

Research Article

Open Access

## 수출용 단감에 대한 Difenoconazole과 Thiamethoxam의 잔류특성 연구

장희라, 강혜림, 도정아,<sup>1</sup> 오재호,<sup>1</sup> 황인균,<sup>1</sup> 권기성,<sup>1</sup> 임무혁,<sup>2</sup> 김균\*

호서대학교 안전성평가센터, <sup>1</sup>식품의약품안전평가원 화학물질과, <sup>2</sup>식품의약품안전청 식품기준과

### Residue Studies of Difenoconazole and Thiamethoxam during Cultivation of Sweet Persimmon for Export

Hee-Ra Chang, Hae-Rim Kang, Jung-A Do,<sup>1</sup> Jae-Ho Oh,<sup>1</sup> In-Kyun Hwang,<sup>1</sup> Ki-Sung Kwon,<sup>1</sup> Moo Hyeog Im<sup>2</sup> and Kyun Kim\* (Environmental Chemistry, HTRC, Hoseo University, 165 Sechul, baebang, Asan, Chungnam, Korea, <sup>1</sup>National Institute of Food and Drug Evaluation, 643 Yeonje-ri, Gangoe-myun, Cheongwon-gun, Chungbuk, Korea, <sup>2</sup>Korea Food and Drug Administration, 643 Yeonje-ri, Gangoe-myun, Cheongwon-gun, Chungbuk, Korea)

Received: 13 August 2012 / Accepted: 14 September 2012  
© 2012 The Korean Society of Environmental Agriculture

#### Abstract

**BACKGROUND:** In order to elucidate residual characteristics of difenoconazole and thiamethoxam by treatment to sweet persimmons for one year and to generate the data for the maximum residue limit (MRL) establishment for those pesticides in or on sweet persimmon.

**MEIHDOS AND RESULTS:** Systemic fungicide difenoconazole WP (10% a.i.) and systemic insecticide thiamethoxam WG (10% a.i.) were sprayed onto 12~25-years-old sweet persimmons according to its preharvest interval (PHI), respectively, and then fresh sweet persimmons were harvested at 0, 1, 3, 7, 14, 21 days after treatment from pesticide-sprayed plots at each 3 sites. The analytical methods were evaluated to limit of quantification, linearity, specificity, reproducibility and recoveries. The crop samples were extracted with acetone and performed dichloromethane partition process. The extracted samples of difenoconazole were analyzed by GC-ECD and the thiamethoxam extracted samples were analyzed by HPLC with good sensitivity and selectivity of the method. The average recoveries of difenoconazole ranged from 87.5 to 99.5% with the percentage of coefficient variation in the range 4.1~7.6% at three different spiking

levels(0.02, 0.2 and 2.0 mg/kg). And the average recoveries of thiamethoxam and clothianidin ranged from 88.8 to 98.9% and 83.2 to 96.6% with the percentage of coefficient variation in the range 3.6~5.0% and 3.8~9.4% at three different spiking levels(0.02, 0.2 and 2.0 mg/kg), respectively. The residue amounts ranges of difenoconazole were 0.2~0.56 mg/kg and the residue amount was decreased below the MRL level, 1.0 mg/kg, after 1 day harvest. The residue amounts ranges of thiamethoxam were 0.08~0.28 mg/kg and the residue amount was decreased below the MRL level, 0.5 mg/kg, after 1 day harvest. And the residue amount of clothianidin was below then 0.03 mg/kg for only one test site of 14 and 28 day samples.

**CONCLUSION:** As a result, the residual amounts of difenoconazole and thiamethoxam were not exceeded the MRL of established criteria for sweet persimmon. The biological half-lives of difenoconazole and thiamethoxam were 13.6, 19.4, 16.3 and 10.0, 15.3, 14.0 days at each three test sites, respectively.

**Key Words:** Biological half-life, Clothianidin, Difenoconazole, MRL, Residue amount, Sweet persimmon, Thiamethoxam

#### 서 론

국내 유망 수출 식품 중 잔류농약으로 인하여 수출 장애가 있는 식품이나 농산물을 대상으로 문제가 되는 농약에 대해

\*교신저자(Corresponding author),  
Phone: +82-41-540-9678; Fax: +82-41-540-9867;  
E-mail: kkim@hoseo.edu

CAC(CODEX Alimentarius, 2010) 및 수출국에 농약잔류 허용기준(MRL, Maximum Residue Limit) 설정을 위해 과학적인 자료의 생산이 필요한 시점이라 할 수 있다. 따라서 과학적 자료에 근거한 주요 수출유망식품에 대한 국내 농약 잔류허용기준의 제·개정이 필요하고, 수출유망식품의 수출을 촉진하기 위하여 농약별 작물잔류성적을 국제기준에 맞게 생산·제공하여 CODEX 및 수출국에 제출하여 인정을 받는 것이 필요하다. 식품의약품 안전청에서 2011년 주요 수출국에 MRL 관련 국내산 과일류 수출이 어려운 사례 조사를 실시한 결과 사과, 감귤, 단감, 배 등 14종의 농산물이 수출에 어려움을 겪고 있는 것으로 조사되었다. 국내 유망 수출식품 중 과실류 수출에 장애가 되는 요인들이 다수 있었으나 그 중에서도 농약과 관련된 내용을 보면 우선적으로 수출 관련 정부의 법규 개선 등과 같은 제도적 장치 마련이 시급하다고 할 수 있다(한국농촌경제연구원, 2010).

농산물 수출 동향을 보면 최근 10여 년간 제일 많이 수출된 과실류는 배였고, 이어서 사과의 수출량이 많은 걸로 조사되었다. 생산액으로 볼 때 배는 감이나 감귤, 사과에 비해 1/3 수준이었으나, 수출액으로 보면 감의 5배 이상의 수준이었다. 감의 생산액은 1980년대 중반 이후 꾸준히 증가하여 2008년 6,481억원 규모이며, 생산액으로 볼 때 사과에 이어 감귤과 유사한 2위 수준이었다(한국농촌경제연구원, 2010). 사과와 배는 CODEX MRL이 설정된 농약이 3~40종 정도이며, 미국에 수출되는 사과와 배에 허용된 농약이 30~50종 이상이나, 단감의 경우는 CODEX 및 미국에 MRL이 설정된 농약이 10개 미만으로 단감에 사용 가능한 농약의 MRL 설정이 시급하다 할 수 있겠다. 단감에 있어서 미국 수출시 문제점으로 제기되고 있는 것은 미국 환경청에서 감에 등록된 농약잔류허용기준은 자국에 허용기준이 설정되지 않은 농약 등에 대해서는 불검출을 원칙으로 하는 제도인 Zero Tolerance를 적용하고 있다는 점이다. 현재까지(2012.9.6.) 미국에 MRL이 설정된 농약은 제초제 성분을 포함하여 10종(azoxystrobin, chlorantraniliprole, clofentezine, imidacloprid, phosphine, carfentrazone-ethyl, glyphosate, napropamide, oxyfluorfen, paraquat)이며, 이 중 제초제 5종을 제외하면 병해충 방제에 사용 가능한 농약은 5종이다. 이들 5종 농약 중 국내에 잔류허용 기준이 설정된 농약은 4종으로 결과적으로는 미국 수출용 단감에 사용 가능한 병해충 방제용 농약은 4종(azoxystrobin, 살균제, 둥근무늬낙엽병, imidacloprid, 살충제, 감관총체벌

레, chlorantraniliprole, 살충제, 잎말이 나방, clofentezine, 살충제, 사과응애) (The Office of the Federal Register, 2012)에 불과하여 단감대미수출단지 단감 재배농가가 병해충 방제에 어려움을 겪고 있으며, 단감 수출 활성화의 한 요인으로 허용된 농약의 수를 늘리는 것이 필요하다.

단감의 수출부진 원인은 여러 요인이 있겠으나 미국의 경우를 보면 수출용 단감에서 검역대상 해충(감꼭지나방, 복숭아 명나방, 온실가루막지벌레 등)의 존재이유로 90년부터 2001년까지 11년 동안 수입거부 되었고(Stewart, 1997), 2002년에 수입허용을 위한 법규제정 절차를 진행하여 대미수출이 가능하게 되었다(Kim *et al.*, 2005; Lee *et al.*, 2002; 국립식물검역소, 2003). 단감 수출은 꾸준한 증가세를 보이고 있으며, 2007~2009년 연평균 32.5% 증가율을 보였다(농산물무역정보, 2011). 주요 수출시장으로는 말레이시아, 싱가포르, 홍콩, 태국 등 동남아에 76.1%로 편중되었고, 미국, 캐나다 등 북미에는 11.2% 정도 수출하는 수준이다.

따라서 본 연구에서는 단감의 미국에 대한 수출시장 확대를 위한 방안으로 국내 등록 농약의 CODEX 및 미국 MRL 설정을 위한 농약잔류 시험자료를 확보하고자 하였다. 대상농약으로는 difenoconazole과 thiamethoxam 2종을 선정하여 단감에 대한 잔류분석시험을 수행하였다. Difenoconazole은 살균제로 단감의 둥근무늬낙엽병과 탄저병 등의 방제에 사용되고 있으며(작물보호협회, 2010), 국내에 설정된 MRL은 1.0 mg/kg이며, thiamethoxam은 살충제로 단감의 깍지벌레, 노린재류 및 감관총체벌레 등의 방제에 사용되고 있으며, 국내에 설정된 MRL은 0.5 mg/kg이다. 이들 대상농약에 대한 물리화학적 특성은 Table 1과 같고, 화학적 구조는 Fig. 1과 같다(Tomlin, 2009).

Table 1. Physicochemical properties of selected pesticides

Pesticide	Difenoconazole	Thiamethoxam
Log P	4.4	-0.13
Vapor Pressure (mPa)	$3.3 \times 10^{-5}(25^{\circ}\text{C})$	$6.6 \times 10^{-6}(25^{\circ}\text{C})$
pKa	non-dissociation	non-dissociation
MRL (mg/kg)	0.5	0.1
ADI (mg/kg b.w.)	0.01 (JMPR)	0.08 (JMPR)
Determination of residue	Parent compound	Parent compound + Clothianidin

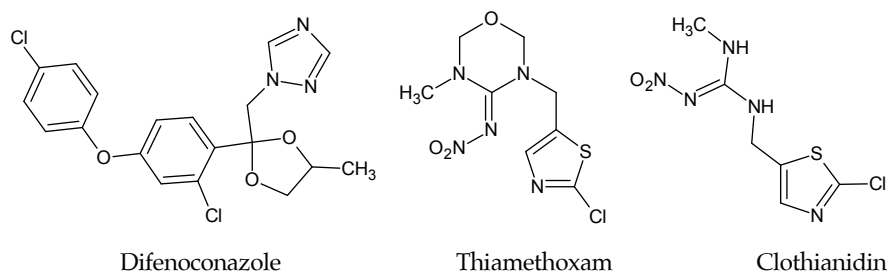


Fig. 1. Chemical structures of selected pesticides.

## 재료 및 방법

### 약제 및 시약

수출용 단감의 잔류특성을 규명하기 위하여 선정된 3개의 농약, difenoconazole과 thiamethoxam, thiamethoxam의 대사물 clothianidin 표준품은 Dr. Erhenstorfer (독일)로부터 구입하여 사용하였으며, 분석을 위해 사용한 acetonitrile, acetone, dichloromethane 및 n-hexane은 Burdick & Jackson 사(미국)의 잔류분석용 시약을 구입하여 사용하였다. Sodium sulfate(GR급) 및 sodium chloride(GR급)는 Junsei Chemical (일본) 제품을 구입하여 사용하였다.

### 시험포장 선정

단감 시험포장은 대미 수출단지가 조성되어 있는 국내 최대 규모의 단감 주산단지인 경상남도 진영 지역을 대상으로 3개의 site를 선정하였다. 포장선정 조건 및 방법은 대미 수출용으로 계약 재배중인 포장과 difenoconazole, thiamethoxam 무처리 포장을 선정하였다. 선정된 3개 지역 포장은 경상남도 농업기술원 단감연구소 시험 포장, 경남 창원시 의창구 동읍 봉강리 소재 포장, 경남 창원시 의창구 북면 화천리 소재 포장이었다. 시험대상 단감 품종은 부유였다

### 시험구 배치 및 약제살포

시험구는 포장당 대조구 1개와 처리구 2개를 두었고, 1개의 처리구당 4개 단감나무에 대상약제를 살포하였다. 시료채취는 처리구당 2반복으로 하였고, 1회 채취시 약 24개의 단감(2 kg)을 채취하였다. 1개의 시험물질 당 총 36주의 단감나무를 대상으로 실험을 수행하였다(US EPA, 1996). 약제살포 및 시료채취는 difenoconazole의 경우 10% 수화제를 수확 47일전부터 10일 간격으로 5회 살포하였고, 단감시료 채취는 0, 1, 3, 7, 14, 21일 간격으로 수확하였다. Thiamethoxam은 10% 입상수화제를 수확 27일전부터 10일 간격으로 3회 살포하였고, 단감시료 채취는 difenoconazole과 동일한 시간 간격으로 수확하였다.

### 분석법 검증(Method Validation)

Difenoconazole의 GC/ECD 기기분석 조건을 확립하기 위해 표준품 0.01 g을 acetone 10 mL에 녹여 1,000 mg/L 용액을 만들었다. LOD(Limit of Detection)는 S/N ratio가 3이 되는 농도로 설정하였고, LOQ(Limit of Quantification)는 S/N ratio가 10이 되는 농도로 설정하였다. 직선성(Linearity)은 0.07, 0.1, 0.5, 1, 2, 5 및 15 mg/L 농도로 조제하여 확인하였고, 3 포장의 무처리 시료를 이용하여, 특이성(Specificity) 확인을 위하여 5반복으로 시료를 전처리하여 간섭물질 유무를 확인하였다. 재현성(Reproducibility) 평가를 위하여 1 mg/L 농도의 표준용액을 10번 반복 주입한 area와 retention time의 CV(%)를 확인하였다(Shim 등, 2010, US FDA, 2005). Thiamethoxam과 clothianidin의 HPLC/DAD 기기분석 조건 확립은 difenoconazole의 분석방법 확립과 동일한 과

정으로 수행하였다.

### 기기분석 조건

단감 중의 difenoconazole 분석은 ECD가 장착된 HP-7890 Gas Chromatograph를 사용하였고, 분석조건은 Table 2와 같고, thiamethoxam과 대사물 clothianidin 분석은 HP-1200 HPLC를 사용하였고 분석조건은 Table 3과 같다.

### 회수율시험

회수율 시험을 위한 분석법 확립은 식품공전상의 분석법과 개별농약에 대한 분석법들을 참고로 하였다(KFDA, 2010, Chang *et al.*, 2011; Yu *et al.*, 2008). 무처리 단감시료 25 g에 각각 difenoconazole과 thiamethoxam+clothianidin 표준용액을 LOQ 수준, LOQ의 10배, 100배(0.02, 0.2, 2 mg/kg)가 되도록 0.02 mg/kg 농도는 0.5 mg/L 표준용액 1 mL을 처리하였고, 0.2 mg/kg 농도는 5 mg/L 표준용액 1 mL을, 그리고 2 mg/kg 농도는 10 mg/L 표준용액 5 mL을 처리하여, acetone 100 mL을 넣고, 30분간 진탕 추출하였다. 감압여과 후 500 mL 분액여두에 옮겨 50 mL의 포화식염수와 100 mL 증류수를 차례로 가한 후 dichloromethane 100, 50 mL을 차례로 가한 후 유기용매 층을 anhydrous sodium sulfate에 통과시켜 수분을 제거하고 감압농축 하였다. Difenoconazole의 건조물은 acetone 5 mL로 재용해하여 기기분석을 실시하였고, thiamethoxam+clothianidin 건조물은 water:methanol=50:50(v/v) 5 mL로 재용해하여 기기분석을 실시하였다. LOQ 수준에서의 회수율은 검량선 0.07, 0.1, 0.5, 1 및 2 mg/L 농도를 이용하여, 산출하였으며, LOQ의 10배, 100배는 0.07, 0.1, 0.5, 1, 2, 5 및 15 mg/L 농도를 이용하여 산출하였다.

**Table 2. Gas chromatographic conditions for the analysis of difenoconazole**

Instrument	: HP-7890 series
Detector	: Electron capture detector (ECD)
Column	: DB-17(15 m×0.53 mm I.D., 0.25 μm)
Oven temp. program	: 200°C (5 min) → 20°C / min → 280°C (11 min)
Injector / Detector	: 260°C / 300°C
Carrier gas, Flow	: N <sub>2</sub> , 10 mL/min
Split ratio	: Splitless
Injection volume	: 1 μL

**Table 3. HPLC conditions for the analysis of thiamethoxam and clothianidin**

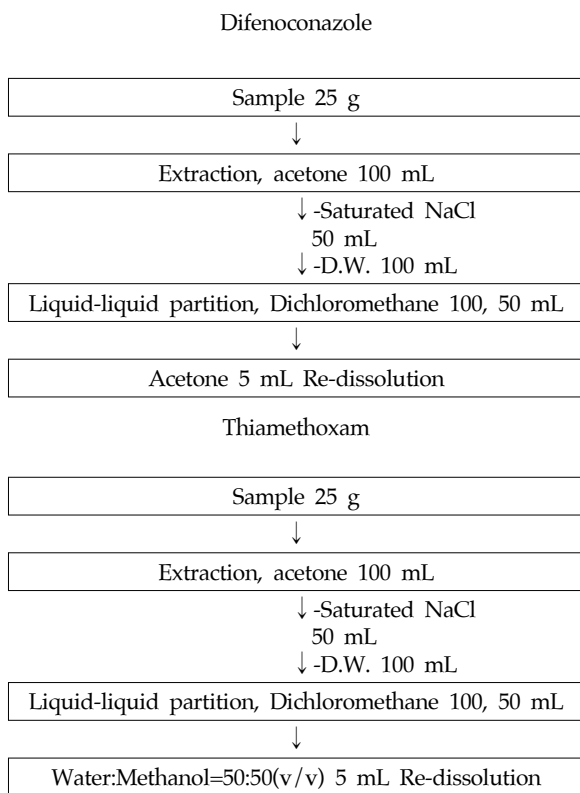
Instrument	: Agilent 1200 series
Detector	: (DAD)
Column	: Phenomenex Luna C18 (250 x 4.60 mm, 5 $\mu$ m)
Mobile phase	: A: methanol, B: water
Isocratic	: A : B = 30 : 70
Flow rate	: 1.0 ml/min
Wavelength	: 254 nm
Injection volume	: 20 $\mu$ L

**저장안정성시험**

무차리 단감시료 25 g에 각각 difenoconazole과 thiamethoxam+clothianidin 표준용액을 0.2 mg/kg 농도가 되도록 5 mg/L 1 mL을 처리하여, -20°C와 5°C에서 분석 전까지 보관하여 회수율시험의 추출과정과 동일하게 추출하였다.

**단감 잔류시료 분석**

시료 추출 및 분배, 시료정제 및 기기분석의 각 과정은 회수율시험과 동일한 방법으로 분석하였고, 생물학적 반감기의 계산은 Microsoft사의 Microsoft Office Excel 2007을 이용하여 지수곡선식으로 산출하였다. 분석대상물질들의 잔류분석을 위하여 수행한 추출 및 정제 과정은 Fig. 2와 같다.

**Fig. 2. A scheme for residue analysis of selected pesticides in sweet persimmon.****결과 및 고찰****분석법 확립(Method Validation)**

분석법 확립을 위한 method validation 결과는 Table 4와 같고, 3개 분석 대상농약의 직선성, 특이성, 재현성, LOD, LOQ 모두 식품공전의 분석기준에 적합하였다.

**Table 4. Summary of method validation results**

Pesticides	Content	Result
Difenoconazole	Limit of detection (LOD)	0.05 ng, S/N $\geq$ 3.7
	Limit of quantification (LOQ)	0.1 ng, S/N $\geq$ 13.5
	Linearity	0.07, 0.1, 0.5, 1, 2, 5, 15 mg/L, R <sup>2</sup> >0.99
	Specificity	3 site control
Thiamethoxam	Reproducibility	1 mg/L, RSD(<math>\%</math><math><0.02</math>
	Recovery	0.02, 0.2, 2 mg/kg, 82.6~109.2%, CV(<math>\%</math><math><10</math>
	Limit of detection (LOD)	0.05 ng, S/N $\geq$ 4.3
	Limit of quantification (LOQ)	0.1 ng, S/N $\geq$ 9.1
Clothianidin	Linearity	0.07, 0.1, 0.5, 1, 2, 5, 15 mg/L, R <sup>2</sup> >0.999
	Specificity	3 site control
	Reproducibility	1 mg/L, RSD(<math>\%</math><math><0.18</math>
	Recovery	0.02, 0.2, 2 mg/kg, 83.5~106.9%, CV(<math>\%</math><math><10</math>
Difenoconazole	Limit of detection (LOD)	0.05 ng, S/N $\geq$ 3.1
	Limit of quantification (LOQ)	0.1 ng, S/N $\geq$ 10.2
	Linearity	0.07, 0.1, 0.5, 1, 2, 5, 15 mg/L, R <sup>2</sup> >0.999
	Specificity	3 site control
Thiamethoxam	Reproducibility	1 mg/L, RSD(<math>\%</math><math><0.09</math>
	Recovery	0.02, 0.2, 2 mg/kg, 79.7~105.3%, CV(<math>\%</math><math><10</math>

**회수율 및 저장안정성**

회수율 및 저장안정성 시험 결과는 Table 5, 6과 같다. Difenoconazole, thiamethoxam과 clothianidine의 각 처리 농도에서의 회수율은 모두 80% 이상이었고, C.V. 값은 10% 미만이었으며, 저장안정성 시험 결과도 80% 이상의 회수율을 보였다.

**Table 5. Recoveries of selected pesticides in sweet persimmon**

Pesticide	Added amount (mg/kg)	Recovery (%)					
		No. 1	No. 2	No. 3	No. 4	No. 5	Avg.±C.V.
Difenoconazole	0.02	93.7	109.2	102.8	100.5	91.3	99.5±7.2
	0.2	89.1	101.4	84.0	95.2	98.5	93.6±7.6
	2	86.5	91.2	91.0	82.6	86.5	87.5±4.1
Thiamethoxam	0.02	95.2	94.3	98.5	99.4	106.9	98.9±5.0
	0.2	103.3	101.1	95.9	95.5	96.6	98.5±3.6
	2	91.7	86.6	91.1	90.9	83.5	88.8±4.0
Clothianidin	0.02	98.3	105.3	93.8	103.0	82.4	96.6±9.4
	0.2	88.1	88.6	79.7	81.7	81.0	83.2±4.2
	2	90.2	85.5	89.5	88.7	82.2	87.2±3.8

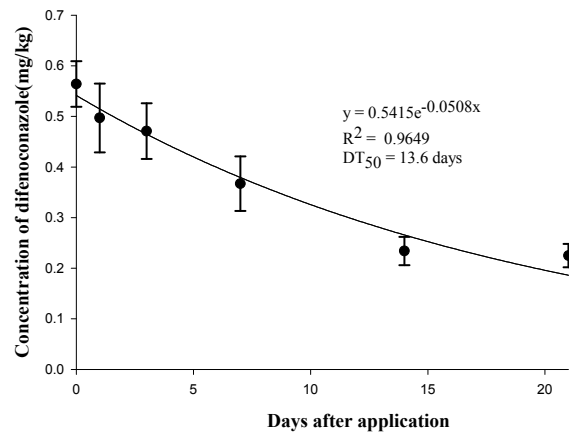
**Table 6. Storage stabilities of selected pesticides in sweet persimmon**

Pesticide	Storage condition	Added amount (mg/kg)	Recovery(%)					
			No. 1	No. 2	No. 3	No. 4	No. 5	Avg.±C.V.
Difenoconazole	Freezer	0.2	116.3	108.4	107.8	89.7	102.0	104.9±9.4
	Deep freezer		99.4	102.1	113.5	117.5	100.9	106.7±7.7
Thiamethoxam	Freezer	0.2	93.1	95.1	93.6	98.1	95.6	95.1±2.1
	Deep freezer		91.6	95.3	91.3	92.1	93.5	92.8±1.8
Clothianidin	Freezer	0.2	85.1	81.6	87.0	84.1	83.3	84.2±2.4
	Deep freezer		83.8	87.9	85.5	84.3	91.7	86.6±3.8

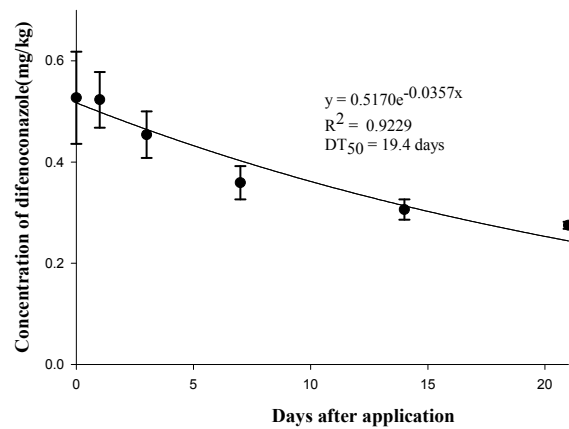
**단감 중 잔류농약**

단감 중 difenoconazole의 잔류량 분석결과 28일 경과 후 3개 포장에서의 잔류농도는 0.23~0.28 mg/kg이었고, 안전사용기준에 제시된 수확 전 10일에 근거하여 7일차와 14일차 잔류결과를 보면 각각 0.36~0.37 mg/kg, 0.23~0.31 mg/kg으로 국내 설정된 MRL 1.0 mg/kg 보다 낮은 농도 수준으로 인체위해성이 크지 않을 것으로 예상된다. 일자별 잔류량 반감곡선은 Figure 3과 같고, 반감기는 각 포장별 각각 13.6, 19.4, 16.3일이었다.

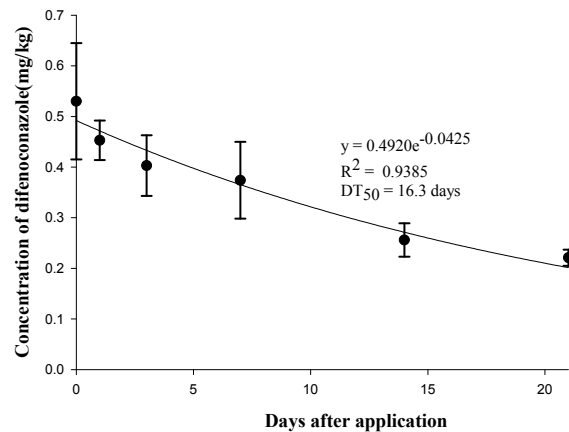
Thiamethoxam의 잔류량 분석결과 28일 경과 후 3개 포장에서의 잔류농도는 0.08 mg/kg이었고, 안전사용기준에 제시된 수확 전 10일에 근거하여 7일차와 14일차 잔류결과를 보면 각각 0.13~0.15 mg/kg, 0.08~0.13 mg/kg으로 국내 설정된 MRL 0.5 mg/kg 보다 낮은 농도수준으로 인체위해성이 크지 않을 것으로 예상된다. Thiamethoxam의 대사물인 clothianidin의 잔류량은 북면 포장에서 14일과 28일차에서만 검출되었으며, 농도 수준은 0.02~0.03 mg/kg 이었으며 thiamethoxam+ (Clothianidin×1.17)로 환산하여 thiamethoxam 잔류농도를 합산한 결과 북면포장에서 14일차 농도는 0.14 mg/kg, 28일차는 0.12 mg/kg이었다. Thiamethoxam의 일자별 잔류량 반감곡선은 Figure 4와 같고, 반감기는 각 포장별로 각각 10.0, 15.3, 14.0일이었다.



(a) Sweet Persimmon Research Institute



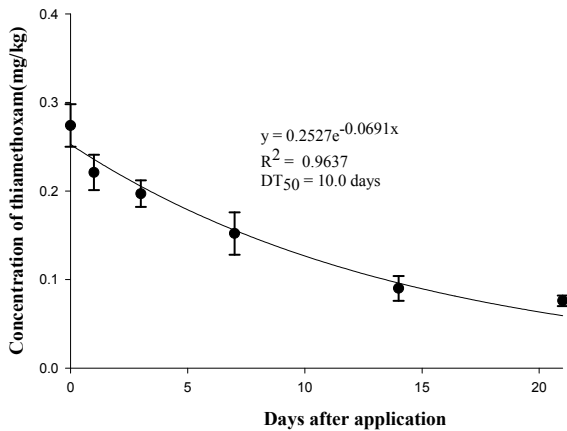
(b) Bongkangmyun, Gyeongnam province



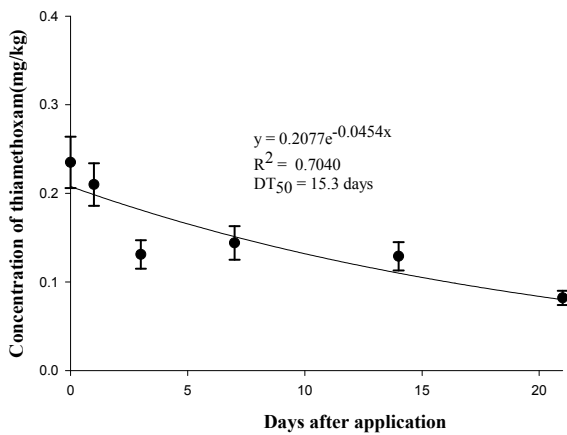
(c) Bukmyun, Gyeongnam province

**Fig. 3. Dissipation patterns of difenoconazole in sweet persimmon.**

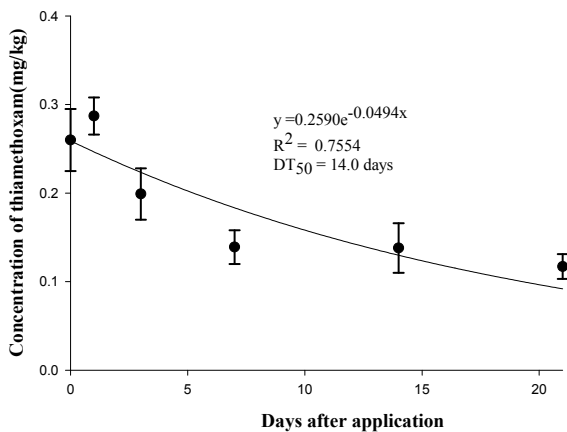




(a) Sweet Persimmon Research Institute



(b) Bongkangmyun, Gyeongnam province



(c) Bukmyun, Gyeongnam province

**Fig. 4.** Dissipation pattern of thiamethoxam in sweet persimmon.

이상과 같이 수출용 단감을 대상으로 difenoconazole과 thiamethoxam, thiamethoxam의 대사물인 clothianidine의 잔류시험 결과 두 농약 모두 현재 국내에 설정된 MRL 수준보다 낮은 농도의 잔류양상을 보였으며, 이와 같은 결과로 볼 때 안전사용 기준에 따라 두 약제를 살포한다면 잔류에 의한 인체위해성은 높지 않을 것으로 사료된다.

## 요 약

국내 유망 수출 식품 중 잔류농약으로 인하여 수출 장애가 있는 식품을 대상으로 문제가 되는 농약에 대해 CAC 및 수출국의 농약잔류 허용기준 제안을 위한 작물잔류 시험을 수행하였다. 대상 작물은 수출용 단감이었으며, difenoconazole과 thiamethoxam을 대상으로 시험을 수행하였다.

Difenoconazole의 잔류량 범위는 0.2~0.56 mg/kg였고, thiamethoxam의 잔류량 범위는 0.08~0.28 mg/kg으로 두 약제 모두 수확 1일차 시료부터 MRL 농도 이하로 잔류량이 감소하였다. 따라서 안전사용기준에 따라 약제를 살포하고 수확한다면 국내에 설정된 MRL 기준을 충분히 만족시키는 것으로 확인되었다. Difenoconazole의 각 포장별 반감기는 각각 13.6, 19.4, 16.3일 이었고, thiamethoxam의 각 포장별 반감기는 각각 10.0, 15.3, 14.0일 이었다. Clothianidine의 잔류농도는 1개 지역에서 14, 28일 시료에서 검출되었으나, 농도는 0.03 mg/kg 이하였다.

## 감사의 글

This work was supported in part from a 2011 project of "Field trials for establishment of the maximum residue limits of pesticides for export promotion of foods (I)(Project No. 2011-2-4)" by National Institute of Food and Drug Safety Evaluation.

## 참고문헌

- Codex Alimentarius Commission, 2010. FAO/WHO Food Standard (<http://www.codex-alimentarius.net/pestres/data/index.html?lang=en>), Pesticide Residues in Food and Feed, Codex Pesticides Residues in Food Online Database.
- H.-R. Kang, Y.-J. Lee, Y.-R. Lee, G.-T. Han, H.-R. Chang, K. Kim, 2011. Dissipation Pattern of Azoxystrobin, Difenoconazole and Iprodione treated on Field-Grown Green Garlic, *Korean J. Environ. Agri.*, 30(4), 446~452.
- K.-C. Lee, C.-H. Kang, D.W. Lee, S.M. Lee, C.-G. Park, H.Y. Choo, 2002. Seasonal Occurrence Trends of Hemipteran Bug Pests Monitored by Mercury Light and Aggregation Pheromone Traps in Sweet Persimmon Orchards, *Korean J. Appl. Entomol.*, 41(4):233~238.
- Kim, J.S., Paek, S.K., Choi, S.Y., Youn, Y.N., Yu, Y.M., 2008. Residues of Tolclofos-methyl, Azoxystrobin and Difenoconazole in Ginseng Sprayed by Safe Use Guideline, *Korean J. Medicinal Crop Sci.*, 16(6), 390-396
- Kim, Y.S., Choo, H.Y., Park, C.G., Lee, D.W., 2005. Analysis of pesticide residues on sweet persimmon harvested from systemized orchards for exporting

- to USA, *Korean J. Pestic. Sci.* 9(2), 166-172
- Korea Food and Drug Administration (KFDA), 2010. Analytical methods of pesticide residues in foods-In *Korean code of food*
- Korea Crop Protection Association, 2010. Agrochemicals Use Guide Book
- KREI(Korea Rural Economic Institute), 2010. Export Promotion Policy for Agro-Food, pp16~19.
- L. Hem, J.-H. Park, J.-H. Shim, 2010. Residual Analysis of Insecticides (Lambda-cyhalothrin, Lufenuron, Thiamethoxam and Clothianidin) in Pomegranate Using GC- $\mu$ ECD or HPLC-UVD, *Korean J. Environ. Agri.*, 29(3), 257~265.
- Stewart R.D., 1997. Importation of fresh persimmon fruit, *Diospyros kaki* from South Korea into the United States: Qualitative, path-way initiated pest risk assessment. APHIS, USDA. pp.1~19.
- The Office of the Federal Register, Nation Archives and Records Administration, 2012. 40 Electronic Code of Federal Regulation Part 150 to 189, 180.1 to 180.2020.
- Tomlin, C.D.S, 2009. The Pesticide Manual (15th), pp 354-355, 1112-1114.
- US EPA, 1996. Residue Chemistry Test Guidelines, OPPTS 860.1500 Crop Field Trials, EPA 712-C-96-183.
- US FDA, Department of Health and Human Services, 2005. Guidance for Industry, Q2B Validation of Analytical Procedures: Methodology, November 1996, ICH(The International Conference on Harmonisation of Technical Requirements for Registration of Pharmaceuticals for Human Use).