

Research Article

Open Access

복숭아 재배기간 중 살균제 Fenarimol과 살충제 Flufenoxuron의 생산단계 잔류허용기준 설정

문혜리,¹ 박재훈,¹ 윤지영,¹ 나은식,² 이규승^{1*}

¹충남대학교 생물환경화학학과, ²㈜한국인삼공사 안전성연구센터

Establishment of Pre-Harvest Residue Limits (PHRLs) of Fungicide Fenarimol and Insecticide Flufenoxuron in Peaches during Cultivation Period

Hye-ree Moon,¹ Jae-hoon Park,¹ Ji-Yeong Yoon,¹ Eun-shik Na² and Kyu-Seung Lee^{1*} (¹Department of Biological Environment Chemistry, Chungnam National University, Daejeon 305-764, Korea, ²Korea Ginseng Corp · Safety Research Center)

Received: 25 February 2013 / Revised: 5 April 2013 / Accepted: 2 May 2013

© 2013 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.

Abstract

BACKGROUND: This study was performed to establishment the PHRLs of peach during cultivation period, and also to estimate biological half-lives for residues of fenarimol and flufenoxuron.

METHODS AND RESULTS: The extracted samples of fenarimol were analyzed by GC-ECD and the flufenoxuron extracted samples were analyzed by HPLC-DAD. Recoveries of fenarimol at two fortification levels of 0.1 mg/kg, 0.5 mg/kg were 93.69±6.56(%) and 94.45±1.60(%) , respectively. And recoveries of flufenoxuron at two fortification levels of 0.1 mg/kg, 0.5 mg/kg were 106.73±5.90(%) and 96.37±6.66(%) , respectively.

CONCLUSION(S): The biological half-lives of fenarimol in single treatment and triple treatment were 3.5day and 3.8day. that of Flufenoxuron was also 7.1day and 4.9day, respectively. The PHRL of fenarimol were recommended as 1.5 mg/kg for 10day before harvest and the PHRL of flufenoxuron were recommended as 1.4 mg/kg for 10day

before harvest.

Key Words: Biological half-life, Fenarimol, Flufenoxuron, Pre-harvest residue limit(PHRL)

서론

농촌경제연구원의 농업·농촌에 대한 2012년 국민의식 조사결과에 따르면 미래에 중요하게 실행하여야 할 농촌·농업의 역할로 전문가, 도시민, 농업인 모두가 안전한 식품의 안정적 공급을 1위로 꼽았다(KREI, 2012). 주부를 대상으로 식품 안전성에 대해 조사한 결과 평소 '매우 불안'(7.6%)하거나 '불안한 편'(57.8%)이라는 응답이 65.4%로 '불안하지 않은 편'이라고 응답한 주부(34.6%)에 비해 2배 가까이 많은 것으로 나타났다. 또한 식품안전성에 불안을 느끼는 요인으로는 '잔류농약'(96.0%)을 꼽았다(Choe *et al.*, 2005). 이처럼 소비자, 전문가, 농업인 모두가 식품안전성에 대한 욕구가 높은 것을 알 수 있다.

우리나라는 2012년 10월 현재 431종의 농약잔류허용기준(MRL)이 설정되어 있으며(Korean Food Standards Codex, KFSA, 2012) 농림수산식품부에서는 농산물품질관리법 시행규칙 제 21조에 의거 '생산단계 농산물의 농약 잔류허용기준

*교신저자(Corresponding author)

Phone: +82-42-821-6735; Fax: +82-42-822-5781;

E-mail: kslee@cnu.ac.kr

(Pre-harvest residue limit, PHRL)을 설정하여 출하일에 농약잔류량이 MRL을 초과하지 않도록 관리하고 있다. 작물에 살포된 농약은 강우, 햇빛, 미생물에 의한 분해 등 여러 요인과 작물의 증체에 따른 희석효과에 의해 그 농도가 낮아질 수 있다(Hill and Inaba, 1990; Bentson, 1990). 그러므로 재배기간 중에 발생될 수 있는 모든 요인을 종합하여 농산물 중 잔류농약의 감소율을 평가하는 것이 필요하다고 본다. 특히 이를 위해 살포된 농약의 잔류량을 수확 전 일정기간 동안 조사하여 잔류농약 감소회귀식과 생물학적 반감기를 산출하여 경시적인 잔류량 감소를 연구할 필요가 있다. 이를 바탕으로 합리적인 잔류감소 예측식을 만들면 수확 시 잔류량을 예측하여 MRL을 초과할 가능성이 있는 농산물을 판단 해 출하 연기 또는 폐기처분 등의 조치를 취할 수 있다(Choi *et al.*, 2002; Kim *et al.*, 2002; Ko *et al.*, 2003).

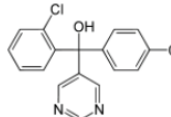
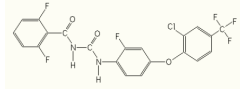
본 연구는 복숭아에 안전사용기준이 설정되어 있는 fenarimol 과 flufenoxuron을 선정하여 실제 재배기간 중의 잔류량 변화를 통한 합리적인 회귀식과 반감기를 산출하며 잔류량 변화를 예측하고 생산단계 잔류허용기준 설정의 기초자료를 제공하고자 수행하였다.

재료 및 방법

시험약제 시약 및 기구

Fenarimol (표준품 순도 99.5%, Merck, Germany)과 flufenoxuron (표준품 순도 99.3%, Merck, Germany)은 분석용 표준품을 사용하였다(Table 1). 분석에 사용된 시약은 모두 pesticide residue analysis (PRA)급 용매를 사용하였으며 dichloromethane (J.T Baker, HPLC grade, USA), acetone (J.T Baker, HPLC grade, USA), n-hexane (J.T Baker, HPLC grade, USA), acetonitril (J.T Baker, HPLC grade, USA), sodium chloride (Junsei GR, Japan), sodium sulfate (Junsei GR, Japan), rotary vacuum evaporator (EYELA, Japan), SPE-florisil cartridge

Table 1. Physicochemical of fenarimol and flufenoxuron

Common names	Fenarimol (Fungicide)	Flufenoxuron (Insecticide)
Physical chemistry	M.W : 331.2 Log Pow : 3.69 (pH 7, 25 °C) Vapor pressure : 0.065 mPa (25°C)	M.W : 488.8 Log Pow : 4.0 (pH 7) Vapor pressure : 6.52 × 10 ⁻⁹ mPa (20°C)
MRL(Peach), KFDA	0.5 mg/kg	1 mg/kg
Structure		

1 g (Phenomenex, USA), glass column (11 mm I.D.× 30 cm L.), Florisil (60-100 mesh, FLUKA, USA)

약제처리횟수 및 사용량은 작물보호제지침서(Korea Crop Protection Association, 2012)의 안전사용기준에 따라 하였다. 웨나리(fenarimol 12% 수화제, 동부팜한농 (주))와 카스케이트(flufenoxuron 5% 분산성액제, 정보화학 (주))를 사용하였다.

약제처리 및 작물 재배

복숭아 포장은 세종특별자치시 연서면 성제리 소재 일반농가의 노지를 임차하였다. 관행재배법에 준하여 관리하였으며 무대재배로 품종은 10년 수령의 홍백으로 하였다.

시험포장에 처리한 약제는 fenarimol 3,000배, flufenoxuron 1,000배 희석하여 7일 간격으로 1회 처리와 3회 처리로 구분하였다. 전동식분무기(광성, KP-PK 4000P)를 이용하여 과실에 충분히 살포하였다.

시료채취

최종으로 약제를 살포한 시점을 기준으로 (최종 약제 살포 후 2시간) 0일차, 1, 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14일차에 각 처리구 별로 생육정도가 균일한 과실을 2 kg 이상 채취하여 각각의 무게를 측정 후 생장곡선을 작성하고 -20°C에 저장하였다.

복숭아 중 fenarimol, flufenoxuron 분석

Fenarimol

세절한 복숭아 시료 20 g에 acetone 100 mL와 Celite 545를 2 g 가하여 30분간 진탕하여 감압여과한 후 여액을 1,000 mL의 분액여두에 옮겨 증류수 300 mL 와 포화식염수 50 mL을 가한 다음 dichloromethane 60 mL을 두 번 가하여 유기용매층을 sodium sulfate에 통과시켜 감압농축하였다. 이를 n-hexane 5 mL로 재용하고 dichloromethane 5 mL로 활성화 시킨 florisil SPE cartridge에 전량 충전한다. dichloromethane : ethyl acetate (7/3, v/v)을 15 mL 용출하여 감압농축한 후 건조물을 다시 acetone 4 mL로 정용하여 GC/ECD로 분석하였다.

Flufenoxuron

세절한 복숭아 시료 25 g에 acetone 100 mL와 Celite 545를 2 g 가하여 60분간 진탕하여 감압여과한 후 여액을 1,000 mL의 분액여두에 옮겨 증류수 300 mL 과 포화식염수 50 mL을 가한다음 n-hexane 100 mL, 50 mL 씩 차례로 가한 뒤 유기용매층을 sodium sulfate에 통과시켜 감압농축한 후 이를 n-hexane 10 mL로 재용해 하였다. Florisil 10 g을 건식충진한 glass column (11 mm I.D. × 30 cm L.)에 n-hexane 50 mL로 활성화 시킨 후 재용해한 시료를 전량 충전하였다. acetone : n-hexane (5/95, v/v)을 100 mL 로 세척하고 acetone : n-hexane (3/7, v/v)로 100 mL 용출하여 감압농축하였다. 건조물을 다시 water :

acetonitrile (4/6, v/v) 5 mL로 정용하여 HPLC/DAD로 분석하였다.

분석기기조건

Table 2. Instrumental conditions of fenarimol and flufenoxuron residue analysis in peach

Fenarimol	
Instrument	Agilent 6890 plus
Detector	μ -Electron Capture Detector(μ -ECD)
Temperature	Injector : 300°C, Detector : 280°C Oven : 120°C(2 min)-20°C/min-280°C(10 min)
Flow rate	Carrier gas ; N ₂ , column 1.0 mL/min, total 53.2 mL/min
Column	Agilent DB-5 (0.25 mm I.D. 30 m L, 0.25 μ m)
Split ratio	50:1
Injection vol.	1 μ L
Flufenoxuron	
Instrument	Waters 2690
Mobile phase	0-5 (min) ACN : Water = 40 : 60 (v/v) 5-10 (min) ACN 100% 12-14 (min) ACN : Water = 40 : 60 (v/v)
Flow rate	0.6 mL/min
Oven temp.	40°C
Column	Waters Capcell-pak C18 MG (3.0 \times 150 mm, 3 μ m)
Wavelength	254 nm
Injection vol.	20 μ L

회수율 시험

회수율 시험은 무처리 시료에 fenarimol, flufenoxuron의 표준용액 0.1 mg/kg과 0.5 mg/kg을 각각 처리한 후 상기 분석과정과 동일하게 수행하여 회수율을 산출하였다.

정량한계 (LOQ, Limit of Quantitation)

분석기기의 검출(S/N=3) 및 정량한계(S/N=10)를 측정하고 검체 용액 중의 간섭이 없다면 분석법의 검출 및 정량한계는 다음 식에 의하여 계산하였다(Korean Food Standards Codex, KFDA, 2012).

$$\text{분석법의 검출 및 정량한계} = (A/B) \times (C/D)$$

(mg/kg 또는 mg/L)

- A: 분석기기의 검출한계 (ng),
- B: 검체주입량 (μ L),
- C: 최종검체 용액의 부피 (mL),
- D: 분석검체량 (g)

생산단계 농약잔류허용기준

복숭아 중 fenarimol과 flufenoxuron의 생물학적 반감기에서 산출한 잔류감소회귀식을 국립농산물품질관리원에서 규정하고 있는 회귀방정식을 근거로 하였다.

$$\text{출하전일자의 농약잔류허용기준} = \text{출하일의 잔류허용기준} \times e^{(\text{감소상수} \times \text{출하전일자})} \quad (2)$$

식 (2)을 SafeQIN의 SPSS통계프로그램에 적용하여 설정하였다(Calculation by SafeQIN program of NAQS).

결과 및 고찰

복숭아 재배기간 중 기상조건과 생체량 증체율

재배기간 중 시험포장의 기온은 24.9~29.3°C 이었다. 습도는 74.3~99.8% 이었으며, 최저 0.5, 최고 180 mm/day의 강우가 모두 10차례 발생하여 288.5 mm의 누적강우를 기록했다(Korea Meteorological Administration Report, 2012). 복숭아 증체는 0일차 203.9 g에서 14일차 222.5 g으로 18.6 g이 증가하여 9.12% 증가율을 보였다.

검량선작성

시험농약 fenarimol과 flufenoxuron은 0.05-5 mg/kg의 범위에서 각각, acetone 과 water : acetonitrile = (4/6, v/v)으로 표준용액을 조제하였다. 표준용액을 분석하여 얻은 검량선의 회귀방정식은 fenarimol이 $y=4,306.8723x-101.7314$ ($r^2=0.9997$)이며, flufenoxuron은 $y=6.10e^{+004x} + 6.94e^{+002}$ ($r^2=0.9996$)으로 직선성이 상당히 양호하였다.

회수율 및 정량한계

상기 분석법에 따른 fenarimol의 크로마토그램상의 머무름 시간은 12.2 min 이었으며 회수율은 저농도 (0.1 mg/kg)에서는 86.6-97.8% 수준이었고 고농도 (0.5 mg/kg)에서는 93.1-96.1% 로 나타났다. Flufenoxuron의 크로마토그램상의 머무름 시간은 7.6 min 이었으며 회수율은 저농도 (0.1 mg/kg)에서 100.4-113.0%, 고농도 (0.5 mg/kg)에서는 89.9-102.8% 로 나타났다. 이들 약체의 정량한계(LOQ)는 fenarimol 0.05 mg/kg, flufenoxuron 0.01 mg/kg 이었으며 이는 국내에서 허용되는 회수율 범위 70-120(%), 변이계수(Coefficient of variance, CV) 20% 이하를 만족하는 수준이었다.

Table 3. Recovery and LOQ for fenarimol and flufenoxuron in peach

Pesticide	LOQ (mg/kg)	Fortification level (mg/kg)	Recovery \pm CV (%)
Fenarimol	0.01	0.1	93.69 \pm 6.56
		0.5	94.45 \pm 1.60
Flufenoxuron	0.01	0.1	106.73 \pm 5.90
		0.5	96.37 \pm 6.66

복숭아 재배기간 중 잔류량 변화와 생물학적 반감기

농약의 이동, 분포, 잔류, 소실의 특성은 농약자체의 이화학적 특성, 농약의 제제형태, 사용방법, 대사 및 분해 정도 등과 밀접한 관계가 있을 뿐만 아니라 환경조건, 즉 기상조건, 토양조건 등에 따라서도 크게 영향을 받는다. 복숭아 재배 시 fenarimol과 flufenoxuron을 1회처리와 3회처리로 살포한 후 일정 일자 마다 시험농약의 잔류량을 살펴보았다.

Fenarimol은 1회처리구에서 초기농도가 0.29 mg/kg으로 MRL (0.5 mg/kg)에 못미치는 수준이었으며 14일 뒤에는 0.01 mg/kg으로 초기농도 대비 96.6% 감소하였다. 3회처리구에서 초기농도는 MRL보다 높은 수치인 1.03 mg/kg이었으며 14일뒤에는 0.07 mg/kg로 초기농도 대비 93.2% 감소하였다. 잔류감소회귀식으로 나타내었으며 1회처리구에서는 $y=0.3516e^{-0.199x}$ ($r^2=0.8193^{***}$) 3회처리구에서는 $y=0.9466e^{-0.184x}$ ($r^2=0.9878^{***}$) 이었다(Fig. 1). 이 식에 의해 산출된 반감기는 1회처리구에서 3.5일, 3회처리구에서 3.8일이었다.

Flufenoxuron 1회처리구에서 초기농도는 MRL (1.0 mg/kg)에 못미치는 수준인 0.29 mg/kg이었고 14일뒤 잔류량은 0.04 mg/kg으로 초기농도 대비 86.2% 감소하였다. 3회처리구에서 초기농도 또한 MRL에 못미치는 수준인 0.66 mg/kg이었으며 14일뒤 농도는 0.07 mg/kg로 초기농도 대비 89.4% 감소하였다. 잔류감소회귀식에 적용해 본 결과 기준량은 $y=0.259e^{-0.098x}$ ($r^2=0.7413^{**}$) 배량은 $y=0.6828e^{-0.141x}$ ($r^2=0.9581^{***}$) 이었다(Fig. 1). 이 식에 의해 산출된 반감기는 1회처리구에서 7.1일 3회처리구에서 4.9일 이 나타났다.

복숭아에서의 농약잔류연구 결과를 살펴보면 Lee 등 (2003)은 procymidone (50%, WP)을 기준량 처리하였을 때 초기농도는 6.34 mg/kg, 배량처리시 17.46 mg/kg으로 기준량처리시에는 MRL (10 mg/kg)보다 낮은 수준을 나타냈다고 하였다. 또 15일 후 감소량을 보면 기준량처리시 94.6% 감소한 0.34 mg/kg 배량처리시 95.7% 감소한 0.76 mg/kg을 나타내어 반감기는 기준량 처리시 3.1일이며 배량처리시 3.4일 이었다고 보고하였다. Procymidone이 fenarimol 보다 초기농도가 높은 것은 유효성분함량이 높기 때문인 것으로 보인다. Park 등 (2012)에 의하면 살균제 fluquinconazole (10%, SC)을 복숭아에 1회처리시 초기부착량이 0.115

mg/kg, 복숭아에 3회처리시 0.251 mg/kg로 이 역시 MRL(1 mg/kg)에 미치지 못하는 수준이었다고 했다. 14일 후 복숭아의 살균제 fluquinconazole (10%, SC) 감소율은 1회처리에서는 89.57%로 0.012 mg/kg, 3회처리시 91.24%로 0.022 mg/kg를 나타내었고 반감기는 1회처리시 3.9일 3회처리시 4.1일이었다고 했다. 잔류감소회귀식에 적용한 반감기는 fenarimol의 기준량처리시 반감기 3.5일과 배량처리시 반감기 3.8일로 매우 비슷하게 나타났음을 알 수 있는데 잎을 대상으로 하는 작물 보다 열매를 대상으로 하는 작물에 대해서는 농약의 제형에 따른 부착량의 차이는 없고(Kim *et al.*, 1997) 그 유효함량이 비슷한 수준이기 때문인 것으로 보인다.

또한 Lim 등 (2011)은 fenarimol을 취나무에 살포했을 때 1회처리시 초기부착량이 3.59 mg/kg 3회처리구에서 6.56 mg/kg으로 MRL (1.0 mg/kg)에 비해 각각 3배와 6배가 나타났다. 1회처리구의 반감기는 6일, 배량은 5.9일 로 복숭아에 비해 초기부착량이 높게나오고 반감기는 더 길었는데 작물의 형태적 특성상 열매보다 잎을 대상으로 하는 작물에서 부착량이 높은 것은 작물체의 생체중과 비표면적 차이 때문인 것으로 본다(Hill and Inaba, 1990).

강우에 따른 작물의 희석효과

과실의 비대생장에 따른 희석효과는 중요하다. 특히 오이와 같은 작물은 급격히 성장하는 작물로서 약제처리후 10일 만에 16배 정도의 무게가 증가 하는데 농약의 순수분해보다 가장 큰 역할을 하는 것이 작물 증체량에 따른 희석효과 이다 (Lee *et al.*, 2008). 그 밖에 농약의 잔류성에 영향을 주는 요인으로 농약의 재배형태, 재배방법, 농약제형, 살포방법 및 기상 등이 있는데, 수확을 시작한뒤 3일째부터 비가 내려 6일차 수확후에는 76 mm/day 9일차에는 180 mm/day 의 많은 강우량을 기록했으며, 비에 따른 과실의 무게가 늘어나면서 잔류량은 감소하였다. 특히 9일차 (180 mm/day)의 강우가 있는 직후 8일차에 208.4 g 이던 복숭아의 평균 무게가 10일차에 223.3 g으로 늘어난 것을 볼 수 있으며, 이에 반해 fenarimol 잔류량은 0.16 mg/kg에서 0.07 mg/kg로 급격히 하락한 것을 볼 수 있다(Fig. 2). 이는 flufenoxuron이 0.16 mg/kg에서 0.15 mg/kg로 떨어진것과 차이가 나는

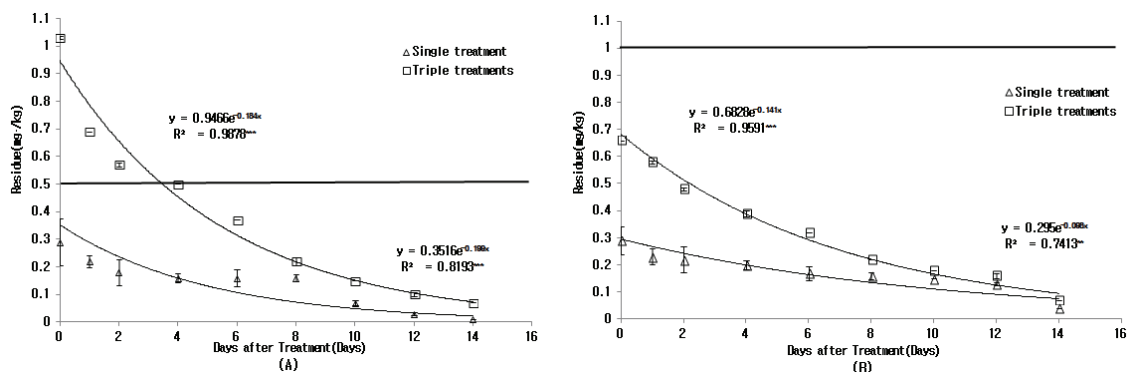


Fig. 1. Dissipation of fenarimol (A), flufenoxuron (B) on peach during cultivation period.

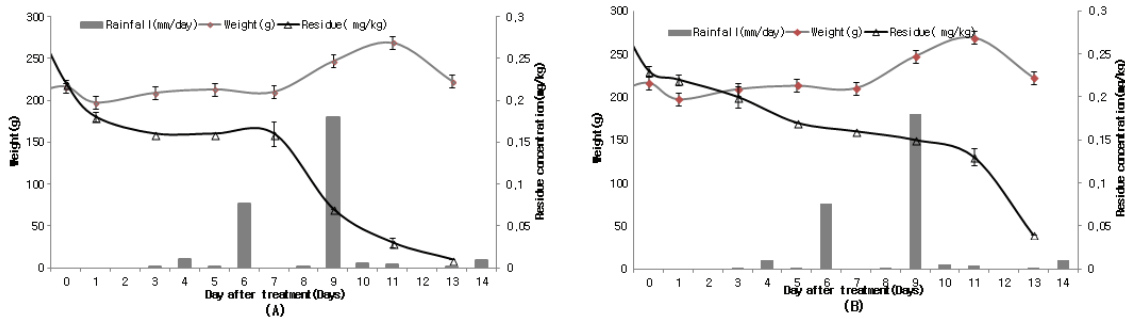


Fig. 2. Weight, residue and precipitation during cultivation period ((A) fenarimol, (B) flufenoxuron).

Table 4. Recommended pre-harvest residue limit of fenarimol and flufenoxuron in peach

Pesticide	Pre-Harvest Residue Limit (mg/kg)											Regression coefficient	MRL (mg/kg)
	10 Day	9 Day	8 Day	7 Day	6 Day	5 Day	4 Day	3 Day	2 Day	1 Day	Harvest day		
Fenarimol	1.5	1.4	1.2	1.1	1.0	0.9	0.8	0.7	0.6	0.6	0.5	0.1117	0.5
Flufenoxuron	1.4	1.4	1.3	1.3	1.2	1.2	1.2	1.1	1.1	1.0	1.0	0.0347	1.0

것을 볼 수 있다.

Fenarimol과 flufenoxuron의 잔류량은 강우량에 따른 무게의 증체에 따라 잔류량이 낮아진 경향을 보이고 있는데 특히 수용해도가 큰 fenarimol에서 잔류량이 더 많이 감소된 것으로 나타났다. 즉 Fenarimol의 수용해도는 13.7 mg/kg (pH 7, 25°C), flufenoxuron의 수용해도는 0.00152 mg/kg (pH 7, 25°C)이므로 flufenoxuron에 비해 fenarimol이 물에 대한 용해도가 훨씬 크기 때문에 증체에 의한 희석효과와 더불어 수용해도에 따른 잔류량의 감소까지 더해져 그 폭이 더 크게 나타난 것으로 볼 수 있다. 그 이유는 수용해도가 클수록 농약의 유실이 많이 되기 때문이다 (Kim *et al.* 2005; Kim *et al.* 2008).

복숭아의 농약잔류허용기준(PHRL) 산출

생산단계 농약잔류허용기준(PHRL)은 수확전 일정한 시점에 잔류허용량을 설정함으로써 수확시 잔류량이 MRL을 초과하지 않도록 설정하는 기준치이다. 본 연구를 통해 산출한 수치는 Table 4에 나타냈으며 fenarimol 은 출하 10일 전 1.5 mg/kg이어야 하며 flufenoxuron 은 1.4 mg/kg이어야 출하일에 안전하게 출하할 수 있어 농산물 부적합물을 줄일 수 있다.

Acknowledgement

This study is part of the establishment of Pre-Harvest Residue Limit in 2012. Thanks to the National Agricultural Products Quality Management Service for their support and research fund.

References

Bentson, K.P., 1990. Fate of xenobiotics in foliar pesticide deposits, *Reviews of Environmental Contamination and Toxicology* 114, 125-161.

Choe, J.S., Chun, H.K., Hwang, D.Y., Nam, H.J., 2005. Consumer perceptions of food-related hazards and correlates of degree of concerns about food, *Kor J. Soc Food Sci Nutr.* 34(1), 66-74.

Choi, K.I., Seong, K.Y., Jeong, T.G., Lee, J.H., Hur, J.H., Ko, K.Y., Lee, K.S., 2002. Dissipation and removal rate of dichlofluanid and iprodione residues on greenhouse cherry tomato, *Korean J. Environ Agric.* 21, 149-155.

Hill, B D. and Dan J. Inaba., 1990. Rate and persistence of residues on wheat used to explain efficacy differences between SC and EC formulations, *Korean J. Pestic. Sci.* 29, 57-66.

Kim, J.B., Song, B.H., Chun, J.C., Im, Y.B., 1997. Effect of sprayable formulations on pesticide adhesion and persistence in several crops, *Korean J. Pestic. Sci.* 1(1), 35-40.

Kim, S.S., Kim, T.H., Lee, S.M., Park, D.S., Zhu, Y.Z., Hur, J.H., 2005. Mobility of pesticides in different slopes and soil collected from Ganwon alpine sloped-land under simulated rainfall conditions, *Korean J. Pestic. Sci.* 9(4), 316-329.

Kim, S.S., Kim, T.H., Lee, S.M., Park, H.R., Park, D.S., Lim, C.K., 2008. Mobility of pesticides from soil in different slope by simulated rainfall under field

- conditions, *Korean J. Pestic. Sci.* 12(1), 24-33.
- Kim, Y.S., Park, J.H., Park, J.W., Lee, Y.D., Lee, K.S., Kim, J. E., 2002. Persistence and dislodgeable residue of chlorpyrifos and procymidone in lettuce leaves under greenhouse condition, *Korean J. Environ Agric.* 21, 149-155.
- Ko, K.Y., Lee, Y.J., Won, D.J., Park, H.J., Lee, K.S., 2003. Residual pattern of procymidone and bifenthrin in perilla leaf during the period of cultivation and storage, *Korean J. Environ Agric.* 22. 47-52.
- Lee, J.H., Park, H.W., Keum, Y.S., Kwon, C.H., Lee, Y.D., Kim, J.H., 2008. Dissipation pattern of boscalid in cucumber under greenhouse condition, *Korean J. Pestic. Sci.* 12(1), 67-73.
- Lee, Y.J., Ko, K.Y., Won, D.J., Gil, G.H., Lee, K.S., 2003. Residue patterns of procymidone, chlorpyrifos and cypermethrin in peaches during cultivation and storage period, *Korean J. Environ Agric.* 22(3), 220-226.
- Park, J.H., Lim, J.S., Yoon, J.Y., Moon, H.R., Han, Y.H., Lee Y.J., Lee, K.S., 2012. Establishment of Pre-Harvest Residue Limits (PHRLs) of insecticide clothianidin and fungicide fluquinconazole on peaches during cultivation period, *Korean J. Environ Agric.* 31(3), 271-276.
-