kg)	LOQ (mg/kg)	Fortification level (mg/kg)	Recovery (mean(%)±SD ^a)	
Four-year-old	Fresh ginseng	0.001	0.003	0.003	83.8±2.6	
				0.03	98.2±6.3	
				0.5	88.8±6.1	
	Dried ginseng	0.002	0.007	0.007	78.8±6.4	
				0.07	95.4±2.8	
				0.5	89.7±6.8	
	Red ginseng	0.002	0.007	0.007	72.1±0.7	
				0.07	101.1±5.8	
				0.5	94.8±5.5	
	Alcohol extract of dried ginseng	0.002	0.007	0.007	75.6±1.7	
				0.07	87.6±1.2	
				2.0	93.7±2.0	
	Water extract of dried ginseng	0.002	0.007	0.007	73.5±3.5	
				0.07	99.5±0.3	
				2.0	73.4±2.8	
	Alcohol extract of red ginseng	0.002	0.007	0.007	82.9±2.0	
				0.07	104.6±2.1	
				2.0	83.2±1.8	
	Water extract of red ginseng	0.002	0.007	0.007	76.1±2.7	
				0.07	91.7±2.1	
				2.0	74.3±7.1	
	Five-year-old	Fresh ginseng	0.001	0.003	0.003	106.37±2.0
					0.03	97.78±2.2
					0.5	105.98±2.4
Dried ginseng		0.002	0.007	0.007	103.08±3.2	
				0.07	97.92±1.4	
				0.5	105.19±0.6	
Red ginseng		0.002	0.007	0.007	96.54±2.6	
				0.07	103.34±0.9	
				0.5	97.61±1.1	
Alcohol extract of dried ginseng		0.002	0.007	0.007	100.76±1.1	
				0.07	108.59±1.6	
				2.0	102.24±1.5	
Water extract of dried ginseng		0.002	0.007	0.007	110.77±2.9	
				0.07	111.52±2.0	
				2.0	110.86±1.9	
Alcohol extract of red ginseng		0.002	0.007	0.007	103.16±3.4	
				0.07	101.31±1.9	
				2.0	93.99±1.0	
Water extract of red ginseng		0.002	0.007	0.007	101.22±4.5	
				0.07	93.17±0.9	
				2.0	91.36±0.9	

^aStandard deviation.

0.001과 0.003 mg/kg이었으며, 인삼 가공품의 검출한계와 정량한계는 각각 0.002와 0.007 mg/kg이었다. 또한 분석법의 회수율은 69.3-114.8%이었으며, 검출한계와 정량한계 및 회수율을 Table 8에 제시하였다. Giza 등(2003)은 azoxystrobin과 trifloxystrobin의 사과 중 잔류량 분석을 위한 azoxystrobin의 검출한계는 0.02 mg/kg이었으며, 평균회수율이 79.3-101.7%이었다고 보고하였다. Chaido 등(2006)은 포도 중 azoxystrobin 잔류분석법의 회수율은 68-104%범위이었고, 평균 회수율은 86%, 상대표준편차는 12%로 나타났다고 보고하였다.

인삼 및 가공품 중 azoxystrobin의 잔류량

수삼 및 가공품 중 azoxystrobin의 잔류량은 Table 9에 제

시한 바와 같이, 수삼 중 azoxystrobin의 잔류량은 4년근과 5년근 각각 0.012-0.013과 0.019-0.025 mg/kg이었다. 4년근 수삼의 잔류량은 LOQ의 약 10배 수준으로 살포된 농약의 극히 일부가 잔류되었으며, 경엽살포된 농약이 지하부까지 이행되지 않는다는 Kim 등(2008)의 보고와 유사하였다. 5년근 수삼의 경우 2년간 살포된 농약이 누적되어 4년근보다 잔류량이 증가하는 경향을 보였다. 이는 Lee(2009)와 Kim 등(2011)이 보고한 내용과 마찬가지로 차광조건에서 재배되는 인삼의 경우 살포된 농약은 노지에서 재배되는 다른 작물에 비해 자외선에 의한 광분해와 강우 및 휘산 등과 같은 소실이 비교적 적기 때문에 살포된 농약의 감소는 증체에 의한 희석 효과가 대부분이기 때문인 것으로 판단된다. 수삼을 가공하여 제조한 건삼의 잔류량은 4년근과 5년근

Table 9. Residual amount of azoxystrobin in fresh ginseng and its processed products

Year	Matrix	Average Concentration (mg/kg)	Standard deviation	Coefficient of variation (%)
Four-year-old	Fresh ginseng	0.012	0.000	3.61
	Dried ginseng	0.034	0.000	1.31
	Red ginseng	0.032	0.001	2.79
	Alcohol extract of dried ginseng	0.035	0.000	0.95
	Water extract of dried ginseng	0.037	0.001	3.02
	Alcohol extract of red ginseng	0.031	0.000	1.43
	Water extract of red ginseng	0.024	0.001	2.16
Five-year-old	Fresh ginseng	0.022	0.002	8.321
	Dried ginseng	0.063	0.006	9.878
	Red ginseng	0.072	0.003	4.693
	Alcohol extract of dried ginseng	0.103	0.003	2.586
	Water extract of dried ginseng	0.101	0.002	1.673
	Alcohol extract of red ginseng	0.109	0.005	4.410
	Water extract of red ginseng	0.107	0.003	0.969

Table 10. Processing factors of azoxystrobin in the processed products of fresh ginseng

Year	Matrix	Average processing factor	Standard deviation
Four-year-old	Dried ginseng	2.77	0.09
	Red ginseng	2.59	0.14
	Alcohol extract of dried ginseng	2.88	0.11
	Water extract of dried ginseng	3.06	0.07
	Alcohol extract of red ginseng	2.52	0.10
	Water extract of red ginseng	2.00	0.08
Five-year-old	Dried ginseng	2.97	0.36
	Red ginseng	3.32	0.30
	Alcohol extract of dried ginseng	4.79	0.40
	Water extract of dried ginseng	4.70	0.42
	Alcohol extract of red ginseng	5.08	0.49
	Water extract of red ginseng	4.98	0.49

각각 0.033-0.034와 0.052-0.071 mg/kg이었으며, 홍삼의 경우 각각 0.030-0.033과 0.067-0.077 mg/kg이었다. 일반적으로 홍삼은 증삼 후 열풍건조 및 일광건조를 하기 때문에 건삼의 잔류량 보다 홍삼의 경우가 더 낮을 것이라 생각되지만 본 연구에서는 건삼과 홍삼의 잔류량이 비슷하게 검출되었다. 그러한 이유는 건삼과 홍삼의 원료인 수삼 중 시험농약의 잔류량이 LOQ보다 약간 높은 수준이며, 건삼과 홍삼의 잔류량이 LOQ보다 약간 높은 수준으로 비교적 낮기 때문이라고 판단된다. Kim 등(2009)은 인삼 가공방법별 azoxystrobin의 잔류성 연구에서 건삼과 홍삼의 잔류량은 각각 0.12-0.14와 0.05 mg/kg이었다고 보고하였으며, 본 연구 결과 보다는 다소 높은 잔류 경향을 보였다.

건삼농축액의 경우 알코올농축액은 4년근과 5년근 각각 0.035-0.036과 0.098-0.107 mg/kg이었으며, 물농축액은 각각 0.036-0.040과 0.098-0.104 mg/kg이었다. 홍삼농축액의 경우 알코올농축액은 4년근과 5년근 각각 0.030-0.031과 0.106-0.118 mg/kg이었으며, 물농축액은 각각 0.024-0.025와 0.101-0.112 mg/kg이었다. 건삼과 홍삼의 잔류량이 비슷하였기 때문에 농축액에서도 대체적으로 비슷한 잔류량을 보였으며, 추출용매에 따른 잔류량의 변화는 홍삼농축액의 경우 알코올농축액 보다 물농축액의 잔류량이 약간 낮았지만 전체적으로 비슷하게 잔류하였다. Im 등(2007)은 인삼 중 azoxystrobin의 잔류량이 MRL수준으로 잔류하게 하기 위하여 인위적으로 안전사용기준의 2배량을 7일간 살포한 실험에서 수삼의 잔류량은 0.12 mg/kg이었으며, 홍삼 및 홍삼농축액의 잔류량이 각각 0.24와 0.81 mg/kg이었다고 보고하였으며, 본 연구와 마찬가지로 농축과정을 거치면서 잔류량이 증가하는 경향을 보였다. 또한 식품의약품안전청(KFDA, 2011)에서 설정한 azoxystrobin에 대한 수삼 및 가공품의 MRL을 초과하지 않았으며, Kim 등(2009)이 보고한 내용과 일치하였다. 식품의약품안전청(KFDA, 2008)은 인삼 재배시 등록된 농약 12종 및 미등록 농약 5종에 대한 가공계수 연구에서 azoxystrobin의 잔류량은 수삼 0.12, 건삼 0.28, 홍삼 0.24, 인삼농축액 0.80, 홍삼농축액 0.81 mg/kg 으로 보고하였으며, 본 연구 결과와 비교하였을 때 다소 높은 경향이었다.

가공계수

인삼가공품 중 azoxystrobin의 가공계수는 Table 10에 제시한 바와 같이 4년근 건삼은 2.65-3.14, 홍삼은 2.38-2.75의 범위 이었다. 또한 5년근의 건삼과 홍삼의 가공계수는 각각 2.48-3.14와 2.91-3.74이었으며, 농축액의 경우 4년근과 5년근 각각 인삼알코올농축액 2.69-3.00과 4.24-5.42, 인삼물농축액 2.92-3.17과 4.04-5.47, 홍삼알코올농축액 2.31-2.58과 4.20-5.74, 홍삼물농축액 1.85-2.08과 4.28-5.84으로 가공과정을 거치면서 azoxystrobin의 잔류량이 1.85-5.84배 증가하였다. 본 연구를 통해 산출된 가공계수는 Kim(2009)이 보고한

azoxystrobin의 가공계수 1.34-10.78의 범위 내에 속하였으며, Park(2011)이 보고한 국내산 인삼 및 인삼의 가공단계별 농약의 잔류성 연구에서 azoxystrobin의 가공계수 1.34-7.84와 유사한 결과를 보였다.

감사의 글

본 연구는 2009-2010년도 식품의약품안전청 용역연구개발과제의 연구개발비 지원(09072잔류약944)에 의해 수행되었으며 이에 감사드립니다.

Literature Cited

- Codex Alimentarius Commission (CAC) (2012) Report of the 44th Session of the Codex Committee on Pesticide Residues, pp.5-6.
- Chaido, L., J. A. Elizabeth, K. Kalliopi (2006) Residues of azoxystrobin from grapes to raisins, *J. Agric. Food Chem.* 54:138-141.
- Giza, I. and U. Sztwiertnia (2003) Gas chromatographic determination of azoxystrobin and tifloxystrobin residues in apple, *Acta Chromatographica*, 13:226-229.
- Im, M. H., K. I. Kwon, K. S. Park, D. M. Choi, M. I. Chang, J. Y. Jeong, K. J. Lee, W. K. Yun, M. K. Hong and G. J. Woo (2006) Study on Reduction Factors of Residual Pesticides in Processing of Ginseng (I), *Korean J. Pestic. Sci.* 10(1):22-27.
- Im, M. H., K. I. Kwon, K. S. Park, K. J. Lee, M. I. Chang, W. K. Yun, W. J. Choi, K. S. Yoo and M. K. Hong (2007) Reduction Rate of Azoxystrobin, Fenhexamid and Cyprodinil during Ginseng Processing, *Korean J. Food Sci. Technol.* 39(5):575-579.
- Kim, J. G. (2009) Residual study of azoxystrobin and difenoconazole during cultivation and processing of ginseng, Kangwon National University Master's Thesis.
- Kim, J. G., H. R. Park, K. W. Yang, S. S. Kim, C. H. Kwon, Y. H. Jeong and J. H. Hur (2011) Processing and Reducing Factors of Difenconazole during Ginseng Processing, *Korean J. Food Sci. Technol.* 43(3):263-270.
- Kim, J. G., S. S. Kim, H. R. Park, K. Y. Ji, K. H. Lee, H. J. Ham, M. H. Im and J. H. Hur (2009) Residues of Azoxystrobin during Cultivation and Processing of Ginseng, *Korean J. Pestic. Sci.* 13(4):232-240.
- Kim, J. E., T. H. Kim, Y. H. Kim, J. H. Lee, J. S. Kim, S. K. Paek, S. Y. Choi, Y. N. Youn and Y. M. Yu (2008) Residues of Tolclofos-methyl, Azoxystrobin and Difenconazole in Ginseng Sprayed by Safe Use Guideline, *Korean J. Medicinal Crop Sci.* 16(6):390-396.
- Korea Crop Protection Association (KCPA) (2009) 2009 Pesticide Use Guideline.
- Korea Food and Drug Administration (KFDA) (2008) National

- management scheme assuring the safety of pesticides residue pp.52-53.
- Korea Food and Drug Administration (KFDA) (2011) MRL's for Pesticides in Foods.
- Lee, K. J. (2005) A study on the optimal analysis method of Residual Pesticides (Azoxystrobin, Fenhexamid) in Ginseng, Sungshin Women's University, Master's Thesis.
- Ministry for Food, Agriculture, Forestry and Fisheries (MIFAFF) (2010) 2009 Statistics of Ginseng pp.38-44.
- Noh, H. H., K. H. Lee, J. Y. Lee, E. Y. Lee, Y. S. Park, H. K. Park, J. H. Oh, M. H. Im, Y. J. Lee, I. H. Baek and K. S. Kyung (2012) Residual Characteristics and Processing Factors of Difenconazole in Fresh Ginseng and Processed Ginseng Products, Korean J. Pestic. Sci. 16(1):35~42.
- Park, J. D. (1996) Recent Studies on the Chemical Constituents of Korean Ginseng (*Panax ginseng* C.A, Meyer), Korean J. Ginseng Sci. 20(4):389~415.
- Park, H. R. (2011) Pesticide residue studies during the processing of ginseng and its commodities, Kangwon National University Ph.D. Dissertation.

인삼 가공품 중 azoxystrobin의 가공계수

이재윤 · 노현호 · 이광현¹ · 박효경² · 오재호³ · 임무혁⁴ · 권찬혁⁴ · 이종근⁵ · 우희동⁵ · 권기성⁶ · 경기성*

충북대학교 농업생명환경대학 환경생명화학학과, ¹(주)동방아그로 기술연구소, ²호서대학교 안전성평가센터, ³식품의약품안전평가원, ⁴식품의약품안전청, ⁵한국보건산업진흥원, ⁶부산지방식품의약품안전청

요약 인삼 및 가공품 중 azoxystrobin의 잔류특성 및 가공계수를 산출하기 위하여 재배중인 4년근 수삼에 2년간 안전사용기준에 따라 시험농약을 살포한 후, 각각 4년근과 5년근을 수확하였다. 인삼은 (주)한국인삼공사의 공인된 방법에 따라 건삼과 홍삼을 제조한 후 건삼 및 홍삼의 물농축액과 알코올농축액을 제조하였다. 수삼과 가공품 중 시험농약의 검출한계는 각각 0.001과 0.002 mg/kg이었으며, 정량한계는 각각 0.003과 0.007 mg/kg이었다. 분석법의 회수율은 69.3-114.8%이었으며, 인삼 중 최대잔류량은 수삼 0.025, 가공품 0.118 mg/kg이었다. 4년근 수삼 중 시험농약의 잔류량을 기준으로 산출한 가공품의 가공계수는 1.85-3.17의 범위였으며, 5년근의 경우 2.48-5.84의 범위이었다.

색인어 Azoxystrobin, 인삼, 가공품, 가공계수