Korean Journal of Environmental Agriculture

Korean J Environ Agric. 2018;37(1):41-48. Korean
Published online 2018 March 30. https://doi.org/10.5338/KJEA.2018.37.1.07

Online ISSN: 2233-4173
Print ISSN: 1225-3537

Research Article

Open Access

노지재배 복숭아 중 Bistrifluron과 Cyenopyrafen의 생산단계 잔류특성에 따른 감소추이

황은진[1], 박정은[1], 권찬혁[2], 김진숙[2], 장희라[1*]

[1]호서대학교 제약공학·바이오응용독성학과, [2]식품의약품안전처 유해물질기준과

Residue Dissipation Behavior of Bistrifluron and Cyenopyrafen in Peach for the Cultivation Periods under Field Conditions

Eun-Jin Hwang[1], Jung-Eun Park[1], Chan-Hyeok Kwon[2], Jin-Sook Kim[2] and Hee-Ra Chang[1*] ([1]Department of Pharmaceutical Engineering·Applied Biotoxicology, Graduate School of Hoseo University, Asan 31499, Korea, [2]Ministry of Food and Drug Safety, Osong 28159, Korea)

Received: 9 March 2018 / Revised: 14 March 2018 / Accepted: 25 March 2018
Copyright ⓒ 2018 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
Hee-Ra Chang
http://orcid.org/0000-0002-0307-7703

Abstract

BACKGROUND: This study was performed to calculate the biological half-lives and regression coefficient of bistrifluron and cyenopyrafen dissipation in peach and to estimate the Pre-Harvest Residue Limits (PHRLs).
METHODS AND RESULTS: The bistrifluron and cyenopyrafen were prepared on the basis of good agricultural practice for peach and treated with a single application. Peaches were harvested at 0, 1, 3, 5, 7, 10 and 14 days after application, prepared for analysis, and analyzed by HPLC-DAD. The limits of quantitation (LOQ) of bistifluron and cyenopyrafen were 0.02 mg/kg and 0.04 mg/kg, respectively. The recoveries of bistrifluron and cyenopyrafen were 99.5~108.7% and 88.4~98.9% at two different concentration levels. The biological half-lives of field I (Sejong) and field II (Pyeongtaek) were 6.1 and 7.0 days for bistifluron, and 6.3 and 7.0 days for cyenopyrafen, respectively. The 95% confidence intervals of dissipation rate constants of bistrifluron in peach were 0.0805～0.1457 and 0.0577～0.1417 for field I and field II, respectively, and those of cyenopyrafen were 0.0911～0.1278 and 0.0576～0.1417, respectively.
CONCLUSION: Residue dissipation of bistrifluron and cyenopyrafen in peach were similar to that of correction to sample weight difference during the harvest periods. This study suggests that residue dissipation rate would be helpful to set the PHRLs that protect public health.

Key words: Bistrifluron, Cyenopyrafen, Dissipation, Pre-harvest residue limit, Peach

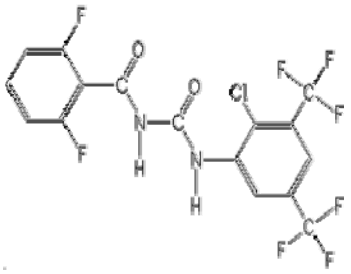
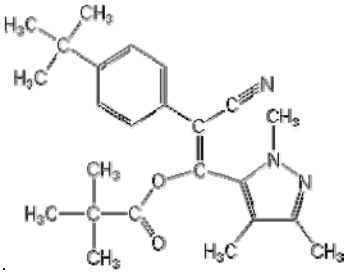
*Corresponding author: Hee-Ra Chang
Phone: +82-41-540-9696; Fax: +82-41-540-9696;
E-mail: hrchang@hoseo.edu

서 론

국내외 소비자들은 식품에서 우려하고 있는 위험요인에서 농약이 1순위로 인식하고 있으며, 안전관리 기준인 잔류허용기준 이하라도 인체에 유해한 것으로 인식하고 있다(Kim, 2007; Woo *et al.*, 2010). 소비자 인식조사에서 농약잔류량이 우려되는 식품순위로 채소, 과일 및 곡류로, 조사대상자의 약 35%가 과일에 대한 우려를 나타냈으며, 이는 국내산 과일에서 잔류농약이 기준치를 초과하는 사례가 많은 것에 기인하여 건강상에 위해가 높을 것으로 우려하게 된다(Kim and Kim, 2001; Kim and Kim, 2011).

과일 재배 면적은 2016년 166,473 ha로 전년에 비해 2.2% 증가하였고, 과일 중 복숭아 재배면적은 1,165 ha 및 생산량은 237,711톤으로 전년대비 7.5% 및 13.0% 증가하였

Table 1. Chemical structures and physico-chemical properties of bistrifluron and cyenopyrafen (Turner J. A., 2015)

Pesticide	Bistrifluron	Cyenopyrafen
Chemical structure		
Vapor pressure (mPa)	0.0027 (25℃)	5.2E-4 (25℃)
log Kow	5.74	5.6
Water solubility (mg/l, 20-25℃)	<0.03	0.3
Organic solubility (g/l, 20-25℃)	Soluble in dichloromethane (64.0), hexane (3.5), methanol (33.0)	-

다(KOSTAT, 2016a; 2016b). 과일 재배기간 동안 병충해 방제를 하지 않게 되면 수확량이 크게 감소하고 상품성이 현저하게 떨어져서 소비자의 구매가 감소하므로, 농약 사용이 불가피하며, 복숭아 재배시 농약살포 횟수는 약제저항성이 큰 응애류 및 복숭아유리나방 등의 해충 발생정도가 높아 연간 약 5~10회 정도이고, 복숭아는 당도가 높아 수확 시기 동안에 해충의 피해가 크기 때문에 농약의 사용이 필수적이다 (Jeon *et al.*, 2000; Woo and Park, 2001; Kim *et al.*, 2002; Ha *et al.*, 2012).

이에, 소비자에 대한 안전성을 위하여 수확후 출하시 농약잔류허용기준을 초과하지 않도록 출하 전 생산단계에서 예측을 통한 생산단계 농약잔류허용기준 설정이 필요하다(Kim *et al.*, 2002). 복숭아 재배시 사용되는 농약 145개에 대하여 농약잔류허용기준(Maximum Residue Limit, MRL)이 설정되어 유통단계에서 관리하고 있으나, 생산단계 농약 잔류허용기준(Pre-Harvest Residue Limit, PHRL)은 49개 농약에 대해서만 설정되어 관리하고 있다(MFDS, 2017a, 2017b). 복숭아유리나방 방제에 사용되는 bistrifluron은 곤충생장조절제(IGR)이고, cyenopyrafen은 응애 전문 약제로 점박이응애 방제를 위해 사용되고 있으나, 생산단계 농약잔류허용기준이 설정되어 있지 않다(KCPA, 2014; RDA 2018).

본 연구는 노지재배 복숭아에 대하여 살충제 bistrifluron과 cyenopyrafen의 일자별 잔류량을 확인하고, 수확시 개체중량 차이에 따른 잔류양상 비교하여 생산단계 농약잔류허용기준 설정을 위한 기초자료로 활용하고자 한다.

재료 및 방법

시험약제 및 시약

포장시험에 처리한 시험농약은 bistrifluron 10% 액상수화제(승승장구, ㈜아그로텍), cyenopyrafen 25% 액상수화제(쇼크, ㈜한국삼공)를 사용하였다. 잔류분석용 표준품은 bistrifluron (97.6%, Sigma-Aldrich, USA) 및 cyenopyrafen (97.3%, Sigma-Aldrich, USA)을 사용하였다. 잔류분석용 acetone, acetonitrile, dichloromethane, *n*-hexane 및 ethyl acetate는 Merck(Germany), Sodium sulfate 및 sodium chloride 시약은 Junsei chemical(guaranteed reagent grade, Japan), Solide phase extraction cartridge(florisil, 1 g, 6 cc)는 Agilent Technologies(USA)에서 구입하여 사용하였다.

포장시험

포장시험은 지리적 차이를 고려하여 직선상 거리가 약 42 km인 위도가 다른 2개 포장을 시험포장으로 선정하였고, 노지재배조건에서 세종시(포장 I, 품종 : 홍백)와 경기도 평택시(포장 II, 품종 : 천중도)에서 수행하였다.

시험구는 반복당 1 그루로 선정하여, 처리구 3 반복 및 무처리구 1 반복으로 구성하였다. 약제처리는 작물보호제지침서(KCPA, 2014)의 안전사용기준에 따라 약제를 희석하여 조제한 후, 소형 엔진 배부식 분무기(YAMATO, DY-435Y)를 이용하여 포장 I(2015년 07월 28일)과 포장 II(2015년 07월 30일)에 각각 1회 살포하였다(Table 2).

시료채취는 약제처리 후 0, 1, 3, 5, 7, 10 및 14일차에 일자별로 출하시기에 적합한 크기를 선정하여 1 kg 이상(5개체 이상) 채취하였다. 채취한 시료는 약제 및 채취 일자를 라벨로 표시한 polyethylene bag에 넣은 후, ice box에 보관하여 24시간 이내에 실험실로 운반하였다.

시료 조제

실험실로 운반된 시료는 개체 무게를 측정한 후, 시료 전처리를 위하여 씨를 분리하고 가식부를 세절하였다. 세절한 시료는 deepfreezer (-70℃ 이하)에서 48시간 이상 보관한 후, homogenizer를 이용하여 균질화하였다. 전처리가 완료된 시료는 분석용 시료와 보관용 시료로 구분하여 냉동보관(-15℃ 이하)하였다.

Table 2. Good agricultural practice and maximum residue limit of bistrifluron and cyenopyrafen on peach in Korea

Pesticide	Formulation		Application			PHI[b] (days)	MRL[c] (mg/kg)
	Type	%AI[a]	Spray concentration (kg ai/hl)	Max. No.	Interval (days)		
Bistrifluron +Flubendiamide	EC[d]	10+13	0.0025	3	10	14	1.0
Cyenopyrafen	EC	25	0.0125	3	-	14	0.5

[a] Active ingredient
[b] Pre-harvest interval
[c] Maximum residue limit
[d] Emulsifiable concentrate

Table 3. Instrumental conditions for the analysis of bistrifluron and cyenopyrafen in peach

Pesticide	Bistrifluron	Cyenopyrafen			
Instrument	Agilnet 1260 Infinity Series HPLC				
Column	Phenomenex Luna 5μ C18 (250×4.60 mm)				
Detector	Diode Array Detector (DAD)				
Flow rate	1.0 mL/min				
Mobile phase	Acetonitrile/Water (75/25, v/v), Isocratic	Acetonitrile/Water (80/20, v/v), Gradient			
		Time(min)	Acetonitrile	Water	Flow
		13	80	20	1.0
		15	100	0	2.0
		39	100	0	2.0
		41	80	20	1.0
Wavelength	250 nm	294 nm			
Injection volume	30 μL	40 μL			

분석법 정량한계

분석법 정량한계(Limit of Quantification, LOQ)는 표준용액을 이용하여, 기기분석에서 Signal to noise ratio (S/N)가 10 이상인 것을 최소 검출량으로 하여 분석 시료량, 기기 주입량, 최종 용액의 부피 및 희석배수를 고려하여 산출하였다(Park *et al.*, 2017). Bistrifluron 및 cyenopyrafen 분석을 위하여 적용한 HPLC 기기분석 조건은 Table 3과 같다.

직선성

Bistrifluron 표준품(97.6%) 10.25 mg을 acetonitrile 10 mL에 용해하여 1,000 mg/L 표준용액을 조제한 후, 이를 acetonitrile로 계열 희석하여 0.05, 0.1, 0.2, 0.5, 1.0, 2.0 및 5.0 mg/L의 농도로 검량선용 표준용액을 조제하였고, Cyenopyrafen 표준품(97.3%) 5.14 g을 acetonitrile 10 mL에 용해하여 500 mg/L 표준용액을 조제한 후, 이를 acetonitrile로 계열희석하여 0.1, 0.5, 1.0, 2.0 및 5.0 mg/L의 농도로 검량선 표준용액을 조제하였다. 각각 조제한 bistrifluron과 cyenopyrafen 검량선 표준용액의 chromatogram peak area를 기준으로 표준검량선을 작성하여 회귀식에 의한 결정계수(r^2) 값으로 직선성을 확인하였다.

회수율 시험 및 잔류분석

Bistrifluron 회수율 시험은 무처리 분석용 시료 10 g에 정량한계(0.02 mg/kg) 및 정량한계 10배(0.2 mg/kg) 수준, cyenopyrafen은 초기 잔류량이 잔류허용기준(Maximum Residue Limit, MRL)을 초과하여 잔류허용기준(0.5 mg/kg) 및 최고 검출 농도(2.0 mg/kg) 수준으로 표준용액을 처리하여 3반복 시험을 수행하였다. 시료 10 g에 acetone 100 mL를 가하여 250 rpm으로 20분간 교반한 후 추출액을 감압 여과하였다. 여과액은 1,000 mL의 분액여두에 옮겨 증류수 300 mL와 포화식염수 100 mL를 가하여 bistrifluron은 dichloromethane 100 mL 및 50 mL로 2회 분배하였고, cyenopyrafen은 dichloromethane 100 mL로 1회 분배하였다. 유기용매 층을 sodium sulfate에 통과시켜 수분을 제거한 후, 40℃에서 rotary vacuum evaporator (V-700, BUCHI, Switzeland)를 이용하여 감압 농축하였다. 농축 건고물은 *n*-hexane 4 mL로 재용해하였다. *n*-Hexane 4 mL로 활성시킨 florisil SPE cartridge (1 g, 6 cc)에 시료용액 2 mL을 넣은 후, bistrifluron은 *n*-hexane/ethyl acetate (85/15, v/v) 10 mL로 용출하였고, cyenoprafen은 *n*-hexane 10 mL와 *n*-hexane/ethyl acetate (95/5, v/v) 2 mL을 세정하고

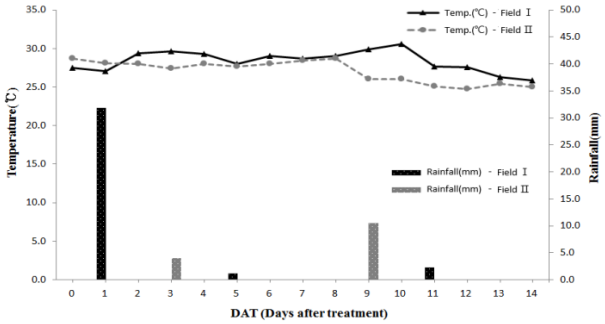


Fig. 1. Climatic conditions in residue field trials for peach.

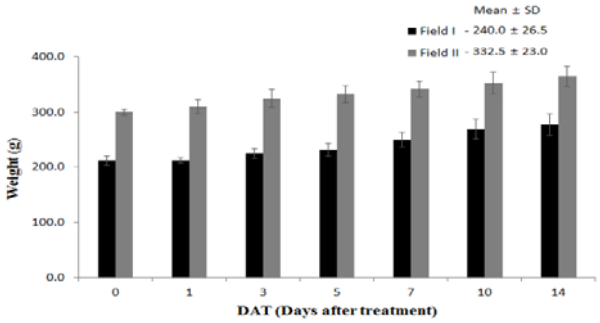


Fig. 2. Changes of peach weight at sample harvest intervals.

n-hexane/ethyl acetate (95/5, v/v) 5 mL과 *n*-hexane/ethyl acetate (90/10, v/v) 8 mL로 용출하였다. 용출액은 N_2 gas로 농축하고 acetonitrile 2 mL로 재용해하여 HPLC-DAD (Agilnet 1260 Infinity Series, Agilent Technologies, USA)로 정량분석을 수행하였다(Table 3).

잔류성 시험 시료의 냉동보관(-20℃ 이하) 조건에서의 저장안정성은 3반복으로 무처리 시료 10 g에 bistrifluron 및 cyenopyrafen 표준용액을 1.0 mg/kg 수준으로 처리하여 균일하게 혼합한 후, bistrifluron은 83일, cyenopyrafen은 25일 후에 회수율 시험과 동일한 방법으로 분석을 수행하여 확인하였다.

Bistrifluron 및 cyenopyrafen의 잔류성 포장시험 시료의 일자별 잔류량 확인은 회수율 시험과 동일한 방법으로 수행하였다.

복숭아 시료의 개체 중량 차이에 의한 희석 영향 산출

복숭아 시료의 수확 일자별 개체 중량을 측정하였고, 개체 중량 차이에 의한 희석 영향을 확인하기 위하여 bistrifluron과 cyenopyrafen의 잔류량을 아래의 식에 의해 산출하였다(Lee *et al.*, 2013).

$$\text{개체 중량 차이에 의한 희석 영향을 고려한 잔류량 (mg/kg)} = \frac{\text{수확 일자별 복숭아 중량(kg)}}{\text{0일차 복숭아 중량(kg)}} \times \text{수확 일자별 잔류량 (mg/kg)}$$

생물학적 반감기 산출 및 생산단계 잔류허용기준(안)

복숭아 중 bistrifluron 및 cyenopyrafen의 일자별 잔류량을 적용하여 회귀분석에 의해 감소상수 및 생물학적 반감기를 산출하였고, *F*-검정 및 *t*-검정을 수행하여 회귀방정식 및 감소상수의 유의성을 확인한 후, 95% 신뢰수준의 감소상수 하한값과 반감기를 산출하였다(MFDS, 2014).

결과 및 고찰

포장시험

포장시험 수행기간 동안 기상조건에서 포장 I 및 포장 II의 평균 기온은 각각 28.4℃ 및 27.0℃였고, 1.0 mm 이상의 강수는 각각 3회 및 2회였다(Fig. 1, KMA, 2015). 포장 I의 약제처리 후 1일차 시료는 강우 전에 시료를 채취하였으므로, 강우로 인한 잔류량의 영향은 없을 것으로 판단되며, 복숭아 등과실은 잔류농약이 부착 후, 작물체 표피의 왁스층에 존재하여 물로 쉽게 제거되지 않아, 강우에 의한 영향이 크게 미치지 않을 것으로 판단된다(RDA, 2011).

복숭아는 수확시기에 개체에 따른 중량 차이가 있어, 약제처리후 시료채취 일자별 시료의 중량을 확인하였다. 포장 I 및 포장 II에서 채취한 복숭아의 평균 무게는 각각 240.0±26.5 g 및 332.5±23.0 g였다. 포장 I 및 포장 II에서 복숭아 중량이 다소 증가하는 경향을 보였고, 약제 처리후 14일차 채취시료의 중량 증체율은 각각 30.6% 및 21.6%였다(Fig. 2).

Table 4. Limit of quantification and recoveries of bistrifluron and cyenopyrafen in peach

Pesticide	Fortification level (mg/kg)	Recovery (%)				CV[b]	LOQ[c] (mg/kg)
		Replicate			Mean±SD[a]		
		1	2	3			
Bistrifluron	0.02	99.5	108.7	101.8	103.3±4.8	4.7	0.02
	0.2	100.3	101.2	102.1	101.2±0.9	0.9	
Cyenopyrafen	0.5	90.2	91.6	88.4	90.1±1.6	1.8	0.04
	2.0	95.4	98.9	97.8	97.7±1.2	1.3	

[a] Standard deviation
[b] Coefficient of variation
[c] Limit of quantification

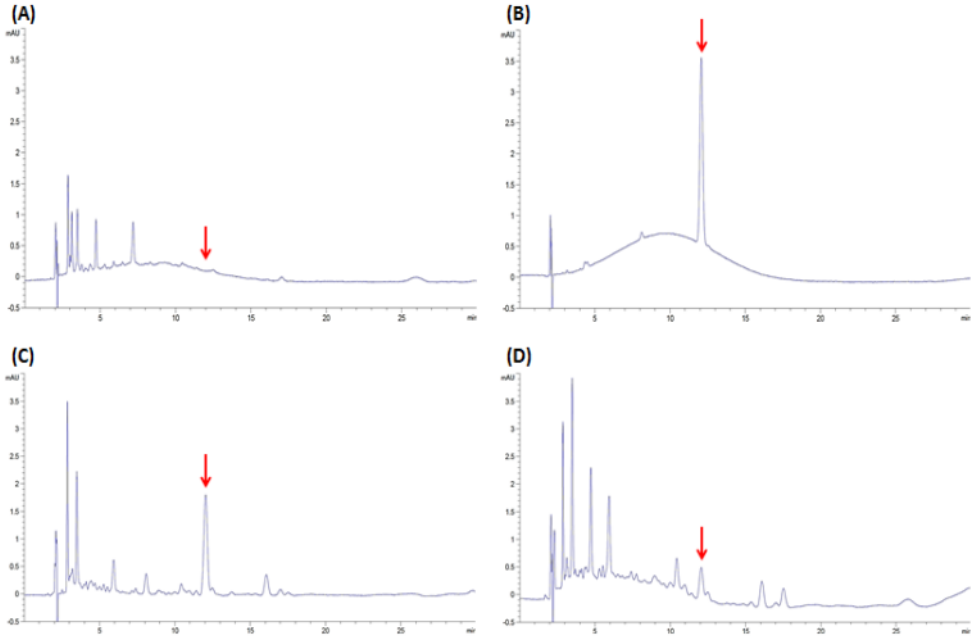


Fig. 3. Repregentative chromatograms of bistrifluron by HPLC-DAD analysis (A; blank peach, B; standard 1.0 mg/kg, C; recovery 2.0 mg/kg, D; sample 0 day (Field II)).

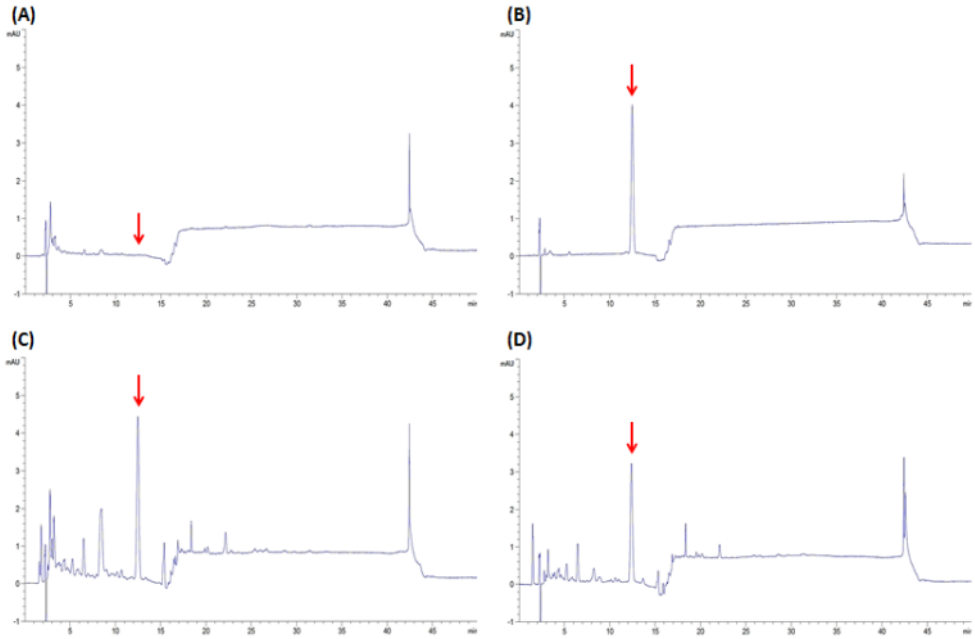


Fig. 4. Repregentative chromatograms of cyenopyrafen by HPLC-DAD analysis (A; blank peach, B; standard 1.0 mg/kg, C; recovery 0.5 mg/kg, D; sample 3 day (Field II)).

분석법 검증

Bistrifluron 및 cyenopyrafen의 복숭아 중 분석법 정량한계는 각각 0.02 mg/kg 및 0.04 mg/kg였으며, 표준용액의 검량선은 각각 7개 농도(0.05～5.0 mg/L) 및 5개 농도(0.1～5.0 mg/L)에서 회귀방정식 및 결정계수를 산출하였고, y=1.44338x-0.60804 (r^2=0.999) 및 y=1.64724x-1.00638 (r^2=0.999)로 직선성을 확인하였다. Bistrifluron 및 cyenopyrafen의 회수율은 각각 99.5~108.7% 및 88.4~98.9%, 변이계수(% coefficient of variation)는 0.9～4.7% 및 1.3～1.8%로. 생산단계 잔류허용기준 설정을 위한 잔류성시험 분석법 검증 기준인 회수율 70～110% 및 변이계수 20% 이내였다(Table 4, MFDS, 2014). Bistrifluron 및 cyenopyrafen의 HPLC-

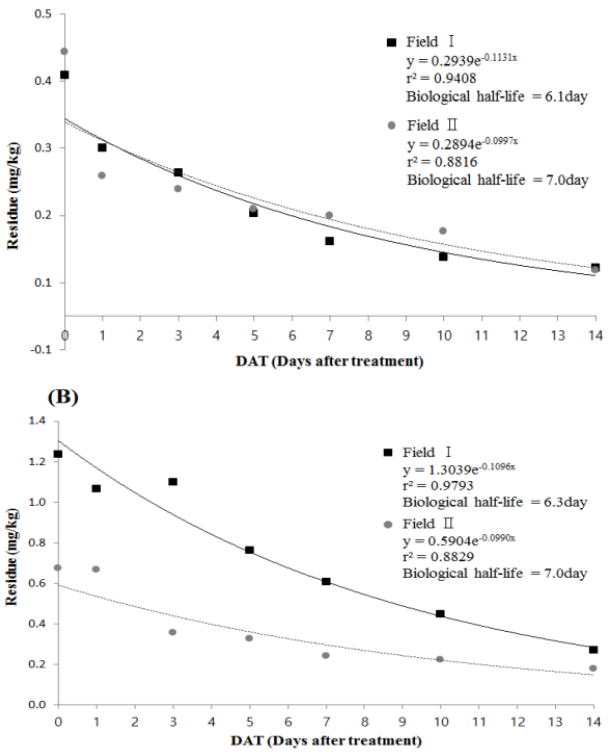


Fig. 5. Dissipation curves and half-lives of bistifluron (A) and cyenopyrafen (B) in peach.

DAD 분석시 표준용액, 무처리시료, 회수율시험 및 시료에서 간섭 peak에 의한 영향은 없었다(Fig. 3, 4).

일자별 잔류량 변화

Bistrifluron 및 cyenopyrafen의 복숭아 중 일자별 잔류량 변화는 Fig. 5와 같으며, 약제 처리 후 0일차 잔류량이 bistrifluron은 포장 I 및 포장 II에서 각각 0.36 mg/kg 및 0.39 mg/kg이었고, cyenopyrafen은 각각 1.24 mg/kg 및 0.67 mg/kg이었다. Cyenopyrafen의 포장 I과 포장 II의 0일차 잔류량의 차이는 약제 살포시 처리구의 유효성분 처리량이 각각 1.24 g 및 0.77 g로 약 2배의 차이가 있는 것을 확인하였다. Bistrifluron의 잔류량은 포장 I 및 포장 II에서 약제 처리 후 0일차부터 잔류허용기준인 1.0 mg/kg 이하였고, cyenopyrafen은 포장 I에서 약제 처리 후 10일차, 포장 II에서 약제 처리 후 3일차부터 잔류허용기준인 0.5 mg/kg 이하였다(MFDS, 2017a).

복숭아의 일자별 개체 중량 차이에 의한 희석 영향을 고려한 잔류량은 bistrifluron은 포장 I에서 0.097~0.36 mg/kg, 포장 II에서 0.079~0.39 mg/kg이었고, cyenopyrafen은 포장 I에서 0.34~1.24 mg/kg, 포장 II에서 0.22~0.67 mg/kg이었고, 복숭아 중 bistrifluron과 cyenopyrafen의 포장 I과 포장 II에서의 일자별 잔류량 및 감소추이는 복숭아의 개체 중량 차이에 따른 희석 영향을 고려한 잔류량 및 감

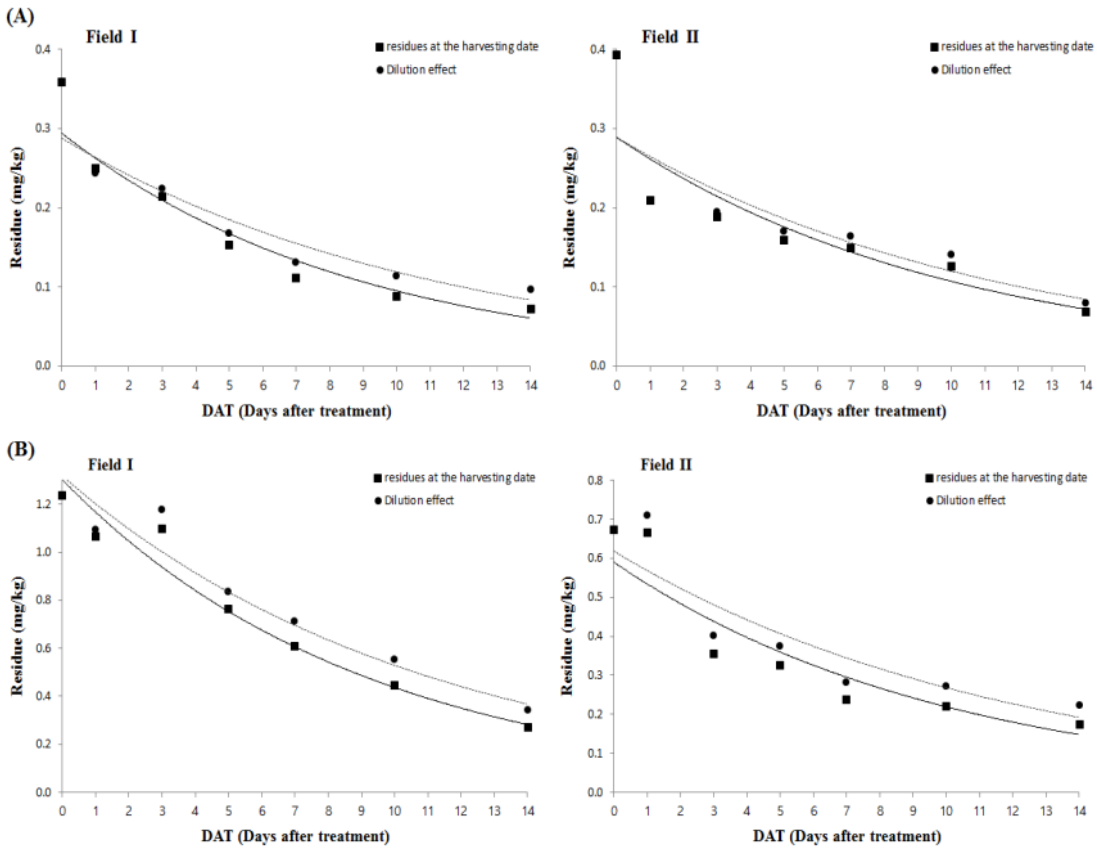


Fig. 6. Dissipation curves of bistrifluron (A) and cyenopyrafen (B) for dilution effects by increasing peach weights.

Table 5. Regression analysis for the dissipation of bistrifluron and cyenopyrafen on peach

Pesticide	Bistrifluron		Cyenopyrafen	
Field No.	Field I	Field II	Field I	Field II
Dissipation regression equation[a)]	$y=0.2939e^{-0.1131x}$ (r^2=0.9408)	$y=0.2894e^{-0.0997x}$ (r^2=0.8816)	$y=1.3039e^{-0.1095x}$ (r^2=0.9793)	$y=0.5904e^{-0.0990x}$ (r^2=0.8829)
Dissipation rate constant[b)]	0.0805～0.1457	0.0577～0.1417	0.0911～0.1278	0.0576～0.1417
Lower limit of dissipation rate constant	0.0805	0.0577	0.0911	0.0576

[a)] Significant at $p<0.05$ by the F-test
[b)] Significant at $p<0.05$ by the t-test

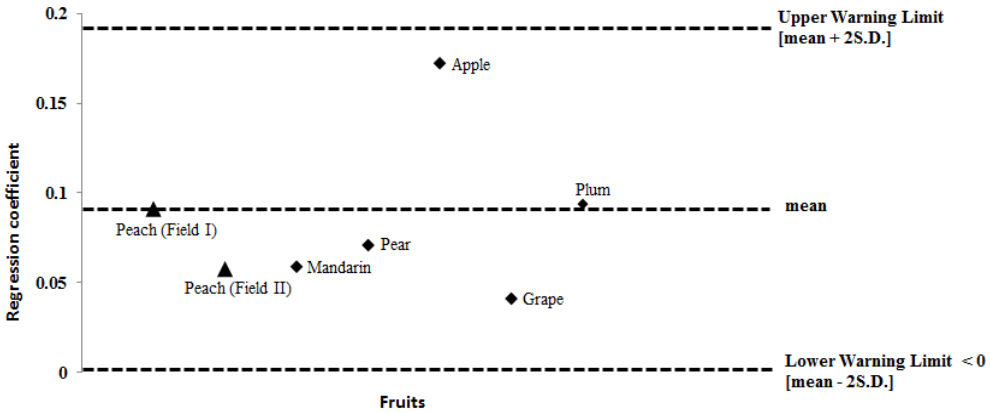


Fig. 7. Dissipation rate constants evaluation of cyenopyrafen on peach with fruits proposed by MFDS.

소추이가 유사하였다(Fig. 6).

작물의 개체 중량 차이에 의한 희석 영향에 관한 다른 연구 결과를 보면, 오이는 약제 살포 후 10일까지 약 16배 중량이 증가하였고, 일자별 잔류감소곡선은 오이의 중량 증체량에 따른 희석효과가 주요 요인이었다(Lee *et al.*, 2008). 포도는 약제 살포 후 15일까지 29.6% 중량이 증가하였고 일자별 잔류감소곡선과 중량 증가에 따른 희석 영향을 배제한 잔류감소곡선의 잔류량 감소 차이가 낮아 중량 변화에 의한 잔류농약의 희석효과는 없었다(Kim *et al.*, 2009). 본 연구의 복숭아 포장 I과 포장 II의 0일차에서 14일차의 중량 차이가 21.6~30.6%로 포도와 유사하게 중량이 증가하여 복숭아의 개체 중량 차이에 의한 희석 영향이 일자별 잔류량에 미치는 영향이 낮은 것으로 판단된다.

생물학적 반감기 및 감소상수

복숭아 중 일자별 잔류량으로 회귀분석을 수행하여 산출한 생물학적 반감기는 bistrifluron이 포장 I 및 포장 II에서 각각 6.1일 및 7.0일이었고 cyenopyrafen은 각각 6.3일 및 7.0일이었다(Fig. 5).

복숭아에 bistrifluron 및 cyenopyrafen 약제를 1회 처리한 후 일자별 잔류량을 통해 산출된 회귀방정식과 감소상수의 F-검정 및 t-검정에 따른 유의성 확인된 감소상수의 95% 신뢰구간은 bistrifluron이 포장 I 및 포장 II에서 0.0805～0.1457 및 0.0577～0.1417이었고, cyenopyrafen은 각각 0.0911～0.1278 및 0.0576～0.1417이었다. 95% 신뢰구간에서 감소상수 하한값은 bistrifluron이 포장 I 및 포장 II에서 0.0805 및 0.0577이었고, cyenopyrafen이 각각 0.0911 및 0.0576이었다(Table 5).

생산단계 농산물의 농약잔류허용기준은 잔류성시험에서 감소상수를 바탕으로 설정하여 잔류농약으로부터 생산단계 농산물의 안전성을 확보하고 있다. 현재 과실류에 고시되어 있는 bistrifluron의 생산단계 농산물의 농약잔류허용기준 설정에 적용된 감소상수는 배, 사과에 각각 0.0400 및 0.0316, cyenopyrafen은 감귤, 배, 사과, 포도, 자두에 각각 0.0589, 0.0709, 0.1723, 0.0411 및 0.0934이다(MFDS, 2017b). Cyenopyrafen의 과실류 5개 작물에 대한 감소상수값의 평균±2SD(standard deviation)인 0.0362~0.187을 신뢰범위로 하여 복숭아에 대한 감소상수값의 유사성을 확인하였다(Fig. 7, Moser H. and J. Römbke, 2009; Lee *et al.*, 2015; Park *et al.*, 2017). Bistrifluron은 과실류에 고시되어 있는 감소상수가 2개로 통계분석에 적용 할 수 없어 결과의 유사성을 확인할 수 없었다. 생산단계 잔류성 시험 결과에서 유사작물에 대한 상호 비교를 통하여, 생산단계 농산물의 농약잔류허용기준을 설정하는데 기초자료로 활용할 수 있으며,

농산물의 유통과정에서 농산물의 부적합률 최소화하고, 잔류농약에 의한 소비자의 먹거리 안전성 확보에 기여할 수 있다.

Note

The authors declare no conflict of interest.

Acknowledgement

This research was supported by the Ministry of Food and Drug Safety, Republic of Korea (grant number : 00-15-8-0399-00).

References

Ha, H. Y., Ra, D. S., Shin, W. C., Im, G. J., & Park, J. E. (2012). Survey of pesticide use in fruit vegetables, fruits, and rice cultivation areas in Korea. The Korean Journal of Pesticide Science, 16(4), 395-400.

Han, S. S., Lo, S. C., & Ma, S. Y. (2004). Effect of some variation factors on dissipation of tebuconazole in grape. Korean Journal of Environmental Agriculture, 23(3), 142-147.

Jeon, H. Y., Kim, D. S., Cho, M. R., Yiem, M. S., & Chang, Y. D. (2000). Recent status of major fruit tree pest occurrences in Korea. Journal of the Korean Society for Horiticultural Science, 41(6), 607-612.

Kim, H. C., & Kim, M. R. (2001). Consumers' recognition and information need about food safety-Focused on pesticide residues, foodborne illness, and food additives. Journal of the Korean Society of Food Culture, 16(4), 296-309.

Kim, Y. S., Park, J. H., Park, J. W., Lee, Y. D., Lee, K. S., & Kim, J. E. (2002). Persistence and dislodgeable residues of chlorpyrifos and procymidone in lettuce leaves under greenhouse condition. Korean Journal of Environmental Agriculture, 21(2), 149-155.

Kim, S. S. (2007). A study on consumer's attitude for food safety and purchase of environment friendly agricultural products. Journal of Korean Home Management Association, 25(6), 15-32.

Kim, S. W., Lee, E. M., Lin, Y., Park, H. W., Lee, H. R., Riu, M. J., Na, Y. R., Noh, J. E., Keum, Y. S., Song, H. H., & Kim, J. H. (2009). Establishment of pre-harvest residue limit (PHRL) of insecticide bifenthrin during cultivation of grape. The Korean Journal of Pesticide Science, 13(4), 241-248.

Kim, H. J., & Kim, M. R. (2011). Concerns about hazardous elements on foods and recognition of the roles of goverment, food producers, and consumers in securing food safety. Journal of the East Asian Society of Dietary Life, 21(3), 401-417.

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. The Korean Journal of Pesticide Science, 8(2), 107-111.

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. The Korean Journal of Pesticide Science, 12(1), 67-73.

Lee, D. Y., Kim, Y. J., Park, M. H., Lee, S. H., Kim, S. G., Kang, N. J., & Kang, K. Y. (2013). Establishment of pre-harvest residue limit (PHRL) of fungicides azoxystrobin and difenoconazole on prunus mume fruits. The Korean Journal of Pesticide Science, 17(4), 307-313.

Lee, D. K., In, J., & Lee, S. (2015). Standard deviation and standard error of the mean. Korean journal of anesthesiology, 68(3), 220-223.

Moser, H., & Römbke, J. (2009). Ecotoxicological characterization of waste: results and experiences of an international ring test. pp. 73-75, Springer Science & Business Media, Germany.

Park, J. E., Hwang, E. J., & Chang, H. R. (2017). Sediment toxicity assessment of pesticides using *Chironomus riparius* acute and chronic effect. Korean Journal of Environmental Agriculture, 36(2), 80-86.

Park, J. S., Yang, S. H., & Choi, H. (2017). Residue patterns and biological half-lives of pyridalyl and fluopicolide in watermelon. Korean Journal of Environmental Agriculture, 36(1), 50-56.

Turner, J. A (2015). The Pesticide Manual. pp.117-261, 17th edition, British Crop Production Council, UK.

Woo, J. H., & Park, S. H. (2001). Production-distribution system in a fruit-grwoing farming community and the role of a community-based endogenous farming organization : the case of nulmi-ri, chungdo-kun, kyoungbuk province. Journal of The Korean Association of Regional Geographers, 7(4), 1-16.

Woo, H. D., Lee, J. K., Hang, G. D. (2010). Consumer awareness survey on safety management of pesticide residue. Food Science and Industry, 43(2), 24-40.