농약과학회지 (Korean J. Pestic. Sci.)
Vol. 22, No. 2, pp. 91-98 (2018)
Open Access https://doi.org/10.7585/kjps.2018.22.2.91
ORIGINAL ARTICLES

Online ISSN 2287-2051
Print ISSN 1226-6183

살균제 Fluopicolide 및 Metrafenone의 오이(*Cucumis sativus* L.) 생산단계 중 잔류특성

최재웅 · 김지윤 · 김희곤 · 임수빈 · 도정아[1] · 허장현*
강원대학교 농업생명과학대학 환경융합학부, 강원대학교 친환경농산물안전성센터,
[1]식품의약품안전처 식품의약품안전평가원 식품위해평가부 잔류물질과

Residual Properties of Fluopicolide and Metrafenone During Cultivation of Cucumber (*Cucumis sativus* L.)

Jae Woong Choi, Ji-Yoon Kim, Hee-Gon Kim, Su-Bin Leem, Jung-Ah Do[1] and Jang Hyun Hur*
School of Natural Resources and Environmental Science, College of Agriculture and Life Sciences, and EFAP Safety Center, Kangwon National University, Chuncheon 24341, Republic of Korea
[1]Pesticide and Veterinary Drug Residues Division, National Institute of Food and Drug Safety Evaluation, Ministry of Food and Drug Safety, Cheongju 28159, Republic of Korea

(Received on February 8, 2018. Revised on June 1, 2018. Accepted on June 12, 2018)

Abstract The present study was carried out to detect fluopicolide and metrafenone residues and estimate the biological half-life and pre-harvest residue limit (PHRL) in cucumber (*Cucumis sativus* L.) under greenhouse conditions using LC-MS/MS. The pesticides of fluopicolide and metrafenone were applied once on the cucumber in two different sites such as Gummi (field 1) and Sangju (field 2). The samples were collected 7 times at the each date of 0 (after 2 hours after pesticide applying), 1, 2, 3, 5, 7 and 10 days (expected day for harvest) after each pesticide treatment. In this study, the method limit of quantification (MLOQ) for both fluopicolide and metrafenone in cucumber was confirmed 0.005 mg/kg. The recovery levels of pesticides in field 1 and 2 were 74.2~84.2% and 84.7~97.2%, respectively, obtained with coefficient of variation of less than 10%. Half-life of fluopicolide in Gumi and Sangju was found to be 3.0 days and 3.3 days and that of metrafenone was 2.1 days and 2.0 days, respectively. According to this study, If pesticide residue is 2.92 mg kg^{-1} for fluopicolide and 9.73 mg kg^{-1} for metrafenone at 10 days before harvesting, pesticide residue will appear under maximum residue limit (MRL) at harvest. So, this study recommends the PHRL levels of fluopicolide and metrafenone on cucumber.

Key words Cucumber, fluopicolide, metrafenone, pre-harvest residue limits (PHRLs)

서 론

농작물에 살포된 농약은 병해충으로부터 농작물을 보호하는 역할을 하지만 일부 농약은 생산물에 잔류할 수가 있어 유통 농산물 중 잔류농약에 대한 국민적 관심과 우려가 상존한다. 실제 일부 농산물들은 잔류농약 안전성 검사 및 모니터링을 통하여 기준치 초과 또는 미등록 농약 검출 등으로 부적합 판정을 받아 용도 전환 또는 폐기처리 처분 대상이 되기도 한다(Na et al., 2013). 우리나라 정부에서는 2017년 현재 국내 유통 농식품의 안전관리를 위하여 식품 중 463성분의 농약들에 대한 잔류허용기준(Maximum Residue Level, MRL)을 설정하여 관리하고 있다(Ministry for Food and drug safety, 2017). 하지만 이러한 안전체계에도 불구하고 2017년 국내 농산물에 대한 잔류농약분석 결과, 31,742건 중 713건(2.25%)이 부적합 판정을 받았으며, 그 중 생산단계에서 593건(1.87%)의 부적합율을 보이는 것으로 보고되고 있다(National Agricultural Products Quality Manage-

*Corresponding author
E-mail: jhhur@kangwon.ac.kr

ment Service, 2017). 이에 정부에서는 농산물의 생산단계부터 유통단계까지의 잔류농약에 대한 체계적인 노력을 하고 있다(Kim et al., 2002). 또한, 2016년도 식품의약품안전처에서는 '320성분 다성분 분석법'을 고시로 지정하여 잔류농약의 안전성평가에 대한 안전관리의 강화 및 확대를 하고 있다(Kim et al., 2017).

생산단계 잔류허용기준(Pre-Harvest Residue Limit, PHRL)은 작물의 재배기간 중 농약의 분해양상을 조사하고 생물학적 반감기를 산출하여 생산자인 농업인과 소비자에 대한 유통 농산물의 잔류농약 기준치 초과 등의 안전관리를 사전에 예방할 수 있도록 도움을 줄 수 있다(Park et al., 2012). 2017년 국내에는 64개 품목 중 158성분에 대한 PHRL이 설정되어 있으며(Ministry for Food and drug safety, 2017), 연속 수확작물 및 부적합 판정 비율이 높은 작물 위주로 매년 생산단계 잔류허용기준이 추가되고 있다.

2017년 통계청 농산물생산조사 자료에 의하면 국내 오이에 대한 총 재배면적은 4,781 ha로 총 생산량은 333,760 t이며, 이 중 시설재배로 생산되는 오이는 300,486 t으로 생산량의 90.0%를 차지하고 있다(Korean Statistical Information Service, 2017). 시설재배의 특성상 노균병, 흰가루병, 잿빛곰팡이병, 응애류 등의 병해충이 발생되는데 이 중 노균병과 흰가루병은 시설재배에서 가장 문제가 되는 병원균으로 거의 모든 박과채소류에 발생한다(Park et al., 2009). 특히 박과채소류 중 오이에 대한 발병률이 높으며, 피해를 최소화하기 위한 적절한 방제를 위하여 농약 사용이 필수적이다. 그러나 작물 중 농약의 잔류량은 재배기간 중 여러 환경요인에 의해 감소하지만, 출하가 이루어지는 시점까지 일정수준의 잔류농약이 존재할 가능성이 있다(Park et al., 2009).

따라서 본 연구는 노균병과 흰가루병 방제에 사용되는 fluopicolide 및 metrafenone을 오이에 적용하여 수확 10일 전 농약 살포 후 기간별로 농약의 잔류 특성을 조사함으로써 잔류농약감소 회귀식과 생물학적 반감기를 산출하여 오이에 대한 해당 농약의 안전관리에 활용하고자 수행하였다.

재료 및 방법

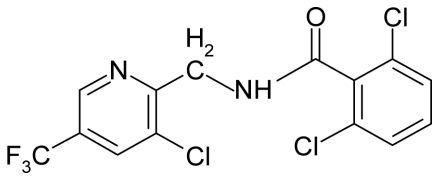
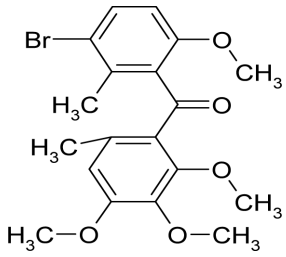
대상농약, 재료 및 기구

본 연구의 대상농약 fluopicolide (순도 98.5%) 및 metrafenone (순도 99.5%)의 표준품은 Dr. Ehrenstorfer (Germany)에서 구입 후 사용하였으며, 살포 농약 fluopicolide 6% 액상수화제(상표명: 원프로, 팜한농㈜)와 metrafenone 25.2% 액상수화제(상표명: 비반도, 팜한농㈜)는 시판품을 구입하여 사용였으며, 두 농약의 화학구조 및 이화학적 특성은 Table 1와 같다(Turner, 2015). 잔류 농약 분석 시 homogenizer (Nissei, Japan), rotary vacuum evaporator (EYELA, Japan)를 사용하였고 acetonitrile, dichloromethane은 Junsei Chemical (G.R., Japan)에서, methanol과 water는 Merck사(G.R., Germany)에서, sodium sulfate anhydrous, sodium chloride는 Dae Jung사(E.P., Korea)의 제품을 구입하여 사용하였다. 정제에 사용 된 SPE NH_2 cartridge (1 g)는 Phenomenex사(U. S. A.)의 제품을 구입하여 사용하였다. 최종 분석 기기로 TSQ Quantum Access Max (Thermo Science, U. S. A.)가 장착된 HPLC DIONEX UltiMate 3000 (Thermo Scientific, U. S. A.)를 사용하여 잔류량을 분석하였다.

포장시험 수행 및 시료채취

포장시험은 경상북도 구미시 도개면 가산 1리 997-6 (포장 1)과 상주시 진천로 20-6 (포장 2)의 시설재배지를 임차하여 수행하였다. 재식밀도는 길이 50 m × 폭 1 m (50 m²)의 면적으로 처리구별 3 반복 배치하였고, 각 처리구 마다

Table 1. Chemical structures and physicochemical properties of pesticides

Pesticide	Fluopicolide	Metrafenone
Structure		
IUPAC name	2,6-dichloro-*N*-[3-chloro-5-(trifluoromethyl)-2-pyridylmethyl] benzamide	3'-bromo-2,3,4,6'-tetramethoxy-2',6-dimethylbenzophenone
V.p. (mPa)	3.03×10^{-4} mPa (20°C)	1.53×10^{-1} mPa (20°C); 2.56×10^{-1} mPa (25°C)
K_{ow}logP	2.9	4.3 (pH 4.0, 25°C)
Solubility in water	In water 2.8 mg L^{-1} (pH 7, 20°C)	In water 0.552 (pH 5), 0.492 (pH 7), 0.457 (pH 9) (all in mg L^{-1}, 20°C)
Mol. wt.	383.6	409.3

교차오염을 방지하기 위해 1 m의 완충지대를 두었다. 오이에 대한 농약 살포법은 수확 10일 전 충전식 동력 분무기로 안전사용기준에 따라 2,000배 희석하여 약액이 흐를 정도로 1회 살포하였다. 농약 살포 2시간 후(0일), 1, 2, 3, 5, 7, 10일차로 총 7회에 걸쳐 2 kg 이상 상품성이 있는 시료를 채취 하였다. 채취한 시료는 처리구 별로 plastic bag에 넣어 밀봉한 후 ice box에 담아 분석실로 즉시 운반하였다. 운반된 시료는 개체량 확인 후, 꼭지를 제거하고 마쇄 및 균질화하여 분석 전까지 −20°C 이하의 deep freezer에 보관하여 분석 시 사용하였다.

표준검량선 작성

Fluopicolide 표준품(98.5%) 101.52 mg, metrafenone 표준품(99.5%) 100.50 mg을 acetonitrile에 용해하여 1,000 mg kg^{-1} 농도의 stock solution을 조제하였다. 제조된 stock solution은 0.05, 0.1, 0.2, 0.3, 0.5, 0.8, 1.0, 1.5, 2.0 mg kg^{-1} 농도로 희석하고 working solution을 조제(1 mL)하여, 분석법과 동일하게 조제한 무처리 시료로 재용해(1 mL)하였다. Matrix matched standard를 조제한 후 1 μL를 LC-MS/MS을 사용하여 분석한 뒤 chromatogram상의 peak 면적을 기준으로 matrix matched된 검량선을 작성하였다.

잔류농약 분석 및 회수율 시험

농약 살포 후 마쇄, 균질화한 각각의 분석 시료 20 g에 acetonitrile 100 mL를 넣고 homogenizer (10,000 rpm)로 3분간 마쇄・추출하였다. 추출액을 감압여과한 후 500 mL separatory funnel에 100 mL의 증류수와 50 mL의 포화식염수를 첨가하여 추출액과 함께 dichloromethane으로 50 mL로 2회 분배하였다. 농축 후 건고물을 dichloromethane 5 mL로 재용해 하였다. SPE NH_2 1 g cartridge에 dichloromethane 5 mL로 세척한 후, 재용해 된 시료 5 mL를 가하고 전개용매(dichloromethane : methanol = 95 : 5, v/v) 5 mL를 첨가하여 용출시켰다. 이 용출액을 감압・농축하고 건고물을 acetonitrile 2 mL로 최종 재용해한 후, LC-MS/MS를 사용하여 최종 분석하였다. 본 연구의 기기분석 조건은 다음과 같다(Table 2).

Table 2. Operation conditions on instrumental analysis of fluopicolide and metrafenone

HPLC	DIONEX UltiMate 3000 (Thermo scientific, USA)			
Detector	TSQ Quantum Access Max (Thermo science, USA)			
Column	Shiseido Capcell Core-C_{18} (2.7 μm, 2.1 mm I.D. × 150 mm)			
Column Temperature	40°C			
Mobile phase	0.1% formic acid + 0.5 mM ammonium formate in Water : 0.1% formic acid in Acetonitrile = A : B			
	Gradient			
Flow rate	0.3 mL min^{-1}.			
Injection volume	1.0 uL			
Ion source	ESI +			
Spray voltage	3,500 v			
Vaporizer temperature	350°C			
Ion sweep gas pressure (N2)	1.0 unit			
Sheath gas pressure (N2)	35.0 unit			
Aux gas pressure (N2)	10.0 unit			
Capillary temperature	320°C			
Scan events	SRM (Selected Reaction Monitering)			
	Fluopicolide	Precursor ion	Product ion	
			Quantitation ion	Qualification ion
		383.0	173.0	145.0 365.0
	Metrafenone	Precursor ion	Product ion	
			Quantitation ion	Qualification ion
		409.0	209.1	166.2 227.0
Retention time	Fluopicolide	7.52 min.		
	Metrafenone	8.22 min.		

본 분석법의 적합성을 검증하기 위해 무처리 시료 20 g에 두 농약의 표준용액을 정량한계 산출식 (1)에 의해 산출된 정량한계의 10배, 50배 수준인 1 mg kg^{-1} 1 mL, 5 mg kg^{-1} 1 mL를 가하고 균일하게 혼합하여 30 분간 방치한 후, 상기 과정을 통해 회수율을 산출하였다.

$$\underset{(A)}{0.05\ \text{ng}} \times \frac{2\ \text{mL (B)}}{\underset{(E)}{1.0\ \mu\text{L}}} \times \frac{1\ \text{(D)}}{20\ \text{g (C)}} = 0.005\ \text{mg kg}^{-1}$$

A: 검출한계 B: 최종 부피 C: 시료의 양
D: 희석배수 E: 기기 주입량

정량한계 산출식 (1)

생물학적 반감기 및 잔류허용기준의 산출

오이에 대한 fluopicolide 와 metrafenone의 생물학적 반감기는 식품의약안전처에서 제공한 잔류성 시험성적 회귀분석 검정표를 통해 농약의 일자별 잔류량을 이용하여 출하 10일 전까지의 일별 잔류량을 추정하고 회귀분석 검정표로 반감기를 산출하여 생산단계 잔류허용기준을 설정하였다.

결과 및 고찰

시험 기간 중 기상조건과 오이의 중량

시험 기간은 2016년 4월 2일~4월 15일(포장 1: 4월 2일~4월 12일, 포장 2: 4월 5일~4월 15일)로 시설재배지의 평균 온도 및 습도는 포장 1과 2에서 19.8~26.9°C, 19.3~ 24.8°C이었으며 63.8~88.1%, 46.5~88.6%이었다. 두 포장간의 평균 온습도의 차는 각각 0.2°C, 8.5%이므로 기상조건의 큰 차이는 없었다(Fig. 1). 두 포장의 약제 살포 후 수확한 오이의 평균 중량은 각각 183.6~198.0 g, 166.2~214.9 g이였다.

오이 중 fluopicolide 및 metrafenone의 분석법 검증

두 농약의 회수율 분석 결과 fluopicolide는 74.2~84.2%, metrafenone은 84.7~97.2%로 식품의약품안전처에서 권장하는 회수율 범위인 70~120%와 변이계수(coefficient of variation, CV) 10% 내의 기준을 충족하였다(Table 3). 오이 중 대상농약 fluopicolide와 metrafenone의 표준 검량선은 각각 $y = 14739444.03x + 189470.7785$ 상관계수(R^2) = 0.99869, $y = 21686493.92x + 241902.8045$ 결정계수(R^2) = 0.99934로 두 농약 모두 우수한 직선성을 나타내었다. 두 약제의 머무름 시간은 각각 7.52 min., 8.22 min.이었으며, 처리구, 회수율, 무처리구의 대표 chromatogram은 Fig. 2와 같다.

오이 중 fluopicolide 및 metrafenone의 생물학적 반감기

본 연구는 fluopicolide 및 metrafenone을 살포 후 10일간의 잔류량을 측정하여 생물학적 반감기를 산출하였으며, fluopicolide의 초기 잔류 농도는 포장 1, 2에서 각각 0.068, 0.070 mg kg^{-1}으로 10일차에는 0.006, 0.008 mg kg^{-1}으로 나

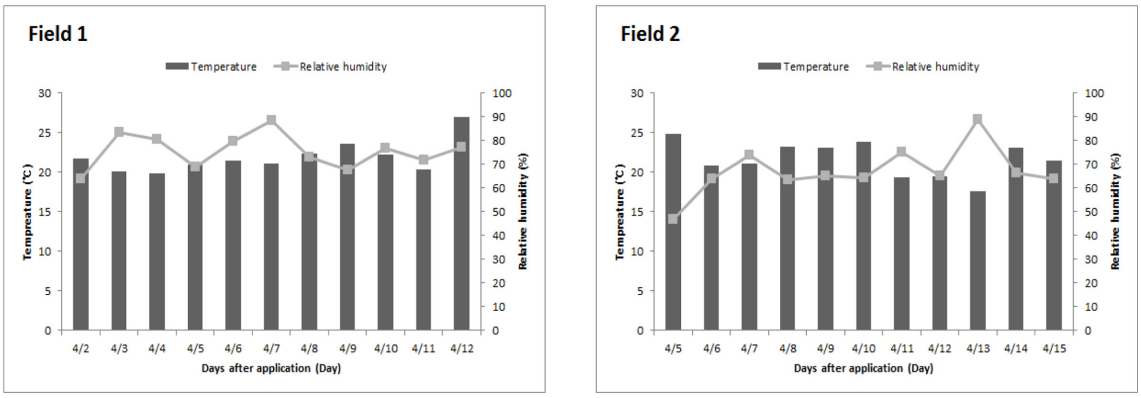


Fig. 1. Climatic condition during cultivation period of cucumber.

Table 3. Recovery tests of fluopicolide and metrafenone in cucumber

Pesticide	Add. conc. (mg/kg)	Recovery ± C.V.[a] (%, average ± C.V.)	MLOQ[b] (mg/kg)
Fluopicolide	0.05	80.5 ± 4.6	0.005
	0.25	76.6 ± 2.9	
Metrafenone	0.05	88.8 ± 5.7	
	0.25	90.9 ± 6.0	

[a] C.V.: Coefficient of variation
[b] MLOQ: Method limits of quantification

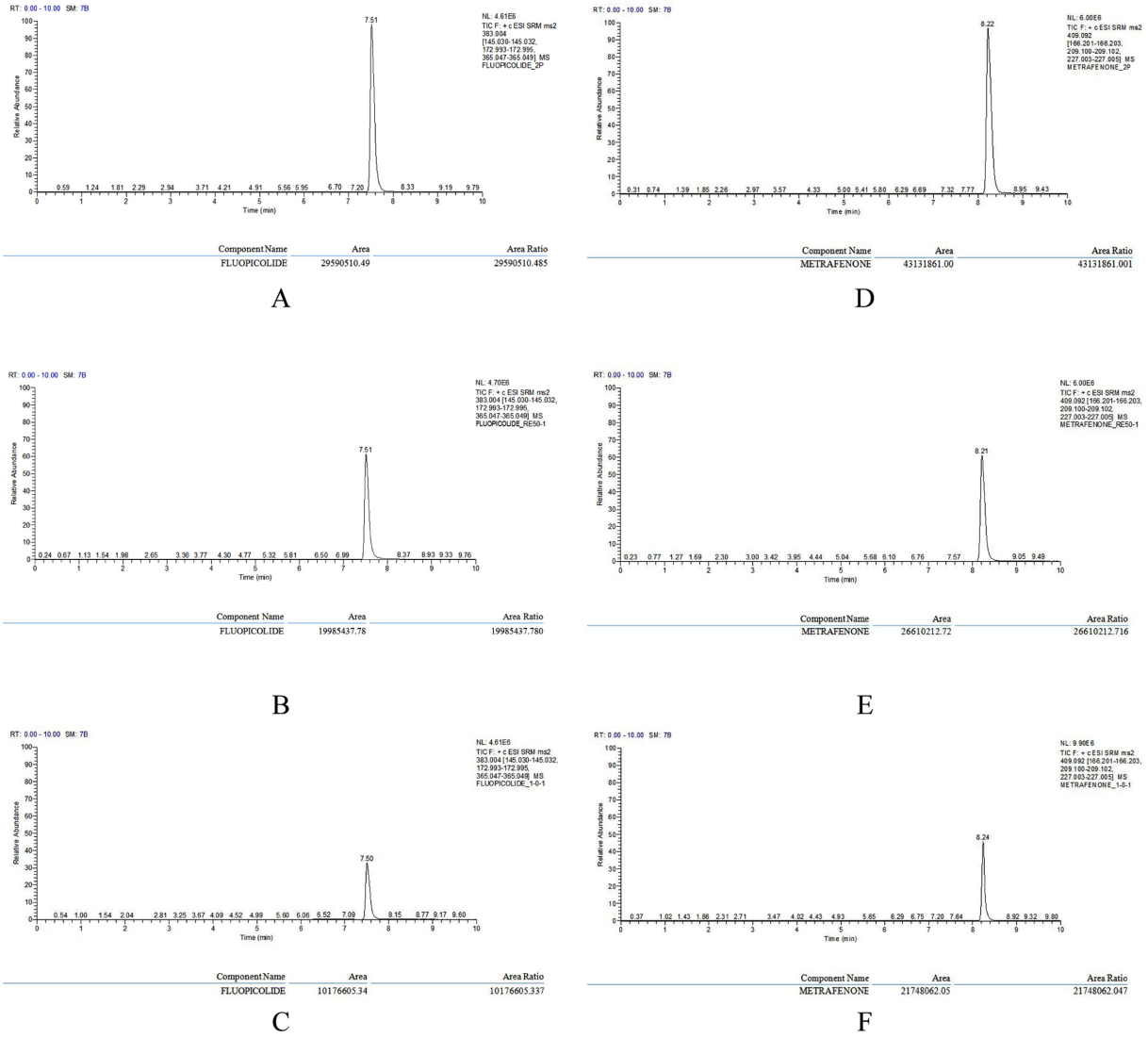


Fig. 2. Chromatograms of fluopicolide in samples (A: standard 2.0 mg kg^{-1}, B: recovery 0.25 mg kg^{-1}, C: sample 0 day) and metrafenone (D: standard 2.0 mg kg^{-1}, E: recovery 0.25 mg kg^{-1}, F: sample 0 day).

타났다. Metrafenone의 경우 초기 잔류 농도(0일차)는 포장 1, 2에서 0.208, 0.223 mg kg^{-1}으로 10일차에는 0.010, 0.009 mg kg^{-1}으로 나타났다. 살포된 두 농약 모두 시간이 경과함에 따라 잔류량이 감소하는 경향을 보였으며, 농약의 초기 잔류 농도와 10일 후 농도 모두 0.1 mg kg^{-1} 미만으로 낮은 잔류량을 보였다(Fig. 3).

Hur 등(2015)은 연구결과를 통하여 방울토마토 중 살포된 fluopicolide 및 metrafenone 액상수화제(5%, 24.4%)의 초기 잔류량은 각각 0.10, 0.67 mg kg^{-1}로 보고하였다. 또한 Hwang 등(2012)은 방울토마토 및 오이의 경우 농약의 초기 부착량이 낮다고 보고한 바 있으며, 시설재배지에 살포된 농약은 재배지내 높은 온습도에 의해 분해 및 휘발이 이루어지고 관수처리 등에 의해 세척되어 농약의 잔류량은 점차 감소한다는 연구 보고도 있다(Lee et al., 2009). 연구결과를 종합해 볼 때 fluopicolide 및 metrafenone을 오이 및 방울토마토에 살포하였을 시 농약의 초기 잔류량은 MRL 대비 낮은 결과를 보였는데, 이는 매끄러운 표면특성으로 인하여 해당 농약들에 대한 초기 부착량이 낮게 산출되었을 요인과 함께 시설재배환경에서 농약 분해 및 휘발 가능성이 높았기 때문인 것으로 판단된다(Lee et al., 2009).

본 연구를 통해 산출된 잔류량을 토대로 식품의약품안전처에서 제공하는 잔류감소 회귀식을 활용하여 두 약제의 생물학적 반감기를 산출하였다. Fluopicolide의 경우 포장 1, 2에서 $y = 0.0718e^{-0.22x}$ ($R^2 = 0.9842$), $y = 0.0683e^{-0.212x}$ ($R^2 = 0.9781$)이었으며, 회귀식을 사용하여 일자별 잔류량 값으로 반감기를 산출한 결과, 포장 1, 2에서 3.0, 3.3일로 나타났다. Metrafenone의 회귀식은 포장 1, 2에서 $y = 0.2196e^{-0.333x}$ ($R^2 = 0.9679$), $y = 0.2727e^{-0.346x}$ ($R^2 = 0.9728$)이었으며, 반감기

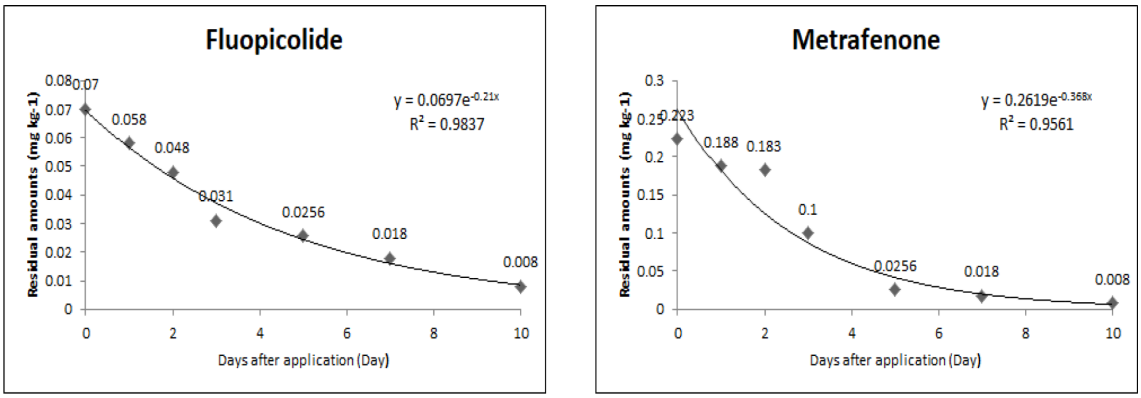


Fig. 3. Half life curve of fluopicolide and metrafenone during cultivation of *Cucumis sativus* L.

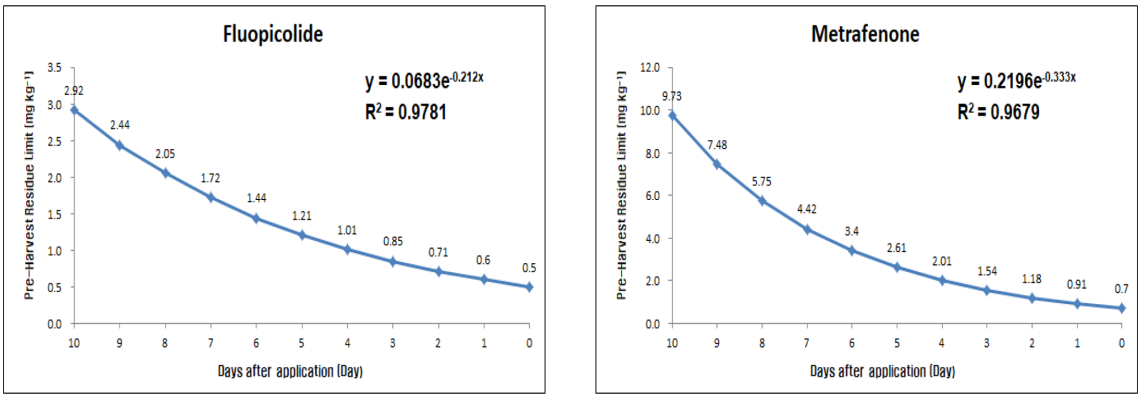


Fig. 4. Recommended PHRL of fluopicolide and metrafenone in *Cucumis sativus* L. cultivation period.

는 2.1, 2.0일로 나타났다. 선행연구 결과 박과채소류인 애호박 중 chlorpyifos 수화제(15%)의 반감기는 2.5일로 나타났으며(Park et al., 2011), 방울토마토의 반감기는 15.0, 21.5일로 비교적 긴 반감기를 가지는 것으로 보고되었다(Hur et al., 2015). Lee 등의 2008년 연구 결과에서 오이와 같이 박과채소류인 애호박의 경우도 비대생장을 하여 잔류농약 희석효과로 인해 반감기가 짧아진다고 보고되었으며, 특히 오이는 급격히 생장하는 작물로 10일 만에 약 16배에 달하는 빠른 증체율을 보여 애호박의 경우와 같이 오이의 반감기가 짧게 나타난 것으로 판단된다. 반대로 방울토마토의 경우 상대적으로 긴 반감기가 산출되었다고 보고하였는데 이는 박과채소류인 오이 및 애호박에 비하여 방울토마토의 비대생장에 따른 희석효과가 적게 나타난 것으로 해석할 수 있다(Hur et al., 2015).

결과적으로 본 연구에 사용된 오이는 매끄러운 표면특성으로 인하여 초기 부착량이 낮게 검출되었으며, 빠른 비대생장을 하는 작물의 생육특성상 잔류농약이 생체 내에서 빠르게 희석되면서 짧은 반감기를 보인 것으로 판단되었다.

생산단계 잔류허용기준 설정

생산단계 잔류허용 기준의 설정은 수확 시에 잔류량이 MRL을 초과하지 않도록 수확 전 일자별 잔류량을 설정한 수치로서 이를 이용하여 생산단계 잔류허용기준을 산출하였다. 오이 중 fluopicolide의 MRL은 0.5 mg kg^{-1}으로 본 생산단계 포장시험 결과 수확 10일 전 생산단계 잔류허용기준은 포장 1에서 3.56 mg kg^{-1}, 포장 2에서 2.92 mg kg^{-1}이었다. Metrafenone의 MRL은 0.7 mg kg^{-1}이며 수확 10일 전 생산단계 잔류허용기준은 포장 1에서 9.73 mg kg^{-1}, 포장 2에서 11.44 mg kg^{-1}로 나타났다. Fluopicolide 및 metrafenone의 수확 10일 전 잔류량이 각각 2.92 mg kg^{-1}, 9.73 mg kg^{-1} 이하로 나타난다면 오이 수확 시 잔류량은 fluopicolide의 MRL인 0.5 mg kg^{-1}, metrafenone의 MRL인 0.7 mg kg^{-1}수준 이하로 잔류할 것으로 판단된다(Fig. 4).

본 연구를 통하여 산출된 오이에 대한 fluopicolide와 metrafenone 농약의 생산단계 잔류 감소 회귀식과 잔류허용기준이 국내 오이 재배농가의 안전한 오이 생산관리와 안정적 출하 체계 구축에 일조할 것으로 기대한다.

감사의 글

본 연구는 식품의약품안전처에서 2016년 농산물의 생산단계 농약 잔류허용기준설정 연구의 지원을 받아 연구하였

습니다. 또한 이 논문(저서 또는 발표회)은 2016년도 강원대학교 대학회계의 지원을 받아 수행한 연구하였음에 감사드립니다.

Literature cited

Chang, H. S., H. R. Bae, Y. B. Son, I. H. Song, C. H. Lee, N. G. Choi, K. K. Cho and Y. G. Lee (2011) Developing a web-based system for computing pre-harvest residue limits (PHRLs). Agribusiness and Information Management. 3(1):11-37.

Hur, K. J., Woo, M. J., Kim, J. Y., Manoharan Saravanan., Kwon, C. H and Hur, J. H (2015) Dissipation pattern of fluopicolide and metrafenone in cherry tomato. Korean J. Pestic. Sci. 34(4):328-335.

Hwang, K. W., T. W. Kim, J. H. Yoo, B. S. Park and J. K. Moon (2012) Dissipation pattern of amisulbrom in cucumber under greenhouse condition for establishing pre-harvest residue limit. Korean J. Pestic. Sci. 16(4):288-293.

Turner J. A. (2015) The Pesticide Manual: fluopicolide, metrafenone, 17th ed., British Crop Protection Council, UK, pp.518-519:767-768.

Kim, Y. J., J. H. Kim, Y. S Kwon, J. W. Song and J. S. Seo (2017) Residual Characteristics and Monitoring of Cyenopyrafen and Cyflumetofen in Strawberries for Export. Korean J. Environ. Agri. 36(4):279-287.

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

Korean Statistical Information Service (2017) Survey of agricultural production. http://kosis.kr/. Accessed 27 July 2017.

Lee, J. H., H. W. Park, Y. S. Keum, C. H. Kwon, Y. D. Lee and J. H. Kim (2008) Dissipation pattern of boscalid in cucumber under greenhouse condition. Korea J. Pestic. Sci. 12(1):67-73.

National Agricultural Products Quality Management Service (2017) Investigational results of safety. http://www.naqs.go.kr/safeq/main.do Accessed 03 November 2017.

Ministry for Food and Drug Safety (2017) Pesticide MRLs in food. pp25-34.

Ministry for Food and Drug Safety (2017) Toxic substances residue standard such as pre-harvest agricultural products. http://www.mfds.go.kr/index.do Accessed 10 October 2017.

Na, E. S., Y. J. Lee, K. J. Kim, S. S. Kim and K. S. Lee (2013) Establishment of Pre-Harvest Residue Limits of Clothianidin and Thiacloprid in Ginseng. Korean J. Pestic. Sci. 17(3): 155-161.

National Agricultural Products Quality Management Service (2017) Safety investigation of Agricultural products. https://www.naqs.go.kr Accessed 23 October 2017.

Park, E. J., J. H. Lee, T. H. Kim and J. E. Kim (2009) Residual patterns of strobilurin fungicides in Korean melon under plastic film house condition. Korean J. Pestic. Sci. 28(3): 281-288.

Park, H. K., H. H. Noh, K. H. Lee, J. Y. Lee, Y. S. Park, K. W. Kang, E. Y. Lee, S. S. Yun, C. W. Jin and K. S. Kyung (2011) Residual characteristic of chlorpyrifos in squash and estimation of its residues before harvest. Korean J. Pestic. Sci. 15(4):463-470.

Park, E. J., J. H. Lee, T. H. Kim and J. E. Kim (2009) Residual patterns of strobilurin fungicides in Korean melon under plastic film house condition. Korean J. Pestic. Sci. 28(3): 281-288.

Park, J. H., J. S. Lim, J. Y. Yoon, H. R. Moon, Y. H. Han, Y. J. Lee and K. S. Lee (2012) Establishment of Pre-Harvest Residue Limits (PHRLs) of Insecticide Clothianidin and Fungicide Fluquinconazole on Peaches during Cultivation Period. Korean J. Environ. Agri. 31(3):271-276.

살균제 Fluopicolide 및 Metrafenone의 오이(*Cucumis sativus* L.) 생산단계 중 잔류특성

최재웅 · 김지윤 · 김희곤 · 임수빈 · 도정아[1] · 허장현*

강원대학교 농업생명과학대학 환경융합학부, 강원대학교 친환경농산물안전성센터,
[1]식품의약품안전처 식품의약품안전평가원 식품위해평가부 잔류물질과

요 약 본 연구는 시설재배 오이 중 살균제 fluopicolide 및 metrafenone 의 생물학적 반감기를 계산하고, 생산단계 잔류허용기준을 제안하고자 농약 살포에 따른 오이 재배기간 중 농약잔류특성을 파악하였다. 시험약제의 안전사용기준에 준하여 포장 1, 2 지역으로 나누어 기준량 처리하였으며, 농약 살포 2시간 후를 0일차로 하여 0, 1, 2, 3, 5, 7, 10일차까지 수확 시기를 감안하여 오이 시료를 채취하고 분석하였다. 시료는 전처리 과정을 거쳐 LC-MS/MS를 이용하여 분석하였으며, MLOQ(Method Limit of Quantitation)는 0.005 mg kg^{-1}이었다. 시험약제인 fluopicolide와 metrafenone의 회수율은 각각 74.2~84.2%, 84.7~97.2%이었다. 오이 중 각각의 농약에 대한 반감기는 fluopicolide의 경우 3.0일(포장 1)과 3.3일(포장 2)로 나타났으며, metrafenone의 경우 2.1일(포장 1), 2.0일(포장 2)로 나타났다. 두 약제에 대한 오이에 대한 잔류량은 작물에 대한 낮은 약제 부착량으로 인해 초기 잔류량이 낮은 특성과 빠른 증체량에 따른 희석효과, 즉 농약의 빠른 잔류량 감소 경향이 두 약제의 잔류 감소 회귀식과 생산단계잔류허용기준 설정에 영향을 주었다. Fluopicolide 및 metrafenone에 대해 수확 10일 전 잔류량이 각각 2.92 mg kg^{-1}, 9.73 mg kg^{-1} 이하로 검출된다면, 수확 시점의 잔류량은 MRL 수준 이하일 것으로 판단된다. 본 연구를 통해 얻어진 오이 중 fluopicolide와 metrafenone의 생산단계잔류허용기준 설정이 국내 생산 농산물에 대한 잔류농약 안전관리에 일조할 수 있을 것이다.

색인어 오이, Fluopicolide, Metrafenone, 생산단계 잔류허용기준, MRL