



ORIGINAL ARTICLES

오이와 쪽파 중 살충제 diflubenzuron의 잔류소실 특성

조형욱 · 황규원¹ · 문준관^{1*}

한경대학교 산학협력단, ¹한경대학교 응용자원환경학부

Dissipation Pattern of Insecticide Diflubenzuron on Cucumber and Shallot

Hyeong-Wook Jo, Kyu-Won Hwang¹, Joon-Kwan Moon^{1*}

Hansalim Agro-Food Analysis Center, Hankyong National University Industry Academic Cooperation Foundation, 56 World cup-ro 150beon-gil, Yeongtong-gu, Suwon-si, 16500, Republic of Korea

¹The School of Applied Science in Natura Resources and Environment,

Hankyong National University, 327 Jungang-ro, Anseong-si, 17579, Republic of Korea

(Received on September 1, 2020. Revised on September 21, 2020. Accepted on September 24, 2020)

Abstract The dissipation characteristics of insecticide diflubenzuron on cucumber and shallot was investigated. The insecticide was sprayed onto the crop once or twice with 3 or 7 days interval on cucumber and shallot at the recommended rate, respectively. The samples were harvested at 0, 1, 2, 4, 6, 8, 10, 12, and 14 days after treatment on shallot, and at 0, 1, 2, 3, 5, and 7 days after treatment on cucumber. The residual pesticide was extracted with acetone, partitioned with n-hexane, purified with a silica SPE cartridge, and analyzed by HPLC/DAD (254 nm). Limit of quantitation (LOQ) of diflubenzuron were 0.02 mg/kg. Average recovery rates were 94.0~100.9%, 96.5~103.8% on cucumber and 87.5~111.8%, 94.6~110.4% on shallot at the fortification levels of 0.2 and 1.0 mg/kg, respectively. On cucumber, initial residue level were 0.12 and 0.19 mg/kg once or twice treatment. And initial residue level were 3.5 and 4.8 mg/kg on shallot. The biological half-lives of diflubenzuron on cucumber were 2.5 and 1.8 days and those on shallot were 7.3 and 8.2 days, respectively.

Key words Cucumber, Shallot, Pesticide Residue, Diflubenzuron

서 론

농산물을 재배, 생산하는데 있어 꼭 필요한 농자재인 농약은 농산물의 품질향상, 생산량 증대 및 보호제 등 중요한 역할을 하고 있다. 그러나 농약은 생물을 죽이는 화합물로서 정도의 차이는 있으나, 독성이 있는 물질이므로 오·남용할 경우에는 생활 및 자연환경을 오염시켜서 부작용을 초래함은 물론 우리의 먹거리인 농산물에도 과다하게 잔류하여 국민의 건강을 저해할 수 있다(Lee et al., 2005). 따라서 먹거리의 안전성 확보를 위하여 농산물에 대한 지속적인 잔류농약 모니터링 및 관리가 필요한데, 2006년부터 2010년까지 경기도내 유통되는 과실류 33품목에 대하여 잔류농약 모

니터링을 수행한 결과, 연간 검출률은 6.9~19.4%, 부적합률은 0.3~0.9% 이었으며, 23품목에서 62종의 잔류농약 검출되었고, 4품목에서 8종의 농약이 잔류허용기준을 초과하였다(Do et al., 2012). 또한 2009년부터 2012년까지 4년간 농산물우수관리제도(GAP) 인증을 받은 농산물의 농약 잔류실태를 6,590점의 농산물에 대해 잔류농약 다성분 분석법으로 283종의 잔류농약을 분석한 결과, 검출률은 2009년 20.27%, 2010년 23.42%, 2011년 28.07% 및 2012년 31.75%였으며, 부적합률은 2009년 2.25%, 2010년 1.82%, 2011년 1.67% 및 2012년 3.47%로 나타났다(Kim et al., 2013). 농수산물 품질관리법에 따르면 농산물 중 농약 잔류량 검사를 통하여 농약잔류허용기준(MRLs)을 초과한 부적합 농산물은 용도 변경, 출하연기, 또는 폐기처분 등의 조치를 취하게 된다(FRA; MFDS; MOF, 2019). 그러나 농산물의 특성상 수거나 재활용의 기회가 없어 대부분의 부적합 농산물은 폐기

*Corresponding author
E-mail: jkmoon@hknu.ac.kr

처분하게 되며 이러한 결과는 농산물 생산비와 유통비용은 물론 그 처리비용으로 인하여 농민에게 막대한 손실을 입히게 된다(Hwang et al., 2012). 또한 용도변경 및 폐기처분을 하더라도 환경오염, 사료오염 등 2차 피해도 우려되는 상황이다. 이에 국립농산물품질관리원에서는 1999년도부터 유통직전의 농산물에 대한 지속적인 잔류농약 검사 및 모니터링 연구를 통하여 생산단계 잔류허용기준 설정을 하고 있으며, 2019년 현재 오이에 205종, 파(쪽파)에 166종에 대하여 농약잔류허용기준(MRLs, 잠정허용기준포함)이 설정되어 있고, 오이에 80종, 쪽파에 24종에 대하여 생산단계 농약잔류허용기준(PHRL)이 설정, 고시되어 있다(Park et al., 2009; MFDS No. 2019-65, 2019; MFDS No. 2018-102, 2018).

본 연구 대상인 diflubenzuron은 benzoylurea계통의 살충제로 키틴 생합성을 저해하여 살충효과를 내며(J A Turner, 2018), 오이와 파에 등록되어 사용되고 있어(RDA No. 2019-25) diflubenzuron의 수확 전 잔류량을 예측하기 위한 기초 자료로 시험 농약을 시설재배 포장에 살포하여 살포 후 경과 일자별 농약 잔류 소실특성 및 생물학적 반감기를 산출하여 안전한 농산물 생산을 위한 기초자료를 생산하고자 하였다.

재료와 방법

시약 및 기구

Diflubenzuron (99.5%) 표준물질은 Dr.Ehrenstorfer (Germany)에서 구입하여 사용하였으며, 물리화학적 특성은 Table 1과 같다. Acetone, n-hexane, acetonitrile은 HPLC급(JT Baker, Avantor, USA)를 사용하였다. SPE cartridge는 silica 6cc(1g, Waters, USA)를, sodium sulfate 및 sodium chloride는 GR급으로 Junsei Chemical (Japan)에서 구입하여 사용하였다. 시료 추출 시 Waring Blender (USA)를 사용하였고, 저울은 PX2202KR (OHAUS, Parsippany, NJ,

USA)와 EX125D (OHAUS, Parsippany, NJ, USA)를 사용하였다. 감압농축기는 N1110-S (EYELA, Japan)를, 질소농축기는 Hurricane-Lite (Chongmin Tech, Korea)를 이용하여 추출액을 농축하였다. 온습도계는 EL-USB-2-LCD+ (LASCAR, USA)를 이용하여 재배환경을 확인하였다.

기기분석 조건

오이와 쪽파 중 diflubenzuron의 분석은 HP 1100 series (Hewlett Packard, USA) HPLC를 이용하였고, column은 phenomenex Gemini-NX C18 (150 × 4.6 mm, 3 μm), 이동상은 0.1% acetic acid를 첨가한 물과 acetonitrile을 사용하였다. 이동상은 분당 0.8 mL의 속도로 흘려주었고, 기기주입량은 10 μl이었다. 검출파장은 254 nm이었으며, Table 2에 나타난 분석조건에서 diflubenzuron의 머무름 시간은 17.2 분이였다.

표준검량선 작성

Diflubenzuron 표준품 10.05 mg을 100 mL acetonitrile에 녹여 100 mg/L의 stock solution을 조제한 후, 이를 acetonitrile로 단계별로 희석하여 0.1, 0.25, 0.5, 1.0, 5.0, 10.0 mg/L의 working solution을 준비하여 각각 10 uL를 HPLC에 주입하여 나타난 크로마토그램상의 피크면적을 기준으로 검량선을 작성 하였다.

회수율 시험

세절한 무처리 시료 20.0 g을 500 mL Polypropylene 용기(CAC64, Waring, USA)에 칭량한 후, 0.2와 1.0 mg/kg 수준으로 diflubenzuron 표준용액을 첨가하고 acetone 100 mL를 가하여 2분간 고속마쇄 추출하였다. 여과지(110 mm, No. 2, ADVANTEC)를 이용하여 거르고 잔류물을 50 mL acetone으로 씻어 합하여, 감압농축 후 잔사를 500 mL 분액 여두로 옮겼다. 여기에 포화식염수 10 mL, 증류수 90 mL를 가하고

Table 1. Structure and physico-chemical properties of diflubenzuron (The Pesticide Manual, 2018)

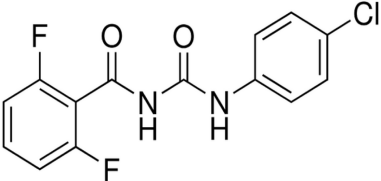
Common name	Diflubenzuron		
Chemical name (IUPAC)	1-(4-chlorophenyl)-3-(2,6-difluorobenzoyl)urea		
Empirical formula	C ₁₄ H ₉ ClF ₂ N ₂ O ₂		
Structure			
Solubility (mg/L)	Water : 0.08 mg/L, Acetone 6.98, dichloromethane 1.8, methanol 1.1, ethyl acetate 4.26, n-hexane 0.063 (g/L)		
Cas No.	35367-38-5	Melting point	228°C
Molecular weight	310.7	Vapor pressure	1.2 × 10 ⁻⁴ mPa (25°C)

Table 2. HPLC condition for the analysis of diflubenzuron residue in cucumber and shallot

Instrument	HP 1100 series (Hewlett Packard, USA)
Column	Phenomenex Gemini-NX C18 (150×4.6 mm, 3 μm)
Mobile phase	A = 0.1% acetic acid in water B = 0.1% acetic acid in acetonitrile A/B : 55/45(0-3min) - 45/55(13-17min) - 55/45(18-20min)
Flow rate	0.8 mL/min
Column temperature	25°C
Detector	DAD (Diode Array Dectetor)
Detection wavelength	254 nm
Retention time	17.2 min
Injection volume	10 μl

Table 3. Pesticide use guidelines of diflubenzuron on cucumber and shallot (RDA, 2019)

Pesticide	Crop	Target pest	Formulation	A.I ^{a)} (%)	Dilution rate	Safe use guidelines	
						PHI ^{b)} (day)	MAF ^{c)} (times)
Diflubenzuron+ Indoxacarb	Cucumber	Palpita indica (Saunders)	WP ^{d)}	7	20 mL / 20 L	3	2
	shallot	Spodoptera exigua (Hubner)		3.5		14	2

a) Active ingredient

b) Pre-harvest interval

c) Maximum application frequency

d) Wettable powder

n-hexane으로 2회(100 + 100 mL) 분배추출하여 유기용매층을 무수 황산나트륨으로 수분을 제거하고 감압농축기를 이용하여 용매를 제거한 후, 잔사에 n-hexane 5 mL를 가하여 녹이고 다음과 같이 정제하였다. Silica SPE (1 g/6 mL)를 n-hexane 10 mL로 활성화하고, n-hexane 5 mL로 녹인 용액을 흘려 보냈다. Silica SPE에 acetone/ n-hexane (5/95, v/v) 용액 10 mL로 씻어 버린 후, acetone/n-hexane (15/85, v/v) 20 mL로 용출시켜서 받았다. 이 액을 질소기류 하에 건조하고 acetonitrile 4 mL에 용해하여 HPLC로 분석하였다.

시험작물 및 재배조건

오이

시험작물인 오이(품종:백다다기)는 경기도 안성시 보개면 소재 시설재배지에서 재배되고 있는 작물을 사용하였으며 시험포장의 시험구를 약제 처리별 3반복 배치하고, 각각의 처리구 사이에 교차오염 방지를 위해 1m씩 완충구를 두었다.

쪽파

시험작물인 쪽파(재래종:계주도)는 충청북도 청주시 송설동 소재 시설재배지에서 재배되고 있는 작물을 사용하였으며 시험포장의 시험구를 약제 처리별 3반복 배치하고, 1회

처리구와 2회 처리구 사이에 교차오염 방지를 위해 2 × 2.5 m씩 완충구를 두었다.

약제살포 및 잔류분석

오이

안전사용기준에 따라(Table 3) 표준희석살포액(기준량)을 조제하여 1회 처리 구간과 3일 간격 2회 처리로 나누어 살포하였다. 약제 살포 후 0(2시간 후), 1, 2, 3, 5 그리고 7일 차에 생육정도가 균일한 작물을 각 처리구간별로 2 kg 이상 채취하여 무게를 측정하고 꼭지를 제거한 시료 전체를 마쇄 후 -20°C에 보관하여 시험에 사용하였다. 잔류분석은 위의 회수를 시험과 동일한 방법으로 실시하였다.

쪽파

안전사용기준에 따라(Table 3) 표준희석살포액(기준량)을 조제 후 1회 처리 구간과 7일 간격 2회 처리로 나누어 약액이 충분히 흐를 정도로 살포하였다. 약제 살포 후 0(2시간 후), 1, 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14일째에 각 처리구간별로 1 kg 이상 채취하여 무게를 측정하고 뿌리에 붙은 흙을 제거한 시료 전체를 마쇄 후 -20°C에 보관하여 시험에 사용하였다. 잔류분석은 위의 회수를 시험과 동일한 방법으로 실시하였다.

시험농약의 반감기 산출

잔류농약의 소실 곡선은 아래와 같이 1차 지수함수식(1)으로 나타내었으며, k 값을 이용하여 생물학적 반감기를 산출하였다.

$$[A] = [A]_0 \cdot e^{-kt}$$

$$t_{1/2} = \ln 2 / k = 0.693 / k$$

$[A]$ = 특정 경과일 후 잔류량, t = 경과시간,
 $[A]_0$ = 살포직후 잔류량, k = 감소상수, $t_{1/2}$ = 반감기 (1)

결과 및 고찰

재배 중 시설 내 온도, 습도 및 작물의 증량변화

오이 재배 기간 동안 시설내의 기온은 비닐하우스 온도조건 조절 장치 사용으로 25.5~27.8°C이었고 습도는 57.4~70.8% 범위였다(Fig. 1). 약제 살포 일로부터 살포 후 7일까지 수확 한 오이의 개당 중량은 178.55~201.65 g 이었다.

쪽파 재배 기간 14일 동안 시설내의 기온은 비닐하우스 온도는 12.5~19.9°C이었고 습도는 63.6~90.5% 범위였다(Fig. 1). 약제 살포 일로부터 살포 후 14일까지 수확 한 쪽파의 개당 중량은 17.01~47.97 g 이었다.

표준검량선의 작성

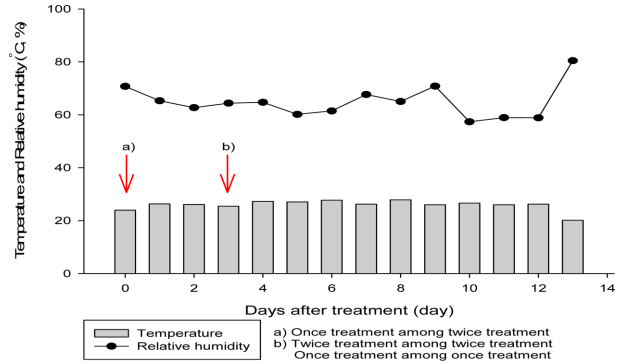
Diflubenzuron 표준용액 0.1~10 mg/L을 HPLC에 주입, 분석하여 얻은 피크의 면적과 농도 사이의 검량선 회귀방정식을 구하였다(Table 4). 회귀방정식의 결정계수(r^2)는 0.999로 직선성은 매우 양호하였다.

회수율 시험

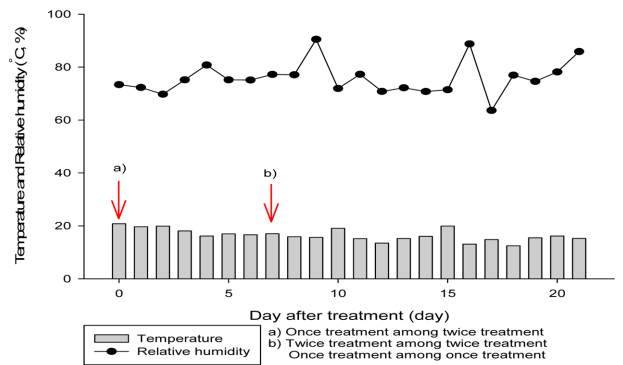
분석조건에서 diflubenzuron의 머무름시간은 17.2분이었고, 오이의 경우, 검출한계의 1/3 이하로 미세한 간섭이 확인되었으나 정량에는 문제가 없었으며, 쪽파의 경우, 간섭되는 방해물질은 없어(Fig. 2) 정량분석이 가능하였다. 검출한계 (Limit of Detection, LOD)은 분석 크로마토그램상에서 신호 대 잡음비 (S/N비)의 3배 이상을 나타내는 피크의 농도이며 바탕선으로부터 피크로 인정할 수 있는 최소의 양이다. 정량한계 (Limit of Quantitation, LOQ)는 최소 검출량 또는 최소검출농도로 시료량 및 최종시료의 희석배수 비율 등을 감안하여 식(2)에 의해 산출된 수치로 본 연구에서 사용한 분석방법으로 정량할 수 있는 최소한의 농도를 의미한다(MFDS, 2017). 본 연구에서 사용한 분석법의 검출한계는 0.02 mg/kg이며 MRL 이하까지 검출이 가능하였다.

$$LOQ \text{ (mg/kg)} = [\text{최소검출량(1.0 ng)} \times \text{최종시료량(4 mL)} \times \text{희석배수(1)}] / [\text{HPLC 주입량(10 } \mu\text{l)} \times \text{시료량(20 g)}]$$

(2)



A



B

Fig. 1. Temperature and humidity during cultivation period of crop (A; cucumber, b; shallot).

Table 4. Linear equations of calibration curve for the quantitation of pesticide residues

Pesticide	Linear equation	R ²
Diflubenzuron	y = 32.614x + 1.1463	0.999

검출한계의 10배와 50배 농도 (0.2, 1.0 mg/kg) 수준으로 무처리 시료에 diflubenzuron 표준용액을 첨가한 후 분석을 실시하여 회수율을 측정 한 결과 오이와 쪽파, 두 작물 모두 0.2 및 1.0 mg/kg 두 수준에서 94.0~100.9%, 87.5~111.8% 및 96.5~103.8%, 94.6~110.4%의 회수율을 보였으며(Table 5), 잔류 농약 분석법에서 권고하는 70~120%, 변이계수 20% 이내의 수준을 만족하였다(MFDS, 2017).

작물 재배기간 중 잔류량 변화 및 생물학적 반감기 산출

작물 재배기간 중 살포된 농약의 작물체중 잔류량은 농약 자체의 물리화학적 특성에 의해 영향을 받는 것은 물론 제제형태, 처리방법 및 조건, 작물의 재배 조건, 기상조건, 처리 후 수확 일까지의 경과일수 등에 좌우되는 것으로 알려져 있다(Kanazawa, 1992).

본 연구에서 오이 재배기간 중 1회 살포시 초기 잔류량은 0.13 ± 0.01 mg/kg (n=3)이었으며 7일 후에는 0.03 ± 0.02

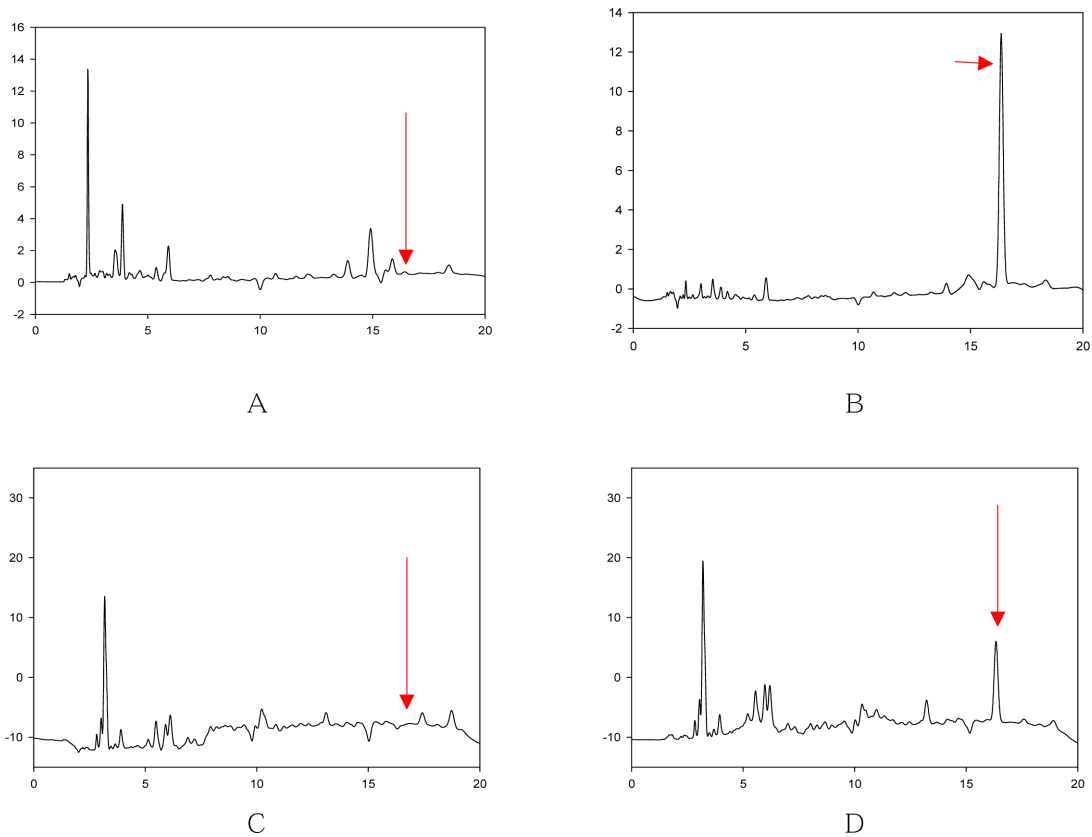


Fig. 2. HPLC/DAD chromatograms of diflubenzuron (A : control on cucumber, B : recovery 1 mg/kg on cucumber, C : control on shallot, D : recovery 1 mg/kg on shallot).

Table 5. Recovery rates and LOQ of the analytical method

Crop	Fortification level (mg/kg)	Recovery				Average ± CV ^{a)} (%)	LOQ ^{b)} (mg/kg)
		1	2	3			
Cucumber	0.2	94.0	107.0	100.9	100.9 ± 6.4	0.02	
	1	100.3	96.5	103.8			101.1 ± 4.0
Shallot	0.2	87.5	111.8	89.5	96.3 ± 13.5		
	1	94.6	96.5	110.4	100.5 ± 8.6		

^{a)} Coefficient of variation = (standard deviation / average) × 100

^{b)} Limit of quantitation

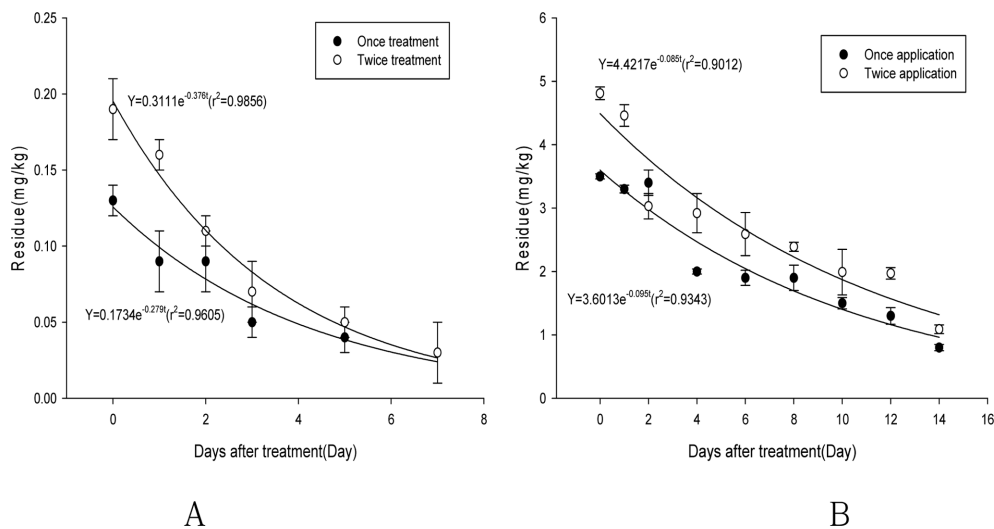
mg/kg (n=3)로 감소되어 초기잔류량대비 76.02%가 소실되었다(Table 6). 3일 간격 2회 살포 시 초기 잔류량은 0.19 ± 0.02 mg/kg (n=3)에서 7일 후에는 0.03 ± 0.02 mg/kg (n=3)로 감소되어 초기잔류량대비 84.21%가 소실되었다. 살포 직후 농도는 0.13 mg/kg, 0.19 mg/kg으로 MRL보다 낮았다. 쪽파 재배기간 중 1회 살포시 초기 잔류량은 3.5 ± 0.1 mg/kg (n=3)이었으며 14일 후에는 0.8 ± 0.1 mg/kg (n=3)로 감소되어 초기잔류량과 비교시 77.14%가 소실되었다(Table 6). 2회 살포시 초기 잔류량은 4.8 ± 0.1 mg/kg (n=3)이었으며 14일 후에는 1.1 ± 0.1 mg/kg (n=3)로 감소되어 초기잔류량의 22.92%로 감소되었다. 14일 후 농도는 1회 살포시

0.8 mg/kg, 7일 간격 2회 살포시 1.1 mg/kg으로 파의 MRL인 0.5 mg/kg보다 높았으며, 잔류 감소 회귀식에 따라 각각 약 21일 및 26일 후에 파의 MRL 이하가 될 것으로 예측되었다. 또한 오이에 비하여 잔류량의 감소가 급격하게 변화되는 양상이 발견되었는데 온도 및 습도와 비교해 보았을 때, 온도가 수확기간동안 거의 변화가 없는 것으로 보아 온도에 의한 분해는 아닌 것으로 판단되며, 습도가 급격히 증가하지 않는 것으로 보아 수분공급에 따른 약액의 씻김현상 또는 가수분해는 아닌 것으로 판단된다. 하지만 diflubenzuron은 고체상태일 때 광에 대하여 안정적이지만 액체상태일 때는 광에 민감한 것으로 보아 광에 의해 감소된 것으로

Table 6. Pesticide residual concentration on cucumber and shallot

Crop	Days after treatment (day)	Once treatment				Twice treatment			
		1	2	3	Average \pm SD ^{a)}	1	2	3	Average \pm SD ^{a)}
Cucumber	0	0.13	0.13	0.14	0.13 \pm 0.01	0.22	0.17	0.19	0.19 \pm 0.02
	1	0.10	0.10	0.07	0.09 \pm 0.02	0.15	0.16	0.16	0.06 \pm 0.01
	2	0.07	0.09	0.11	0.09 \pm 0.02	0.12	0.09	0.11	0.11 \pm 0.01
	3	0.05	0.06	0.04	0.05 \pm 0.01	0.05	0.08	0.07	0.07 \pm 0.02
	5	0.03	0.05	0.05	0.04 \pm 0.01	0.04	0.06	0.05	0.05 \pm 0.01
	7	0.04	0.05	0.02	0.03 \pm 0.02	0.03	0.02	0.05	0.03 \pm 0.02
	Shallot	0	3.5	3.5	3.4	3.5 \pm 0.1	4.9	4.7	4.8
1		3.3	3.4	3.3	3.3 \pm 0.1	4.4	4.7	4.3	4.5 \pm 0.2
2		3.4	3.5	3.1	3.4 \pm 0.2	3.2	2.9	3.4	3.0 \pm 0.2
3		2.0	2.1	2.0	2.0 \pm 0.1	2.7	3.1	2.9	2.9 \pm 0.3
4		2.0	1.7	2.0	1.9 \pm 0.2	2.4	2.8	2.7	2.6 \pm 0.3
6		2.0	1.7	2.1	1.9 \pm 0.2	2.4	2.3	2.3	2.4 \pm 0.1
8		1.6	1.4	1.5	1.5 \pm 0.1	2.2	1.7	2.5	2.0 \pm 0.4
10		1.5	1.3	1.2	1.3 \pm 0.1	1.9	2.0	2.1	2.0 \pm 0.1
14	0.8	0.8	0.9	0.8 \pm 0.1	1.0	1.2	1.1	1.1 \pm 0.1	

a) Standard deviation

**Fig. 3.** Dissipation curves of diflubenzuron during cultivation period (A : cucumber, B : Shallot).

추정된다(J A Turner, 2018).

오이 재배기간 중 diflubenzuron의 잔류 감소 회귀식은 1회 살포시 $Y=0.1734e^{-0.279t}$ ($R^2=0.9605$), 3일 간격 2회 살포시 $Y=0.3111e^{-0.376t}$ ($R^2=0.9856$)이었고, 이 식에 따라서 산출된 생물학적 반감기는 각각 2.5일, 1.8일 이었다(Fig. 3). 쪽파 재배기간 중 diflubenzuron의 잔류 감소 회귀식은 1회 살포시 $Y=3.6013e^{-0.095t}$ ($R^2=0.9343$), 7일 간격 2회 살포시 $Y=4.4217e^{-0.088t}$ ($R^2=0.9012$) 이었고, 이 식에 따라서 산출된 생물학적 반감기는 1회 처리시 7.3일, 2회 처리시 8.2일 이었다(Fig. 3).

Han에 의하면 diflubenzuron의 복숭아 중 잔류 반감기는 7.9일이며 반감지수는 0.088이었으며 상관계수는 0.867이었다. 초기부착량은 1.49 mg/kg으로 나타나 농약잔류허용기준인 1.0 mg/kg을 초과하였으나 살포 후 4일차에 기준 이하로 감소 되었다. 복숭아에서의 농약 소실율은 1일차에는 1.9%로 초기 감소율이 낮게 나타났으며, 10일 후에는 약 72.4%까지 분해·소실되었다. Dong 등에 의하면 초기부착량은 2015년에는 5.0 mg/kg, 2016년에는 3.5 mg/kg으로 차이를 보였으며 반감기는 각각 25일과 9.0일로 큰 차이를 보였다. 2016년은 Han이 발표한 논문에서와 유사한 반감기를 나타

내었다. Kim에 의하면 고추 중 반감기는 홍고추 6.6일, 고춧잎 10.9일이었으며 초기 잔류량은 홍고추 약 0.3 mg/kg, 고추잎 약 100 mg/kg이었다.

같은 채소류의 반감기를 고려하였을 때, 오이의 경우는 다른 타 작물과는 다르게 반감기가 매우 빠른 것은 과채의 성장속도 및 증체율에 따른 것으로 판단되며, Lee 등에 의하면 오이의 경우 약제처리 후 10일 만에 약 16배 정도 무게가 증가하였다고 했다. 이는 오이 및 애호박 등 박과 채소류는 급격히 성장하는 농작물이기 때문에 중량 증가에 의한 잔류농약의 희석효과로 보았다. 또한 Marin은 작물의 증체량에 따른 희석효과로 일명 “apparent elimination”라고 하며 급격히 성장하는 작물에 있어서 아주 중요한 효과라고 하였다. 쪽파의 경우는 타 작물과 유사한 것으로 나타났다. 쪽파의 경우 분석 시 뿌리를 포함하여 분석하기 때문에 중력에 의해 아래로 떨어진 농약이 흡착 되어 초기 잔류량이 높은 것으로 판단된다.

감사의 글

본 연구는 2019년도 한경대학교 연구년 경비의 지원에 의한 것으로 연구비 지원에 감사드립니다.

Author Information and Contributions

Hyeongwook Jo, Hansalim Agro-Food Analysis Center, Hankyong National University Industry Academic Cooperation Foundation, Senior researcher, <https://orcid.org/0000-0002-2271-9767>

KyuWon Hwang, The School of Applied Science in Natura Resources and Environment, Hankyong National University, Ph.D. student, <https://orcid.org/0000-0002-7558-2194>

JoonKwan Moon, The School of Applied Science in Natura Resources and Environment, Hankyong National University, Professor, <https://orcid.org/0000-0001-9944-7475>

이해상충관계

저자는 이해상충관계가 없음을 선언합니다.

Literature Cited

Do YS, Kim JB, Kang SH, Kim NY, Um MN, et al., 2012. Risk assessment of pesticide residues in fruits collected in Gyeonggi-do, Korea from 2006 to 2010. *Korean J. Pestic. Sci.*, 16(2):85-97. (In Korea)

- Food and Rural Affairs (FRA), Ministry of Agriculture, Ministry of Food and Drug Safety (MFDS), Ministry of Oceans and Fisheries (MOF), 2019, Agricultural and Marine Products Quality Control Act, Act No. 16781, Sejong, Cheongju, Korea
- Han GT, 2013. Investigation of Deposition and Biological Half-Life of some Pesticides in Peach during Cultivation, Ph. D. Dissertation, Chungnam National University, Daejeon, Republic of Korea.
- Hwang KW, Kim TW, Yoo JH, Park B.S, Moon JK, et al., 2012. Dissipation Pattern of Amisulbrom in cucumber under greenhouse condition for establishing pre-harvest residue limit. *Korean J. Pestic. Sci.*, 16(4):288-293. (In Korea)
- Turner JA, 2018. ‘The pesticide manual’, 18th., Pp355-357. BCPC.
- Kanazawa J, 1992. Environmental Sciences of Pesticide, Pp55-56, Cooperative Publication, Japan.
- Kim DG, 2006, Residue Levels of Diflufenzuron, Deltamethrin and Thiophanate-methyl in Redpepper at Harvest, Master Dissertation, Kyungpook National University, Daegu, Republic of Korea
- Kim HK, Choi DS, Kim SG, 2013. Analysis of recent four years situation for pesticide residues in the GAP certified agricultural products analyzed by national agricultural cooperative federation. *Korea J. Pestic. Sci.*, 17(4):271-282. (In Korea)
- Lee JH, Park HW, Keum YS, Kwon CH, Lee YD, et al., 2008. Dissipation Pattern of Boscalid in Cucumber under Greenhouse Condition. *Korean J. Pestic. Sci.*, 12(1):67-73. (In Korea)
- Lee HD, Ihm YB, Kwon HY, Kim JB, Kyung KS, et al., 2005. Dissipation pattern of pesticide residues in/on different varieties of lettuce applied with foliar spraying under greenhouse condition. *Korean J. Pestic. Sci.*, 9(4):354-358. (In Korea)
- Marin A, Jose O, Carlos G, Simon N, Alberto B, et al., 2003. Dissipation Rates of Cyprodinil and Fludioxonil in Lettuce and Table Grape in the Field and under Cold Storage Conditions. *J. Agric. Food Chem.*, 51(16):4708-4711 (In USA)
- Dong M, Ma L, Xhan X, Chen J, Huang L, et al., 2019. Dissipation rates and residue levels of diflufenzuron and difenoconazole on peaches and dietary risk assessment, *Regul. Toxicol. Pharmacol.*, 108:104447. (In USA)
- Ministry of Food and Drug Safety (MFDS), 2017, Residual Pesticide Analysis Method Practical Commentary 5th, Pp 78-80.
- Ministry of Food and Drug Safety (MFDS), 2018, Notification No. 2018-102, Cheongju, Korea.
- Ministry of Food and Drug Safety (MFDS), 2019, Notification No. 2019-65, Cheongju, Korea.

Rural Development Administration (RDA), 2019, No. 2019-25, Jeonju, Korea.
Park EJ, Lee JH, Kim TH, Kim JE, 2009. Residual patterns of

strobilurin fungicides in Korean melon under plastic film house condition. Korean Journal of Environmental Agriculture, 28(3):281-288. (In Korea)

오이와 쪽파 중 살충제 diflubenzuron의 잔류소실 특성

조형욱 · 황규원¹ · 문준관^{1,*}

한경대학교 산학협력단, ¹한경대학교 응용자원환경학부

요 약 본 연구는 오이와 쪽파 재배 중 사용되는 살충제 diflubenzuron의 잔류소실특성을 확인하기 위해 수행되었다. 대상 약제를 안전사용기준 농도로 희석하여 1회 또는 오이는 3일 간격 2회 살포, 쪽파는 7일 간격 2회 살포하였다. 살포 후 0, 1, 2, 3, 5, 7일에 오이 시료를, 살포 후 0, 1, 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14일 후에 쪽파를 수확하였다. 잔류 diflubenzuron은 acetone으로 추출하고 n-hexane을 이용하여 액-액 분배한 뒤, silica SPE cartridge를 이용하여 정제 후 HPLC/DAD (254 nm)로 정량 분석하였다. Diflubenzuron의 정량한계는 0.02 mg/kg이었고, 오이에서의 회수율은 0.2와 1.0 mg/kg 수준에서 각각 94.0~100.9%, 96.5~103.8%이었으며 쪽파에서 87.5~111.8%, 94.6~110.4%이었다. 오이에서 초기잔류량은 1회 살포 시, 0.12 mg/kg이었고 3일 간격 2회 살포 시 초기잔류량은 0.19 mg/kg이었다. 쪽파에서 초기잔류량은 1회 살포 시, 3.5 mg/kg이었고 7일 간격 2회 살포 시, 4.8 mg/kg이었다. 오이에서 잔류반감기는 1회와 2회 처리에서 각각 2.5일과 1.8일이었고, 쪽파에서는 각각 7.3일과 8.2일이었다.

색인어 오이, 쪽파, 잔류농약, Diflubenzuron