

파프리카 잎 중 Chlorfenapyr의 잔류량 변화와 점박이응애에 대한 잔효 생물 활성

조규성 · 이소정 · 이동열 · 김영진 · 김경열 · 정부근¹ · 강규영*

경상대학교 응용생명과학부(BK21 농생명산업 글로벌 인재육성 사업단) & 경상대학교 농업생명과학연구원,
¹경상남도농업기술원 친환경연구과

(2011년 8월 8일 접수, 2011년 9월 2일 수리)

Persistence of Chlorfenapyr in Paprika Leaf and Its Residual Biological Activity to Two Spotted Spider Mite, *Tetranychus urticae*

Kyu Song Cho, So Jung Lee, Dong Yeol Lee, Yeong Jin Kim, Kyoung Youl Kim,
Bu-Keun Chung¹ and Kyu Young Kang*

Division of Applied Life Science (BK21 Program) & Institute of Agriculture and Life Science, Gyeongsang National University, Jinju, 660-701, Korea, ¹Division of Plant Environment, Gyeongnam Agricultural Research and Extension Services, Jinju, 660-370, Korea

Abstract

A comparative experiment was conducted to investigate the persistence of chlorfenapyr residue and its biological activity to two spotted spider mite, *Tetranychus urticae*, after treatment of chlorfenapyr suspension concentrate (10% SC) on paprika plants at recommended (2000 times dilution) and double dosage. Biological half-lives of chlorfenapyr were estimated as 8 and 5 days in leaves and fruits of paprika plants, respectively. While initial deposits of chlorfenapyr residues in leaves at recommended and double dosages were 22.22 and 37.75 $\mu\text{g g}^{-1}$ at the time of application, its residue decreased to 1.56 $\mu\text{g g}^{-1}$ and 3.62 $\mu\text{g g}^{-1}$ at 29 days after treatment, respectively. Residual biological activity of chlorfenapyr SC to *T. urticae* at recommended dosage lasted for 7 or 15 days on the basis of 24 or 48-hrs mortality test assayed with feeding on excised leaf chlorfenapyr-treated. The control efficacy to the mite showed a good agreement with the persistence of chlorfenapyr residues in leaves.

Key words Chlorfenapyr, residue, biological toxicity, *Tetranychus urticae*, paprika

서 론

최근 파프리카의 수요가 급증하고 있고, 대외적으로 일본이나 대만, 중국, 미국 등에 수출이 증가하고 있다. 특히 일본 시장의 50% 이상을 점유할 만큼 국내에서 재배한 파프리카 품질이 우수함을 인정받고 있고 또한 그에 따라 재배기간 중에 사용한 농약의 안전성에 대한 중요성도 증가하고 있다(한

국농촌경제연구원, 2008). 파프리카에 발생하는 주요 해충 중 꽃노랑총채벌레, 담배나방, 차면지응애류를 방제하는데 사용하는 농약으로 chlorfenapyr가 등록되어 있다.

Chlorfenapyr는 arylpyrrole 계통의 살충·살비제로(Anon, 1995) log Pow가 4.83으로 알려진 비극성 화합물이며 물에는 거의 용해되지 않는다. 물에서의 반감기는 pH 4-9 범위에서 4.8-7.5일이고, 토양에서의 이동성은 거의 없는 것으로 알려져 있다(Tomlin, 2006). Chlorfenapyr는 카바메이트, 유기인계, pyrethroids, 키턴합성 저해 살충제 등과는 작용기작

*연락처 : Tel. +82-55-772-1961, Fax. +82-55-772-1969
E-mail: kykang@gnu.ac.kr

이 상이하여 이들 기존 살충제들에 대한 저항성 해충 방제에 매우 효과적이다(N'Guessan et al., 2007). 응애류에 대한 활성은 *Tetranychus*종(점박이응애, 차응애) 응애의 전생육기에 특효적으로 작용하는 한편, *Panonychus*(사과응애)와 *Oligonychus*(전나무잎응애)종에는 효과가 약하다(Gotoh et al, 2001). 또한, 식독효과가 가장 크지만 접촉독성도 가지고 있고 식물체에 중간 정도의 잔류독성을 가지고 있다(Lovell et al., 1990). 이 농약은 pro-insecticide로서 곤충 체내에 침투된 후 외부물질에 대한 체내 방어효소의 일종인 mixed function oxidases (MFO)에 의하여 *N*-ethoxymethyl 그룹이 분해되면서 독성이 더욱 강한 살충제로 변환된다. 변환된 chlorfenapyr는 미토콘드리아의 전자 전달계에서 일어나는 인산화반응 과정에 개입하여 탈공역작용을 통하여 ATP의 생성을 저해함으로써 살충작용을 나타낸다(Hunt, 1996; Tomlin, 2006).

Chlorfenapyr는 파프리카에 발생하는 꽃노랑총채벌레(*Frankliniella occidentalis*), 담배나방(*Heliothis assulta*), 차면지응애(*Polyphagotarsonemus latus*)에 각각 발생초기 7일 간격, 발생초기 10일 간격, 한 잎 당 응애 2-3마리 발생 시 살포하도록 추천되어 있으며(한국작물보호 협회, 2010) 과실 중 잔류허용기준(maximum residue limit, MRL)은 국내에서 $0.7 \mu\text{g g}^{-1}$ 이고 일본에서 $1.0 \mu\text{g g}^{-1}$ 으로 고시되어 있다(농업과학기술원, 2008; 식품의약품안전청, 2011). 응애는 일반적으로 고온에서 빠르게 분산된다. 일반적으로 파프리카의 공중습도를 관리하기 위해 두상관수가 도움이 되지만 수분공급 및 분산으로 잿빛곰팡이균에 감염될 우려가 있어 이

를 방지하기 위해 두상관수를 감소시키는 과정에서 응애의 발생을 조장하기도 한다.

본 실험에서는 살포한 chlorfenapyr의 파프리카 과실과 잎에서의 잔류량을 분석하여 생물학적 반감기와 잔류 소장량을 조사하고, 살포 후 일정기간동안 잎을 채취하여 실내에서 점박이응애에 대한 생물학적 잔효 활성을 비교 검토하였다.

재료 및 방법

시약 및 기구

잔류분석을 위하여 사용한 chlorfenapyr의 분석용 표준품(순도 99.0%)은 Dr. Ehrenstorfer(독일)로부터 구입하여 시험농약의 표준품으로 사용하였으며, 추출 및 정제를 위해 사용한 acetone과 hexane은 Merck 사(독일)에서 구입하여 사용하였고, SPE 정제를 위해 사용한 amino cartridge(MEGA BE-NH₂ cartridge 1.0 g, 6 mL)는 Varian 사(미국)에서 구입하여 사용하였다.

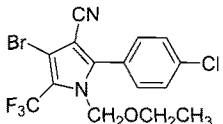
시험약제

시험에 사용한 chlorfenapyr의 물리화학적 특성은 각각 표 1, 표 2와 같다.

약제처리 및 시료수확

실험에 사용한 파프리카(*Capsicum annum*, cv: Special) 묘는 경상남도농업기술원 내 유리온실에서 재배하였다. 파프

Table 1. Physicochemical properties of chlorfenapyr (Tomlin, 2006)

Pesticide	Chemical structure	Molecular weight	Vapor pressure (mPa)	log Pow	DT50 in water (day)
Chlorfenapyr		407.6	$<1.2 \times 10^{-2}$ (20°C)	4.83	4.8-7.5

*KFDA (2011)

Table 2. Pesticide uses and safe use guideline of chlorfenapyr on paprika (Korea Crop Protection Association, 2010)

Pesticide	Target pests	Formulation	A.I. ^{a)} (%)	Dilution	Safe use guideline	
					PHI ^{b)} (day)	MAF ^{c)} (time)
Chlorfenapyr	<i>Frankliniella occidentalis</i> , <i>Heliothis assulta</i> , <i>Polyphagotarsonemus latus</i>	SC ^{d)}	10	10 ml/20 L	3	3

^{a)}Active ingredient

^{b)}Pre-harvest interval

^{c)}Maximum application frequency

^{d)}Suspension concentrate

리카묘의 엽령 및 크기가 약제처리 당시 본엽 8매 이상 출현 하였을 때 20개의 pot 단위로 3개의 처리구 별로 그룹을 설정한 다음 chlorfenapyr(10% SC, 상표명: 섹큐어)를 기준량 (10 ml 20 L⁻¹)과 배량(20 ml 20 L⁻¹)이 되도록 희석하여 2007년 3월 25일 배부식 분무기로 엽면살포하였고 농약무처리의 대조구는 증류수를 처리하였다. 처리 후 0, 1, 2, 3, 5, 7, 10, 15, 22 그리고 29일째 파프리카 잎 10매 이상을 채취하였고, 열매는 처리 후 0, 1, 2, 3, 5, 7, 10, 15일째 시료를 1 kg 이상씩 수확하여 -20°C에 저장하였다.

Chlorfenapyr 잔류 분석

Conical tube에 파프리카 잎 4 g을 칭량하고 acetone 15 ml을 정확히 첨가하여 homogenizer로 분쇄하여 120 rpm shaker에서 30분간 진탕 추출하였다. 진탕 추출한 시료는 유리 깔대기에 No.2 filter paper를 올리고 여기에 추출한 시료를 여과시켜 고형물을 제거하고 5 ml의 acetone을 이용하여 용기 및 잔사를 씻어 앞의 여과액과 합한 후, 이중 5 ml을 정확히 취하고(시료 1 g 해당량) 감압 농축하여 용매를 유기한 후 포화식염수 20 ml을 첨가하여 새로운 conical tube로 옮기고 hexane 20 ml로 3회 분배 추출하여 전량을 농축하였다. 농축한 시료를 hexane 5 ml에 재용해한 후 hexane 5 ml로 activation한 Mega NH₂(1 g/6 ml, Varian, USA) 카트리지에 시료용액 5 ml을 loading 하였다. 그런 다음 hexane 5 ml 2회로 washing 하고, acetone 5 ml 2회로 용출하여 용출액은 질소기류농축기를 이용해 용매를 날려 보낸 후 acetone 5 ml로 재용해하여 기기분석을 수행하였다. 열매는 믹서기를 이용하여 마쇄하고 50 g을 칭량한 후 acetone 150 ml을 첨가하여 120 rpm shaker에서 30분간 진탕 추출하였다. 진탕 추출한 시료는 유리 깔대기에 No.2 filter paper를 올리고 여기에 추출한 시료를 여과시켜 고형물을 제거하고 50 ml의 acetone을 이용하여 용기 및

잔사를 씻어 앞의 여과액과 합한 후, 이중 20 ml을 정확히 취하여(시료 5 g 해당량) 감압 농축하여 용매를 유기한 후 포화식염수 20 ml을 첨가하여 conical tube로 옮기고 hexane 20 ml로 3회 분배 추출하여 전량을 농축하였다. 농축한 시료는 앞서의 NH₂ 카트리지 정제법과 동일한 방법으로 정제한 후 acetone 20 ml로 용해하였다. 이러한 과정을 통해 조제한 잎과 열매 시료용액은 electron capture detector(ECD)가 장착된 gas-liquid chromatograph(GLC)에 주입, chromatogram상의 peak 높이를 측정하고 표준 검량선에 의해 함유농도를 산출하였다 (Cao et al., 2005). 기기분석조건은 표 3과 같다.

회수율 시험

재배기간 중에 시험약제를 처리하지 않은 시료에 acetone에 녹인 chlorfenapyr 표준용액을 0.5 µg g⁻¹, 2.5 µg g⁻¹ 되게 처리하고 균일하게 혼합하여 상기 잔류 분석과정을 수행하여 회수율을 구하였다.

점박이응애에 대한 잔효 생물학적 독성

점박이응애는 농촌진흥청 농업과학기술원 곤충산업과에서 보유중인 감수성계통으로 2006년 5월에 분양 받아서 경상남도 농업기술원 친환경연구과 해충연구실에서 약제에 노출 없이 강낭콩 유묘를 사용하여 누대 사육하던 계통이었다. 사육 케이지안의 강낭콩에서 사육중인 점박이응애가 파프리카에 적용할 수 있도록 케이지 안에 고추묘를 넣고 점박이응애가 자라고 있는 강낭콩 잎을 고추유묘 위에 두고 일정시일이 경과하게 두었다. 이렇게 하여 고추 잎으로 이동하여 증식한 점박이응애를 파프리카 잎에 접종하여 실험용 공시충으로 사용하였다.

실험방법으로 반복당 직경 5.5 cm의 페트리디쉬에 여과지 2장을 보습을 위하여 물이 흐르지 않을 정도로 적신 후 그

Table 3. Gas chromatography conditions for the analysis of the chlorfenapyr residue in paprika

Instrument	CP-3800 gas chromatograph with autosampler (Varian, USA)
Column	DB-5, 30 m × 0.25 mm i.d., 0.25 µm film thickness (J&W, USA)
Detector	Electron capture detector
Flow rate	Carrier gas (N ₂) 1 ml min ⁻¹ , Make-up gas (N ₂) : 60 ml min ⁻¹
Temperature (°C)	Oven : 200°C (maintained for 10 min), increased to 250°C at a rate of 10°C min ⁻¹ (maintained for 2 min), increased to 300°C at a rate of 20°C min ⁻¹ (maintained for 2 min) Injector : 280°C, Detector : 300°C
Sample size	1 µL
Split ratio	20:1

위에 페트리디쉬의 내경과 동일한 크기로 농약 처리한 후 일정 간격으로 채취해온 파프리카 잎을 잘라 뒷면이 위로 오도록 하여 두었다. 파프리카 잎에 점박이응애 성충을 잎 위에 20마리씩 붓으로 접종하고 응애가 도망가지 않도록 랩을 씌웠다. 생사충의 조사방법은 접종 후 24, 48시간 후 현미경으로 조사하였고, 생사충의 판정기준으로 잎에 붙어서 다리를 움직이는 경우 생충으로 간주하였다. 처리는 약제농도 수준별로 각각의 페트리디쉬가 1반복이 되도록 하여 총 5반복으로 수행하였다. 처리한 살충제의 잔효 활성을 조사하기 위하여 약제처리 후 0, 1, 2, 3, 5, 7, 10, 15, 22, 29일이 경과한 시점에 파프리카 잎을 채취하여 실내로 가져와서 시들지 않도록 엽병을 솜으로 말고 물이 든 50 ml 삼각플라스크에 점박이응애를 상기와 같은 방법으로 접종할 때까지 두었다.

사충률과 보정 사충률 조사는 아래와 같은 계산식을 사용했다.

$$\text{사충률} = (\text{접종한 응애 수} / \text{생존한 응애 수} / \text{접종한 응애 수}) \times 100$$

$$\text{보정 사충률} = [(\text{처리구 사충률} - \text{무처리구 사충률}) / (100 - \text{무처리구 사충률})] \times 100$$

결과 및 고찰

분석법의 회수율과 검출한계

본 연구에서 이용한 잔류분석법을 회수율 시험으로 검증한 결과, 잎의 경우 0.5 $\mu\text{g g}^{-1}$ 과 2.5 $\mu\text{g g}^{-1}$ 첨가하였을 때 평균 회수율은 각각 112.0% 및 106.7%로 나타났다. 열매의 경우 회수율은 0.5 $\mu\text{g g}^{-1}$ 처리 시 99.5%, 2.5 $\mu\text{g g}^{-1}$ 처리 시 92.0%로 나타났다(Table 3). 또한 반복 간 분석오차는 잎과 열매 모두에서 5% 미만의 우수한 재현성을 나타내었다. 무처리 시료의 chromatogram에서 chlorfenapyr(retention time 15.6 min) 인근에 간섭이 관찰되지 않았으므로 검량선에 의하여 산출한 검출한계는 0.05 $\mu\text{g g}^{-1}$ 으로 평가되었다. 이러한 회수율 분석

오차 및 검출한계는 식품의약품안전평가원에서 규정한 잔류 분석법 기준과 잘 부합하였으며 본 연구에서 chlorfenapyr 잔류소장을 구명하기에 충분한 감도라고 판단되었다.

파프리카에서 chlorfenapyr 잔류 소장

파프리카 잎 중 chlorfenapyr의 생물학적 반감기는 Microsoft사의 Microsoft Excel program(version 2007)을 이용한 지수곡선식으로 산출하였다. 파프리카 잎 중 chlorfenapyr의 잔류소장을 약제 살포 후 29일까지 조사한 기준량과 배량처리 구간에서 생물학적 반감기는 모두 8일이었다(Fig. 1). 이는 취나물에서 반감기 3.5일 보다 2배 이상 긴 결과를 얻었다(임 등, 2011). 파프리카 잎에서 chlorfenapyr 최대 잔류량은 추천 약량 처리 시 처리 후 1일에 22.22 $\mu\text{g g}^{-1}$ 이었으며, 배량 처리 시 37.75 $\mu\text{g g}^{-1}$ 이었고, 최소 잔류량은 29일에 정량 처리 시 1.56 $\mu\text{g g}^{-1}$, 배량 처리 시 3.62 $\mu\text{g g}^{-1}$ 이었다.

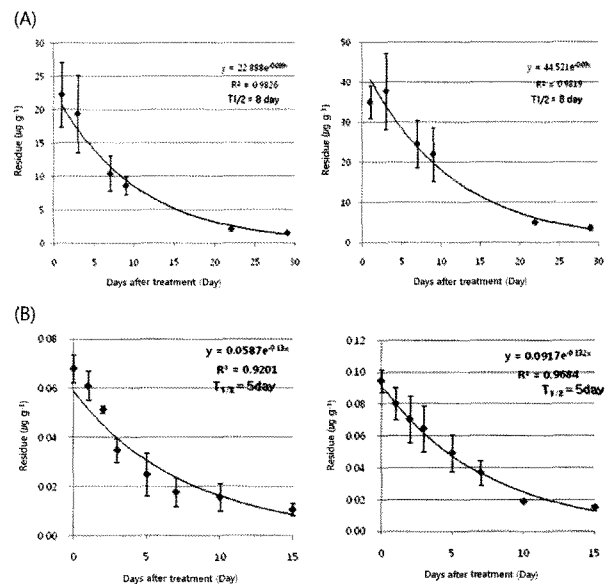


Fig. 1. Changes of chlorfenapyr residues in the leaf (A) and fruit (B) of paprika after treatment at the recommended or double dosage (Left : recommended dosage, Right : double dosage).

Table 4. Recovery of chlorfenapyr from the leaf and fruit samples

Plant part	Fortification level ($\mu\text{g g}^{-1}$)	Recovery \pm CV ^{a)} (%)	LOD ^{b)} ($\mu\text{g g}^{-1}$)
Leaf	0.5	112.0 \pm 3.1	0.05
	2.5	106.7 \pm 2.8	
Fruit	0.5	99.5 \pm 3.6	0.05
	2.5	92.0 \pm 3.4	

^{a)}Coefficient of variation = (standard deviation / mean recovery) \times 100

^{b)}Limit of detection

과실의 경우 chlorfenapyr의 생물학적 반감기는 추천 약량 및 배량 처리 시 5.0일로 앞에서 보다 다소 짧았으며 전 처리 기간 과실에서 MRL인 $0.7 \mu\text{g g}^{-1}$ 을 초과 하지 않았다.

점박이응애에 대한 잔효 생물 활성

Chlorfenapyr(10% SC)를 경엽 처리한 후 경시적인 관점에서 파프리카 잎에 발생하는 점박이응애의 사충률 변동을 조사한 결과는 Fig. 2와 같다.

점박이응애 보정사충률은 약제살포 7일 경과한 다음, 접촉하여 24시간 후에 조사하였을 때 기준량과 배량 처리구에서 각각 100%와 96.3%로 나타났다. 처리 15일 경과 후 기준량 처리구에서는 25.3%로 급격하게 감소한 반면 배량 처리구에서는 67%였고, 22일 경과 후에는 기준량과 배량 모두 이미 실질적인 방제를 기대하기 힘들었다.

약제 처리 후 9일과 15일 경과한 다음, 총 접촉 48시간 후에 기준량 처리구에서 보정사충률이 각각 100%와 91.1%였다. 또한 배량 처리구에서 15일 경과 시까지 100%의 보정사충률을 보여 실질적인 유효 살충력을 보이는 기간이 약 15일 정도 지속하였다. 그 이후 추천량에서는 24시간 처리구와 마찬가지로 급격한 사충률의 감소를 보인 반면 배량에서는 다소 완만한 감소세를 보였다. 처리 후 29일에는 기준량과 배량에서 각각 42.5%와 48.8%의 보정사충률 수준을 보였다.

접촉 24, 48시간 후 100% 치사율을 보이는 기간에 대한 chlorfenapyr의 잔류량은 기준량과 배량 처리구에서 약제 살포 후 7일 경과시에 각각 $10.4, 24.5 \mu\text{g g}^{-1}$ 이었으며, 기준량 처리 후 9일 경과 후에 $8.6 \mu\text{g g}^{-1}$, 배량 처리 후 15일 경과 후에는 $11.5 \mu\text{g g}^{-1}$ 이었다.

Chlorfenapyr의 해충에 대한 LD₅₀은 $8.4 \mu\text{g g}^{-1}$ 으로 본 실험

힘에서 작물체내에서의 LD₅₀ 과 일치되는 일자는 기준량 9일 배량은 20일 이었다. 점박이응애를 접촉한 후 24시간째 약효를 측정된 결과는 농약 잔류량과 일치함을 확인할 수 있었으며, 방제효과는 7일 전후 인 것으로 판단된다. 48시간 약효를 측정된 경우의 해충의 반수치사일이 22, 29일로 나타났으며, 이때 농약의 잔류량은 LD₅₀의 약 1/4정도 되는 2.14, 3.62 $\mu\text{g g}^{-1}$ 이었다. 이 결과로 볼 때 작물체내에서 농약의 잔류량과 실제 LD₅₀값과는 차이가 다소 있음을 확인할 수 있었으며, 정량 처리 시에도 그 효과가 최소 15일 이상 유지됨을 확인할 수 있었다.

실제 온실에서 점박이응애를 방제하기 위하여 chlorfenapyr를 살포하는 점을 고려할 때, 24시간이나 48시간 후에 약효를 비교, 적용하는 것은 어렵지만, 작물 재배자의 관점에서는 방제여부가 중요할 것이다. 실질적인 방제는 48시간에 조사한 결과가 더 중요할 수 있으나 약효가 신속하게 나타나기를 바라는 측면에서는 24시간 후의 결과도 고려할 필요가 있다. 약효의 지속기간은 점박이응애 접촉 24시간 후에 약효를 조사하였을 때 7일 정도, 48시간 후에 약효를 조사하였을 때는 약 2주 정도 실질적인 약효가 유지되었다. 이는 잎 중 잔류하는 농약의 상대적 농도보다는 해충이 농약을 포함하는 먹이를 섭취한 총량이 치사량에 도달 할 수 있느냐가 보다 중요한 요소임을 시사한다.

이러한 결과는 약제를 처리한 후에 점박이응애를 접촉하였다는 점과 사용한 층이 실내 감수성계통이라는 점을 고려할 때 포장에서 실질적인 약효를 논하는 데 있어서 다소 차이가 있을 수 있다. 실제로 포장조건에서 점박이응애는 약제에 노출된 이후부터 죽기까지 chlorfenapyr가 처리된 파프리카 잎에 24시간이나 48시간 보다도 더 긴 시간동안 노출되고 있을 수 있고, 반대로 포장에서 발견되는 점박이응애는 실내 감수성계통이 아니고 수준은 다르지만 다소의 내성을 보이거나 chlorfenapyr 뿐만이 아니고 다른 약제에 대해서도 다소 저항성을 나타내고 있을 수 있으므로 포장결과를 예단하는 것은 어렵다고 본다. 그러나 이러한 시도가 포장상황을 예측하는 한 표준으로서 중요한 자료가 될 것으로 생각된다.

또한 본 실험 결과 chlorfenapyr 살포 후 9일까지 48시간 지속 시 치사율이 100%로 나타난 것으로 볼 때 약제 살포 후 9일 이전엔 추가적인 방제를 하지 않아도 점박이응애의 방제에 문제가 없을 것으로 생각된다. 이는 박 등(1999)이 chlorfenapyr 유제와 과립수화제 $50 \mu\text{g g}^{-1}$ 처리 시 오이충체벌레에 대한 약효 지속기간 9일과 아주 유사한 결과를 얻었다.

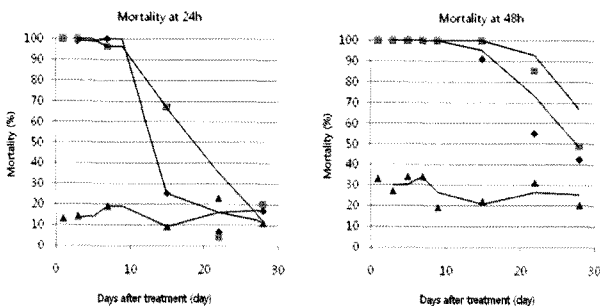


Fig. 2. Residual biological activity of chlorfenapyr to two spotted mite, *Tetranychus urticae*, treated to the paprika plant in greenhouse. Mortality at recommended and double dosage was expressed. Real mortality in untreated control (▲), recommended dosage (◆), and double dosage (■).

감사의 글

본 연구는 농림수산물부 농림수산물기술기획평가원 파프리카 연구사업단의 지원으로 수행되었으며, 이에 감사드립니다.

>> 인 / 용 / 문 / 헌

- Gotoh, T., Y. Kitashima, K. Goka and T. Nagata (2001) Susceptibility of the red spider mite, *Oligonychus coffeae* (Acari: Tetranychidae), to acaricides on tea plants in Japan. *Internat. J. Acarol.* 27(4):303-307.
- Anon (1995) AC 303,630 insecticide-miticicide. American Cyanamid Company, pp. 1-20.
- Lovell, J. B., D. P. Wright, Jr. I. E. Grad, T. P. Miller, M. F. Treacy, R. W. Addor and V. M. Kamhi (1990) AC 303,630 An insecticide/acaricide from a novel class of chemistry. Brighton Crop Protection Conference-Pests and Diseases: pp. 37-42.
- Tomlin, C.D.S. (2006) *The Pesticide Manual*, 14th ed. British Crop Protection Council, London, United Kingdom.
- Hunt, D.A. (1996) 2-arylpyrroles: a new class of insecticide. Structure, activity, and mode of action. *Pesticide Science.* 47, pp. 201-202.
- N'Guessan, R., P. Boko, A. Odjo, M. Akogbeto, A. Yates, M. Rowland (2007) Chlorfenapyr: A pyrrole insecticide for the control of pyrethroid of DDT resistant anopheles gambiae (Diptera: Culicidae) mosquitoes. *Acta Tropica.* 102(1), pp. 69-78.
- Cao, Y., J. Chun, Y. Wang, J. Liang, L. Chen, Y. Lu. (2005) HPLC/UV analysis of chlorfenapyr residues in cabbage and soil to study the dynamics of different formulations. *Science of the Total Environment.* 350(1-3), pp. 38-46.
- 농촌진흥청 농업과학기술원 (2008) 일본 수출용 파프리카 안전사용 지침, pp. 14.
- 박종대, 이호범, 김도익, 김선근, 송성도 (1999), 오이총채벌레에 대한 클로르페나피르 (AC303 630) 약효와 약효지속기간, 한국농약과학회지, 3(2):69-73.
- 임종성, 홍지형, 이초롱, 한국탁, 이유리, 이규승 (2011), 취나물의 재배기간 중 살충제 chlorfenapyr와 살균제 fenarimol의 생산단계 농약잔류허용기준의 설정, 한국환경농학회지, 30(1):52-59.
- 한국농촌경제연구원 (2008) 파프리카 산업의 현황과 과제, pp. 60.
- 한국작물보호협회 (2010) 농약사용지침서, pp. 614.
- 식품의약품안전청 (2011) 식품의 농약 잔류허용기준, pp. 87.
- 식품의약품안전평가원 (2009) 식품공전 잔류농약 분석법 실무 해설서, pp. 82.

파프리카 잎 중 Chlorfenapyr의 잔류량 변화와 점박이응애에 대한 잔효 생물 활성

조규성 · 이소정 · 이동열 · 김영진 · 김경열 · 정부근¹ · 강규영*

경상대학교 응용생명과학부(BK21 농생명산업 글로벌 인재육성 사업단) & 경상대학교 농업생명과학연구원

¹경상남도농업기술원 친환경연구과

요약 파프리카 잎에서 chlorfenapyr의 잔류기간 및 응애에 대한 약효 지속효과를 알아보기 위해 chlorfenapyr를 기준량, 배량으로 살포하여 농약 잔류량 및 점박이응애의 사충율을 조사하였다. 기준량과 배량처리 모두 chlorfenapyr의 잎에서 반감기는 8일이었으며, 초기 잔류 농도는 기준량처리 시 $22.22 \mu\text{g g}^{-1}$ 이었고 배량 처리 시에는 $37.75 \mu\text{g g}^{-1}$ 으로 29일째 분석 시 기준량은 $1.56 \mu\text{g g}^{-1}$, 배량은 $3.62 \mu\text{g g}^{-1}$ 로 나타났다. 열매에 대한 반감기는 5일로 잎에서 보다 짧았으며 잔류량은 MRL 수준을 초과하지 않았다. 점박이응애를 접종하여 24시간, 48시간 후 사충율을 조사한 결과 24시간 처리구의 방제효과는 7일까지 지속되었다. 48시간 처리구는 농약 처리 후 15일 경과한 잎에서도 방제 효과가 지속되었다. 이 결과로 작물체내에서 농약의 잔류량과 방제효과는 해충이 섭취하여 치사하는 농도에 도달하는 점과 일치하는 것으로 보인다.

색인어 클로르페나피르, 잔류량, 생물활성, 점박이응애, 파프리카