

Research Article

Open Access

살충제 Flubendiamide의 복숭아 품종에 따른 잔류양상

김효영,¹ 황정인,¹ 이은향,¹ 전영환,¹ 김지환,¹ 안지운,¹ 박현주,² 정창국,² 김산영,³ 이숙희,³ 김장억^{1*}

¹경북대학교 응용생명과학부, ²한국삼공(주) 농업연구소, ³경북농업기술원 청도복숭아시험장

Residue Patterns of Insecticide Flubendiamide by Varieties of Peaches

Hyo-Young Kim,¹ Jeong-In Hwang,¹ Eun-Hyang Lee,¹ Young-Hwan Jeon,¹ Ji-Hwan Kim,¹ Ji-Woon Ahn,¹ Hyun-Ju Park,² Chang-Kook Chung,² San-Yeong Kim,³ Suk-Hee Lee³ and Jang-Eok Kim^{1*} (¹School of Applied Biosciences, Kyungpook National University, Daegu 702-701, Korea, ²Agricultural Research Center, Hankooksamgong Co. Ltd., Korea, ³Cheongdo Peach Experiment Station, Gyeongsangbuk-do Agricultural Research & Extension Services, Cheongdo 714-851, Korea)

Received: 9 April 2012 / Accepted: 20 June 2012

© 2012 The Korean Society of Environmental Agriculture

Abstract

BACKGROUND: This research has investigated the residue patterns of insecticide flubendiamide on three species of peaches with different surface forms, and the residue amounts of them when mixed with a spreader.

METHODS AND RESULTS: Pesticide used for field application on peaches was 20% flubendiamide of suspension concentrate(SC) and was sprayed at a recommended rate. The residue amounts of flubendiamide in peach were analyzed by HPLC equipped with UV detector. After the observation with a microscope, the rank of fuzz amount on peach's surface was Kurakatawase, Wolmi in descending order and Cheonhong did not have any fuzz. The residue amounts of flubendiamide were 0.54 mg/kg for Kurakatawase, 0.43 mg/kg for Wolmi and 0.10 mg/kg for Cheonhong, respectively. When flubendiamide was used with a spreader, polyoxy ethylene methylpoly siloxane, the residue amount for Kurakatawase barely changed at 0.55 mg/kg regardless of mixing with a spreader, and at 0.53 mg/kg for Wolmi. In Cheonhong, the residue amount was 0.48 mg/kg, which increased by 4.8 times due to the use of a spreader.

CONCLUSION: This result indicates that the residue

amounts of flubendiamide were affected by the surface forms of peaches, and in the presence of a spreader the residue amount did not increase in fuzzy species, but was affected greatly for species without fuzz.

Key Words: Flubendiamide, Insecticide, Peach fuzz, Residue amount, Spreader

서론

농약의 작물 중 잔류에 크게 영향을 미치는 요인으로는 농약의 이화학적 특성, 작물의 형태, 재배방법, 작물의 성장률, 농약 제형, 살포방법 및 기상 등이 있다(Jeong *et al.*, 2004). 이 중 작물의 형태를 결정짓는 작물체 표면의 굴곡, 움모의 양과 형태, 중량에 대한 표면적 비, 표면을 구성하는 성분 등의 특성에 따라 농약의 부착량이 상이하며 결국 잔류량에도 크게 영향을 미치게 된다(Edward, 1974; Hill and Inaba, 1990; Kim *et al.*, 1997; Lee *et al.*, 2004; Lee *et al.*, 2005a; 2005b; Lee *et al.*, 2009a; 2009b; Hwang *et al.*, 2011).

복숭아(*Prunus persica* (L.) Batsch)는 장미과(Rosaceae) 자두속(*Prunus*) 복숭아속(*Amygdalus*)에 속하는 온대 낙엽성 과수로 중국대륙에서 기원되었으며 당, 유기산 및 다양한 비타민류를 함유하고 있을 뿐만 아니라 독특한 향미를 지니고 있어 생과로서 뿐만 아니라 여러 가지 가공 식품의 원료로 널리 이용되고 있다(Kim *et al.*, 1999; Youn and Kim, 1999). 2010년 농림수산식품부 통계자료에 따르면, 우리나라의 복숭아 재배면적은 12,638 ha에 달하고, 총 생산량은 198,317 ton에 달하는 것으로 나타났다.

*교신저자(Corresponding author),
Phone: +82-53-950-5720; Fax: +82-53-953-7233;
E-mail: jekim@knu.ac.kr

복숭아의 재배시기는 고온 다습한 여름이기 때문에 재배 기간 중 병해충에 의한 피해가 큰 작물로 알려져 있다. 따라서 병해충 방제를 위한 농약의 사용이 필수적이라 할 수 있다. 복숭아에 등록된 농약의 수는 총 166품목이며 이 중 살충제가 80품목, 살균제가 84품목, 제초제가 1품목, 성장조절제가 1품목이 있다(Korea Crop Protection Association, 2012). 이 중 flubendiamide는 dicaboxamide계 비침투성 살충제로 곤충의 섭식저해작용을 하여 복숭아순나방, 복숭아심식나방, 은무늬 굴나방, 파밤나방 등의 방제에 사용되고 있다.

복숭아의 품종은 생태 및 형태학적으로 분류한다. 이 중 형태학적인 분류는 과피의 털 유무, 과형, 핵의 분리성, 과육 색, 육질, 화형에 의해 나눌 수 있으며, 과피의 털 유무에 의한 분류로 유모종(fuzzy skin)과 무모종(smooth skin)으로 나눌 수 있다(Kim *et al.*, 1999). 이처럼 복숭아는 품종에 따라 표면의 형태가 다양하기 때문에 농약의 부착량 차이가 클 수 있다. 또한 실제 농가에서 농약의 부착량을 증가시키기 위하여 전착제를 혼용하여 사용하고 있으며(Choi and Yu, 2009; Yoon *et al.*, 2011), 이로 인한 농약의 잔류양상은 작물의 표면형태에 따라 영향을 받을 수 있다.

따라서 본 연구의 목적은 표면의 형태가 다른 복숭아 3품종을 선정하여 살충제 flubendiamide의 잔류양상을 조사하고, 또한 전착제 사용에 따른 잔류량을 조사하여 안전성 평가의 기초자료로 활용하는 데 있다.

재료 및 방법

시험작물

본 시험은 2011년 경상북도 청도군 이서면 구라리 소재 경북농업기술원 청도복숭아 시험장에서 수행되었고, 선택한 복숭아 품종은 조생종의 창방(Kurakatawase), 월미(Wolmi) 및 천홍(Cheonhong)이었다.

시험약제

농약은 20% 플루벤디아미드 액상수화제(flubendiamide, 에니충, 한국삼공(주))를 사용하였고, 전착제는 폴리옥시에틸렌메틸폴리실록세인 액제[polyoxy ethylene methylpoly

siloxane(PEMS), 마쿠파카 한국삼공(주)]를 사용하였다. Flubendiamide (99.9%)의 표준품은 Dr.Ehrenstorfer(Germany)로부터 구입하여 사용하였으며 시험 농약의 물리화학적 성질은 Table 1과 같다(Tomlin, 2006).

약제 살포 및 시료수확

약제의 살포는 안전사용기준에 따라 수확 7일전까지 2회 살포하였으며 flubendiamide의 경우 4,000배 희석하여 사용하였고, PEMS의 경우 6,000배 희석하여 flubendiamide 농약과 혼합 살포하였다(Korea Crop Protection Association, 2012). 약제 살포 시 분무기는 40 psi의 동력식 분무기를 이용하여 약액이 흐를 정도로 충분히 살포하였다. 시료는 처리 구별로 균일한 크기의 복숭아를 15 개씩 수확하여 즉시 실험실로 이송하였으며, 이송된 복숭아는 무게를 측정하여 균질화한 후 분석 전까지 -20℃ 냉동고에 보관하면서 시료로 사용하였다.

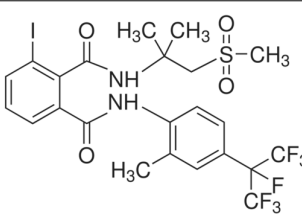
시약

Acetone, acetonitrile 및 *n*-hexane은 Burdick & Jackson Co.(USA)의 농약잔류분석용을 사용하였다. Florisil SPE cartridge(1 g, 6 mL)는 Varian Co.(USA)를 사용하였다. Celite 545는 Junsei Chemical Co.(Japan)의 CP(Chemical pure)급을 사용하였으며 sodium chloride(순도 99.5%이상)와 sodium sulfate anhydrous(순도 99.0%이상)는 Junsei Chemical Co.(Japan)의 GR(Guaranteed reagent)급을 사용하였다.

Flubendiamide의 잔류 농약 분석 및 회수율 시험

복숭아 시료 25 g을 칭량하여 acetone 100 mL를 가한 후 homogenizer 상에서 균질화하고 Celite 545가 깔린 büchner funnel 상에서 감압, 여과한 후 dichloromethane으로 2회 분배 추출하여 anhydrous sodium sulfate로 탈수시켰다. 이 추출액을 40℃ 수욕상에서 감압 농축한 후 10 mL의 *n*-hexane/acetone(8/2, v/v)에 재용해하여 정제를 실시하였다. 정제는 florisil 10 g과 anhydrous sodium sulfate를 차례로 습식 충전한 chromatographic column(16

Table 1. Chemical structure and physicochemical properties of flubendiamide

Flubendiamide	
Chemical structure	
Chemical name	3-iodo- <i>N'</i> -(2-mesyl-1,1-dimethylethyl)- <i>N</i> -[4-[1,2,2,2-tetrafluoro-1-(trifluoromethyl)ethyl]- <i>o</i> -tolyl]phthalamide
Log K _{ow}	4.2 (25℃)
Solubility	In water 29.9 ug/L (20℃). In methanol 26.0, acetone 102, ethyl acetate 29.4 (all in g/L)

mm I.D. × 40 cm, PTFE 부착)에 앞서 재용해한 시료를 가지고 60 mL의 *n*-hexane/acetone(7/3, v/v)으로 용출하여 농축하였다. 농축 직후 잔사를 2 mL acetonitrile으로 재용해하고 HPLC/UVD에 주입하여 나타난 chromatogram상의 peak area를 표준검량선과 비교하여 잔류량을 산출하였으며 분석기기의 분석조건은 Table 2와 같다. 회수율 시험은 flubendiamide working solution을 각 품종별 무처리 복숭아 시료 25 g에 첨가하여 각각의 잔류량이 0.2 mg/kg 및 1.0 mg/kg이 되게 한 다음 상기의 방법으로 추출, 정제한 후 HPLC/UVD로 분석하여 측정된 flubendiamide의 잔류량을 계산한 후 회수율을 구하였다.

Table 2. Instrumental conditions for residue analysis of flubendiamide in peach

Instrument	YoungLin ACME 9000 (Korea)
Detector	UV Detector
Column	Gemini-NX 5 μ C18 110A (4.6 mm × 250 mm i.d., 5 μ m)
Mobile phase	Acetonitrile/Water (70/30, v/v)
Column Oven	30°C
Flow rate	1.0 mL/min
Injection volume	20.0 μ L
Wavelength	210 nm
Retention time	6.3 min

결과 및 고찰

복숭아 형태

복숭아 과피의 털의 상태를 관찰하기 위해 각 품종별 표면을 전자현미경(Leica Microscope DM 750, Microscope Services Ltd., UK)으로 100배 확대하여 촬영한 결과는 Fig. 1과 같았다. 복숭아 과피 중 털의 양은 창방이 가장 많았고, 월미는 창방보다 적은 양의 털을 가졌으며 천홍은 털이 없이 매끈한 표면을 가진 것을 확인할 수 있었다. 또한 복숭아의 무게는 월미의 경우 168.0±26.1 g, 창방의 경우 162.1±20.3

g, 천홍의 경우 156.0±32.2 g으로 나타나 각 품종 간에 무게 차이가 크지 않은 것으로 나타났다.

회수율 시험

Flubendiamide의 표준검량선은 Table 3과 같이 표준검량선의 상관계수(r^2) 값이 0.999 이상으로 정량분석을 위한 양호한 직선성을 나타내었으며 HPLC/UVD 상에서의 최소 검출량은 4.0 ng이었고 검출한계는 0.02 mg/kg이었다. 각 품종별 복숭아 시료에 대한 flubendiamide의 잔류분석 방법을 검증하기 위하여 농약이 살포되지 않은 복숭아 시료에 flubendiamide의 표준품을 0.2 mg/kg 및 1.0 mg/kg수준으로 처리하여 회수율 시험한 결과 Table 4와 같이 81.1~91.9% 범위였으며, 변이계수(coefficient of variation, CV)는 1.2~4.7%로 나타나 잔류농약 분석 기준인 70~120%의 회수율과 10% 이내의 변이계수를 만족하였다.

Table 3. Parameters of calibration curve for residue analysis of flubendiamide

Pesticide	Slope	Intercept	r^2	MDA ^{a)} (ng)
Flubendiamide	1.3818	-4.4022	0.9999	4.0

^{a)}MDA, Minun detectable amount

Table 4. Recoveries and detection limit of flubendiamide in peaches

Species	Fortified level (mg/kg)	Recovery(%)				LOD ^{b)} (mg/kg)
		1	2	3	Mean±SD ^{a)}	
Kurakatawase	0.2	85.5	89.4	83.9	86.3±2.8	0.02
	1.0	81.6	88.6	83.0	84.4±3.7	
Wolmi	0.2	84.3	89.8	91.9	88.7±3.9	
	1.0	91.8	90.4	89.7	90.6±1.1	
Cheonhong	0.2	82.5	88.6	81.1	84.1±4.0	
	1.0	81.5	86.3	88.6	85.5±3.6	

^{a)}SD, Standard deviation; ^{b)}LOD, Limit of detection

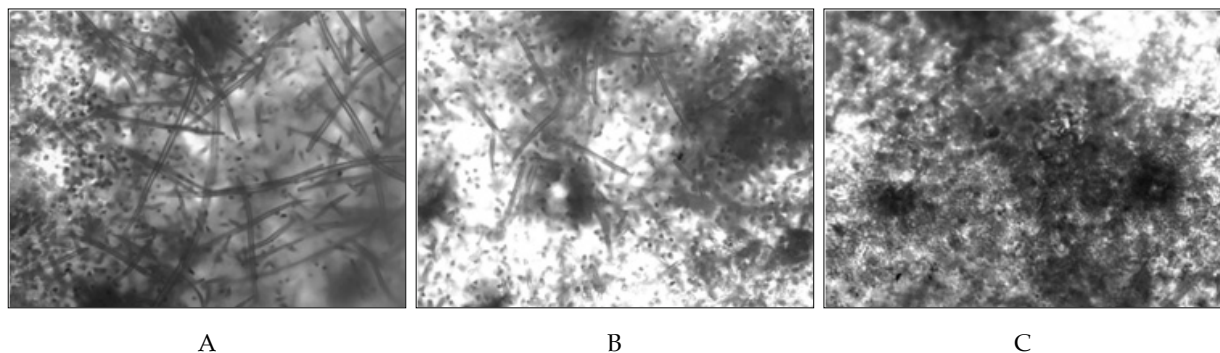


Fig. 1. Photomicrography of surface of peach species by microscopy(× 100).

A : Kurakatawase, B : Wolmi, C : Cheonhong

복숭아 품종에 따른 잔류량 비교

Flubendiamide는 복숭아의 복숭아 순나방을 방제하기 위하여 품목 등록된 약제로써 안전사용기준이 수확 14일전까지 7일 간격 2회 살포하도록 설정되어 있다(Korea Crop Protection Association, 2012). 본 연구에서는 안전사용기준에 따라 flubendiamide 액상수화제를 살포하여 털의 양이 다른 세 가지 복숭아 품종에 대한 농약의 잔류양상을 알아보고자 하였다. 또한 전착제를 함께 사용하였을 때 복숭아의 품종에 따라 잔류량에 어떤 변화가 있는지도 알아보고자 하였다. 시험기간 중의 평균 온도는 26.5°C이었으며, 평균 상대습도는 72.3%, 평균 강수량은 1.7 mm이었다.

Table 5. Residue amounts of flubendiamide in different peach species by application types

Application type	Species	Residue amount (mg/kg)			
		1	2	3	Mean±SD ^{a)}
Flu ^{b)}	Kurakatawase	0.55	0.52	0.54	0.54±0.02
	Wolmi	0.47	0.45	0.36	0.43±0.06
	Cheonhong	0.11	0.10	0.11	0.10±0.00
Flu + PEMS ^{c)}	Kurakatawase	0.52	0.56	0.56	0.55±0.03
	Wolmi	0.50	0.53	0.54	0.53±0.02
	Cheonhong	0.50	0.46	0.56	0.48±0.02

^{a)}SD, Standard deviation; ^{b)}Flu, Flubendiamide application;

^{c)}Flu+PEMS, Flubendiamide with polyoxyethylene methylpolysiloxane

Flubendiamide 액상수화제 살포후 잔류량 분석 결과 품종별 평균 잔류량은 Table 5와 같이 창방에서 0.54 mg/kg, 월미에서 0.43 mg/kg, 천홍에서 0.10 mg/kg으로 나타나 천홍, 월미, 창방 순으로 높았다. 이러한 결과는 Fig. 1의 현미경 사진에서와 같이 복숭아의 품종별 표면 털의 양에 따라 잔류량이 크게 차이가 나는 것을 보여주었다. 털의 양이 가장 많은 창방에서는 가장 높은 잔류량인 0.55 mg/kg을 나타내었으며, 털이 거의 없어 표면이 매끄러운 품종인 천홍에서는 가장 낮은 잔류량인 0.10 mg/kg을 나타내어 복숭아 표면의 형태가 잔류량에 크게 영향을 미치는 것으로 확인되었으며 털이 가장 많은 창방의 잔류량은 털이 없는 천홍보다 잔류량이 5.4배 정도 더 많은 것으로 나타났다. 이러한 결과는 Lee 등(2004)이 농약의 작물잔류성에 미치는 주요 인자에 대하여 보고한 연구 결과와 같이 털이 있는 복숭아는 털이 없는 복숭아에 비해 농약살포 직후의 농약 부착량이 1.9배 증가한다는 결과와 비슷한 양상이었다(Lee *et al.*, 2004).

Flubendiamide와 전착제 PEMS를 함께 처리하였을 때 복숭아 품종별 flubendiamide의 평균 잔류량은 창방에서는 전착제의 사용유무에 관계없이 0.55 mg/kg이었으며, 월미에서는 0.53 mg/kg으로 나타나 전착제의 사용으로 인해 부착량이 0.10 mg/kg 증가되었다. 표면에 털이 없는 천홍에서는 잔류량이 0.48 mg/kg으로 나타나 무려 4.8배 증가된 잔류량을 보였다.

이러한 결과는 표면이 매끄러운 wax질로 된 복숭아 품종의 경우 전착제의 영향을 받아 전착제를 사용하지 않았을 때 보다 flubendiamide의 잔류량이 더 높아졌으며, 털이 많은 품종의 경우 전착제의 사용 유무에 따라 flubendiamide의 잔류량이 크게 영향을 받지 않았음을 보여주었다.

요약

표면의 형태가 다른 복숭아 3품종을 선정하여 살충제 flubendiamide의 잔류양상을 조사하고 또한 전착제 사용에 따른 잔류량을 조사하였다. 복숭아 표면의 형태는 현미경으로 관찰한 결과 창방, 월미 품종의 순으로 털이 많았으며, 천홍 품종은 털이 없는 것으로 나타났다. Flubendiamide의 잔류량은 털이 많은 창방에서 가장 높게 나타나 0.54 mg/kg이었으며, 월미에서 0.43 mg/kg, 그리고 천홍에서 0.10 mg/kg이었다. flubendiamide와 전착제 polyoxy ethylene methylpoly siloxane를 함께 처리를 하였을 때, 각 품종별 복숭아에 대한 농약 잔류량은 창방에서는 전착제의 사용유무에 관계없이 0.55 mg/kg로 거의 변화가 없었으며, 월미에서는 0.53 mg/kg으로 0.10 mg/kg 증가하였다. 천홍에서는 0.48 mg/kg으로 나타나 전착제의 사용으로 잔류량이 4.8배 증가되었다. 이러한 결과는 전착제의 사용이 표면에 털이 있는 품종에서는 농약의 잔류량을 증가시키지 않았으나, 표면에 털이 없는 품종에서는 잔류량을 증가시키는 것을 보여주었다.

참고 문헌

- Choi, Y.K., Yu, J.H., 2009. Rainfastness of two fungicides tank-mixed with spreader-striker, *Korean J. Pestic. Sci.*, 13(4), 203-208.
- Edwards, C.A., 1974. Factors that affect the persistence of pesticides in plants and soils, *Pure Appl. Chem.*, 17, 39-56.
- Hill, B.D., Inaba, D.J., 1990. Fate and persistence of residues on wheat used to explain efficacy differences between SC and EC formulations, *Pesti. Sci.*, 29, 57-66.
- Hwang, J.I., Jeon, Y.H., Kim, H.Y., Kim, J.H., Ahn, J.W., Kim, K.S., Yu, Y.M., Kim, J.E., 2011. Residue of fungicide boscalid in ginseng treated by different spraying methods, *Korean J. Pestic. Sci.*, 15, 366-373.
- Jeong, Y.H., Kim, J.E., Kim, J.H., Lee, Y.D., Lim, C.H., Huh, J.H., 2004. *Recent Pesticide Science*, pp.269-271. Sigma Press, Korea.
- Kim, J.B., Song, B.H., Chun, J.C., Im, G.J., Im, Y.B. 1997. Effect of sprayable formulations on pesticide adhesion and persistence in several crops, *Korean J. Pestic. Sci.*, 1, 35-40.
- Kim, J.H., Yoon, C.J., Im, M.S., Jo, M.D., Lee, J.S.,

- Kang, S.J., Jeong, K. H., Lee, H.C., Park, J.M., 1999, *The Newest Peach Cultivation*, p. 24, pp.30-32, first ed. Osung Publishing House, Korea
- Korea Crop Protection Association, 2012. *Crop Protectant Use Guidelines for 2012*, pp. 744, 1254, 1286-1288. Samjeung Press, Korea.
- Lee, E.Y., Noh, H.H., Park, Y.S., Kang, K.W., Lee, K.H., Lee, J.Y., Park, H.K., Yun, S.S., Jin, C.W., Han, S.K., Kyung, K.S., 2009a. Residual characteristics of bifenthrin and imidacloprid in squash, *Korean J. Pestic. Sci.*, 13, 79-86.
- Lee, E.Y., Noh, H.H., Park, Y.S., Kang, K.W., Lee, K.H., Park, H.K., Yun, S.S., Jin, C.W., Han, S.K., Kyung, K.S., 2009b. Residual characteristics of neonicotinoid insecticide dinotefuran and thiacloprid in cucumber, *Korean J. Pestic. Sci.*, 13, 98-104.
- Lee, H.D., Kyung, K.S., Kwon, H.Y., Ihm, Y.B., Kim, J.B., Park, S.S., Kim, J.E., 2004. Residue characteristics of hexaconazole and chlorothalonil in several fruits, *Korean J. Pestic. Sci.*, 8, 107-111.
- Lee, H.D., Ihm, Y.B., Kwon, H.Y., Kim, J.B., Kyung, K.S., Kim, C.S., Oh, B.Y., Im, G.J., Kim, J.E., 2005a. Dissipation pattern of pesticide residues in/on different varieties of lettuce applied with foliar spraying under greenhouse condition, *Korean J. Pestic. Sci.*, 9, 354-358.
- Lee, H.D., Ihm, Y.B., Kwon, H.Y., Kim, J.B., Kyun, K.S., Park, S.S., Oh, B.Y., Im, G.J., Kim, J.E., 2005b. Characteristics of pesticide residue in/on cucurbitaceous fruit vegetables applied with foliar spraying under greenhouse, *Korean J. Pestic. Sci.*, 9, 359-364.
- Tomlin C.D.S., 2006. *The Pesticide Manual*, p.477, 14th ed. BCPC publication, Hampshire, UK.
- Yoon, C.M., Cho, S.R., Moon, S.R., Shin, Y.H., Kim, S.D., 2011. Insecticidal activities of polymers and surfactants against sweet potato whitefly, *Bemisia tabaci* (hemiptera:aleyrodidae), *Korean J. Pestic. Sci.*, 15(2), 177-187.
- Youn, K.S., Kim, S.D., 1999. The status of production and processing of fruits and new processing technology, *Korean J. Postharvest Sci. Technol.*, 6, 521-529.