

## 형태적 특성이 다른 들깨잎, 상추, 케일 중 농약 잔류량 비교

손경애\* · 임건재 · 홍수명 · 김진배 · 임양빈 · 고현석<sup>1</sup> · 김장억<sup>2</sup>

농촌진흥청 국립농업과학원, <sup>1</sup>농촌진흥청, <sup>2</sup>경북대학교 농업생명과학대학

(Received on November 4, 2012. Revised on November 17, 2012. Accepted on November 30, 2012)

## Comparison of Pesticide Residues in Perilla Leaf, Lettuce and Kale by Morphological Characteristics of Plant

Kyeong-Ae Son\*, Geon-Jae Im, Su-Myeong Hong, Jin Bae Kim, Yang Bin Ihm, Hyeon Seok Ko<sup>1</sup> and Jang Eok Kim<sup>2</sup>

National Academy of Agricultural Science, Rural Development Administration, Suwon 441-707, Korea

<sup>1</sup>Rural Development Administration, Suwon 441-707, Korea

<sup>2</sup>A School of Applied Bioscience, Applied Biology and Chemistry Division,

Kyungpook National University, Daegu 702-701, Korea

**Abstract** This study was carried out in order to compare the residue levels of pesticides among lettuce, kale and perilla leaf depending on the morphological characteristics of plant. Residue levels were investigated at the zero, second, fifth days after last application, 9 species of systemic or non-systemic pesticide were twice applied with 7 days interval by knapsack power sprayer with 2 heads fan shape nozzle. Ratios of leaf area to weight ( $\text{cm}^2 \text{g}^{-1}$ ) were 58 of perilla leaf, 27 of lettuce and 23 of kale. Ratios of leaf area to weight of perilla leaf was 2.1 times higher than that of lettuce. Residue levels of perilla leaf were 1.3 to 2.3 times higher than those of lettuce at the day of spraying and 1.3 to 3.3 times higher at the fifth day. Therefore the differences of pesticide residues between perilla leaf and lettuce were affected by the ratio of leaf area to weight. Residue levels in lettuce were 2.4 to 7.3 times higher than those in kale at the day of spraying because the adhesive effect of pesticide particles on kale leaf was low.

**Key words** Perilla leaf, Lettuce, Kale, Pesticide, Residue amount

### 서 론

우리나라의 엽채소류는 작물의 종류가 다양하고, 소득 작물의 다양화로 새로운 작물이 재배되고 있는 대표적인 소면적 작물이다. 소면적 작물은 등록농약이 제한되어 있어 미적용 농약의 오남용에 따른 피해사례가 많은 실정이다. 2011년 농산물 품질관리원에서 조사된 54 품목 15,412건 농약 잔류분석 결과 428건의 부적합 건수 상위 10개 품목 중 9 품목이 신선 엽채소류였다. 양 등(2012)은 한국형 총식이섭취조사 모델 확립을 위한 농약섭취수준에 대한 접근에서 잔류허용기준이 설정되지 않은 신선 엽채소류에서 다수의 농

약들이 검출되었다고 보고하였다. 따라서 농촌진흥청에서는 직권시험을 통하여 깻잎, 상추 등 소면적 작물에 사용할 수 있도록 농약을 등록해 오고 있으나 병해충 방제 수요에 비하여 충분한 농약이 등록되어 있지 않아 부적합 농산물의 발생 요인으로 작용하고 있다. 이와 같은 문제점은 우리나라 뿐 아니라 전 세계적인 문제점으로 소면적 작물과 특용작물의 농약등록을 원활하게 하기 위한 노력으로 작물 그룹화와 외삽의 도입이 논의되고 있다. 또한 2012년 국제식품규격위원회 농약잔류분과위원회(Codex Committee on Pesticide Residues)에서는 잔류농약 시험성적의 상호인정을 위하여 과실류의 그룹화를 완료하였으며 엽채류에 관하여 논의 중에 있다. Codex의 작물 그룹화 및 하위그룹의 대표작물 선정 원칙은 첫 번째가 최대 잔류량을 가질 것으로 예상되는 작물이며 두 번째가 생산 및 소비의 측면에서 주요

\*Corresponding author

Tel: +82-31-290-0577, Fax: +82-31-290-0506

E-mail: sky199@korea.kr

작물로 예상되는 작물이고, 세 번째가 그룹 또는 하위그룹 내 타 작물들과 형태(morphology), 생장특성, 병해충발생양상, 가식부위에서 유사성을 보이는 작물로 정하고 있으며 세 가지 원칙들을 모두 충족하지 못하는 경우 최소 첫 번째와 두 번째의 원칙은 충족하여야 한다고 논의하였다(CCPR, 2012).

엽채류의 그룹화는 미국, 호주, EU에서 대표작물이 선정되어 그룹내 작물로 외삽을 통한 잔류성 시험성적 상호인정을 하고 있으며 국내에서도 그룹 잔류허용기준을 일부 적용하고 있다. 호주의 농약관리당국인 Australian pesticides and veterinary medicines Authority(2012)은 농약 제품의 사용패턴이 그룹 전체 작물들에 비슷하게 적용되면서 농약의 잔류수준에서 유의적 차이가 없을 때 그룹 MRL을 설정하며 잔류시험을 별도로 수행하지 않고 잠정 MRL을 설정하여 농약을 사용할 수 있도록 하였다.

박 등(2009)은 소면적 엽채류의 농약잔류성 시험 후 농약의 감소경향과 작물의 표면 형태학적 차이에 의한 농약 잔류특성을 파악 비교하여 고잔류군과 저잔류군으로 나누어 그룹화하는 방법을 제안하였다. 이 등(2005a)은 상추 중 농약의 잔류특성은 살포 직후에는 상추 잎의 주름모양, 결구 여부 등 작물의 외관에 큰 영향을 받는 것으로 나타났으며 결구상추와 잎상추 같이 작물체의 생육양상이 품종에 따라 서로 상이한 경우에는 농약잔류성 측면에서 동일 그룹으로 분류할 수 없다고 하였다.

엽채류는 작물마다 개체의 크기와 무게가 다양하고 형태와 표면 성질이 달라 경엽살포 후 농약 잔류량을 통하여 잔류성 시험성적을 상호인정 하기 위한 그룹화에는 농약의 이화학적 특성 뿐 아니라 작물의 특성에 따른 부착량과 생장에 따른 잔류경감 패턴이 고려되어야 한다. 이 등(2005b)은 잔류량 데이터를 주요작물에서 소면적 작물로 적용하기 위해서는 작물의 GAP정보, 소면적 작물에서 사용패턴이 일치할 때, 성장특성과 재배관행이 비슷한 경우에 외삽이 가능하다고 하였다. Ripley 등(2003)은 엽채소가 결구채소보다 농약잔류가 많은 것은 부피에 대한 노출 표면적 비율이 높기 때문으로 작물의 형태가 잔류량과 경감패턴에 영향을 준다고 하였다.

본 연구에서는 결구되지 않으면서 농약살포 후 수확일과의 간격이 비교적 짧은 연속수확 엽채류 중 상추와 들깨잎, 케일을 대상으로 작물의 형태적 특성이 농약잔류량에 미치는 영향을 조사하여 작물 그룹화의 기초자료로 이용하고자 한다.

## 재료 및 방법

### 시험농약

작물 간에 농약잔류량을 비교하기 위한 시험농약은 엽채소류에 등록된 농약 중 배추용으로 등록된 비펜트린·클로

르페나피르 수화제(bifenthrin 1% + chlorfenapyr 2%, 상표명:과발마) 1,000배 희석액, 이미다클로프리드·메톡시페노자이드 수화제(imidacloprid 4% + methoxyfenozide 8%, 상표명:메리트) 1,000배 희석액, 사이아조파미드 액상수화제(cyazofamid 5%, 상표명:미리카트) 1,000배 희석액, 디메토모르프·피라클로스트로빈 입상수화제(dimethomorph 11.3% + pyraclostrobin 6.3%, 상표명:캐스팅) 1500배 희석액 및 쑥갓용 약제인 보스칼리드·플루디옥소닐 액상수화제(boscalid 23.5% + fludioxonil 5%, 상표명:에스원) 1,000배 희석액을 사용하였다.

### 시험장소

작물은 농가에서 재배하고 있는 포장을 임차하여 사용하였다. 들깨잎(품종: 남천들깨) 중 잔류량 비교를 위한 포장 시험은 경남 밀양시 상동면 시설재배 농가에서 2010년 5월 7일부터 6월 2일에 수행하였다. 상추(품종: 토말린상추, 권농종묘)와 케일(품종: 에스테케일, 사카다종묘)의 포장잔류 시험은 경기도 이천시 호법면 시설하우스에서 2010년 5월 4일부터 5월 31일에 수행하였다.

### 농약살포 및 시료채취

2구 선형노즐, NN D-8(Yamaha, 일본)이 부착된 배부식 동력분무기 MS597H(Maruyama, 일본)를 사용하였으며 분무량은 2.8~3.1 L/min.이었다. 7일 간격 2회 살포 후 0, 2, 5일에 시료를 4반복으로 채취하였다. 농약잔류성시험은 동일 장소에서 2회 수행하였다. 상추와 케일의 1차 시험은 2010년 5월 4~18일, 2차 시험은 5월 18~31일 기간에 수행하였으며, 들깨잎은 1차 시험은 5월 7~21일, 2차 시험은 5월 21일~6월 2일 까지 수행하였다.

엽면적은 시료채취 후 처리별로 30매의 엽을 엽면적측정기 LI-3100C(LI-COR Bioscience, 미국)를 사용하여 측정하고 무게를 칭량하여 무게 대비 엽면적 비율을 계산하였다.

### 살포 후 경과일별 농약 잔류량 조사

처리구당 4반복으로 반복당 엽 50매씩을 채취하여 조제하였다. 살포 후 경과일별로 9가지 농약성분의 잔류량을 조사하였다.

SAS 9.2(SAS Institute) software를 사용하여, 완전임의배치 일요인 분산분석 후 Tukey Test로 유의수준 5%에서 세 작물간 농약잔류량 차이를 비교하였다.

### 시약 및 재료

들깨잎, 상추 및 케일에 부착된 농약잔류량 분석을 위하여 잔류분석용 표준품은 Dr. Ehrenstoper GmbH사(Germany)에서 구입하여 사용하였다. 각 표준품의 순도는 bifenthrin 97, chlorfenapyr 99, imidacloprid 98, methoxyfenozide

98.5, cyazofamid 98.5, dimethomorph 99, pyraclostrobin 99, boscalid 98, fludioxonil 99.5% 였다.

시료의 1차 추출에 사용한 acetone(99.5%)은 대정화금(주)의 EP급을 사용하였으며 나머지 분석에 사용된 용매인 dichloromethane, n-hexane, acetonitrile, acetone은 Merck사(Merck KGaA, Germany)의 HPLC grade를 사용하였다. 여과지는 Advantec(Toyo Roshi Kaisha Ltd., Japan) No. 6를 사용하였다. Sodium sulfate anhydrous(99% purity)와 sodium chloride (99.5% purity)는 Merck사(Merck KGaA, Germany)에서 구입하였다. 3차 증류수는 Millipore사의 Milli-Q system (Bedford, USA)을 사용하였다. 정제에 사용된 florisil (0.15~0.25 mm)은 Merck사(Merck KGaA, Germany)의 제품을 사용하였다.

#### 농약잔류분석 및 회수율시험

시료조제는 동결시료를 드라이아이스로 마쇄하여 -20°C에서 냉동보관 하였다.

분석은 균질화된 시료 10 g을 칭량한 후 acetone 100 mL를 가하여 200 rpm에서 1시간 진탕한 후 추출물을 Bchner funnel 상에서 여과지(No.6)에 통과시켜 흡인 여과하고 추가의 acetone 50 mL로 잔사 및 용기를 씻어내려 앞서의 여액과 합하였다. 여과액을 1 L 용량의 분액여두에 옮기고 증류수 450 mL, 포화식염수 50 mL와 dichloromethane 50 mL를 넣고 250 rpm에서 5분간 진탕하고 층이 완전히 분리될 때까지 정치하였다. 하부의 dichloromethane층을 sodium sulfate anhydrous 층을 통과시켜 수분을 제거하고, 수용액층에 추가로 dichloromethane 50 mL를 넣어 진탕하고 액액분배하여 dichloromethane층을 탈수하여 앞의 여액과 합친 후 38°C 수조에서 감압 농축하였다. 농축 잔사를 분석성분에 따라 각각 달리 재용해하여 정제하였다.

Bifenthrin과 chlorfenapyr 정제를 위하여 잔사를 hexane 10 mL로 재용해 하였다. 활성화시킨 florisil(60~100 mesh) 5 g을 유리관(내경 11 mm, 길이 20 cm)에 건식 충전한 후 sodium sulfate anhydrous 약 2 g을 충전하고 n-hexane 30 mL를 통과시켰다. Sodium sulfate anhydrous층 표면이 노출되기 직전, 앞서의 추출액 시료 2 mL을 가한 후 흘러버리고 표면이 노출되기 직전 n-hexane/dichloromethane/acetonitrile 혼합액(49.65/50/0.35, v/v/v) 60 mL를 용출시켜 받았다. 용출액을 38°C 수조에서 감압 농축, 건조하고 acetone 2 mL로 재용해 하여 ECD가 장착된 가스크로마토그래프로 분석하였다(Table 1).

Cyazofamid, dimethomorph, pyraclostrobin, boscalid 및 fludioxonil 정제를 위하여 추출 후 농축된 잔사를 dichloromethane 10 mL로 재용해 하였다. 활성화시킨 florisil (60~100 mesh) 5 g을 유리관(내경 11 mm, 길이 20 cm)에 건식 충전한 후 sodium sulfate anhydrous 약 2 g을 충전하

고 dichloromethane 30 mL를 통과시켰다. Sodium sulfate anhydrous층 표면이 노출되기 직전, 앞서의 추출액 시료 2 mL을 가한 후 흘러버리고 표면이 노출되기 직전 acetone/dichloromethane 혼합액(4/96, v/v) 60 mL를 용출시켜 cyazofamid, pyraclostrobin, boscalid 및 fludioxonil을 받고, acetone/dichloromethane 혼합액(50/50, v/v) 60 mL를 용출시켜 dimethomorph를 받았다. 각각의 분획을 40°C에서 감압 농축, 건조하였다. 잔사를 acetonitrile 2 mL로 재용해하여 Table 2와 같이 UPLC로 분석하였다.

Imidacloprid와 methoxyfenozide 정제를 위하여 농축 잔사를 dichloromethane 10 mL로 재용해 하였다. 10 mL 중 2 mL는 imidacloprid 분석을 위하여 활성화시킨 florisil(60~100 mesh) 5 g을 유리관(내경 11 mm, 길이 20 cm)에 건식 충전한 후 sodium sulfate anhydrous 약 2 g을 충전하고 dichloromethane 30 mL를 통과시켰다. Sodium sulfate anhydrous층 표면이 노출되기 직전, 앞서의 추출액 시료 2 mL을 가한 후 흘러버리고 표면이 노출되기 직전 acetone/dichloromethane 혼합액(4/96, v/v) 60 mL를 씻어 버리고, acetone/dichloromethane 혼합액(50/50, v/v) 60 mL를 용출시켜 받았다. 이 분획을 40°C에서 감압 농축, 건조하였으며 잔사를 acetonitrile 2 mL로 재용해하여 Table 3과 같이 UPLC로 분석하였다. Methoxyfenozide 정제를 위하여 dichloromethane으로 재용해한 10 mL 중 5 mL를 다시 감압 농축하여 acetone/n-hexane 혼합액(10/90, v/v) 5 mL로 재용해 하였다. 5 mL 중 2 mL를 활성화시킨 florisil(60~100 mesh) 5 g을 유리관(내경 11 mm, 길이 20 cm)에 건식 충전한 후 sodium sulfate anhydrous 약 2 g을 충전하고 n-hexane 30 mL를 통과시켰다. Sodium sulfate anhydrous층 표면이 노출되기 직전, 앞서의 추출액 시료 2 mL을 가한 후

**Table 1.** GC operating condition for analysis of bifenthrin and chlorfenapyr

Instrument	Agilent(USA) 7890 GC equipped with NPD
Column	Restek 11324RTX-CLPesticides (0.32 mm i.d. × 30 m length, 0.25 µm film thickness)
Temp. Injector port	280°C
Detector block	300°C
Oven	100°C(1 min.)-15°C/min.-280°C (15 min.)
Gas flow rate	Carrier N <sub>2</sub> 1 mL/min. Make-up N <sub>2</sub> 60 mL/min.
Injection mode	splitless
Injection volume	1 µL
Retention Time	Bifenthrin 13.4 min., chlorfenapyr 14.4 min.

**Table 2.** UPLC operating conditions for the analysis of methoxyfenozide, cyazofamid, dimethomorph, pyraclostrobin, boscalid and fludioxonil

Instrument	Waters(USA)-ACQUITY UPLC with PDA(Photodiode Array)		
Column	ACQUITY UPLC® BEH C <sub>18</sub> , 100 mm × 2.1 mm i.d., 1.7 μm		
Column temp.	40°C		
Injection Vol.	3.0 μL		
Flow rate	0.4 mL/min.		
Mobile Phase	Time	A (Distilled water)%	B (Acetonitrile)%
	Initial	90	10
	9.2	35	65
Gradient condition	11.0	35	65
	11.5	30	70
	15	30	70
	16	0	100
	17	0	100
	18	90	10
	20	90	10
Wavelength	Methoxyfenozide 225 nm Dimethomorph, boscalid 254 nm Cyazofamid, pyraclostrobin, fludioxonil 275 nm		

**Table 3.** HPLC operating conditions for the analysis of imidacloprid

Instrument	Waters(USA)-ACQUITY UPLC with PDA(Photodiode Array)		
Column	ACQUITY UPLC® BEH C <sub>18</sub> , 100 mm × 2.1 mm i.d., 1.7 μm		
Column temp.	40°C		
Injection Vol.	3.0°C		
Flow rate	0.4 mL/min.		
Mobile Phase	Time	A (Distilled water)%	B (Acetonitrile)%
	Initial	90	10
	6	60	40
Gradient condition	8	60	40
	9	0	100
	11	0	100
	12	90	10
	14	90	10
Wavelength	275 nm		
Retention Time	3.0 min.		

흘러버리고 표면이 노출되기 직전 acetone/n-hexane 혼합액 (10/90, v/v) 30 mL를 씻어 버리고, acetone/n-hexane 혼합액 (20/80, v/v).

60 mL를 용출시켜 받았다. 이 분획을 38°C에서 감압 농축, 건조하였으며 잔사를 acetonitrile 2 mL로 재용해하여 Table 2와 같이 UPLC로 분석하였다.

회수율실험은 bifenthrin, chlorfenapyr, imidacloprid, methoxyfenozide, cyazofamid, dimethomorph, pyraclostrobin, boscalid 및 fludioxonil 표준용액을 들깻잎, 상추 및 케일 농약 무처리 시료에 0.2 mg kg<sup>-1</sup>, 2.0 mg kg<sup>-1</sup> 수준으로 각각 첨가한 후 위에 기술한 추출 및 정제과정을 수행하여 회수율 및 분석오차를 산출하였다.

### 결과 및 고찰

시험 농약성분 중 bifenthrin, methoxyfenozide, fludioxonil는 비침투이행성 농약이며, 그 이외의 농약은 침투성을 가진 농약이다. 대부분의 농약은 유용성 약제이므로 부착한 농약성분이 식물 표면의 큐티클 층에 녹아 들어가 작물잔류성을 증대시킨다. 그러나 침투이행성 농약의 경우에는 작물의 뿌리나 잎으로부터 흡수되어 식물체내로 이행하므로 외부 환경조건의 영향을 받지 않고 식물체내에서의 분해에 의해서만 소실되므로 잔류기간이 일반적으로 길게 나타난다(정 등, 2004). 본 시험에서는 작물의 수확일 간격이 5일 미만으로 짧고 1차 살포 7일 후 2차 살포시 까지 남은 잎의 면적이 작아 농약의 침투이행에 따른 영향이 적었으며 작물의 형태적 특성에 따라 농약 잔류양상이 달라졌다.

### 분석법의 회수율

잔류분석법의 적합성을 검증하기 위하여 실시한 회수율은 77.5~107.0%였고 정량한계는 bifenthrin과 chlorfenapyr는 0.05 mg kg<sup>-1</sup>, imidacloprid 등 7종 농약은 0.1 mg kg<sup>-1</sup>으로 농약의 잔류양상을 비교평가하는데 있어서 별다른 문제점은 없었다(Table 4).

시험기간 중 들깻잎(*Perilla frutescens* var. *japonica* Hara) 재배 온실의 온도는 19.2 ± 8.0°C이며 습도는 76.1 ± 24.3%였다. 상추(*Lactuca sativar* L.)와 케일(*Brassica oleracea* L. var. *acephala*) 재배 온실의 온도는 19.5 ± 7.8°C이며 습도는 74.2 ± 23.5%였다.

### 무게 대비 엽면적 비율이 농약잔류성에 미치는 영향

들깻잎과 상추의 무게 대비 엽면적(cm<sup>2</sup> g<sup>-1</sup>)은 들깻잎이 58, 상추 27으로 들깻잎의 무게 대비 엽면적이 약 2배 정도 넓어 잔류수준도 상추보다 높을 것으로 예상되었다(Table 5). 살포 직후의 잔류량은 들깻잎이 1.06~63.30 mg kg<sup>-1</sup>으로 상추 0.52~33.83 mg kg<sup>-1</sup>보다 1.26~2.35배 많이 잔류하였으며

**Table 4.** Recoveries and limits of quantitation of pesticides

Pesticide	Fortification (mg kg <sup>-1</sup> )	Recovery (%)			Limit of quantitation (mg kg <sup>-1</sup> )
		Perilla leaf	Lettuce	Kale	
Bifenthrin	0.2	90.5 ± 4.9 <sup>a)</sup>	95.5 ± 4.9	92.8 ± 5.1	0.05
	2.0	103.3 ± 1.4	92.8 ± 2.2	99.8 ± 2.5	
Chlorfenapyr	0.2	101.1 ± 0.5	104.6 ± 4.8	102.6 ± 5.9	0.05
	2.0	105.5 ± 1.7	100.3 ± 3.0	102.4 ± 2.8	
Imidacloprid	0.2	91.1 ± 3.0	90.3 ± 2.8	85.1 ± 2.5	0.1
	2.0	85.9 ± 0.4	84.0 ± 1.9	94.8 ± 2.0	
Methoxyfenozide	0.2	82.7 ± 6.7	103.1 ± 2.3	92.6 ± 1.1	0.1
	2.0	93.7 ± 2.3	105.2 ± 2.6	99.4 ± 0.4	
Cyazofamid	0.2	106.1 ± 3.5	102.2 ± 1.9	92.2 ± 5.6	0.1
	2.0	92.8 ± 2.6	99.4 ± 0.7	94.3 ± 4.0	
Dimethomorph	0.2	104.7 ± 4.7	91.2 ± 1.2	83.6 ± 0.6	0.1
	2.0	93.8 ± 1.8	93.4 ± 2.8	95.1 ± 1.4	
Pyraclostrobin	0.2	92.1 ± 2.3	83.6 ± 3.0	88.7 ± 4.6	0.1
	2.0	99.4 ± 1.4	88.6 ± 5.2	94.7 ± 3.8	
Boscalid	0.2	95.4 ± 1.9	92.6 ± 4.6	101.2 ± 4.1	0.1
	2.0	91.7 ± 0.5	96.2 ± 0.9	94.0 ± 2.8	
Fludioxonil	0.2	80.4 ± 0.8	90.6 ± 2.1	89.3 ± 2.0	0.1
	2.0	77.5 ± 1.6	92.0 ± 4.2	94.6 ± 5.6	

<sup>a)</sup>means average ± standard deviation of three times replicate.

**Table 5.** Ratio of leaf area to weight of perilla leaf, lettuce and kale

Crop	Leaf area/weight (cm <sup>2</sup> /g)	Area/leaf (cm <sup>2</sup> )	Weight/leaf (g)
Perilla leaf	58 ± 5.5 <sup>a)</sup>	82.6 ± 8.7	1.4 ± 0.2
Lettuce	27 ± 5.3	125.5 ± 14.5	4.9 ± 1.2
Kale	23 ± 1.8	101.8 ± 9.8	4.4 ± 0.5

<sup>a)</sup>Means of five times replicate.

살포 후 5일의 잔류량은 들깨잎이 0.49~45.97 mg kg<sup>-1</sup>으로 상추 0.25~23.88 mg kg<sup>-1</sup>보다 1.34~3.30배 많이 잔류하였다. 살포된 9종의 농약 중 imidacloprid와 fludioxonil을 제외한 7종의 잔류량은 살포 직후 들깨잎과 상추간 약 2배의 차이

를 나타내어(Table 6) 들깨잎과 상추간 무게 대비 엽면적 비율의 차이가 농약잔류량에 영향을 미친다고 판단되었다. 혼합제로 함께 살포된 methoxyfenozide와 boscalid의 잔류량 차이는 약 2배이지만 imidacloprid와 fludioxonil의 잔류량 차이는 1.5배 미만으로 나타나 시료의 무게 대비 엽면적 비율 외 농약의 이화학적 특성 같은 다른 원인에 따른 차이로 판단된다.

두 작물의 시기별 잔류량을 비교한 결과, 시험한 9종 농약 중 imidacloprid, fludioxonil, dimethomorph는 들깨잎 5일째 잔류량과 상추의 2일째 잔류량간에 유의적 차이가 없었으며, bifenthrin, chlorfenapyr, methoxyfenozide, pyraclostrobin, boscalid는 들깨잎 5일째 잔류량과 상추의 0일째 잔류량간에 유의적 차이가 없었으며, cyazofamid는 들깨잎



**Fig. 1.** The shape of pesticide deposits on leafy vegetables after application.

**Table 6.** Pesticide residues in perilla leaf, lettuce and kale after two times application with 7 days interval

Days after application	Residue (mg kg <sup>-1</sup> ) <sup>a)</sup>								
	Bifenthrin	Chlorfenapyr	Imidacloprid	Methoxyfenozide	Cyazofamid	Dimethomorph	Pyraclostrobin	Boscalid	Fludioxonil
Perilla leaf									
0	1.06a <sup>b)</sup>	1.97a	5.58a	16.02a	15.70a	15.97a	8.74a	63.30a	8.28a
2	0.71b	1.50b	2.49c	11.8b	10.70b	7.73bc	4.35b	51.2b	5.16b
5	0.49c	0.95c	1.50de	10.02c	8.79c	6.27d	3.70bc	45.97c	4.02c
Lettuce									
0	0.52c	1.01c	4.43b	8.89c	6.69d	8.73b	3.75b	33.83c	5.63b
2	0.40c	0.83c	1.90d	6.44d	4.15e	6.73cd	2.87c	28.58cd	3.94c
5	0.25d	0.45d	1.06ef	3.77e	2.68f	3.94e	1.53de	23.88d	2.99d
Kale									
0	0.20de	0.37de	0.91f	3.45ef	0.91g	3.44e	1.57d	10.79e	1.34e
2	0.12e	0.19de	0.21g	2.15fg	0.35gh	1.09f	0.72ef	4.24f	0.34f
5	<0.1	0.10e	0.10g	0.67g	0.10h	0.14f	0.10f	1.17f	<0.1

<sup>a)</sup>Means of two treatment with four times replicate.

<sup>b)</sup>Means within a column followed by the same letter are not significantly different ( $p \leq 0.05$ ; Tukey).

5일째 잔류량이 상추의 0일째 잔류량보다 많았다. 따라서 상추의 잔류성적을 들깻잎으로 외삽하기는 어렵다고 생각되었다.

**엽면 특성에 따른 상추와 케일 중 농약 잔류량 비교**

살포 직후 케일 중 농약잔류량은 0.20~10.79 mg kg<sup>-1</sup>으로 상추의 0.21~0.42배 수준이었으며, 5일 후에는 <0.1~1.17 mg kg<sup>-1</sup>으로 0.04~0.22배 수준이었다. 들깻잎과 비교하여 케일과 상추의 잔류수준 차이는 살포 후 경과일이 지날 수록 커지는 경향을 보였다. 케일의 무게 대비 엽면적이 23 cm<sup>2</sup> g<sup>-1</sup>으로 상추 27 cm<sup>2</sup> g<sup>-1</sup>와 비교하여 큰 차이가 없고 실제 살포약량도 두 처리간 비슷하였다(Table 7). 따라서 케일 중 농약잔류량이 낮은 것은 잎 표면이 매끄러워 살포된 농약입자가 부착되지 못하고 흘러내려 들깻잎과 상추에 비하여 엽 전면에 균일하게 부착되지 못하기 때문으로 판단되었다(Fig. 1).

두 작물의 시기별 잔류량을 비교한 결과, 시험한 9종 농

약 중 cyazofamid, boscalid, fludioxonil은 상추 5일째 잔류량이 케일 0일째 잔류량보다 많았으며, bifenthrin, chlorfenapyr, imidacloprid, methoxyfenozide, dimethomorph, pyraclostrobin은 상추 5일째 잔류량과 케일 0일째 잔류량간에 유의적 차이가 없었다(Table 6). 따라서 상추의 잔류성적을 케일로 외삽하는 것은 가능하였다.

살포된 농약이 작물체에 어느 정도량이 부착되는가 하는 것은 직접적으로 농약의 이화학적 특성 및 작물의 형태적 특성, 작물의 표면적이나 표면의 성상에 따라 다르다. 본 시험에서도 수확 간격이 짧은 연속수확 엽채류의 농약잔류량은 살포시 엽 표면의 상태와 무게 대비 엽면적 비율의 영향을 받을 수 있었으며 외삽을 위한 작물의 그룹화를 위하여 농약잔류량에 영향을 미치는 작물의 형태적 특성이 고려되어야 한다고 생각되었다.

**감사의 글**

본 연구는 농촌진흥청 국립농업과학원 농업과학기술 연구개발사업(과제번호: PJ0073882010)의 지원에 의하여 이루어진 것임.

**Literature Cited**

APVMA (Australian pesticides and veterinary medicines Authority), publicaion and guidelines ‘residues and minor crops information sheet’. [http://www.apvma.gov.au/residues/docs/residues\\_and\\_minor\\_crops\\_info.pdf](http://www.apvma.gov.au/residues/docs/residues_and_minor_crops_info.pdf), January 2012.  
Codex Committee on Pesticide Residues (2012) Draft

**Table 7.** Spray volumes of pesticide solutions to lettuce and kale

Pesticides	Spray volume(L/100 m <sup>2</sup> )			
	1st		2nd	
	Lettuce	Kale	Lettuce	Kale
Bifenthrin + chlorfenapyr	7.8	7.0	5.5	6.7
imidacloprid + methoxyfenozide	8.0	9.9	6.7	7.4
Cyazofamid	7.6	9.1	5.9	5.7
Dimethomorph + pyraclostrobin	7.1	5.7	5.9	5.9
Boscalid + fludioxonil	8.2	7.6	5.3	7.0

- principles and guidance on the selection of representative commodities for the extrapolation of MRLs to commodity groups at Step 8(REP12/PR-Appendix XI).
- Jeong, Y.-H., J.-E. Kim, J.-H. Kim, Y.-D. Lee, C.-H. Lim, J.-H. Hur (2004) The latest Pesticide Science (Revised). Sigma Press. p.72~73, p.269~270.
- Lee, H. D., K. S. Kyung, H. Y. Kwon, Y. B. Ihm, J. B. Kim, S. S. Park and J. E. Kim (2004) Residue characteristics of hexaconazole and chlorothalonil in several fruits. The Korean Journal of Pesticide Science. 8:107~111.
- Lee, H.-D., Y.-B. Ihm, H. Y. Kwon, J. B. Kim, K. S. Kyung, C. S. Kim, B. Y. Oh, G. J. Im and J. E. Kim (2005a) Dissipation pattern of pesticide residues in/on different varieties of lettuce applied with foliar spraying under greenhouse condition. The Korean Journal of Pesticide Science. 9:354~358.
- Lee, M.-G., M.-G. Hong, K.-S. Park, D.-M. Choi, M.-H. Lim, S.-R. Lee (2005b) Procedures in Establishing Residue Limits of Pesticides on Food Crops in Codex Alimentarius Commission and Foreign Countries. The Korean Journal of Pesticide Science. 24:45~55.
- Park, J.-H., M. I. R. Mamun, A. M. Abd El-Aty, J.-H. Choi, G.-J. Im, Ch.-Hw. Oh and J.-H. Shim (2009) An Extrapolation from Crop classifications Based on Pesticide Residues Trial Data within Vegetables in Minor Crops. The Korean Journal of Pesticide Science. 13:28~38.
- Ripley, B. D., G. M. Ritcey, C. R. Harris, M. A. Denomme AND L. I. Lissemore (2003) Comparative Persistence of Pesticides on Selected Cultivars of Specialty Vegetables. J. Agric. Food Chem. 51:1328~1335.
- Yang, A.-G., K.-H. Shim, O.-J. Choi, J.-H. Park, J.-A. Do, J.-H. Oh, I. G. Hwang and J.-H. Shim (2012) Establishment of the Korean total diet study (TDS) model in consideration to pesticide intake. The Korean Journal of Pesticide Science. 16:151~162.

## 형태적 특성이 다른 들깨잎, 상추, 케일 중 농약 잔류량 비교

손경애\* · 임건재 · 홍수명 · 김진배 · 임양빈 · 고현석<sup>1</sup> · 김장역<sup>2</sup>

농촌진흥청 국립농업과학원, <sup>1</sup>농촌진흥청 지식정보화담당관실, <sup>2</sup>경북대학교 농업생명과학대학

**요 약** 본 실험은 엽채류 중 들깨잎, 상추, 케일에 살포된 농약의 잔류량을 비교하기 위해 수행하였다. 농약 9종을 대상으로 2구 선형노즐을 부착한 배부식 동력분무기로 7일 간격 2회 살포 후 0, 2, 5일의 잔류양상을 조사하였다. 무게 대비 엽면적 비율( $\text{cm}^2/\text{g}$ )은 들깨잎 58, 상추 27, 케일 23 으로 나타나 들깨잎이 상추 보다 2.1배 높았다. 살포 직후 잔류량은 들깨잎이 상추 보다 1.3~2.3배 높게 나타났으며 케일은 상추보다 2.4~7.3배 높았다. 살포 후 5일에는 들깨잎이 상추 보다 1.3~3.3배 많았으며 상추는 케일보다 5.6~28.1배 높았다. 케일의 잔류량이 적은 것은 잎 표면이 매끄러워 살포된 농약입자가 쉽게 흘러내리는 것이 원인으로 보인다. 상추와 들깨잎의 잔류량 차이는 무게 대비 엽면적 비율의 차이에 따른 영향이 크다고 판단되었다.

**색인어** 들깨잎, 상추, 케일, 농약, 잔류량