

Research Article



CrossMark

Open Access

## 인삼 중 Diethofencarb의 재배포장 및 가공에 따른 잔류특성

나은식<sup>1\*</sup>, 이용재<sup>1</sup>, 김성수<sup>1</sup>, 서현석<sup>1</sup>, 류준상<sup>1</sup>, 조승현<sup>2</sup>, 노현호<sup>3</sup>, 김단비<sup>3</sup>

<sup>1</sup>(주)한국인삼공사 R&D본부, <sup>2</sup>충북대학교 농업생명환경대학 환경생명화학과,  
<sup>3</sup>농촌진흥청 국립농업과학원 농산물안전성부 화학물질안전과

### Residual Characteristics of Diethofencarb during Ginseng Cultivation and Processing

Eun Shik Na<sup>1\*</sup>, Yong Jae Lee<sup>1</sup>, Seong Soo Kim<sup>1</sup>, Hyun Seok Seo<sup>1</sup>, June Sang Ryu<sup>1</sup>, Seung Hyeon Jo<sup>2</sup>, Hyun Ho Noh<sup>3</sup> and Dan Bi Kim<sup>3</sup> (<sup>1</sup>R&D Headquarters, Korea Ginseng Corporation, Daejeon 34128, Korea, <sup>2</sup>Department of Environmental and Biological Chemistry, College of Agriculture, Life and Environmental Sciences, Chungbuk National University, Cheongju 28644, Korea, <sup>3</sup>Chemical Safety Division, Department of Agro-food Safety and Crop Protection, National Institute of Agricultural Science, Rural Development Administration, Wanju 55365, Korea)

Received: 29 January 2020/ Revised: 11 February 2020/ Accepted: 30 March 2020

Copyright © 2020 The Korean Society of Environmental Agriculture

This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

ORCID

Enu Shik Na

<https://orcid.org/0000-0001-8786-8889>

### Abstract

**BACKGROUND:** This study was carried out to investigate residual characteristics of diethofencarb during ginseng cultivation and processing, and to establish the maximum residue limits (MRL) of ginseng and its processed products. **METHODS AND RESULTS:** Supervised field trials were conducted from three fields located at Seosan, Goesan and Jeongeup in Korea. Diethofencarb 25% WP was diluted by 500 times and sprayed 4 times onto the ginseng with 10 days interval. The samples were collected at 80 days after final application. The residual amounts of diethofencarb ranged from 0.074 to 0.460 mg/kg in fresh ginseng, from 0.292 to 0.720 mg/kg in dried ginseng, and from 0.208 to 0.557 mg/kg in red ginseng. These data exceeded the ginseng's MRL, 0.3 mg/kg. The processing factors of diethofencarb in processed products were found to be 2.64 and 1.99, respectively for dried and red ginseng.

**CONCLUSION:** Given the lower residual concentration of red ginseng that goes through a more complicated process than dried ginseng, the residual concentrations of diethofencarb in

processed ginseng products were found to be dependent on processing method. Therefore, it is necessary to reconsider the MRL of diethofencarb in fresh ginseng and its processed products.

**Key words:** Diethofencarb, Ginseng, MRL, Processing Factor, Residue Amount

### 서론

인삼(*Panax ginseng* C.A. Meyer)은 오갈피나무과에 속하는 다년생 초본식물로서 한방에서는 간 보호와 해독, 항피로, 항스트레스, 면역 증진, 항암, 항산화 등 약리 작용을 지니고 있어 한의약에서는 중요한 약초로 활용되고 있다. 인삼은 한국을 포함하여 미국, 중국, 일본, 러시아 등에 분포하고 있으며, 우리나라에서 재배되고 있는 것은 고려인삼(*Panax ginseng*)이다. 미국의 화기삼(*Panax quinquefolium*)은 위스콘신과 미네소타 주 등에서 주로 재배되고 있으며, 일본에서는 죽절삼(*Panax japonicum*)을 재배하고 있다[1]. 인삼은 말리지 않은 수삼 외에도 가공 방법에 따라 수삼, 건삼(백삼), 태극삼 및 홍삼과 이를 물이나 주정으로 추출하여 농축한 인삼 및 홍삼 가공품 등으로 가공되어 유통되고 있다[2].

인삼은 일반 작물과는 달리 비교적 낮은 광도의 빛만 필요로 하는 반음지성 식물로서 해가림 시설 하에 재배되기 때문

\*Corresponding author: Eun Shik Na

Phone: +82-42-870-3155; Fax: +82-42-870-3117;

E-mail: 20100206@kgc.co.kr

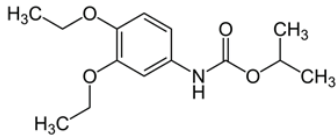


Fig. 1. Chemical structure of diethofencarb.

에 병에 약할 뿐만 아니라 동일한 경작지에서 보통 4년에서 6년동안 재배되는 특성으로 연작에 의한 병충해가 많은 작물이다[3]. 특히 인삼의 고년생 결주의 주원인으로 작용하는 잭빛곰팡이병(*Botrytis cinerea*)은 출하기와 6, 7월 지체부(soil surface) 줄기 및 너두 씩음 피해를 일으키는 토양병해로서 전국 각지의 인삼포지에서 쉽게 관찰할 수 있다. 인삼의 4-6년 생 포지에서 잭빛곰팡이병(*Botrytis cinerea*)은 누적 발병율이 13%로 높기 때문에 병방제를 위해서 주로 benzimidazole계 살균제와 carbendazim과 diethofencarb 합제를 이용한 화학적 방제를 실시하고 있다[4]. Carbendazim과 diethofencarb 혼합제는 carbamate계 화합물의 혼합살균제로 잭빛곰팡이병 전문약제이다(Fig. 1). 이들 약제는 침투이행성 및 잔효성이 있으며, 균사의 침입저해, 진균억제 등의 효과가 있고, benzimidazole계 약제의 내성균에도 작용하여 예방 및 치료효과가 있다(KCPA, 2018). 하지만 최근 살균제에 대한 내성 증가로 방제 효과가 감소하고 있으며, 농약의 과용 또는 오용으로 인한 잔류 문제가 대두 되고 있다.

일반적으로 인삼은 원료상태에서 그대로 섭취하기 보다는 저장, 가공, 조리 과정을 거쳐 섭취하는 비율이 높는데, 이 같은 과정에서 잔류농약은 그대로 잔류하거나 농축되기도 하지만 감소하는 경우가 많다. 따라서 합리적인 가공품의 농약잔류허용기준(maximum residue limit, MRL) 설정을 위해서는 가공 과정에 따른 농약 잔류량의 변화를 고려해야 하며, 이를 위해 가공계수 및 감소계수가 중요한 요소 중 하나로 사용되고 있다. 국제적으로 Codex, FAO, WHO 등에서도 가공계수 및 감소계수의 중요성을 인식하고 이에 대한 지침을 설정하고 있으며, 국내에서도 가공품의 농약잔류허용기준 설정 시 건조 등의 과정으로 인하여 수분이 변화된 경우에는 수분 함량을 고려하여 기준을 적용하고 있다.

따라서 본 연구에서는 diethofencarb의 MRL 설정기준의 검토와 안전성 확보를 위한 기초자료를 확보하고자 충청남도 서산, 충청북도 괴산 그리고 전라북도 정읍의 5년근과 6년근의 인삼포장에 약제를 살포한 후 수삼과 가공단계 별 농약의 잔류량을 분석하고, 가공계수를 산출하였다.

## 재료 및 방법

### 약제 및 시약

검량선 작성 및 회수율 시험에 사용한 농약 diethofencarb 표준품은 순도 99.6%의 Dr.Ehrenstorfer (Augsburg, Germany) 제품을 사용하였으며, 제조업체로부터 구입하였다. 포장시험에 사용한 농약은 카벤다짐·디에토펜카브 수화제(유효성분 25+25%)로서 상표명은 '깨끄탄'으로 (주)동방아그로에서 생산한 제

품을 이용하였다. 잔류농약 분석을 위해 사용한 acetonitrile, dichloromethane 및 methanol은 Merck (Darmstadt, Germany)의 잔류분석용 시약을 구입하여 사용하였다. Sodium chloride 및 magnesium sulfate는 Merck (Darmstadt, Germany) 제품을 구입하여 사용하였다.

### 포장시험

인삼의 시험포장은 diethofencarb를 살포한 이력이 없는 충청남도 서산시 부석면 송시리(Field I, 6년근), 충청북도 괴산군 사리면 중흥리(Field II, 5년근), 전라북도 정읍시 신태인읍 연정리(Field III, 5년근) 소재 포장을 선정하였다. 시험구는 포장 당 무처리구 1개와 처리구 1개를 두었고 약제 처리구는 약 45 m<sup>2</sup> (0.9 m W. × 50 m L.), 무처리구는 처리구와 충분한 거리를 두고 29 m<sup>2</sup> (0.9 m W. × 32.4 m L.)를 배치하여 포장별 총 면적은 약 74 m<sup>2</sup>이었다. 시험농약은 안전사용기준에 따라 1,000배 희석하여 수확 80일전까지 10일 간격으로 4회 살포하였다. 살포기는 고압 충전식 분무기(HP-2014, Hanilspray, Korea)를 사용하여 80 psi 분사압력으로 분당 약 1,122 mL를 살포하였다. 시료채취는 지역별로 수확 예정일에 일시 수확하였으며, 채취된 시료는 흙을 제거한 후 실험실로 운반하였으며 운반된 시료는 수삼 분석시료와 가공품(건삼, 홍삼) 제조를 위한 양을 구분하였다. 그리고 인삼 중 잔류농약의 경시변화를 구명하기 위하여 정읍지역에서 최종 약제 살포 후 0, 30, 60, 80, 100일차에 수삼 시료를 채취하여 잔류농약을 분석하였다.

### 가공방법

수확한 수삼은 각 처리구 별로 건삼과 홍삼으로 가공하였다. 건삼은 수삼을 세척 후 60°C의 열풍기(OF-1300DS, Jeio Tech, Korea)로 수분 함량이 약 14%이하가 될 때까지 건조하여 제조하였다. 홍삼은 수삼을 세척 후 증삼설비(Boah Machinery Co. Ltd., Korea)를 이용하여 98°C의 증기로 3시간 정도 증숙하고 65°C의 열풍기로 열풍건조하여 수분함량 14%이하가 되도록 가공처리하였다.

### 시료전처리 및 기기분석 조건

수삼 중 농약의 추출을 위해 30 g의 수삼을 250 mL PE 병에 넣고 acetonitrile 100 mL를 가하여 시료균질화기(T-25, IKA, Germany)에서 3분간 10,000 rpm으로 균질화 한 후 NaCl 3 g을 첨가하여 3분간 진탕 추출하였다. 건삼 및 홍삼은 시료 10 g에 증류수 20 mL를 첨가하여 1시간 동안 습윤 시킨 후 acetonitrile 100 mL 넣고 NaCl 3 g 및 MgSO<sub>4</sub> 4 g을 첨가하여 3분간 진탕 추출하였다. 각 추출물을 원심분리기(Avanti J-15R, Beckman coulter, USA)로 3,000 rpm에서 5분간 원심분리하였다. 이 후 상층액 20 mL를 50 mL 시험관에 분취하여 40°C 이하 수욕조에서 감압농축 후 농축잔류물을 dichloromethane:methanol=95:5 (v/v) 2 mL로 재용해하였다. NH<sub>2</sub> SPE cartridge (1 g, 6 ml)에 dichloromethane 5 mL로 pre-washing 한 후 상기 시료 2

mL를 loading하고 dichloromethane:methanol=95:5 (v/v) 10 mL를 이용하여 diethofencarb를 용출시켜 40°C 이하 수욕에서 감압 농축하였다. 농축잔류물은 methanol 2 mL에 재용해하여 기기분석하였다. Diethofencarb 분석은 LC-MS/MS (XEVO-TQD, Waters, USA)를 이용하여 분석하였고 데이터 처리는 MassLynx 소프트웨어를 사용하였다. 분석용 칼럼은 역상 칼럼인 BEH-C<sub>18</sub> (2.5 mm I.D x 100 mm L, 1.7 μm)을 사용하였고, 0.1% formic acid가 함유된 acetonitrile과 0.1% formic acid가 함유된 증류수를 사용하여 최적화된 기울기 용리방식으로 대상성분을 분리하였다. 유속은 0.4 mL/min, 주입량은 2 μL로 하였다. 이온화법은 전기분무이온화(electrospray ionization, ESI)법의 양이온모드(positive-ion mode)를 사용하여 diethofencarb의 선구이온(precursor ion)은 *m/z* 268을 선택하였고, 토막이온(product ion)은 충돌 에너지(collision energy)를 조절하여 *m/z* 226, 124를 선택하여 multiple reaction monitoring (MRM)조건을 확립하였다.

#### 표준검량선 작성

Diethofencarb 표준품 10.04 mg을 10 mL의 methanol에 용해하여 1,000 mg/L의 표준원액을 조제하였으며, 이를 methanol로 희석하여 100 mg/L가 되게 희석하여 표준용액으로 하였다. 이를 시료 무처리 추출물로 희석하여 0.005, 0.02, 0.05, 0.1, 0.3, 0.5 및 0.7 mg/L로 조제하여 90% 이상의 무처리 추출물이 첨가된 matrix-matched 표준용액을 조제하였다. 각각의 표준용액을 2 μL씩 LC-MS/MS에 주입하여 chromatogram상의 peak 면적을 기준으로 표준검량선을 작성하였다.

#### 회수율시험

회수율 시험은 LOQ, LOQ×10, MRL 수준으로 실시하였다. 수삼 무처리 시료 30 g에 0.01 mg/kg 농도는 0.3 mg/L 표준용액 1 mL를 처리하였고, 0.1 mg/kg 농도는 3.0 mg/L

표준용액 1 mL, 그리고 0.3 mg/kg 농도는 9.0 mg/L 1 mL를 처리하였다. 건삼 및 홍삼 무처리 시료 10 g에 0.01 mg/kg 농도는 0.1 mg/L 표준용액 1 mL를 처리하였고, 0.1 mg/kg 농도는 1.0 mg/L 표준용액 1 mL, 그리고 0.3 mg/kg 농도는 3.0 mg/L 1 mL를 처리하였다. 무처리 시료에 각 수준으로 diethofencarb를 처리한 후 균일하게 혼합하여 30 분간 방치한 후 상기의 시료분석과정과 동일한 방법으로 수행하여 회수율을 산출하였다.

#### 가공계수 산출

가공계수는 아래 식을 이용하여 가공품 중 diethofencarb의 잔류량을 수삼 중 diethofencarb의 잔류량으로 나누어 가공계수를 산출하였다.

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

### 결과 및 고찰

#### 표준 검량선 작성

수삼, 건삼 및 홍삼 중 잔류량과 회수율을 산출하기 위하여 각기 농도가 다른 7종의 표준용액을 3반복 분석한 후 chromatogram상의 peak 면적을 기준으로 표준검량선을 작성하여 본 결과, diethofencarb의 검량선 회귀방정식은 수삼은  $y=115,045.69x-404.09$  ( $R^2=0.9990$ ), 건삼은  $y=136,475.32x-161.75$  ( $R^2=0.9989$ ), 그리고 홍삼은  $y=127,087.79x-539.72$  ( $R^2=0.9998$ )로 나타나 직선성은 모두 매우 양호한 것으로 확인되었다.

#### 검출한계, 정량한계 및 회수율 시험

수삼, 건삼 및 홍삼 중 diethofencarb의 검출한계와 정량한계는 각각 0.005와 0.01 mg/L이었다. 또한 분석법의 회수율은 Table 1에 제시한 바와 같이 수삼의 경우 93.2-114.0%,

**Table 1. Limit of detection (LOD), Limit of quantitation (LOQ) and recoveries of diethofencarb in ginseng and its processed products**

Matrix	Fortification Level (mg/kg)	Recovery <sup>a)</sup> (%)	RSD <sup>b)</sup> (%)	LOD (mg/kg)	LOQ (mg/kg)
Fresh ginseng	0.01	93.2±1.42	1.51	0.005	0.01
	0.1	106.5±1.06	0.99		
	0.3	114.0±1.18	1.04		
Dried ginseng	0.01	96.1±2.05	2.13	0.005	0.01
	0.1	104.8±3.38	3.23		
	0.3	107.7±0.65	0.60		
Red ginseng	0.01	102.5±1.53	1.49	0.005	0.01
	0.1	96.1±0.18	0.19		
	0.3	90.9±1.95	2.15		

<sup>a)</sup> Means ± SD (Standard deviation) of triplicate.

<sup>b)</sup> RSD values were expressed as standard deviation / mean × 100%

건삼의 경우 96.1-107.7%, 홍삼의 경우 90.9-102.5%이다. 농촌진흥청(2019)에서 잔류시험 권장 회수율 범위는 70-120%이고 변이계수는 10%미만으로 이를 감안하면 분석법은 양호한 것으로 판단되었다.

### 인삼 재배기간 중 잔류량 변화

국내 인삼 재배지 중 충청남도 서산(6년근), 충청북도 괴산(5년근), 전라북도 정읍(5년근) 시험포장에 diethofencarb를 농약 안전사용기준에 준해 살포하여 재배된 수삼의 잔류농약 분석결과와 대표적인 chromatogram은 Table 2, Supplemental S1과 같았다. 수삼 중 diethofencarb의 잔류량은 0.074-0.460 mg/kg이었으며, 3개의 시험포장 중 1개의 시험포장에서 MRL 0.3 mg/kg을 초과하였다. 이는 Lee 등의 연구결과[5]에서도 4년근의 수삼을 이용하여 시험한 결과 관행처리구에서 잔류허용기준을 초과하는 비슷한 결과를 보였다. 농림축산식품부에서의 인삼에 대한 잔류농약 모니터링 결과를 살펴보면 2014년에는 1,322건의 조사결과 39건이 불합격되었는데 azoxystrobin, cypermethrin, diethofencarb 및 endosulfan 등이 다량으로 검출되었고 이중 diethofencarb가 4년근 이상의 고년근에서 높은 부적합율과 검출빈도수를 보였다고 하였다(농림축산식품부, 2014). 따라서 인삼에 대해 diethofencarb의 안전사용기준은 4년근 이상에 대해서 살포 횟수에 대한 재고가 필요하다고 사료된다.

Field III(정읍)의 수삼 재배기간 중 diethofencarb의 잔류량은 초기 잔류농도가 0.763 mg/kg으로 MRL 0.3 mg/kg을 초과하였다. 또한 최종약제 살포 후 30일차에 0.947 mg/kg

으로 최대농도를 나타내었으며, 이후 잔류량은 감소하는 경향을 보였고 안전사용기준에 준하여 약제 살포 시 최종 수확시기에서도 잔류허용기준 보다 높은 잔류량은 나타내었다. 이와 같이 최종약제 살포 후 초기 잔류농도보다 30일에서 잔류량이 높은 것은 인삼의 경우 살포 후 일정시간동안 뿌리로 흡수되는 경향을 나타내고 있으며, 이는 뿌리작물의 특성에 기인한 것으로 판단된다. 이를 바탕으로 회귀식을 산출하여 반감기를 산출한 결과 diethofencarb의 재배 중 반감기는 99일이었다. 또한, 최종 약제 살포 당일 수삼 시료의 잔류량이 시험포장에 따라 약 7배 차이가 나타났는데 이는 Field I(서산)의 경우 벚길으로 만들어진 덮개가 있어 살포액의 유입이 적었으나 Field III(정읍)의 경우 덮개가 없어 줄기 주변의 구멍을 통해 살포액이 유입되었기 때문이라고 판단되었으며 이는 Lee 등의 연구결과[6]와 동일하였다.

### 인삼가공품 잔류량 및 가공계수

인삼 가공품인 건삼과 홍삼 중 diethofencarb의 잔류량을 Table 2에서 제시한 바와 같이 각각 0.292-0.720 mg/kg, 0.208-0.557 mg/kg이었으며, 건삼과 홍삼의 MRL 0.3 mg/kg을 초과하는 시험포장은 두 곳이었다. 또한, 건삼의 잔류량이 홍삼의 잔류량보다 높았는데 홍삼은 건삼과는 달리 98°C의 고온에서 3시간 이상 증숙한 후 열풍 및 태양 건조하는 과정 중 농약이 소실된 결과로 판단되었다. 이는 Noh 등과 Im 등의 연구결과[1, 7, 8]에서 보는 바와 같이 수삼을 건삼과 홍삼으로 제조한 후 잔류농약을 분석한 결과 건삼이 홍삼보다 잔류량이 높은 경향이었던 보고와 유사하였다.

Table 2. Concentration of diethofencarb in ginseng and its processed products

Matrix	Field	Concentration <sup>a)</sup> (mg/kg)	RSD <sup>b)</sup> (%)	MRL (mg/kg)
Fresh ginseng	I	0.074±0.007	10.0	0.3
	II	0.187±0.017	8.94	
	III	0.460±0.041	8.84	
Dried ginseng	I	0.292±0.017	5.96	0.3
	II	0.449±0.028	6.14	
	III	0.720±0.037	5.09	
Red ginseng	I	0.208±0.017	8.10	0.3
	II	0.366±0.021	5.66	
	III	0.557±0.005	0.84	

<sup>a)</sup> Means ± SD(Standard deviation) of triplicate.

<sup>b)</sup> RSD values were expressed as standard deviation / mean × 100%

Table 3. Processing factors of diethofencarb in the processed products of fresh ginseng

Matrix	Processing factor			
	Rep. 1	Rep. 2	Rep. 3	mean±SD
Dried ginseng	3.95	2.40	1.57	2.64±1.21
Red ginseng	2.81	1.96	1.21	1.99±0.80

Processing factor were residue in processed products (mg/kg) / residue in fresh ginseng (mg/kg)



Diethofencarb의 잔류량을 통해 가공단계에 따른 가공계수를 산출한 결과 Table 3과 같았다. 건삼과 홍삼 가공계수는 각각 1.57-3.95와 1.21-2.81이었다. 이와 같이 건삼과 홍삼 중 diethofencarb의 가공계수가 1 이상으로 가공과정을 거치면서 잔류농약 농도가 증가하였는데 이는 평균 수분함량이 약 73%인 수삼을 건삼과 홍삼으로 가공하면서 수분함량이 14%이하로 감소되어 잔류량이 증가하였다고 판단되며, 이는 Im 등의 연구결과[7, 8]와 유사하였다. Noh 등의 연구결과[9]에서 고추 중 diethofencarb를 건조하여 가공하였을 때 가공계수는  $2.46 \pm 0.04$ 라고 보고하였다. 농산물품질관리원에서 평균 생고추의 수분함량이 80%이고 수분함량을 15-20%까지 건조시켜 건조추를 제조한다는 보고를 고려하였을 때, 인삼과 고추의 원료 수분함량과 가공품의 수분함량이 비슷하기 때문에 고추와 인삼의 가공품 중 diethofencarb의 가공계수가 유사한 수준으로 나타난 것으로 판단되었다.

따라서 수삼, 건삼 및 홍삼에 동일하게 적용되고 있는 diethofencarb의 MRL은 식품의 기준 및 규격 제2019-89호 가공품의 수분함량을 고려한 잠정적 허용기준을 설정하는 방법과 동일하게 건삼과 홍삼에 대한 diethofencarb의 MRL 설정을 가공방법에 따라 재검토할 필요가 있다고 사료된다.

### Note

The authors declare no conflict of interest.

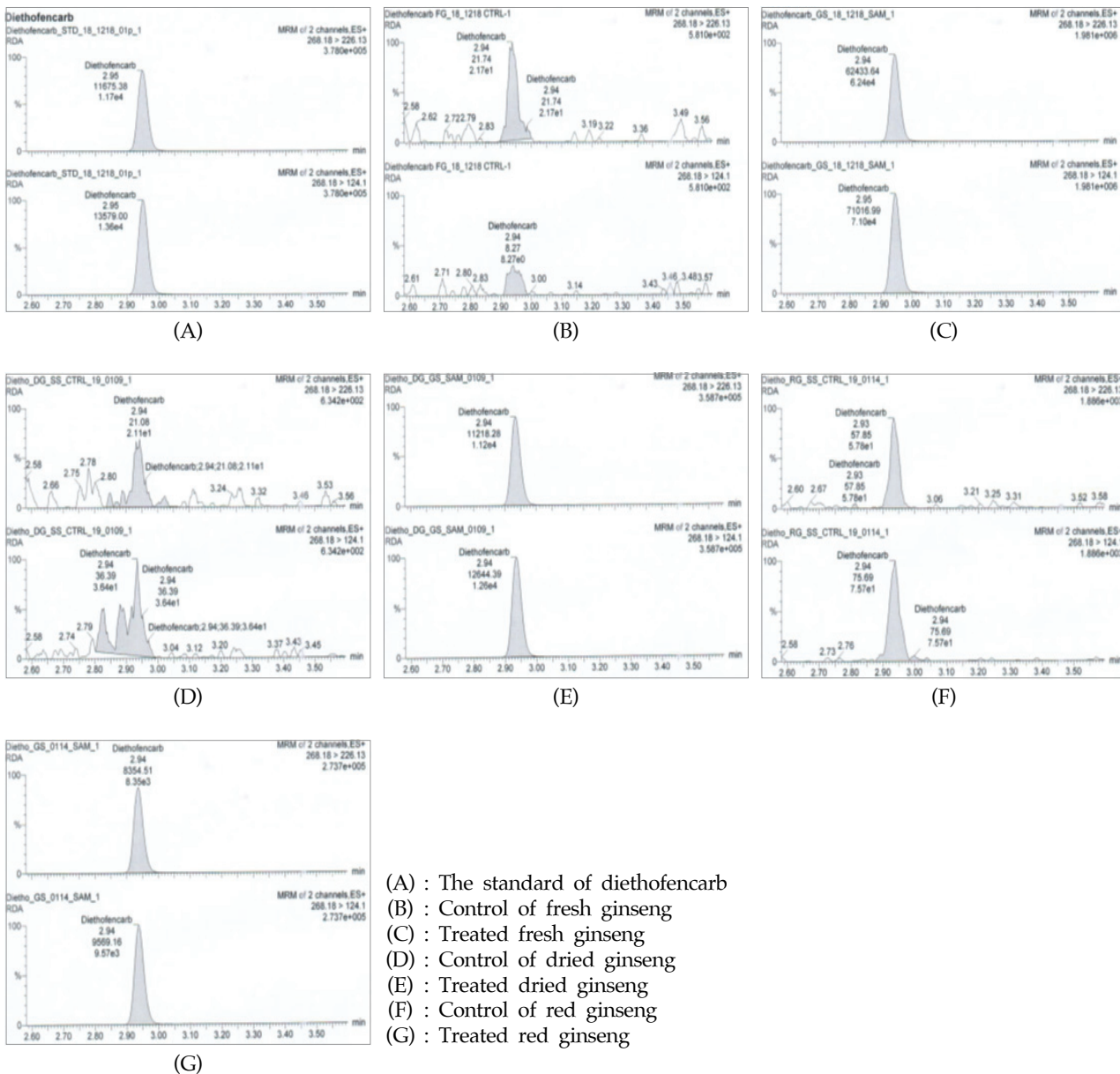
### Acknowledgement

This study was carried out with the support of "Study on the Establishment of Import Tolerance (IT) for Export Promotion of Agricultural Commodity (Project No.PJ01364104)" National Institute of Agricultural Science, Rural Development Administration, Republic of Korea.

### References

- Noh HH, Lee KH, Lee JY, Lee EY, Park YS, Park HK, Oh JH, Im MH, Lee JY, Baeg IH, Kyung KS (2012) Residual characteristics and processing factors of difenoconazole in fresh ginseng and processed ginseng products. The Korean Journal of Pesticide Science, 16(1), 35-42.
- Kim JG, Park HR, Yang KW, Kim SS, Kwon CH, Jeong YH, Hur JH (2011) Processing and reducing factors of difenoconazole during ginseng processing. Korean Journal of Food Science and Technology, 43(3), 263-270.
- Kang HS, Park DS, Hwang YK, Kim SM (2007) Survey on pesticide use by ginseng growers at Gangwon farmland in Korea. The Korean Journal of Pesticide Science, 11(3), 210-215.
- Cho HS, Jeon YH, Do GR, Cho DH, Yu YH (2008) Mycological Characteristics of *Botrytis cinerea* Causing Gray Mold on Ginseng in Korea. Journal of Ginseng Research, 32(1), 26-32.
- Lee JH, Kim YH, Jeon YH, Shin KS, Kim HY, Kim TH, Park C, Yu YM, Kim JE (2009) Residues amounts of cypermethrin and diethofencarb in ginseng sprayed by safe use guideline. Korean Journal of Environmental Agriculture, 28(4), 412-418.
- Lee JY, Noh HH, Park HK, Kim JC, Jeong HR, Jin MJ, Kyung KS (2015) Residual characteristics and behavior of azoxystrobin in ginseng by cultivation conditions. The Korean Journal of Pesticide Science, 19(1), 14-21.
- Im MH, Kwon KI, Park KS, Choi DM, Chang MI, Jeong JY, Lee KJ, Yum WK, Hong MK, Woo GJ (2006) Study on reduction factors of residual pesticides in processing of ginseng. The Korean Journal of Pesticide Science, 10(1), 22-27.
- Im MH, Kwon KI, Park KS, Lee KJ, Chang MI, Yun WK, Choi WJ, Yoo KS, Hong MK (2007) Reduction rate of azoxystrobin, fenhexamid and cyprodinil during ginseng processing. Korean Journal of Food Science and Technology, 39(5), 575-579.
- Noh HH, Kim KK, Lee EY, Chang MI, Im MH, Lee YD, Kyung KS (2015) Effects of oven drying on pesticide residues in field-grown chilipeppers. Journal of the Korean Society for Applied Biological Chemistry, 58(1), 97-104.

Supplemental S1.



- (A) : The standard of diethofencarb
- (B) : Control of fresh ginseng
- (C) : Treated fresh ginseng
- (D) : Control of dried ginseng
- (E) : Treated dried ginseng
- (F) : Control of red ginseng
- (G) : Treated red ginseng

Typical MRM profile of diethofencarb in fresh ginseng and its processed products.