

칠레이리응애와 차응애에 대한 spirodiclofen과 fluacrypyrim+tetradifon의 선택독성

서상기·김상수*·박종대¹·김선곤¹·김도의¹

순천대학교 응용생물학과, ¹전남농업기술원

요약 : 칠레이리응애와 차응애에 대하여 spirodiclofen과 fluacrypyrim+tetradifon의 독성을 비교하기 위하여 강낭콩 leaf disc에 각 응애 종의 자성충 또는 난을 접종하고 각 약제를 농도별로 살포한 결과, spirodiclofen과 fluacrypyrim+tetradifon은 차응애보다 칠레이리응애에 대하여 독성이 매우 낮았다. Spirodiclofen을 처리한 결과 칠레이리응애 자성충은 처리 농도의 증가에 따라 생존율이 감소하였으나, 22.5~180 ppm에서 92-68%가 생존하였으며, 산란수도 농도 증가에 따라 감소하였다. 모든 처리 농도에서 칠레이리응애 난의 부화에는 영향이 없었다. 유·약충의 생존율은 농도 증가에 따라 감소하였으나 22.5~90 ppm에서 88-20%가 성충으로 되었다. Fluacrypyrim+tetradifon을 처리하였을 경우, 칠레이리응애 자성충은 처리 농도가 증가할수록 생존율이 감소하였지만, 22.5-180 ppm에서 94-72%가 생존하였으며, 산란수도 농도 증가에 따라 감소하였다. 모든 처리 농도에서 칠레이리응애 난의 부화에는 영향이 없었다. 약충의 생존율은 농도 증가에 따라 감소하였으나, 22.5~180 ppm에서 100~86%가 성충태로 도달하였다. 이상의 결과에서 spirodiclofen과 fluacrypyrim+tetradifon은 차응애의 종합관리에서 칠레이리응애와 함께 이용할 수 있을 것으로 생각된다.(2004년 1월 15일 접수, 2004년 3월 24일 수리)

Key words : *Phytoseiulus persimilis*, *Tetranychus kanzawai*, spirodiclofen, fluacrypyrim+tetradifon, selective toxicity.

서론

차응애 (*Tetranychus kanzawai*)는 녹차재배의 주요해충으로 알려져 왔으나, 기주식물이 다양하여 사과, 배 등의 과수와 일부 원예작물 및 약초류 재배에서도 상당한 발생피해를 보이고 있는데, 우리나라에서 지금까지 이 종에 대한 방제수단으로는 대부분 약제에 의존하고 있어 이에 따른 여러 가지 부작용으로 인해 재배농가에 많은 부담을 주고 있는 실정이다 (김 등, 1993; 김 등, 1996; 이 등, 1995). 이러한 문제점들에 대한 대책의 일환으로 국내에서 차응애와 같은 식식성응애류 (phytophagous mites)에 대해 가장 효과적인 천적으로 알려진 이리응애류 (phytoseiid mites)의 활용에 대한 연구가 이루어지고 있다 (이, 1990; 조 등, 1995; 김 등, 1996; 이 등, 1997; 김 등, 2003). 그러나 지금까지 대부분의 환금작물 해충의 경우와 마찬가지로

로 차응애에 대해서도 약제사용을 완전히 배제한 경제적이고 효과적인 방제수단이 정립되었다고 볼 수 없을 뿐만 아니라, 사과와 녹차 재배지에서 년중 이리응애 만으로는 식식성응애류의 개체군 밀도를 경제적 피해수준 이하로 유지하기 어렵다고 보고된 바 있다 (Hamamura, 1986; 이, 1990; 김 등, 1996). 이러한 배경에서 근래 국내외에서 식식성응애류의 방제체계에 이들의 유력한 천적인 이리응애류를 투입하고, 천적에 독성이 낮은 선택성 약제를 탐색·이용하여 천적과 해충의 밀도를 적정 수준으로 조정함으로써 보다 장기적인 방제효과를 유지하고자 많은 연구가 이루어져 왔다 (Lindquist와 Wolgamott, 1980; Hoy와 Ouyang, 1986; El-Banhawy와 El-Bagoury, 1985; Reda와 El-Banhawy, 1988; Zhang과 Sanderson, 1990; Kim과 Paik, 1996; Blumel과 Gross, 2001). 또한 Trumble과 Morse (1993)는 딸기에서 점박이응애 (*T. urticae*)의 방제를 위한 약제 사용, 천적의 이용 및 약제와 천적의 동시 이용의 경제성을 비교한 결과, 칠레이리응애

*연락처

(*Phytoseiulus persimilis*)와 abamectin의 조합이용에서 최대의 이윤을 얻었다고 보고한 바 있다. 이와 같이 선택성 약제는 식식성응애류의 종합관리체계에서 매우 귀중한 도구로 사용할 수 있기 때문에 현재 사용하고 있는 방제 약제나 신개발 약제를 대상으로 식식성응애의 천적류에 대한 선택성 평가는 필히 이루어져야 할 것이다 (Hoy와 Cave, 1985; Malezieux 등, 1992; Childers 등, 2001; Kim과 Yoo, 2002). 칠레이리응애는 구미 각국에서 차응애와 동일한 *Tetranychus* 속인 점박이용애의 방제에 효과적인 천적으로 보고되어 왔으며, 특히 온실 재배작물에서는 광범위하게 실용화되고 있는 종이다 (Hamamura 등, 1980; Hamlen과 Lindquist, 1981; Yano와 Azuma, 1982; Osborne과 Petitt, 1985; Rasmy와 Ellaithy, 1988; Waite, 1988; Jarosik과 Pliva, 1990; Drukker 등, 1997). 최근에는 국내에서도 칠레이리응애를 도입하여 장미, 딸기, 오이와 신선초 등에서 이 종을 이용한 점박이용애와 차응애의 밀도 억제 효과에 대해 보고된 바 있다 (조 등, 1995; 김 등, 1999).

따라서 본 시험은 새로운 살비제인 spirodiclofen과 fluacrypyrim+tetradifon을 농도별로 칠레이리응애와 차응애의 발육단계별 생존율과 산란수에 미치는 상대적 영향을 시험하여 spirodiclofen과 fluacrypyrim+tetradifon의 차응애 종합관리체계에서의 이용 가능성과 적정 사용농도를 검토하고자 수행하였다.

재료 및 방법

공시충과 시험조건

본 시험에 공시한 칠레이리응애는 전남농업기술원에서 분양받아 25±2℃의 사육실에서 강남콩 (*Phaseolus vulgaris* var. *humilis* Alefeld) 잎에 차응애를 먹이로 공급하면서 누대사육하였으며, 차응애는 보성의 녹차 재배지에서 채집하고 강남콩에 사육·증식하여 확보하였다. 시험설비로서는 증류수를 채운 플라스틱 밀폐용기 (14 × 5 cm)의 덮개 중앙에 1cm의 구멍을 뚫은 다음, 하부 중앙에 같은 크기로 구멍을 뚫어 탈지면을 간 플라스틱 페트리디쉬 (직경 9 cm)를 그 위에 놓고 탈지면으로 서로 연결해 계속하여 수분이 공급될 수 있도록 하였다. 이 페트리디쉬에 칠레이리응애 또는 차응애를 접종할 강남콩 leaf disc (직경 3 cm)의 뒷면이 위를 향하도록 놓은 다음 leaf disc 주

위에는 물에 적신 탈지면을 배치해 칠레이리응애와 차응애의 이탈을 방지하였다. 살비제 처리는 spirodiclofen (36% 수화제)과 fluacrypyrim+tetradifon (36% 액상수화제)을 소정농도로 희석하고 전술한 페트리디쉬 내에 배치한 칠레이리응애 또는 차응애의 자성충이 접종되어 있는 leaf disc를 대상으로 25 cm 정도의 거리에서 hand sprayer (Komax co., Korea)를 이용하여 leaf disc가 충분히 적실 정도로 5초 동안 살포하는 leaf spray 방법 (Hoy 등, 1988)으로 실시한 후 1시간 동안 음건하였다. 칠레이리응애와 차응애 모두 leaf disc 밖으로 나가거나 가는 붓으로 충체를 접촉하여 반응이 없거나 몸길이 정도를 이동하지 못하는 개체는 죽은 것으로 간주하였다. 모든 시험은 25±1℃ (16L:8D, RH 50-60%)의 항온항습기 내에서 수행하였다.

칠레이리응애와 차응애의 성충에 대한 spirodiclofen과 fluacrypyrim+tetradifon의 영향

칠레이리응애 자성충의 생존율과 산란수에 미치는 약제들의 영향을 시험하기 위해 각 약제의 농도별 50 개체 (반복당 10개체)로 수행하였다. 전술한 페트리디쉬 내의 물에 적셔진 탈지면 위에 뒷면이 위를 향하도록 놓은 강남콩 leaf disc (직경 3 cm)에 유사한 연령의 개체들을 얻기 위한 목적의 사육 개체군에서 자성충을 미세한 붓으로 leaf disc로 옮긴 후, 각 약제의 농도별 (spirodiclofen: 22.5, 45, 90, 180 ppm; fluacrypyrim+tetradifon: 22.5, 45, 90, 180 ppm) 희석액과 대조구를 위한 증류수를 살포한 후 음건하였다. 칠레이리응애의 먹이로는 차응애의 난과 유·약충을 제공하였고 매일 보충하여 충분한 먹이조건을 유지하였다. 자성충들의 생존율과 leaf disc 상의 전체 산란수는 7일 동안 매일 현미경하에서 조사하였다. 차응애의 자성충에 대한 spirodiclofen과 fluacrypyrim+tetradifon의 영향은 칠레이리응애를 대상으로 한 각각의 경우와 동일한 방법으로 수행하였다.

칠레이리응애와 차응애의 난과 유·약충에 대한 spirodiclofen과 fluacrypyrim+tetradifon의 영향

칠레이리응애의 난과 유·약충에 대한 spirodiclofen과 fluacrypyrim+tetradifon의 영향을 검토하기 위하여 강남콩 leaf disc (직경 4 cm)에 칠레이리응애 자성충 40-50개체를 접종하고 1일동안 산란시켜 필요한 난을

Table 1. Survival of adult females of *P. persimilis* and *T. kanzawai* on bean leaf discs treated with spiroadiclofen

Mite species and concn. tested (ppm)	% Survival (Mean±SEM) ^{a)}			
	24h	72h	120h	168h
<i>P. persimilis</i>				
180.0	98.0±2.00a	84.0±3.99b	76.0±3.99b	68.0±2.00b
90.0	98.0±2.00a	88.0±3.74b	78.0±4.89b	74.0±3.99b
45.0	100.0±0a	92.0±3.74ab	86.0±5.09ab	84.0±3.99ab
22.5	100.0±0a	96.0±2.45ab	94.0±2.45ab	92.0±3.74a
0	100.0±0a	100.0±0a	98.0±2.00a	96.0±2.45a
<i>T. kanzawai</i>				
180.0	20.0±3.16c	8.0±3.74c	2.0±2.00d	2.0±2.00c
90.0	28.0±3.74c	10.0±4.46c	6.0±2.45cd	6.0±2.45c
45.0	54.0±5.09b	20.0±4.46bc	16.0±2.45bc	12.0±2.00bc
22.5	70.0±6.31b	44.0±2.45b	34.0±2.45b	30.0±4.46b
0	100.0±0a	100.0±0a	100.0±0a	96.0±2.45a

^{a)}Means for each species in the same column followed by the same letter are not significantly different ($p=0.05$; Tukey test)

확보한 후, 각 약제의 농도별 50개체 (반복당 10개체)로 시험하였다. 페트리디쉬 내의 강남콩 leaf disc (직경 3 cm)에 난을 미세한 붓으로 옮긴 후, 각 약제의 농도별 희석액과 대조구를 위한 증류수를 살포한 후 옮겼다. 먹이로는 칠레이리온애의 난이 부화하기 시작할 때부터 차응애의 난과 유·약충을 계속하여 충분히 공급하였다. 난의 부화와 유·약충의 생존여부를 매일 조사하였으며, 모든 유·약충이 성충이 되면 시험을 종료하였다. 차응애의 난 및 유·약충에 대한 spiroadiclofen과 fluacrypyrim+tetradifon의 영향은 칠레이리온애를 대상으로 한 각각의 경우와 동일한 방법으로 수행하였다.

자료분석

각 경우의 시험에서 생존율과 산란수에 대한 결과는 분산분석 (ANOVA)과 Tukey test (SAS program, 1996)로 비교하였으며, 생존율에 대한 성적은 arcsine value로 변환한 후 분석에 이용하였다.

결 과

칠레이리온애와 차응애의 성충에 대한 spiroadiclofen의 영향

Spiroadiclofen을 22.5, 45, 90, 180 ppm으로 처리하여 칠레이리온애 자성충의 생존율과 산란수에 미치는 영향을 조사한 결과, 처리 24시간 후에는 22.5-180 ppm에서 생존율에 별 차이가 없었다. 72시간 후부터는 처리농도의 증가에 따라 생존율이 감소하여, 120시간 후에 22.5-45 ppm에서는 94-86%가 생존하였으나 90-180 ppm에서는 78-76%로 감소하였다. 168시간 후에는 22.5-45 ppm에서 92-84%의 생존율을 나타내어 무처리와 통계적으로 유의한 차이가 없었으나, 국내에서 사용추천농도인 180 ppm과 1/2농도인 90 ppm에서는 생존율이 각각 68%와 74%로 저조하였다 (표 1). 산란수는 전반적으로 처리농도의 증가에 따라 감소하는 경향이었으나 22.5와 45 ppm에서는 무처리의 95-92.7%로 통계적 유의차가 없었다. 그러나 90-180 ppm에서는 무처리의 81.6-79.3%로 22.5-45 ppm의 처리에 비해 많이 감소되었다 (표 2).

무처리를 제외한 spiroadiclofen의 모든 처리농도에서 차응애 자성충의 생존율은 처리농도의 증가와 일수경과에 따라 크게 영향을 받았다 (표 1). 처리 24시간 후에 22.5-180 ppm에서 70-20%의 생존율을 나타내었으나 이후 각 처리에서 지속적으로 생존율이 감소하였다. 168시간 후에는 2-30%가 생존하여, 칠레이리온애 자성충이 같은 농도에서 68-92%의 생존율을 보인

Table 2. Reproduction of adult females of *P. persimilis* and *T. kanzawai* on bean leaf discs treated with spirodiclofen

Concentration (ppm)	Number of eggs per leaf disc (Mean±SEM) ^a	
	<i>P. persimilis</i>	<i>T. kanzawai</i>
180.0	214.2±6.93b	40.0±3.63d
90.0	220.2±5.08b	51.2±4.77d
45.0	250.2±5.16a	89.2±5.81c
22.5	256.6±4.11a	222.6±13.67b
0	270.0±6.72a	569.8±12.00a

^a)Means followed by the same letter are not significantly different($p=0.05$; Tukey test).

것과는 매우 큰 차이가 있었다. 차응애의 산란수도 처리 농도가 높을수록 크게 감소하여 22.5-45 ppm에서는 무처리에 비하여 39.1-15.7%의 산란수를 나타내었고, 국내 사용추천농도인 180 ppm과 90 ppm에서는 각각 7%와 9%로 모든 농도에서 무처리와 통계적 유의차가 있었다 (표 2).

칠레이리응애와 차응애의 성충에 대한 fluacrypyrim+tetradifon의 영향

Fluacrypyrim+tetradifon을 22.5, 45, 90, 180 ppm으로 처리하여 칠레이리응애 자성충의 생존율과 산란수에 미치는 영향을 조사한 결과, 처리 72시간 후까지는 22.5-180 ppm에서 생존율에 큰 차이가 없었다. 120시

간 후부터는 고농도인 90-180 ppm에서 생존율이 상당히 감소하였으며, 168시간 후에 22.5-45 ppm에서는 94-86%의 생존율을 나타내어 무처리와 통계적 유의성이 없었으나 국내에서 사용추천농도인 180 ppm과 90 ppm에서는 생존율이 각각 72%와 78%로 저조하였다 (표 3). 산란수는 전반적으로 처리농도의 증가에 따라 다소 감소하는 경향이었으나 22.5-45 ppm에서는 무처리의 96.9-94.3%로 통계적 차이가 없었다. 그러나 90-180 ppm에서는 무처리의 87.5-86.8%로 22.5-45 ppm의 처리에 비해 감소되었다 (표 4).

Fluacrypyrim+tetradifon의 처리에서도 무처리를 제외한 모든 농도에서 차응애 자성충의 생존율은 처리농도의 증가와 일수경과에 따라 크게 영향을 받았다

Table 3. Survival of adult females of *P. persimilis* and *T. kanzawai* on bean leaf discs treated with fluacrypyrim+tetradifon

Mite species and concn. tested (ppm)	% Survival (Mean±SEM) ^a			
	24h	72h	120h	168h
<i>P. persimilis</i>				
180.0	98.0±2.00a	92.0±3.74a	80.0±4.46b	72.0±4.89b
90.0	100.0±0a	94.0±2.45a	84.0±2.45b	78.0±3.74b
45.0	100.0±0a	98.0±2.00a	90.0±4.46ab	86.0±2.45ab
22.5	100.0±0a	98.0±2.00a	96.0±2.45ab	94.0±2.45a
0	100.0±0a	100.0±0a	98.0±2.00a	96.0±2.45a
<i>T. kanzawai</i>				
180.0	68.0±4.89b	54.0±3.99d	12.0±2.00d	0.0±0d
90.0	94.0±2.45a	62.0±3.74cd	22.0±2.00c	2.0±2.00cd
45.0	98.0±2.00a	76.0±5.09bc	34.0±3.99b	8.0±2.00c
22.5	98.0±2.00a	86.0±2.45b	40.0±4.46b	24.0±2.45b
0	100.0±0a	100.0±0a	100.0±0a	96.0±2.45a

^a)Means for each species in the same column followed by the same letter are not significantly different ($p=0.05$; Tukey test)

Table 4. Reproduction of adult females of *P. persimilis* and *T. kanzawai* on bean leaf discs treated with fluacrypyrim+tetradifon

Concentration (ppm)	Number of eggs per leaf disc (Mean±SEM) ^a	
	<i>P. persimilis</i>	<i>T. kanzawai</i>
180.0	234.4±7.93b	9.4±1.03d
90.0	236.2±6.57b	17.0±1.58d
45.0	254.6±6.22ab	64.8±3.71c
22.5	261.6±6.44ab	156.8±9.50b
0	270.0±6.72a	569.8±12.00a

^a) Means followed by the same letter are not significantly different ($p=0.05$; Tukey test).

Table 5. Effects of spiroadiclofen on immature stages of *P. persimilis* and *T. kanzawai* on treated bean leaf discs

Mite species and concn. tested (ppm)	% Mortality (Mean±SEM)			% Survival to adulthood ^a
	Egg	Larva	Nymph	
<i>P. persimilis</i>				
180.0	0.0±0	38.0±3.74	62.0±3.74	0.0±0e
90.0	0.0±0	32.0±3.74	48.0±4.89	20.0±3.16d
45.0	0.0±0	2.0±2.00	42.0±3.74	56.0±5.09c
22.5	0.0±0	0.0±0	12.0±3.74	88.0±3.74b
0	0.0±0	0.0±0	0.0±0	100.0±0a
<i>T. kanzawai</i>				
180.0	100.0±0	0.0±0	0.0±0	0.0±0b
90.0	100.0±0	0.0±0	0.0±0	0.0±0b
45.0	100.0±0	0.0±0	0.0±0	0.0±0b
22.5	64.0±3.99	36.0±2.45	0.0±0	0.0±0b
0	0.0±0	0.0±0	0.0±0	100.0±0a

^a) Means for each species in the same column followed by the same letter are not significantly different ($p=0.05$; Tukey test).

(표 3). 처리 24시간 후에는 22.5-180 ppm에서 98-68%의 생존율을 나타내었으나 생존개체들의 대부분이 활동력이 매우 낮은 상태였으며, 120시간 후에는 동일농도에서 생존율이 40-12%로 크게 감소하였다. 168시간 후에는 22.5-90 ppm에서 24-2%가 잔존하였으나 180 ppm에서는 생존개체가 전혀 없어, 칠레이리움에 자성충이 22.5-180 ppm에서 94-72%의 생존율을 보인 것과는 매우 큰 차이가 있었다. 산란수도 처리 농도가 높을수록 큰 폭으로 감소하여 22.5-45 ppm에서는 무처리의 27.5-11.4%로 산란하였고, 국내 사용추천농도인 180 ppm과 1/2농도인 90 ppm에서는 각각 1.6%와 3%로 모든 처리농도에서 무처리와 통계적

유의차가 있었다 (표 4). 이와 같이 spiroadiclofen과 fluacrypyrim+tetradifon의 처리에서 차응에 자성충들의 생존율은 처리농도가 높을수록 초기에 급격히 감소하는 경향이었고, 이에 따라 산란수도 크게 감소되어 두 경우 모두 동일농도에서 칠레이리움에 자성충의 산란수 감소폭보다 훨씬 컸다.

칠레이리움애와 차응애의 난과 유·약충에 대한 spiroadiclofen과 fluacrypyrim+tetradifon의 영향

Spiroadiclofen과 fluacrypyrim+tetradifon의 모든 시험농도에서 칠레이리움애 난의 부화에 영향을 주지 않았으며, 유충에서 성충 우화까지 각 발육단계의 생존율

Table 6. Effects of fluacrypyrim+tetradifon on immature stages of *P. persimilis* and *T. kanzawai* on treated bean leaf discs

Mite species and concn. tested (ppm)	% Mortality (Mean±SEM)			% Survival to adulthood ^a
	Egg	Larva	Nymph	
<i>P. persimilis</i>				
180.0	0.0±0	0.0±0	14.0±2.45	86.0±2.45c
90.0	0.0±0	0.0±0	8.0±2.00	92.0±2.00bc
45.0	0.0±0	0.0±0	4.0±2.45	96.0±2.45ab
22.5	0.0±0	0.0±0	0.0±0	100.0±0a
0	0.0±0	0.0±0	0.0±0	100.0±0a
<i>T. kanzawai</i>				
180.0	90.0±3.16	10.0±3.16	0.0±0	0.0±0b
90.0	82.0±3.74	18.0±2.00	0.0±0	0.0±0b
45.0	64.0±2.45	36.0±2.45	0.0±0	0.0±0b
22.5	20.0±3.16	80.0±3.16	0.0±0	0.0±0b
0	0.0±0	0.0±0	0.0±0	100.0±0a

^aMeans for each species in the same column followed by the same letter are not significantly different ($p=0.05$; Tukey test).

은 표 5, 6과 같다. Spirodiclofen을 처리하였을 경우 유·약충의 생존율은 처리 농도의 증가와 일수 경과에 따라 감소하여 22.5-45 ppm에서는 88-56%의 개체가 성충태에 도달하였으나, 무처리보다는 성충화율이 낮아 통계적 유의차가 있었다. 90-180 ppm에서는 유충태부터 생존율이 상당히 감소하여 20-0%의 개체만이 성충으로 되어 치사율이 22.5-45 ppm의 농도에서 보다 훨씬 높았다 (표 5).

Spirodiclofen의 처리가 차응애의 난에서 성충까지의 각 발육태별 생존율에 미치는 영향을 조사한 결과는 표 5와 같다. 45-180 ppm에서 모두 100%의 살란율을 나타내었으며 22.5 ppm에서는 64%의 살란율을 보였으나 유충기에 잔여개체가 모두 치사하였다. 따라서 무처리를 제외한 모든 농도에서 100%의 치사율을 나타내 성충태에 이른 개체는 전무하여, 칠레이리응애의 경우 22.5-90 ppm에서 88-20%의 성충화율을 보인 것과 큰 차이가 있었다.

한편 fluacrypyrim+tetradifon을 처리하였을 경우 칠레이리응애 약충의 생존율이 처리 농도의 증가에 따라 감소하였으나, 22.5-45 ppm에서 100-96%의 개체들이 성충으로 되어 무처리와 통계적 유의성이 없었다. 90-180 ppm에서는 92-86%의 성충화율을 나타내었으

나 무처리와는 통계적 유의차가 있었다 (표 6).

Fluacrypyrim+tetradifon을 처리하여 차응애의 난에서 성충우화까지의 각 발육태별 생존율에 미치는 영향을 조사한 결과 (표 6), 22.5-180 ppm에서 20-90%의 살란율을 나타내었으며, 동일농도에서 잔여개체는 모두 유충기에 치사하였다. 따라서 무처리를 제외한 모든 농도에서 100%의 치사율을 나타내 성충태에 이른 개체가 전혀 없어, 칠레이리응애의 경우 22.5-180 ppm에서 100-86%의 성충화율을 보인 것과 매우 큰 차이가 있었다.

고 찰

Spirodiclofen과 fluacrypyrim+tetradifon을 칠레이리응애의 자성충에 농도별로 처리하였을 때 각각 68-92%와 72-94%가 생존하였으나 동일농도에서 차응애의 자성충은 각각 2-30%와 0-24%의 낮은 생존율을 보여 이들 두 살비제는 차응애보다 칠레이리응애의 자성충에 대한 독성이 매우 낮은 것으로 나타났으며, 칠레이리응애의 전체 산란수는 처리농도가 높을수록 약간 감소하였지만 차응애에서는 동일 조건에서 무처리에 비하여 산란수의 감소 정도가 칠레이리응애의 경우보

다 훨씬 컸다 (표 1, 2, 3, 4). 더구나 칠레이리응애의 난과 유·약충에 spirodiclofen을 처리하였을 때에도 22.5-90 ppm에서 88-20%가 성충태로 도달하였고, fluacrypyrim+tetradifon의 처리에서도 22.5-180 ppm에서 100-86%의 성충화율을 보였으나, 차응애의 경우는 모든 처리에서 성충이 된 개체가 전혀 없어 (표 5, 6), 이들 두 살비제는 차응애의 종합관리체계에서 선택성 약제로 이용될 가능성이 있을 것으로 생각된다.

또한 본 시험의 결과 칠레이리응애의 생존율, 산란수의 감소와 난과 유·약충의 치사율에 상대적으로 영향이 적었던 spirodiclofen의 22.5-45 ppm과 fluacrypyrim+tetradifon의 22.5-45 ppm은 칠레이리응애에 대한 아치사농도 (sublethal concentration)라 할 수 있어 실제 포장에 적용해 볼 가치가 큰 것으로 판단된다. 이와 같은 농도에서 spirodiclofen과 fluacrypyrim+tetradifon의 사용은 차응애의 밀도를 직접 감소시킬 뿐만 아니라 동시에 칠레이리응애에는 상대적으로 영향을 덜 주게 되어, 약제처리 후 생존한 차응애나 활동불능되어 실질적으로 작물에 피해를 주지 않는 차응애를 칠레이리응애가 포식함으로써 결과적으로 포식성응애와 차응애의 밀도비율 조절이 가능해 보다 장기적인 방제 효과를 얻을 수 있을 것으로 생각된다. 그러나 이러한 실내시험의 결과들을 바로 실제 포장에 적용하려는 시도에는 세심한 배려가 선행되어야 함이 지적되었으며 (Hoy와 Cave, 1985; Hoy와 Ouyang, 1986), Villanueva-Jimenez와 Hoy (1998)도 포장시험을 통해 약제, 해충과 천적간의 상호작용에 대한 보다 자세한 정보를 얻을 수 있다고 언급한 바 있다.

따라서 앞으로 여러 가지 차응애의 기주작물에서 위와 같은 농도로 실제 포장시험을 수행하여 칠레이리응애와 차응애의 개체군 밀도변동을 조사함으로써 차응애의 종합관리체계에서 spirodiclofen과 fluacrypyrim+tetradifon의 선택성 약제로서의 가치를 보다 면밀히 평가할 수 있을 것으로 사료된다.

인용문헌

- Blumel, S. and M. Gross (2001) Effect of pesticide mixtures on the predatory mite *Phytoseiulus persimilis* A.H. (Acarina, Phytoseiidae) in the laboratory. J. Appl. Ent. 125:201~205.
- Childers, C.C., H. Aguilar, R. Villanueva and M.M. Abou-Setta (2001) Comparative residual toxicities of pesticides to the predator *Euseius mesembrinus* (Acari: Phytoseiidae) on citrus in Florida. Florida Entomol. 84:391~401.
- Drukker, B., A. Janssen, W. Ravensberg and M.W. Sabelis (1997) Improved control capacity of the mite predator *Phytoseiulus persimilis* (Acari: Phytoseiidae) on tomato. Exp. Appl. Acarol. 21:507~518.
- El-Banhawy, E.M. and M.E. El-Bagoury (1985) Toxicity of avermectin and fenvalerate to the eriophyid mite *Eriophyes dioscoridis* and the predacious mite *Phytoseius finitimus* (Acari: Eriophyidae, Phytoseiidae). Internat. J. Acarol. 11:237~240.
- Hamamura, T. (1986) Studies on the biological control of kanzawa spider mite, *Tetranychus kanzawai* Kishida by the chemical resistant predacious mite, *Amblyseius longispinosus* (Evans) in tea fields (Acarina: Tetranychidae, Phytoseiidae). Bull. Natl. Res. Inst. Tea. 21:121~201.
- Hamamura, T., N. Shinkaji, W. Ashihara and K. Inoue (1980) Dispersal of *Phytoseiulus persimilis* Athias-Henriot (Acarina: Phytoseiidae) on various crops. Bull. Fruit Tree Res. Stn. 3: 83~98.
- Hamlen, R.A. and R.K. Lindquist (1981) Comparison of two *Phytoseiulus* species as predators of two-spotted spider mite on greenhouse ornamentals. Environ. Entomol. 10:524~527.
- Hoy, M.A. and F.E. Cave (1985) Laboratory evaluation of a avermectin as a selective acaricide for use with *Metaseiulus occidentalis* (Nesbitt) (Acarina: Phytoseiidae). Exp. Appl. Acarol. 1:139~152.
- Hoy, M.A., J. Conley and W. Robinson (1988) Cyhexatin and fenbutatin-oxide resistance in pacific spider mite (Acari: Tetranychidae): stability and mode of inheritance. J. Econ. Entomol. 81:57~64.
- Hoy, M.A. and Y.L. Ouyang (1986) Selectivity of the acaricides clofentezine and hexythiazox to the predator *Metaseiulus occidentalis* (Acari: Phytoseiidae). J. Econ. Entomol. 79:1377~1380.
- Jarosik, V. and J. Pliva (1990) Efficient control of twospotted spider mite (*Tetranychus urticae* Koch) by

- Phytoseiulus persimilis* A.-H. on glasshouse peppers. J. Appl. Ent. 110:270~274.
- Kim, S.S. and C.H. Paik (1996) Comparative toxicity of fenpyroximate to the predatory mite, *Amblyseius womersleyi* Schicha and the kanzawa spider mite, *Tetranychus kanzawai* Kishida (Acarina: Phytoseiidae, Tetranychidae). Appl. Entomol. Zool. 31:369~377.
- Kim, S.S. and S.S. Yoo (2002) Comparative toxicity of some acaricides to the predatory mite, *Phytoseiulus persimilis* and the twospotted spider mite, *Tetranychus urticae*. BioControl 47: 563~573.
- Lindquist, P.K. and M.L. Wolgamott (1980) Toxicity of acephate to *Phytoseiulus persimilis* and *Tetranychus urticae*. Environ. Entomol. 9:389~392.
- Malezieux, S., L. Lapchin, M. Pralavorio, J.C. Moulin, and D. Fournier (1992) Toxicity of pesticide residues to a beneficial arthropod, *Phytoseiulus persimilis* (Acari: Phytoseiidae). J. Econ. Entomol. 85:2077~2081.
- Osborne, L.S. and F.L. Pettit (1985) Insecticidal soap and the predatory mite, *Phytoseiulus persimilis* (Acari: Phytoseiidae), used in management of the twospotted spider mite (Acari: Tetranychidae) on greenhouse grown foliage plants. J. Econ. Entomol. 78:687~691.
- Rasmy, A.H. and A.Y.M. Ellaithy (1988) Introduction of *Phytoseiulus persimilis* for twospotted spider mite control in greenhouses in Egypt (Acari: Phytoseiidae, Tetranychidae). Entomophaga 33:435~438.
- Reda, A.S. and E.M. El-Banhawy (1988) Effect of avermectin and dicofol on the immatures of the predacious mite *Amblyseius gossipi* with a special reference to the secondary poisoning effect on the adult female (Acari: Phytoseiidae). Entomophaga 33:349~335.
- SAS Institute (1996) SAS/STAT user's guide, release 6.12 ed. SAS Institute, Cary, NC, USA.
- Trumble, J.T. and J.P. Morse (1993) Economics of integrating the predacious mite *Phytoseiulus persimilis* (Acari: Phytoseiidae) with pesticides in strawberries. J. Econ. Entomol. 86:879~885.
- Villanueva-Jimenez, J.A. and M.A. Hoy (1998) Toxicity of pesticides to the citrus leaf miner and its parasitoid *Ageniaspis citricola* evaluated to assess their suitability for an IPM program in citrus nurseries. BioControl 43:357~388.
- Waite, G.K. (1988) Integrated control of *Tetranychus urticae* in strawberries in south-east queensland. Exp. Appl. Acarol. 5:23~32.
- Yano, S. and K. Azuma (1982) Biological control of tetranychid mites on vegetable crops by *Phytoseiulus persimilis* Athias-Henriot (Acarina: Phytoseiidae). Plant Protec. 36:21~24.
- Zhang, Z.Q. and J.P. Sanderson (1990) Relative toxicity of abamectin to the predatory mite *Phytoseiulus persimilis* (Acari: Phytoseiidae) and twospotted spider mite (Acari: Tetranychidae). J. Econ. Entomol. 83: 1783~1790.
- 김도익, 이승찬, 김상수 (1996) 긴털이리응애 (*Amblyseius womersleyi*)의 생태적 특성. 한응곤지. 35:38~44.
- 김동환, 김광식, 현재욱, 임한철 (2003) 굴응애의 생물적 방제를 위한 *Amblyseius fallacis*의 방사수준. 한응곤지. 42:233~240.
- 김상수, 백채훈, 김도익, 박종대, 이승찬 (1993) 간자와응애(*Tetranychus kanzawai*)의 생태적 특성에 관한 연구. 곤학지, 23:261~266.
- 김용현, 김정환, 한만위 (1999) 신선초에서 칠레이리응애에 의한 차응애의 생물적 방제 예비 실험. 한응곤지. 38:151~155.
- 이순원 (1990) 사과원 해충상과 응애류 종합관리에 관한 연구. 서울대 박사학위논문, p.87.
- 이승찬, 김도익, 김상수 (1995) 간자와응애(*Tetranychus kanzawai*)의 생태 및 천적에 관한 연구. 한응곤지. 34:249~255.
- 이영인, 권기면, 이순원, 류하경, 류언하 (1997) 점박이응애와 천적인 3종 이리응애의 접종수준별 밀도 변동. 한응곤지 36:237~242.
- 조점래, 홍기정, 최병렬, 이상계, 이관석, 유재기, 이정운 (1995) 포식성응애 *Phytoseiulus persimilis* Athias-Henriot를 이용한 점박이응애의 밀도억제 효과와 포식성응애에 대한 약제의 영향. 농업논문집 37:340~347.

Selective toxicity of spiroadiclofen and fluacrypyrim+tetradifon to the predatory Mite, *Phytoseiulus persimilis* (Acarina: Phytoseiidae) and the tea red spider mite, *Tetranychus kanzawai* (Acarina: Tetranychidae)

Sang Gi Seo, Sang Soo Kim*, Jong Dae Park¹, Seon Gon Kim¹ and Do Ik Kim¹(Department of Applied Biology, Suncheon National University, Suncheon 540-742, Korea, ¹Jeonnam Agricultural Research and Extension Services, Naju 520-715, Korea)

Abstract : The selective toxicity of spiroadiclofen and fluacrypyrim+tetradifon to the predatory mite, *Phytoseiulus persimilis* and the tea red spider mite, *Tetranychus kanzawai* was evaluated. The bean leaf discs with adult females or eggs of both species were sprayed with several concentrations of spiroadiclofen or fluacrypyrim+tetradifon. Spiroadiclofen and fluacrypyrim+tetradifon were much less toxic to *P. persimilis* than to *T. kanzawai*. Although the survival rate of adult females of *P. persimilis* tended to decrease with increasing concentrations of spiroadiclofen, 92-68% of predators survived at concentrations of 22.5-180 ppm. Likewise, reproduction was reduced with increasing spiroadiclofen concentration. Spiroadiclofen did not affect the hatch of *P. persimilis* eggs. Survival of immature predators decreased with increasing spiroadiclofen concentration, however, 88-20% of immature predators reached adulthood at 22.5-90 ppm. In the case of fluacrypyrim+tetradifon, the survival rate of adult females of *P. persimilis* tended to decrease with increasing concentrations of fluacrypyrim+tetradifon. However, 94-72% of predators remained alive at concentrations of 22.5-180 ppm. Likewise, reproduction was reduced with increasing fluacrypyrim+tetradifon concentration. Fluacrypyrim+tetradifon did not affect the hatch of *P. persimilis* eggs. Survival of immature predators decreased with increasing fluacrypyrim+tetradifon concentration, however, 100-86% of immature predators reached adulthood at 22.5-180 ppm. Based on the results, spiroadiclofen and fluacrypyrim+tetradifon appeared to be promising candidates for use in integrated mite management programs where *P. persimilis* is the major natural enemy.

*Corresponding author (Fax : +82-61-750-3208, E-mail : kimss@suncheon.ac.kr)