

## 고추 및 고추 잎 중 chlorpyrifos 및 bifenthrin의 잔류특성

김경아<sup>†</sup> · 권혁동 · 구평태 · 나영란 · 이지윤 · 권순목 · 김남호 · 김현진 · 진성현 · 빈재훈  
농산물 검사소

### Residual Characteristics of Chlorpyrifos and Bifenthrin at Red Pepper and its Leaves

Kyeong-A Kim<sup>†</sup>, Hyuk-Dong Kwon, Pyeong-Tae Ku, Young-Ran Na, Ji-Yoon Lee  
Sun-Mok Kwon, Nam-Ho Kim, Hyeon-Jin Kim, Sung-Hyun Jin and Jae-Hun Bin  
*Office of Agricultural Products Inspection*

#### Abstract

This study was carried out to evaluate residual pesticide levels in fruits and leaves of red pepper. The residual pesticide levels of a tail end of red pepper were compare to that of a middle portion. And various washing methods were evaluated for their efficiency to remove the chlorpyrifos and bifenthrin in red pepper. The results obtained were as follows.

1. The relative residue levels of chlorpyrifos in red peppers were 21.8% after 10 days, and 16.5% after 16 days, and those of bifenthrin were 16.7% after 10 days, and 12.1% after 16 days. The relative residue levels of chlorpyrifos in red pepper leaves were 4.3% after 10 days, and 1.7% after 16 days, and those of bifenthrin were 40.8% after 10 days, and 23.8% after 16 days.

2. Residue levels of chlorpyrifos and bifenthrin in a middle portion of red pepper were 0.51 mg/kg and 0.25 mg/kg, respectively. Residue levels of chlorpyrifos and bifenthrin in a tail end of red pepper were 0.52 mg/kg and 0.28 mg/kg, respectively. Therefore, there was no difference in residual levels of chlorpyrifos and bifenthrin between a middle portion and a tail end of red pepper.

3. The removal rate of chlorpyrifos and bifenthrin by tap water was 20.9% and 57.1%, respectively. The removal rate of chlorpyrifos and bifenthrin by 5% sodium chloride was 51.2% and 76.8%, respectively. The removal rate of chlorpyrifos and bifenthrin by 0.5% detergent was 62.3% and 82.1%, respectively. The highest removal efficiency was obtained by using 0.5% detergent.

Key Words : Residual pesticide levels, Chlorpyrifos, Bifenthrin, Washing method, Removal efficiency

#### 서 론

과거에는 좁은 경작지에서 고소득을 올리기 위하여 비료와 농약을 다량 투입하는 다수확 농업이 실시되었으나, 이제는 생활수준이 향상되면서 국민들의 식생활소비 형태는 다품목 소량 소비로 변화하고 있다. 더욱이 양보다는 질 위주의 소비 형태를 보이면서 품질과 안전성에 대한 관심이 고조되고 생활수준 향상과 더불어 안전한 농산물을 바라는 소비자의 욕구 또한 점점 높아져가고 있다.<sup>1,2)</sup> 현재 우리나라에서 사용되는 농약 품목 수는 1185품목이 등록되어 있고 이 중 살균제 375품목, 살충제 402품목, 제초제 324품목, 생장조절제 등 기타 84품목으로 살충제가 가장 높은 비중을 차지하고 있고 등록된 1185 품목 중 737품목에 대해 안전사용기준이 설정되어 있다(2005

년 6월말 현재, 농촌진흥청). 작물보호를 위해 병, 해충, 잡초 등 유해생물의 방제에 사용되는 농약은 현대농업에서 없어서는 안 되는 가장 중요한 농업자재로 인식되어 왔으며 인구의 증가에 따른 농산물 수요의 증가로 농약의 생산 및 사용은 해마다 증가하고 있는 실정이다<sup>3)</sup>. 하지만 농약은 생물을 방제하는 역할을 하기 때문에 그 자체가 근본적으로 독성을 가진 화합물이며 작물에 살포된 후 경과에 따라 차이는 있지만 잔류되는 특징이 있다<sup>4)</sup>. 그러므로 농약잔류에 의한 농산물 안전성, 야생동물에 대한 위해, 환경오염 문제 등이 끊임없이 제기되고 있다. 특히 농산물 중 잔류농약 검출로 안전상 큰 문제로 대두되면서 각 나라마다 농약 안전사용기준에 따라 대상 작물별 사용농약, 사용 시기, 사용량을 정하여 관리하고 있으며, 농산물에 대한 잔류허용기준을 설정해 두고 있다<sup>5,6)</sup>.

<sup>†</sup> Corresponding author. E-Mail: kyeonga@busan.go.kr  
Phone: 051-327-8601, Fax: 051-327-8603

살포농약의 작물체 중 잔류성에 영향을 미치는 요인으로는 농약의 물리화학적 특성, 작물의 형태, 재배양식, 작물의 성장률, 살포 제형, 살포방법 및 기상조건 등을 들 수 있다. 작물의 형태라 하면 작물체 표면의 굴곡, 용모의 양과 형태, 중량에 대한 표면적비, 표면을 구성하는 wax층의 조성 등을 들 수 있으며, 살포농약의 잔류특성에 영향을 크게 미친다<sup>7)</sup>. 각각 작물종류별로 농약의 잔류성 시험을 수행하여 잔류허용기준(maximum residue limit, MRL)을 설정하는 것이 원칙이나 막대한 비용과 시간이 소요되기 때문에 EU, EPA, FAO등에서는 작물별로 농약의 잔류특성을 고려하여 그룹화를 시도해 오고 있다. 우리나라에서는 농약살포 후 잔류량이 가장 많은 작물에서 생산된 잔류시험성적은 다른 유사작물로 확대하여 이용할 수 있도록 하고 있다. 예를 들면, 우리나라에서는 고추에 등록된 농약 중 착색 단고추에 약해가 없는 것으로 확인된 농약은 고추 성적으로 대체하고 있다<sup>8)</sup>. 이러한 유사 작물군 간의 잔류량은 작물체의 형태, 재배방법, 성장습성 등 다양한 요인에 의해 결정되므로 살포농약이 부착되는 작물체 표면의 특성과 면적, 증체율 등이 비슷한 작물들로 group화 하고 있다<sup>7)</sup>.

최근 농가의 소득원으로 큰 비중을 차지하고 있는 채소원에 작물인 고추(*Capsicum annuum* L.)의 생산량은 2004년 기준으로 재배면적과 생산량이 지속적으로 증가하고 있는 실정이다(2004, 국립농산물품질관리원). 고추는 고기나 물고기의 냄새를 중화시키고 그 보존에도 효과가 있을 뿐만 아니라 식욕을 촉진시켜주고 비타민 A와 C가 많아 영양학적 효과가 있어 이용가치가 높은 채소로서 착과된 열매 모두 판매되어지며 연속 수확된다. 그러나 연속수확으로 인하여 농약의 안전사용기

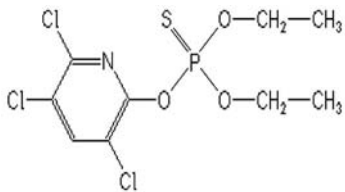
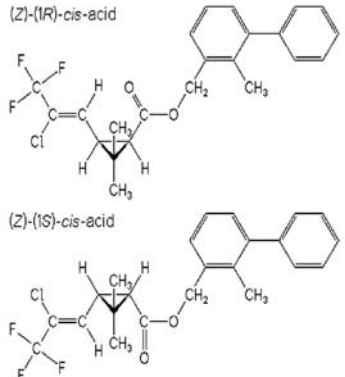
준을 지키기가 어렵고, 주로 생식용으로 공급되어 타 작물에 비하여 농약잔류성 문제가 심각하게 제기되고 있다<sup>9)</sup>.

고추는 역병이나 해충들로 인해 품질저하와 생산량의 감소를 나타내고 있는데 고추를 가해하는 해충으로는 고추담배나방, 꽃노랑총채벌레, 점박이용애, 아메리카굴파리, 진딧물 등이 있으며, 이 중 고추담배나방에 의한 피해가 가장 심각한 것으로 보고되고 있다. 고추담배나방은 유충시기에 과실 속으로 침투하여 종자부터 과육까지 가해함으로써 과피 만을 남기며, 가해된 부위로 빗물이나 병균이 침입하게 되어 상품성을 저하시킨다. Pyrethroid계 살충제인 bifenthrin은 곤충의 신경계통을 저해하는 약제로서 특히 고추담배나방에 탁월한 효과를 나타내는 것으로 알려져 있다<sup>10)</sup>. chlorpyrifos는 진딧물 방제시에 살포되는 유기인계 살충제이다<sup>11)</sup>.

현재 고추는 분석전처리 기준인 꼭지를 제거한 상태의 고추에 대해서만 분석하여 설정된 것으로 139종의 농약이 잔류허용기준이 설정되어있고 고춧잎은 27종의 농약 잔류허용기준이 설정되어 있다<sup>12)13)</sup>.

따라서 본 연구에서는 고추 및 고춧잎에 유기인계 살충제 chlorpyrifos, 합성피레스로이드계 살충제 bifenthrin<sup>14)</sup>을 살포 후 시간경과에 따른 고추 및 고춧잎 중 잔류양상을 조사하여 잔류량의 변화를 예측하고 아울러 고추의 끝부분이 중간부분(어깨부분)에 비해 농약의 잔류가 많이 된다는 속설을 검증하였고 또한 고추를 가정에서 일반적으로 행하는 수돗물 세척, 첨가제액세척을 통한 잔류농약의 제거율을 조사하여 세척방법별 농약 제거효과를 알아보았다.

Table 1. Chemical structures of bifenthrin and chlorpyrifos

	Chemical Structures	Chemical names
chlorpyrifos		O,O-diethyl O-3,5,6-trichloro-2-pyridyl phosphorothioate
bifenthrin		A reaction product of 2-methylbiphenyl-3-ylmethyl (1RS,3RS)-3- [(Z)-2-chloro-3,3,3-trifluoroprop-1-enyl]- 2,2-dimethylcyclopropanecarboxylate  and 2-methylbiphenyl-3-ylmethyl (1RS)-cis-3- [(Z)-2-chloro-3,3,3-trifluoroprop-1-enyl]- 2,2-dimethylcyclopropanecarboxylate

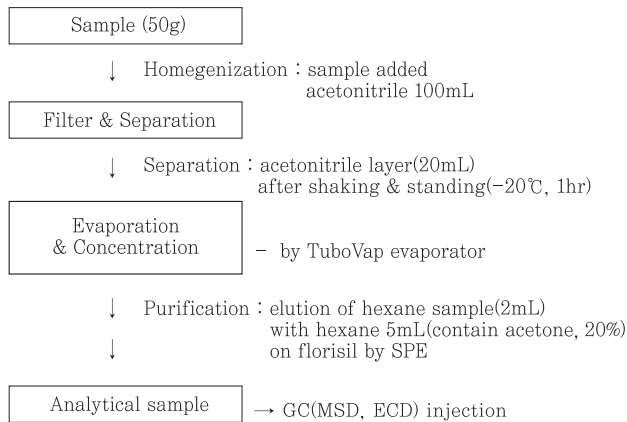


Fig. 1. Schematic diagram of sample preparation for analysis of pesticides.

### 재료 및 방법

#### 실험재료

#### 대상작물

본 실험에 사용된 대상작물은 부산시내 일반 묘목상에서 녹광 품종을 구매하여 5월~7월까지 2개월간 실내에서 키운 고추(*Capsicum annuum L.*)와 고춧잎을 식품공전의 농산물의 농약잔류허용기준시험법에 따라 가식부만 취하여 사용하였다.

#### 대상농약

대상작물에 인위적으로 처리시 사용된 농약은 충모리 (그로포수화제, chlorpyrifos 25%, 한국삼공), 캡처 (비펜스린 입상수화제, bifenthrin 8%, 동부정밀) 2종으로 시중 농약 판매점에서 구입하였다.

#### 시약 및 표준품

Acetonitrile, n-hexane 등 유기용매는 Merck 제 잔류농약

분석용 시약을, chlorpyrifos (98.4%), bifenthrin (97%) 농약 표준품은 Dr. Ehrenstorfer GmbH사의 제품을 사용하였다.

#### 첨가제

농약제거를 위해 사용된 첨가제로는 0.5% 합성세제액(LG 생활건강, 계면활성제16%), 5% 소금물(삼현식품, NaCl 88% 이상)로 각각 제작하여 사용하였다.

#### 실험방법

#### 농약처리

시중에서 구입한 충모리(그로포수화제, chlorpyrifos 25%, 한국삼공), 캡처(비펜스린 입상수화제, bifenthrin 8%, 동부정밀) 2종의 농약을 농약사용시침서<sup>14)</sup>의 사용기준에 따라 chlorpyrifos (20 g/20 l), bifenthrin (5 g/20 l)를 물에 희석시킨 후 1그루당 50 ml씩 농약살포기로 시료에 충분히 적셔 지도록 분무하였다.

#### 시료채취 및 조제

실내에서 약 80그루의 고추를 5월~7월까지 약 2개월가량 재배하여 열매를 맺은 고추를 햇빛은 드나 바람은 불지 않는 밀폐된 공간에서(기온 약 27°C, 습도 약 70%) 약제 살포 후 3시간 (1일차) 및 3, 5, 7, 10, 12, 16일차에 고추 및 고춧잎 시료를 채취하여 chlorpyrifos, bifenthrin의 잔류량을 조사하였다.

#### 농약 잔류량 측정

농약이 처리된 대상 작물들의 농약 잔류량 측정에 있어 전처리는 기본적으로 식품공전의 동시 다성분 시험법에(Fig. 1) 따랐다. 고추와 고춧잎 50 g에 acetonitrile 100 ml를 가해 homogenizer로 3000 rpm으로 2분간 마쇄 추출하였다. 여기에 NaCl 20 g을 넣고 10분간 진탕 후 -20°C 냉동실에 1시간 정치 후 상등액 20 ml를 취하여 진공회전농축기(40°C이하)에서 농축하여 acetonitrile를 제거 후 20% acetone 함유 hexane 2 ml에 재용해하여 SPE (Solid Phase Extraction) 정제용 시료로 사용하였다. Florisil cartridge (Sep-pak vac 3 cc,

Table 2. Analytical condition of GC/MSD and GC/ECD

	GC (MSD)	GC (ECD)
Instruments	Agilent Technologies 6890GC / 5973MSD	Agilent Technologies 6890 series II
Column	HP-5MS 30 m × 0.25 mm × 0.25 μm	HP-5 30 m × 0.25 mm × 0.25 μm
Oven	120°C (1 min)   5°C/min 200°C (1 min)   5°C/min 270°C (10 min)	120°C (1 min)   5°C/min 200 (1 min)   5°C/min 270°C (10 min)
Injector(Inlet) Temp.	250°C	260°C
Detector(Aux) Temp.	-	280°C

Table 3. Recovery and detection limit of the analytical method for pesticides in red pepper and red pepper leaves

Sample	Pesticide	Fortification(mg/kg)	Recovery $\pm$ C.V(%)*	Limit of Detection (mg/kg)
Red pepper	bifenthrin	0.5	94.2 $\pm$ 4.9	0.01
		1.0	92.0 $\pm$ 2.5	0.01
	chlorpyrifos	0.5	93.6 $\pm$ 3.4	0.01
		1.0	97.3 $\pm$ 1.7	0.01
Red pepper leaves	bifenthrin	0.5	89.5 $\pm$ 4.5	0.005
		1.0	97.7 $\pm$ 1.8	0.005
	chlorpyrifos	0.5	93.8 $\pm$ 3.2	0.005
		1.0	92.9 $\pm$ 2.9	0.005

\* Mean values of triplicate samples with coefficient of variation

Waters)에 hexane 5 mL를 가해 conditioning한 다음 시료 2 mL를 전개 후 20% acetone 함유 hexane 5 mL로 용출시켰다. 용출액을 TurboVap LV evaporator로 농축시킨 후 20% acetone 함유 hexane 1 mL로 재용해하여 Table 2.와 같은 조건으로 분석하였다. 분석장비 중 GC/MSD[Mass Selective Detector, Agilent(HP)사, USA]는 농약 검출여부 확인, GC/ECD[Electron Capture Detector, Agilent(HP)사, USA]로는 정량 분석하였다.<sup>6)</sup>

#### 분석기기

GC는 Agilent Technologies사의 6890N(U.S.A)으로써 Agilent Technologies automated sampler (China)를 설치 사용하였고 검출기는 Electronic Capture Detector (ECD)로 분석하였다. GC측정시 칼럼은 HP-5를 사용하였으며 최종 확인은 Agilent Technologies 5973 series mass selective detector GC/MSD (U.S.A)로 하였으며 측정조건은 Table 2.와 같다.

시료의 분쇄 및 균질화를 위해 BUCHI Mixer B-400 (Switzerland)와 OMNI Mixer Homogenizer를 사용하였고 회전 감압 농축기로는 BUCHI, 시료 농축 장치로는 Turbo Vap(Caliper)에 air (Jun-Air)를 연결하여 용매를 날려 보냈다.

#### 고추 부위별 농약의 잔류량 측정

부위에 따른 고추의 잔류량의 차이를 알아보기 위해 농약 살포 후 3일이 지난 고추를 채취하여 고추의 끝부분과 중간 부분의 나누어 각각 위와 같은 방법으로 bifenthrin과 chlorpyrifos의 잔류량을 측정하였다.

#### 수돗물 세척

농약을 인위적으로 처리한 공시재료를 균질화 시킨 후 50 g씩 달아 대조군은 즉시 대상농약들의 양을 분석하였으며, 나머지는 같은 방법으로 수돗물 8 L에 담아 막대로 흔들어 주면서 5분간 침지 후 흐르는 수돗물에 1분간 씻고 풍건하여 50 g씩 달아 분석하여 대조군과 비교하였다.

#### 첨가제를 이용한 세척

0.5% 세제액, 5% 소금물 2종의 첨가제액을 수돗물 8 L를 제작하여 각각 막대로 흔들어주면서 5분간 침지 후 흐르는 물에 1분간 씻고 풍건하여 50 g씩 달아 분석하여 대조군과 비교하였다.

#### 농약 제거율 계산

잔류농약 제거율은 대상작물에 농약을 일정시간 인위적으로 처리한 후 대조군을 만들고 첨가제로 세척 후 잔류농도와 비교하였다. 계산식은 다음과 같다.

농약제거율(%)=(1-처리군의잔류농도(mg/kg)/대조군의 잔류농도(mg/kg))\*100

#### 회수율 실험

Bifenthrin, chlorpyrifos를 무처리구의 고추, 고춧잎 50 g에 0.5 mg/kg, 1.0 mg/kg를 각각 처리한 후 3시간 정도 정치시키고, 상기 분석법에 따라 3반복 실험하여 회수율을 구하였다.

## 결과 및 고찰

#### 분석법의 회수율 및 검출한계

약제처리를 하지 않은 고추와 고춧잎 시료 50 g에 bifenthrin, chlorpyrifos 0.5 mg/kg, 1.0 mg/kg를 각각 처리한 후 3시간 정도 정치시키고, 상기 분석법에 따라 3반복 실험하여 구한 회수율은 Table 3.과 같다. 본 분석법의 고추 회수율은 bifenthrin의 경우 92.0~94.2%, chlorpyrifos는 93.6~97.3%이었으며, 변이계수는 각각 2.5~4.9%, 1.7~3.4%로 나타났다. 고춧잎의 회수율은 bifenthrin의 경우 89.5~97.7%, chlorpyrifos는 92.9~93.8%이고, 변이계수는 각각 1.8~4.5%, 2.9~3.2%로 나타났다. 검출한계(limit of detection, LOD)는 분석 크로마토그램상에서 피크의 높이가 baseline으로부터 피크를 인정할 수 있는 최소량으로 농약별 검출한계는 각각 0.01~0.005 mg/kg으로 본 분석법이 고추와 고춧잎의 농약 잔류량 분석에 적합하다고 판단되어 진다.

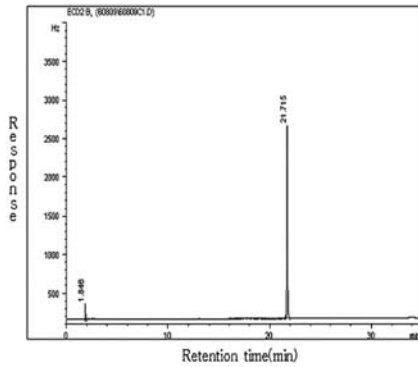


Fig. 2. Typical GC/ECD chromatogram of standard solution of chlorpyrifos, 6.74 mg/kg.

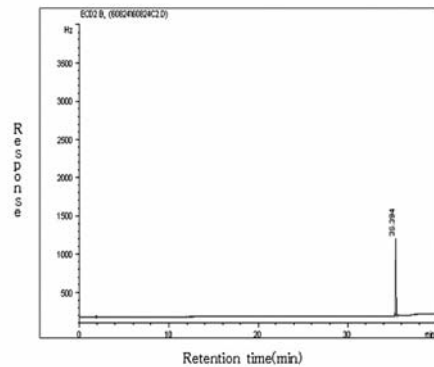


Fig. 3. Typical GC/ECD chromatogram of standard solution of bifenthrin, 5.86 mg/kg.

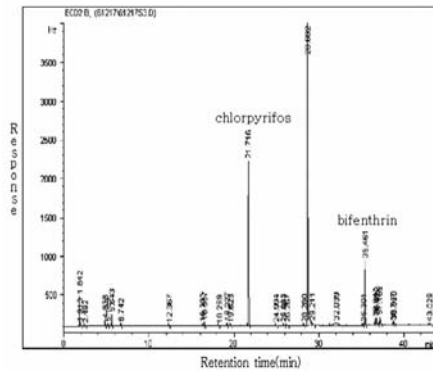


Fig. 4. Typical GC/ECD chromatogram of fortified red peppers with 6.74 mg/kg of chlorpyrifos and 5.86 mg/kg of bifenthrin.

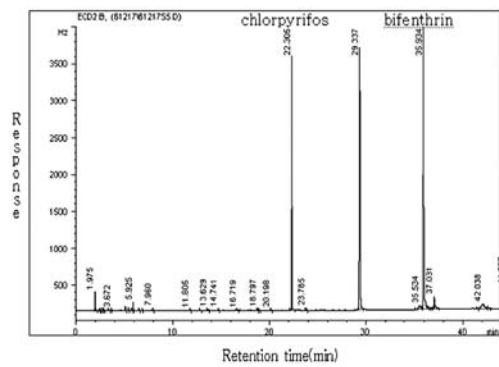


Fig. 5. Typical GC/ECD chromatogram of fortified red pepper leaves with 6.74 mg/kg of chlorpyrifos and 5.86 mg/kg of bifenthrin.

GC/ECD로 분석한 chlorpyrifos의 머무름시간(RT)은 Fig. 2.와 같이 21.7분이고 bifenthrin의 머무름 시간은 Fig. 3.과 같이 35.4분으로 나타났다. Fig. 4, Fig. 5.는 고추와 고춧잎을 GC/ECD로 분석한 것이다.

**고추열매와 고춧잎 중 농약잔류특성**

고추 재배 시 살포한 두 약제의 고추 중 경시적 잔류량 변화는 약제간의 다소 차이는 있으나 살포 후 시간이 경과함에 따라 그 잔류수준이 빠른 속도로 감소하였다.

실내에서 키운 고추와 고춧잎에 농약을 살포한 후 상기 분석법에 따라 3반복 실험한 잔류량 변화는 고추열매는 Fig. 6. 고춧잎은 Fig. 7.과 같다.

Chlorpyrifos는 고추열매에서 약제 살포 후 1일 경과 후 초기농도는 0.85 mg/kg, 16일 경과 후에는 0.14 mg/kg으로 잔류하였고, bifenthrin은 고추열매에 약제 살포 후 1일 경과 후 초기농도는 0.66 mg/kg, 16일 경과 후에는 0.08 mg/kg으로 나타났다.

고추열매에서 chlorpyrifos의 10일 후 잔류율은 약 21.8%이

고 16일 후 잔류율은 약 16.5%였다. bifenthrin의 10일 후 잔류율은 약 16.7%이고 16일 후 잔류율은 약 12.1%로 나타났다.

고추잎에서 chlorpyrifos는 약제 살포 후 1일 경과 후 초기농도가 20.11 mg/kg, 16일 경과 후 0.34 mg/kg으로 잔류하였고, bifenthrin은 약제 살포 후 1일 경과 후 초기농도가 6.44 mg/kg, 16일 경과 후에는 1.53 mg/kg으로 나타났다.

고춧잎에서 chlorpyrifos의 10일 후 잔류율은 약 4.3%이고 16일 후 잔류율은 약 1.7%였다. bifenthrin의 10일 후 잔류율은 약 40.8%이고 16일 후 잔류율은 약 23.8%로 나타났다.

Chlorpyrifos와 bifenthrin 모두 고춧잎에서 고추열매보다 초기 잔류량이 10배~20배정도 많았는데 이는 살포한 농약이 직접 옆면에 부착하고, 질량 대비 표면적(leaf area/sample weight)이 상당히 크기 때문인 것으로 알려져 있다<sup>9)</sup>.

작물 재배 기간 동안 살포된 농약의 작물체 중 잔류 특성은 농약 자체의 물리·화학적 특성에 의해 영향을 받는 것은 물론 제제 형태, 처리 방법 및 조건, 작물의 재배 조건, 기상 조건, 처리 후 수확까지의 경과 일수 등에 의해서 좌우된다<sup>4)</sup>.

또한 농약의 침투성은 식물마다 다양하며, 이는 잎의 형태적

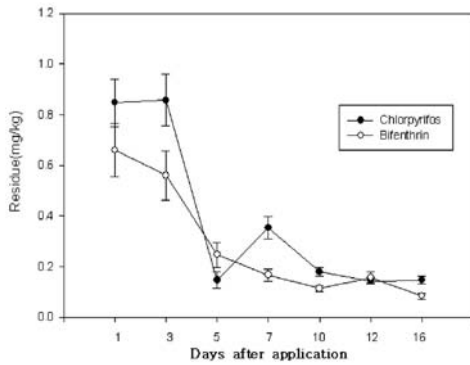


Fig. 6. Residue of chlorpyrifos and bifenthrin in red peppers.

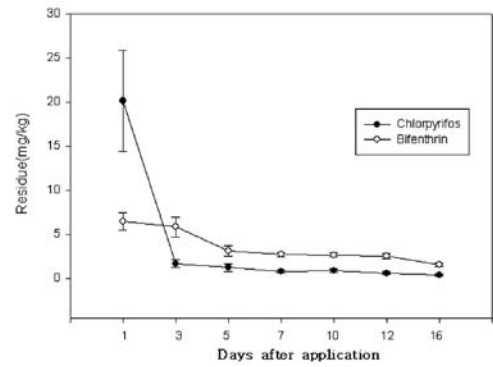


Fig. 7. Residue of chlorpyrifos and bifenthrin in red pepper leaves.

차이와 잎 표면털(trichomes)의 길이와 밀도, epicuticular wax층의 양과 축적상태 및 잎의 두께, cuticle의 화학적 특성에 따라 다양한 것으로 알려져 있다<sup>15)</sup>.

고추의 부위별 농약 잔류량

고추의 가식부에서 끝부분과 중간부분에 따른 농약 잔류량의 변화가 있는지 살펴보았다. 농약 살포 후 3일이 지난 고추를 채취하여 균질화 후 50 g을 취해서 상기 분석법에 따라 3 반복 실험을 한 결과는 Table 4.와 같다. 고추의 중간부분은 bifenthrin 0.25 mg/kg, chlorpyrifos 0.51 mg/kg, 끝부분은 bifenthrin 0.28 mg/kg, chlorpyrifos 0.52 mg/kg으로 중간부분, 끝부분의 농약 잔류량의 차이는 거의 없음을 알 수 있었다. 고추의 끝부분에 농약잔류가 많아서 끝부분을 제거하고 먹는 경우가 종종 있는데 이것은 속설임을 알 수 있었다.

세척에 따른 농약의 제거효과

채소류는 간단한 세척 후 그 자체로 직접 소비되기 때문에 세척에 의한 잔류 농약의 제거 연구는 중요하다.

약제 살포 후 3일이 경과한 고추를 채취하여 일반가정에서 행하는 방법에 준용하여 세척방법을 달리하여 상기 분석법에 따라 3반복 실험을 하여 제거율을 비교하였다.

Fig. 8., Fig. 9. 에서 나타난 결과처럼 농약의 제거율의 경우 전체적으로 chlorpyrifos는 20.9~62.3%, bifenthrin에서는 57.1~82.1%의 제거효율을 나타내어 bifenthrin이 약간

높은 제거율을 보였다. 유기인계 농약은 유용성이기 때문에 열매의 표면의 Wax층에서의 흡착, 침투가 일어나기 쉬워서 세척율이 낮아서 유기인계인 chlorpyrifos의 농약제거율이 낮은 것으로 생각된다.<sup>16)</sup> 세척방법별 제거율은 chlorpyrifos의 경우 수돗물 수세 시 약 20.9%의 세척율을 보였고, 5% 소금물에서는 약 51.2%, 0.5% 세제에서는 약 62.3%로 가장 높은 세척율을 보였다. Bifenthrin의 경우 수돗물 수세 시 약 57.1%, 5% 소금물에서는 약 76.8%, 0.5% 세제에서는 약 82.1%로 가장 높은 세척율을 보였다. 위의 실험에서 두개의 농약 모두

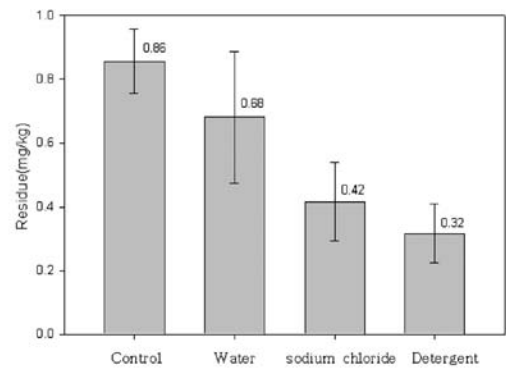


Fig. 8. Remaining residue of chlorpyrifos on red peppers after washing.

Table 4. Pesticides residue by a part in red peppers

Sample	Pesticides	Pesticide Residues(mg/kg) ±SD(Standard Deviation)
Red Pepper (a portion of middle)	bifenthrin	0.25 ± 0.04
	chlorpyrifos	0.51 ± 0.07
Red Pepper (Tail end)	bifenthrin	0.28 ± 0.08
	chlorpyrifos	0.52 ± 0.09

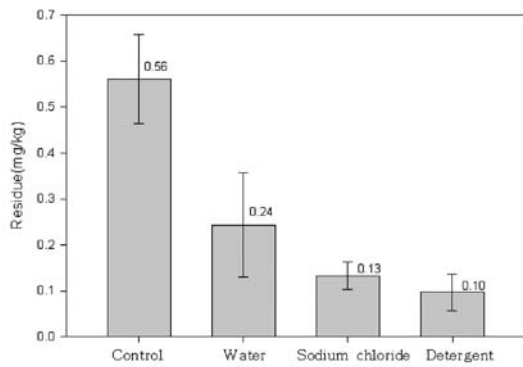


Fig. 9. Remaining residue of bifenthrin on red peppers after washing.

0.5% 세제에서 높은 세척율을 보였는데 이처럼 세제세척에 의한 제거 효과가 큰 이유는 이<sup>17)</sup> 등의 보고에 의하면 계면활성제의 작용에 의한 것으로 지용성 농약 성분을 유화시켜 표면장력을 저하시켜 세척하는 효과를 나타내기 때문이라고 하였다. 그러나 세제액으로 장시간 세척 시 오히려 과채류에 세제가 잔류하여 인체에 유해할 수 있으므로 짧은 시간 내에 세척을 해야 하며 세척 후에는 흐르는 물에서 30초 이상 씻어주어야 안전하게 섭취할 수 있을 것으로 사료된다.

## 결 론

본 연구에서는 고추 및 고춧잎에 유기인계 살충제 chlorpyrifos, 합성피레스로이드계 살충제 bifenthrin을 살포 후 시간경과에 따른 고추 및 고춧잎 중 잔류양상을 조사하여 잔류량의 변화를 예측하고 아울러 고추의 끝부분이 중간부분(어깨 부분)에 비해 농약의 잔류가 많이 된다는 속설을 검증하였고 또한 고추를 가정에서 일반적으로 행하는 수돗물 세척, 첨가제액 세척을 통한 잔류농약의 제거율을 조사하여 세척방법별 농약 제거효과를 알아본 결과는 다음과 같다.

1. Chlorpyrifos는 고추열매에서 약제 살포 후 1일 경과 후 초기농도는 0.85 mg/kg, 16일 경과 후에는 0.14 mg/kg으로 잔류하였고, bifenthrin은 고추열매에 약제 살포 후 1일 경과 후 초기농도는 0.66 mg/kg, 16일 경과 후에는 0.08 mg/kg으로 나타났다. 고추열매에서 chlorpyrifos의 10일 후 잔류율은 약 21.8%이고 16일 후 잔류율은 약 16.5%였다. bifenthrin의 10일 후 잔류율은 약 16.7%이고 16일 후 잔류율은 약 12.1%로 나타났다.

고춧잎에서 chlorpyrifos는 약제 살포 후 1일 경과 후 초기농도가 20.11 mg/kg, 16일 경과 후 0.34 mg/kg으로 잔류하였고, bifenthrin은 약제 살포 후 1일 경과 후 초기농도가 6.44

mg/kg, 16일 경과 후에는 1.53 mg/kg으로 나타났다.

고춧잎에서 chlorpyrifos의 10일 후 잔류율은 약 4.3%이고 16일 후 잔류율은 약 1.7%였다. bifenthrin의 10일 후 잔류율은 약 40.8%이고 16일 후 잔류율은 약 23.8%로 나타났다.

2. 고추의 중간 부분은 bifenthrin 0.25 mg/kg, chlorpyrifos 0.51 mg/kg, 끝부분은 bifenthrin 0.28 mg/kg, chlorpyrifos 0.52 mg/kg 으로 중간부분, 끝부분의 농약 잔류량의 차이는 거의 없음을 알 수 있었다.

3. 세척방법별 제거율은 chlorpyrifos의 경우 수돗물 수세 시 약 20.9%의 세척율을 보였고, 5% 소금물에서는 약 51.2%, 0.5% 세제에서는 약 62.3%로 가장 높은 세척율을 보였다. bifenthrin의 경우 수돗물 수세 시 약 57.1%, 5% 소금물에서는 약 76.8%, 0.5% 세제에서는 약 82.1%로 가장 높은 세척율을 보였다. 위의 실험에서 두개의 농약 모두 0.5% 세제에서 높은 세척율을 보였다.

## 참 고 문 헌

1. Lee Yong-Jae, Ko Kwang-Yong, Won Dong-Jun, Gil Geun-Hwan and Lee Kyu-Seung, "Residue Patterns of Procymidone, chlorpyrifos and Cypermethrin in Peaches During Cultivation and Storage Period", *Korean J. Environ. Agric.*, 22(3), pp220-226(2003)
2. Yong K. C., Oh M. S., Kim J. H., Jung H. R., Jung J. A, Kim Y. S. and Yim J. R., "A Study on the Decomposition of Pesticide Residues in Vegetables from Plastic Film Houses", (2001)
3. Kim Young-Gook, Lim Tae-Gon, Park Sang-Su, Heo Nam-Chil and Hong Suk-Soon, "A Study on Residual Pesticides in Commercial Fruits & Vegetables", *Korean J. FOOD SCI. TECHNOL* 32(4), pp763-771(2000)
4. Moon Joon-Kwan, Park Hee-Won, Choi Hoon, Hong Yong-Soon, Liu Kwang-Hyeon, Lee Youn-Hyung, Lee Kyu-Seung and Kim Jeong-Han, "Residue Pattern of Fenitrothion in Grapes", *J. Kor. Soc. Hort. Sci.* 44(4), pp497-502(2003)
5. Ku Pyung-Tae, Jin Seong-Hyun, Kang Jung-Mi, Kwon Hyuk-Dong, Park Sun-Hee and Lee Ji-Yoon, "A Study on the Removal Efficiency of Pesticide Residues in Fruits and Vegetables Treated by Additional Materials", *J. Korean Soc. Appl. Biol. Chem.* 48(4), pp388-393(2005)
6. Korea Food & Drug Administration, "Food Code", pp263-269(2003)

7. 이희동, 임양빈, 권혜영, 김진배, 경기성, 박승순, 오병렬, 임건재, 김장억, “시설재배에서의 박과 과채류 중 살포농약의 잔류특성”, *농약과학회지*, 9(4), pp359-364(2005)
8. Lee Hee-Dong, Kyung Kee-Sung, Kwon Hye-Young, Kim Jin-Bae and Park Seung-Soon, Study on Pesticide Residue Patterns in Crops.
9. 성기용, 최규일, 정몽희, 허장현, 김정규, 이규승, “시설재배 고추중 Bitertanol 및 Tebuconazole 잔류양상”, *J. Korean Soc. Appl. Biol.Chem.* 47(1), pp113-119(2004)
10. Hong Hyun-Sub, Zhe Zhu-Yong, Park Dong-Sik and Hur Jang-Hyun, “Residue and Safety Evaluation of bifenthrin 8% WP in Hot Pepper and Hot Pepper leaves”, *J. Agr. Sci.* 15, pp1-7(2004)
11. Kim Young-Sook, Park Ju-Hwang, Park Jong-Woo, Lee Young-Deuk, Lee Kyu-Seung and Kim Jang-Eok, “Residue Levels of chlorpyrifos and Chlorthalonil in Apples at Harvest”, *Korean J. Environ. Agric.* 22(2), pp130-136(2003)
12. Lee Seug-Jong, Hur Jang-Hyun, Han Dae-Sung, Kim Song-Mun, “Residues of Fenpropathrin in fruits and leaves of red pepper”, *J. Agr. Sci.* 7,(1996)
13. 식품의약품안전청, 식품의 농약 잔류허용기준, p230, pp254-256(2005)
14. 농약공업협회, 농약사용지침서, pp404-406, pp512-513(2006)
15. Ecobichon, D. J., “In Occupational Hazards of Pesticide exposure : sampling, monitoring, measuring”, *Taylor & Frnaxis Press, Phladelphia*, pp51-80(1999)
16. Yoon Chae-Hyuk, Park Woo-Churl, Kim Jang-Eok and Kim Chung-Hyo, “Removal Efficiency of Pesticide Residues on Apples by Ultrasonic Cleaner”, *Korean J. Environ. Agric.* 16(3), pp255-258(1997)
17. Lee H. O. and Park Y. S., “Present conditions of surfactant industry and technical *developments*”, KINITI Technical Report, 3,(1992)