

## 안전사용기준에 따라 살포된 살균제 Tolclofos-methyl, Azoxystrobin 및 Difenoconazole의 인삼 증 잔류량

김장억\*<sup>†</sup> · 김태화\* · 김영환\* · 이주희\* · 김진수 · 백승경 · 최수연 · 윤영남 · 유용만<sup>†</sup>

\*경북대학교 농업생명과학대학 응용생물화학부, 충남대학교 농업생명과학대학 응용생물학과

### Residues of Tolclofos-methyl, Azoxystrobin and Difenoconazole in Ginseng Sprayed by Safe Use Guideline

Jang Eok Kim\*<sup>†</sup>, Tae Hwa Kim\*, Young Hwan Kim\*, Ju Hee Lee\*, Jin Su Kim, Seung Kyoung Paek, Su Yeon Choi, Young Nam Youn, and Yong Man Yu<sup>†</sup>

\*Division of Applied Biology and Chemistry, Kyungpook National University, Daegu 702-701, Korea.  
Department of Applied Biology, Chungnam National University, Daejeon 305-764, Korea.

**ABSTRACT :** The aim of this work is to assess the safety of fungicide tolclofos-methyl, difenoconazole and azoxystrobin in ginseng sprayed by safe use guideline. When tolclofos-methyl was sprayed on ginseng by safe use guideline, the residue amounts (MRL) of it in ginseng was 0.13 mg/kg which is below than 0.3 mg/kg, maximum residue limit established by Korea Food & Drug Administration (KFDA). The residue amounts of ginseng parts, head part was 0.37 mg/kg and main body part was 0.13 mg/kg. In case of difenoconazole, the residue amounts in ginseng was 0.81 mg/kg. which was exceed the MRL, 0.2 mg/kg. By the analyze results of ginseng part, the residues of head and main body part were 3.01 and 0.40 mg/kg, respectively. In experiment of vinyl mulching, the residue amount of difenoconazole in ginseng was 0.05 mg/kg. The residue amounts of azoxystrobin in ginseng sprayed by safe use guideline was 0.14 mg/kg. This residue was not exceed the MRL 0.5 mg/kg. The residue amounts by ginseng parts was 0.51 mg/kg for head part and 0.28 mg/kg for main body part. In case of vinyl mulching, the residue amount of azoxystrobin was 0.02 mg/kg.

**Key Words :** Ginseng, Tolclofos-methyl, Azoxystrobin, Difenoconazole, Residue Amount, MRL, Safe Use Guideline

### 서 언

최근 들어 농산물에 대한 관심은 생산자 위주에서 소비자 우선주의로 바뀌어 감에 따라 농산물의 안전성에 대한 관심이 더욱 고조 되고 있다. 소비자들의 이러한 욕구에 충족하는 농산물을 생산하기 위해서 정부에서는 생산단계나 유통단계의 농산물 안전성 조사를 더욱 강화하고 있다 (Jeong *et al.*, 2004; Yang *et al.*, 2008).

인삼은 우리나라의 대표적인 고소득 경제작물로서 재배면적이 계속적으로 늘어나면서 생산량도 증가하고 있다. 전통적으로 인삼은 국내의 시장에서 기능성을 가진 건강식품 및 한약 재료로서 여전히 각광을 받고 있기 때문에 지속적인 수출을 위하여 인삼의 안전성 확보는 가장 중요한 문제라고 할 수 있다. 따라서 인삼도 생산단계에서부터 안전성 확보를 위하여 GAP 경작에 대한 가능성이 검토되고 있으며 또한 인삼의 안

전성 확보를 위한 농약잔류연구, 가공에 따른 감소지수연구, 수출을 위한 가이드라인 연구 등 다양한 측면으로 진행되고 있다 (Durnat *et al.*, 2005; Choi *et al.*, 2007; Yu *et al.*, 2007; Geumsan-gun, 2006; Li *et al.*, 2005; Chan *et al.*, 2007; Sohn *et al.*, 2004; Wong *et al.*, 2007; Im *et al.*, 2006, NIAS, 2008).

인삼은 다년생작물로서 4~6년간 한 곳의 토양에서 차광시설로 재배되기 때문에 병해충 발생 (Kim *et al.*, 2008)에 적합한 환경조건에서 생육되고 있다고 할 수 있다. 국내에서 인삼 재배 시에 많이 발생되며 방제가 어려운 병해로는 갯빛곰팡이병, 점무늬병, 탄저병, 뿌리썩음병, 모잘록병 및 역병 등이다. 또한 인삼을 가해하는 해충도 다양하고 국부적이며 수시로 발생하고 있다. 이러한 병해충으로부터 인삼을 보호하기 위해 등록된 농약은 현재 살균제 89개, 살충제 19개, 제초제 1개 품목이다 (KCPA, 2008).

<sup>†</sup>Corresponding author: (Phone) +82-42-821-5763 (E-mail) ymyu@cnu.ac.kr  
Received August 25, 2008 / Revised October 1, 2008 / Accepted October 15, 2008

인삼은 최근 몇 년간 국내농산물의 생산 및 유통 단계의 안전성 조사에서 잔류농약으로 인한 부적합율이 상당히 높은 것으로 알려져 있다. 부적합율이 높은 몇 가지 원인으로는 인삼 경작농가의 농약에 대한 이해가 부족하여 오남용 되었을 경우를 생각할 수 있는데 인삼에 등록되지 않은 농약 사용과 안전사용기준의 미준수 그리고 국내에서 품목이 폐지된 농약의 사용 등이라 할 수 있다. 두 번째의 경우로는 제도상의 문제들을 들 수 있다. 현재 인삼에 사용할 농약의 품목고시를 위한 잔류성 시험은 3년근 이상을 대상으로 2년간 농약 살포 시험한 결과만 가지고 안전사용기준을 설정하는 것으로 되어 있다. 그러나 인삼은 실제 5년 내지 6년간 농약을 사용하여 재배된 후 수확되기 때문에 잔류량은 다소 차이가 날 수도 있다.

우리나라는 유통직전의 농산물에 대한 농약 잔류검사는 국립농산물품질관리원을 중심으로 이루어지고 있으며 유통 중인 농식품에 대하여서는 식품의약품안전청에서 농약의 잔류검사를 하고 있다. 최근의 인삼에 대한 발표내용을 보면 2003년에 359점, 2004년 411점, 2005년 674점을 국립농산물품질관리원에서 농약 잔류분석을 실시하였다 (농림부/농협중앙회, 2006). 2003년의 안전성 조사결과는 *tolclofos-methyl*을 포함하여 농약 21성분이 검출되었다. 인삼에 등록된 농약 중에서 조사된 359건 중 부적합 율이 194건으로서 가장 높은 빈도를 보인 것은 *tolclofos-methyl*로서 58%이었고, *difenoconazole*, *metalaxyl*, *cypermethrin*, *azoxystrobin*, *diethofencarb* 등으로 나타났다. 또한 인삼에 사용할 수 없는 미등록 농약도 검출되었는데 *procymidone*, *quintozene*, *endosulfan* 등 이었다. 2004년 가을에 실시한 인삼중 농약잔류량 조사에서는 345점을 조사하여 269점이 적합, 76점이 부적합으로 나타났으며 *tolclofos-methyl*이 80.4%로서 검출율이 가장 높았다. 한편 2005년의 조사 결과에서는 674건을 조사하였으며 부적합이 102건으로 예년에 비하여 점차 감소되어 경향을 보여 15%의 검출율을 나타내었다.

이러한 조사결과들을 토대로 인삼에 등록된 농약 중에서 계속적으로 부적합으로 나타나는 3개 농약 *tolclofos-methyl*, *difenoconazole* 및 *azoxystrobin*의 부적합의 원인을 구명할 필요성이 대두되었다.

따라서 본 연구에서는 인삼에서 부적합 빈도가 높은 3가지 약제, *tolclofos-methyl*, *difenoconazole* 및 *azoxystrobin*을 선정하여 실제 인삼재배 포장에서 약제를 안전사용기준에 따라 살포하고 잔류량을 분석하여 부적합의 원인을 구명하고자 하였다.

## 재료 및 방법

### 1. 시험포장 및 약제처리

시험포장은 충청남도 논산군 부적면 의성리에 위치한 인삼 경작 농가의 4년 근이 심겨진 포장을 임차하여 사용하였다. 시

험에 사용된 3가지 농약은 *tolclofos-methyl* (톨클로포스메틸 수화제 (50%), 리조렉스, 동방아그로), *difenoconazole* (디페노코나졸 수화제 (10%), 푸르켄, (주) 경농) 및 *azoxystrobin* (아зок시스트로빈 액상수화제 (20%), 오티바, 신젠타)으로서 시중에서 구입하여 농약사용지침서의 안전사용기준에 준하여 사용하였다. 토양처리제인 *tolclofos-methyl* 수화제는 1.7 m<sup>2</sup>에 약제 유효성분이 5 g 처리되었으며 살포액의 농도는 5,000 mg/l 이었다. 2007년 5월 28일에 인삼재배 농가의 관행살포 방법에 따라 토양의 표면에 1회 처리하고 10월 30일에 수확하여 분석용 시료로 사용하였다. 살균제인 *difenoconazole* 수화제는 1,000배로 희석하여 1.7 m<sup>2</sup>당 유효성분 기준으로 0.1 g 처리되었으며 처리농도는 100 mg/l 으로 인삼의 지상부 잎에 약액이 충분히 묻도록 골고루 살포하였다. 처음 살포는 6월 4일이었고 10일 간격으로 5회 처리한 다음 35일 후에 수확하였다. *Azoxystrobin* 액상수화제는 2,000배로 희석하여 1.7 m<sup>2</sup>당 유효성분 기준으로 0.1 ml 처리되었으며 처리농도는 100 mg/l 이었다. 처리 시기는 6월 4일에 처음 살포하여 4회 처리하고 45일 후에 수확하여 분석용 시료로 사용하였다.

### 2. 약제 처리 방법에 따른 구분

경엽 살포용으로 사용되고 있는 *difenoconazol* 및 *azoxystrobin*이 뿌리인 인삼에서 검출되는 원인을 알기 위하여 약제 처리구를 Fig. 1과 같이 구분하였다.

Fig. 1의 첫 번째 사진 (A)은 일반적인 관행처리 방법으로 농약이 인삼의 잎에 살포하였으며 잎에 흡수되어 뿌리에 이행되거나, 줄기를 따라 흘러내려 뿌리에 도달되거나, 토양에 떨어진 농약이 뿌리와 접촉되는 경우이다. 두 번째 사진 (B)은 살포된 농약이 인삼의 뿌리로 흡수하지 못하고 잎으로만 흡수되어 뿌리로 이행되는지 여부를 알고자 한 경우이다. 즉 인삼재배 포장 전면에 비닐을 이용하여 토양을 덮고 살포된 농약의 약액이 줄기로 흘러내려가지 못하도록 비닐로 덮고 인삼 줄기가 있는 부분에는 구멍을 내고 줄기에 탈지면을 감아두어 농약의 약액이 줄기를 타고 아래쪽으로 흘러내리지 못하게 하였으며 또한 살포된 약액이 토양과 직접 접촉되지 않게 하였다.

### 3. 인삼 중 농약의 잔류분석

#### 1) 인삼시료

시험에 사용된 3가지 농약의 잔류분석을 위한 인삼시료는 4년 근을 사용하였으며 농촌진흥청 농약잔류성 시험과 기준에 따라 뿌리의 흙을 가볍게 물로 씻어내고 풍건한 후 세절하여 사용하였다.

#### 2) *Tolclofos-methyl*

인삼시료 20 g을 500 ml *homogenization cup*에 넣고 *acetone* 100 ml를 가하여 12,000 rpm으로 3분간 마쇄하여 추



**Fig. 1.** Photos for experimental field of ginseng.  
A : Traditional Application, B : Application after polyvinyl mulching.

출물을 celite 545가 깔린 Büchner funnel상에서 감압, 여과하였다. 이 여액을 농축하여 유기용매의 일부를 날려 보낸 후 1 l separatory funnel에 옮겨 n-hexane으로 2회 분배하였다. 이 n-hexane층을 anhydrous sodium sulfate에 통과시켜 탈수하고 40°C 수욕상에서 감압농축, 건조한 후 10 ml n-hexane에 재용해하여 정제과정에 사용하였다. 시료의 정제는 silicagel 5 g과 anhydrous sodium sulfate를 차례로 습식 충전한 후, 150 ml의 n-hexane으로 씻어 내린 chromatographic column (10 mm i.d. × 40 cm, PTFE 부착)을 이용 하였다. n-hexane에 용해된 시료의 농축액을 loading하고 45 ml ethyl acetate/dichloromethane (20/80, v/v)으로 용출시켜 버리고 70 ml ethyl acetate/dichloromethane (40/60, v/v)으로 용출시켜 그 용출액을 감압농축 하였다. 농축직후 잔사를 acetone 2.0 ml로 재용해하여 각각 1.0 µl 씩 GLC/FPD에 주입하여 나타난 chromatogram상의 peak area를 표준검량선과 비교하여 잔류량을 산출하였다 (Table 1). 회수율 시험은 tolclfos-methyl working solution을 무처리 인삼시료 20 g에 첨가하여 각각의 잔류량이 0.2 mg/kg 및 1.0 mg/kg이 되게 한 다음 상기의 방법으로 추출, 정제한 후 GLC/FPD로 분석하여 측정된 tolclfos-methyl의 잔류량을 계산한 후 회수율을 구하였다.

### 3) Difenoconazole

인삼시료 20 g을 500 ml homogenization cup에 넣고 acetone 100 ml를 가하여 homogenizer에서 12,000 rpm으로 3분간 마쇄하여 celite 545가 깔린 Büchner funnel상에서 감압, 여과하였다. 이 여액을 1 l separatory funnel에 옮겨 n-hexane으로 2회 분배하여 anhydrous sodium sulfate에 통과시켜 탈수하고 40°C 수욕상에서 감압농축, 건조한 후 10 ml n-hexane에 재용해하여 정제과정에 사용하였다. 시료의 정제는 silicagel 5 g과 anhydrous sodium sulfate를 차례로 습식 충전한 chromatographic column (16 mm i.d. × 40 cm, PTFE 부착)을 이용하였다. 45 ml ethyl acetate/dichloromethane (20/80,

v/v)으로 용출시켜 그 용출액을 버리고 70 ml ethyl acetate/dichloromethane (40/60, v/v)으로 용출시켜 감압농축 하였다. 농축직후 잔사를 acetone 2.0 ml에 재용해하여 각각 1.0 µl 씩 GLC/ECD에 주입하여 나타난 chromatogram상의 peak area를 표준검량선과 비교하여 잔류량을 산출하였다. 회수율 시험은 difenoconazole working solution을 무처리 인삼시료 20 g에 첨가하여 각각의 잔류량이 0.2 mg/kg 및 1.0 mg/kg이 되게 한 다음 상기의 방법으로 추출, 정제한 후 GLC/ECD로 분석하여 측정된 difenoconazole의 잔류량을 계산한 후 회수율을 구하였다 (Table 1).

### 4) Azoxytrobin

인삼시료 20 g을 500 ml homogenization cup에 넣고 acetone 100 ml를 가하여 homogenizer에서 12,000 rpm으로 3분간 마쇄하여 그 추출액은 celite 545가 깔린 Büchner funnel상에서 감압, 여과하였다. 이 여액을 농축하여 용매의 일부를 농축시킨 후 1 l separatory funnel에 옮겨 50 ml의 dichloromethane으로 2회 분배하였다. 이 dichloromethane층을 anhydrous sodium sulfate에 통과시켜 탈수하고 40°C 수욕상에서 감압농축, 건조한 후 10 ml n-hexane에 재용해하여 정제과정에 사용하였다. 시료의 정제는 chromatographic column (16 mm i.d. × 40 cm, PTFE 부착)에 florisil 10 g과 anhydrous sodium sulfate를 차례로 습식 충전한 후, 150 ml의 n-hexane으로 씻어 내린 후 30 ml acetone/hexane (15/85, v/v)으로 1차 용출시켜 버리고 이어서, 40 ml acetone/hexane (25/75, v/v)으로 2차 용출시켜 버렸다. 그리고 40 ml acetone/hexane (25/75, v/v)으로 용출시켜 그 용출액을 감압농축 하였다. 농축직후 잔사를 acetonitrile 2.0 ml에 재용해하여 각각 50 µl 씩 HPLC/UVD (250 nm)에 주입하여 나타난 chromatogram상의 peak area를 표준검량선과 비교하여 잔류량을 산출하였다 (Table 1). 회수율 시험은 azoxytrobin working solution을 무처리 인삼시료 20 g에 첨가하여 각각의 잔류량이 0.2 mg/kg 및

**Table 1.** The instrumental conditions for analysis of tolclofos-methyl, difenoconazole and azoxystrobin in ginseng.

Tolclofos-methyl	
Instrument	Shimadzu Q2010 with FPD
Column	30 m(L) × 0.53 mm (i.d.) × 0.5 μm (d <sub>i</sub> ) DB-17 capillary column
Injector Temp.	240°C
Oven Temp.	200°C (2 min) → 10°C/min 240 → °C (10 min)
Detector Temp.	260°C
Ionization volume	1.0 μl (splitless)
Gas Flow rate	Inlet : Purge flow : 3.0 ml/min (purge time 1.0 min)
	Column : 4.0 ml/min (N <sub>2</sub> gas)
	Detector : H <sub>2</sub> 80 ml/min
	Air 120 ml/min Make up 20 ml/min
Difenoconazole	
Instrument	Shimadzu Q2010 with ECD
Column	30 m(L) × 0.53 mm (i.d.) × 0.5 μm (d <sub>i</sub> ) DB-1 capillary column
Injector Temp.	300°C
Oven Temp.	280°C
Detector Temp.	320°C
Ionization volume	1.0 μl (splitless)
Gas Flow rate	Inlet : Purge flow : 3.0 ml/min (purge time 1.0 min)
	Column : 4.0 ml/min (N <sub>2</sub> gas) Detector : Make up 20.0 ml/min
Azoxystrobin	
Instrument	YoungLin ACME 9000 with UVD
Column	Shiseido CapcellPak C18 UG120, 5 μm (25 cm × 4.6 mm)
Mobile phase	Acetonitrile/Water (50/50, v/v)
Wavelength	250 nm
Flow rate	1.0 ml/min
Column temp.	30°C
Injection volume	50 μl

**Table 2.** Recovery and detection limit of the analytical method.

Pesticides	Fortification (mg/kg)	Recovery (%)				Detection Limit (mg/kg)	Minimum Detection (ng)
		1	2	3	Mean±SD		
Tolclofosmethyl	0.2	84.0	87.0	90.1	86.9 ± 3.1	0.02	0.2
	1.0	92.7	88.0	89.0	89.9 ± 2.5		
Difenoconazole	0.2	75.1	76.5	77.6	76.4 ± 1.3	0.02	0.2
	1.0	71.7	70.1	72.1	71.1 ± 2.5		
Azoxystrobin	0.2	97.1	98.0	99.2	98.1 ± 1.1	0.02	10
	1.0	95.4	97.6	98.8	97.3 ± 1.7		

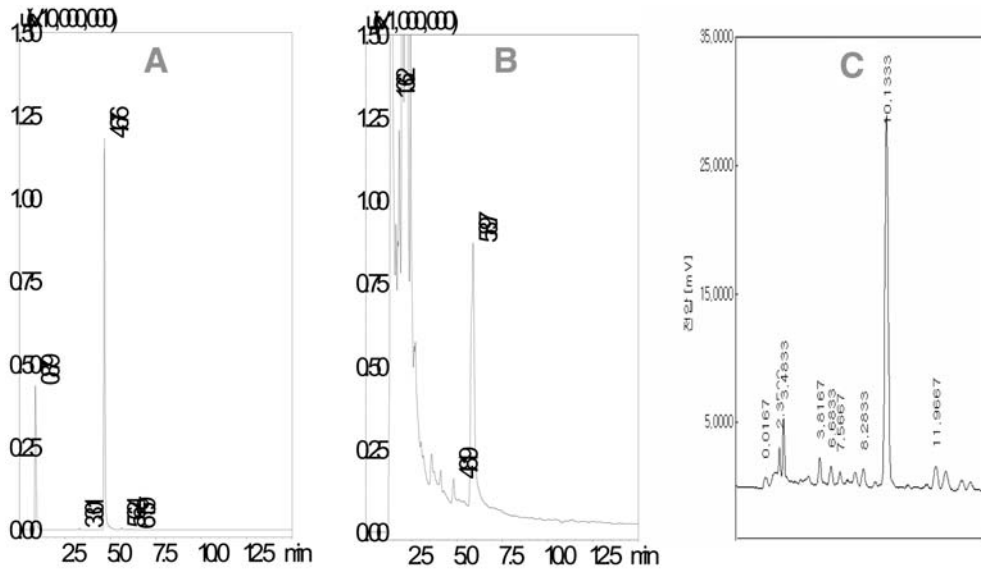
1.0 mg/kg 이 되게 한 다음 상기의 방법으로 추출, 정제한 후 HPLC/UVD (250 nm)로 분석하여 측정된 azoxystrobin의 잔류량을 계산한 후 회수율을 구하였다.

### 결과 및 고찰

인삼시료에 대한 tolclofos-methyl, difenoconazole 및 azoxystrobin의 잔류분석은 개별분석을 실시하였다. 무처리 인삼시료에 tolclofos-methyl, difenoconazole 및 azoxystrobin의

표준품을 각각 0.2 및 1.0 mg/kg으로 처리하여 회수율을 구한 결과는 Table 2 및 Fig. 2와 같다.

Tolclofos-methyl은 GLC-FPD로 분석되었으며 최소검출량 0.2 ng, 검출한계 0.02 mg/kg으로서 회수율은 86.9 - 89.9%이었다. Azoxystrobin은 HPLC-UV로 분석되었으며 최소검출량 10 ng, 검출한계 0.02 mg/kg으로서 회수율은 97.3 - 98.1%이었다. Difenoconazole은 GLC/ECD로 분석되었으며 최소검출량 0.2 ng, 검출한계 0.02 mg/kg으로서 회수율은 71.1 - 76.4%이었다. 3가지 약제중 difenoconazole은 회수율이 다소 낮게 나타났다.



**Fig. 2.** Typical GC/FPD, GC/ECD and HPLC/UV-D chromatograms of tolclofos-methyl, difenoconazole and azoxystrobin in ginseng.  
 A : GC/FPD chromatogram of ginseng fortified with tolclofos-methyl at 1.0 mg/kg  
 B : GC/ECD chromatogram of ginseng fortified with difenoconazole at 1.0 mg/kg  
 C : HPLC/UV-D chromatogram of fortified with azoxystrobin at 1.0 mg/kg

이는 GLC/ECD의 고감도와 인삼시료의 불순물 함량이 높은 점 등의 특성에 따라 불순물제거에 주안점을 두어 다소 회수율이 낮게 나타났으나 오차한계 등으로 미루어 볼 때 농촌진흥청의 잔류농약분석기준을 만족하였기 때문에 그대로 사용하였다.

Tolclofos-methyl은 인삼의 모잘록병에 등록되어 있는 약제로서 과중직전 인삼에 1회만 분의 처리하도록 규정되어 있는 약제이다. 그러나 이 약제는 인삼의 안전성 조사에서 언제나 높은 부적합율과 빈도를 나타내고 있는 것으로 알려져 있다 (MAF and NACF, 2006). Tolclofos-methyl이 높은 부적합율과 빈도를 나타내는 원인을 구명하기 위하여 먼저 약제 처리 방법에 따른 문제점을 찾고자 약제 처리방법을 달리하여 잔류량을 조사하였다. 즉 2년 근의 토양표면에 tolclofos-methyl을 처리하고 1년에 한번씩 3년간 인삼시료를 수확하여 tolclofos-methyl의 잔류량을 조사하기로 계획하였다. 또한 농민이 농약의 안전사용기준을 지키지 않는 경우를 고려하여 4년 근 인삼이 재배되고 있는 토양 표면에 약제를 1회 봄에 처리하고, 가을에 수확하여 잔류량을 조사하였다. 수확된 인삼 중 tolclofos-methyl의 잔류량 분석은 인삼시료 전체를 대상으로 한 것과 인삼을 뇌두와 몸통부분으로 나누어 실시하였다. Tolclofos-methyl 잔류량은 Table 3에서와 같이 인삼전체를 분석한 경우에는 0.13 mg/kg으로 나타나 식품의약품안전청에서 설정한 잔류허용기준 (Maximum Residue Limit, MRL)인 0.3 mg/kg 보다는 (KFDA, 2007) 낮게 나타나 1회만 살포하였을 경우에는 문제가 없는 것으로 나타났다. 인삼시료를 뇌두와 몸통으로 구분하여 잔류량을 분석한 결과 뇌두에서는

0.37 mg/kg 그리고 몸통에서는 0.13 mg/kg이 검출되어 농약이 상부인 뇌두 부근에 집적되면서 뇌두를 통하여 몸통 쪽으로 이동하여 가는 것으로 추측할 수 있다.

살균제 Difenoconazole은 triazole계의 침투이행성 살균제로서 예방 및 치료효과가 우수하고 살균범위가 넓어서 많은 농민들이 즐겨 쓰고 있는 약제이다. 인삼재배 시에 발생하는 점무늬병 방제약제로 등록되어 있는 33종의 약제중 하나이다. 이 병은 인삼에서 3년 근에서부터 심하게 발병하며 연중 발생하는 병이다. 따라서 대부분의 농가들은 이병을 예방하고 치료하기 위하여 difenoconazole을 연중 수차례 살포하고 있기 때문에 인삼에서 높은 부적합율을 나타내고 있는 것으로 추정된다.

인삼 중 difenoconazole의 잔류량 분석은 관행처리구와 비닐 멀칭구로 나누어 인삼시료 전체와 뇌두 및 몸통으로 구분하여 분석하였다. Table 3의 결과와 같이 관행 처리구에서는 인삼시료 전체에서는 0.81 mg/kg이 검출되어 식품의약품안전청에서 설정한 잔류허용기준치인 0.2 mg/kg (KFDA, 2007)을 초과하였다. 이는 현재의 안전사용기준인 10일 간격으로 5회 처리 후 35일 후에 수확한 결과이기 때문에 현재의 안전사용기준이 다소 문제가 있는 것으로 나타났다. 뇌두와 몸통부분을 분석한 결과 뇌두에서는 3.01 mg/kg으로 상당히 높게 검출되었으며 몸통부분은 0.40 mg/kg으로 나타났다. 이러한 결과로 미루어 볼 때 difenoconazole 약제를 인삼의 지상부에 살포할 때 농약의 살포액이 줄기를 타고 뇌두 쪽으로 흘러가거나 혹은 잎에 살포된 농약이 토양으로 흘러내릴 때 또는 직접 살포액이 토양에 떨어질 때 줄기나 토양을 통해서 인삼의 상부에 해당되는 뇌두에 농약이 많이 집적되는 것으로 나타났다. 따라

**Table 3.** Residue amounts of sprayed pesticides by guideline of safe use.

	Ginseng Parts	Residue Amounts (mg/kg)			
		1	2	3	Mean±SD
Tolclofosmethyl	Head	0.21	0.34	0.55	0.37 ± 0.17
	Body*	0.08	0.10	0.08	0.09 ± 0.01
	Total	0.10	0.13	0.15	0.13 ± 0.03
Difenoconazole	Head	3.22	2.61	3.20	3.01 ± 0.35
	Body	0.39	0.41	0.40	0.40 ± 0.01
	Total	0.83	0.76	0.84	0.81 ± 0.04
Azoxystrobin	Head	0.53	0.45	0.54	0.51 ± 0.05
	Bod	0.30	0.25	0.29	0.28 ± 0.03
	Total	0.15	0.12	0.14	0.14 ± 0.02

\* Main Body

**Table 4.** Residue amounts of difenoconazole and azoxystrobin by a different application method in ginseng.

Pesticides	Application Method	Residue amounts (mg/kg)			
		1	2	3	Mean±SD
Difenoconazole	Recommendation	0.83	0.76	0.84	0.81 ± 0.04
	Vinyl mulching	0.05	0.05	0.05	0.05 ± 0.00
Azoxystrobin	Recommendation	0.15	0.12	0.14	0.14 ± 0.02
	Vinyl mulching	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02

서 인삼의 상부인 뇌두에 농약이 많이 검출되는 원인을 구명하기 위하여 인삼이 재배된 토양 위를 비닐로 덮고 인삼 줄기를 타고 아래로 흘러내리는 것을 방지하기 위하여 줄기에 솜을 부착시켜 흘러내리는 약제를 흡수할 수 있도록 하였다. 이 경우의 difenoconazole 잔류량 분석결과는 Table 4와 같다. 비닐처리를 한 인삼시료에서는 difenoconazole이 0.05 mg/kg으로 나타나 잔류허용치 이하로 나타났다. 이 결과는 difenoconazole은 인삼 잎에서 침투되어 인삼의 뿌리부분으로 전이되는 것으로 추정할 수 있다. Difenoconazole은 농약사용 지침서에는 농약이 옆면에 충분히 묻어 땅에 떨어지도록 살포하라고 제시되어 있는데 약제 살포시 땅이 흥건히 젖도록 살포하는 것이 인삼 중 difenoconazole의 부적합 원인으로 판단되기 때문에 약제의 살포방법의 개선이 필요하다고 할 수 있다.

Azoxystrobin은 strobilurin계로서 인삼의 점무늬병과 탄저병에 등록되어 사용되고 있는 약제이다. 인삼에서 점무늬병은 경계성이 나타나기 시작하는 3년 근부터 발병율이 높아 모든 포장에서 나타나기 시작한다. 한편 탄저병은 저년 근부터 고년 근까지 주로 장마철에 많이 발생하기 때문에 azoxystrobin의 사용량도 많아지면서 부적합율도 높게 나타나고 있다. Azoxystrobin도 difenoconazole과 같은 살포 형태로 4회 살포하고 마지막 처리 45일 후 인삼을 수확하여 잔류량을 분석하였다. 인삼시료 전체에서는 0.14 mg/kg이 검출되어 잔류허용기준치인 0.5 mg/kg (KFDA, 2007)을 초과하지 않는 것으로 나타났다. 뇌두부분에서는 잔류량이 0.51 mg/kg, 몸통에서는 0.28 mg/kg으로 검출되었다. Azoxystrobin의 경우에도 경엽에

살포된 농약이 뇌두 쪽에 많이 살포되는 것으로 나타났다. 비닐처리를 한 시료의 경우에는 검출한계 0.02 mg/kg 미만으로 검출되었다. 이러한 결과는 azoxystrobin은 인삼의 잎에 흡수되어 인삼뿌리까지 이행이 되지 않은 것으로 해석할 수 있다. 즉 인삼에서 검출된 azoxystrobin은 줄기를 타고 흘러내리거나 경엽처리시 토양에 떨어진 농약이 인삼과 접촉되어 잔류되는 것으로 추정된다.

이상의 결과들로 미루어 볼 때 tolclofos-methyl의 경우 안전사용기준인 1회만 처리하면 문제가 없는데 상당수의 농가에서 잘록병에 등록된 약제수가 부족하다는 이유로 농민들이 안전사용기준을 무시하고, 계속 사용하기 때문에 부적합율이 높은 것으로 추정된다. 따라서 인삼재배 농가들을 위하여 tolclofos-methyl의 안전사용기준에 대한 교육과 홍보가 더욱 필요하다고 하겠다. Difenoconazole 및 azoxystrobin의 경우에는 difenoconazole은 인삼의 잎에 침투되어 인삼뿌리까지 전이되는 것으로 나타났으며 azoxystrobin은 인삼 잎을 통하여 뿌리까지 전이되지 않는 것으로 나타났기 때문에 농약 살포시 토양에 많은 양의 약제가 떨어지지 않도록 살포 할 필요가 있다고 사료되나 토양에 존재하는 병원성 미생물의 활성을 어떻게 억제하는가도 고려를 해야 할 사항이라고 사료된다. 비록 이번 시험이 한 개 포장에서 이루어진 결과이지만 difenoconazole은 안전사용기준으로 살포하더라도 잔류량에 문제가 있는 것으로 나타났다. 보다 명확한 원인구명을 위하여 좀 더 많은 포장 수와 시험에 대한 경우의 수를 연구하여야 하겠지만 현재 농촌진흥청의 인삼에 사용할 수 있는 농약의 품목등

록을 위한 시험 기준이 3년 근 이상을 대상으로 2년에 걸쳐 시험한 성적만으로 안전사용기준을 설정하는 문제는 인삼의 경우 5년 동안 누적하여 농약을 살포하므로 시험방법이 재검토되어야 할 것으로 생각된다.

### 감사의 말

본 연구는 2007년도 농촌진흥청의 농업특정연구사업 연구비 지원에 의해 수행된 과제의 일부이며 지원에 감사드립니다.

### LITERATURE CITED

- Adriano GC, Cenci SA and Maia MCA.** (2005). Good agricultural practices in a Brazilian produce plant. *Food Control*. 17:781-788.
- Chan S, Kong MF, Wong YC, Wong SK and Sin DWM.** (2007). Application of isotope dilution gas chromatography-mass spectrometry in analysis of organochlorine pesticide residues in Ginseng root. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 55:3339-3345.
- Choi JH, Abd El-Aty AM, Park YS, Cho SK and Shim JH.** (2007). The assessment of carbendazim, cyazofamid, diethofencarb and pyrimethanil residue levels in *P. ginseng* (C. A. Meyer) by HPLC. *Bulletin of Korean Chemical Society*. 28:369-372.
- Durgnat JM, Andrey HJD and Perrin C.** (2005). Quality and safety assessment of ginseng extracts by determination of the contents of pesticides and metals. *Food Additives and Contaminants*. 22:1224-1230.
- Geumsan-gun.** (2006). Selection of Bio-Pesticides and Commercial Programs of GAP Infrastructures in Ginseng. Geumsan-gun. Daejeon, Korea. p. 1-162.
- Im MH, Kwon KI, Park KS, Choi DM, Chang MI, Jeong JY, Lee KJ, Yun WK, Hong MK and Woo GJ.** (2006). Study on reduction factors of residual pesticides in processing of ginseng (1). *Korean Journal of Pesticide Science*. 10:22-27.
- Jeong YH, Kim JE, Kim JH, Lee YD, Lim CH and Huh JH.** (2004). *Recent Pesticide Sciences*. Sigma Press. Seoul. Korea. p. 269-278.
- KCPA.** (2008). *Pesticide Application Manual*. Korea Crop Protection Association. Samjeong Press. Seoul. p. 1072-1073.
- KFDA.** (2007). *MRLs for Pesticides in Foods*. Korea Food and Drug Administration. Woojin Press. Seoul, Korea. p. 286-287.
- Kim HH, Sung BJ, Kim SI and Park SG.** (2003). *Major Plant Disease and Insect Pests in Ginseng*. Hyundai Graphics. Taejeon, Korea. p. 11-73.
- Kim HJ, Cheong SS, Kim DW, Park JS, Ryu J, Bea YS and Yoo SJ.** (2008). Investigation into disease and pest incidence of *Panax ginseng* in Jeonbuk province. *Korean Journal of Medicinal Crop Science*. 16:33-38.
- Li Y, Kim MR, Lee KB, Kim IS and Shim JH.** (2005). Determination of procymidone residues in ginseng by GC-ECD and GC-MA equipped with a solvent-free solid injector. *Food Control*. 18:364-369.
- MAF, NACF.** (2006). *Education Book of Safety Ginseng Production And Distribution Technology*. Ministry of Agriculture and Forestry, and National Agricultural Cooperative Federation. Seoul. Korea. p. 39-64.
- NIAS** (2008). *Guideline of Pesticides for Safety Use in Export Vegetable to Japan*. National Institute of Agricultural Science. Sangrok Press. Suwon, Korea. p. 186-193.
- Sohn SH, Kim SK, Kang HG and Wee JJ.** (2004). Two-phase partition chromatography using soybean oil eliminates pesticide residues in aqueous ginseng extract. *Journal of Chromatography A*. 1042:163-168.
- Wong JW, Hennessy MK, Hayward DG, Krynitsky AJ, Cassias I and Schenck FJ.** (2007). Analysis of organophosphorus pesticides in dried ground ginseng root by capillary gas chromatography-mass spectrometry and -flame photometric detection. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 55:1117-1128.
- Yang JE, Jeong JB, Kim JE and Lee GS.** (2008). *Ag-Environmental Science*. CIR Press. Seoul, Korea. p. 262-276.
- Yu YM, Youn YN.** (2006). *GAP Ginseng Manual for Ginseng Farmers with GAP*. Chungnam National University, GAP Research Center. Daejeon. Korea. p. 21-171.
- Yu YM, Oh SC, Sung BJ, Kim HH, Lee YH and Youn YN.** (2007). Analysis of good agricultural practices (GAP) in *Panax ginseng* C. A. Mayer. *Korean Journal of Medicinal Crop Science*. 15:220-226.