

긴털이리응애와 점박이응애에 대한 Fenpyroximate의 독성 비교

Relative Toxicity of Fenpyroximate to the Predatory Mite, *Amblyseius womersleyi* (Acarina: Phytoseiidae) and the Twospotted Spider Mite, *Tetranychus urticae* (Acarina: Tetranychidae)

백채훈 · 김상수

Chae Hoon PAIK and Sang Soo KIM

ABSTRACT The selective toxicity of fenpyroximate to the predatory mite *Amblyseius womersleyi* and the twospotted spider mite *Tetranychus urticae* was evaluated. Adult females and eggs of both species were placed on bean leaf discs dipped in several concentrations of fenpyroximate. Fenpyroximate was much less toxic to *A. womersleyi* than to *T. urticae*. Although the survival of adult females of *A. womersleyi* tended to decrease with increasing fenpyroximate concentration, 58~74% of predators remained alive at concentrations of 6.25~50 ppm. However, reproduction of predators was not significantly reduced at any of the concentrations tested. At 6.25~50 ppm, 32~40% of twospotted spider mite adult females survived but all survivors were immobilized. Moreover, reproduction of twospotted spider mites was reduced with increasing fenpyroximate concentration. Fenpyroximate did not affect the hatch of *A. womersleyi* eggs or the development of immature predators. Although survival of immature predators decreased with increasing fenpyroximate concentration, 16~48% of immature predators reached adulthood at 6.25~50 ppm. However, all immature spider mites failed to develop to adulthood at 6.25~50 ppm. Adult female predators survived on a diet of twospotted spider mites intoxicated with fenpyroximate, and their fecundity and sex-ratio of the progeny were not substantially affected. Fenpyroximate at selective sublethal concentrations (6.25-12.5 ppm), therefore, could be of value in adjusting predator/prey ratio in integrated management of twospotted spider mites.

KEY WORDS *Amblyseius womersleyi*, *Tetranychus urticae*, fenpyroximate, selective toxicity, integrated management

초 록 긴털이리응애와 점박이응애에 대한 fenpyroximate의 독성을 비교하기 위하여 농도별로 처리한 강남콩 엽편에 두 종의 자성충과 난을 접종하여 시험한 결과, fenpyroximate는 점박이응애보다 긴털이리응애에 대하여 독성이 매우 낮았다. 긴털이리응애 자성충은 처리 농도가 증가함에 따라 생존율이 감소하였으나 6.25~50 ppm에서 58~74%가 생존하였으며, 산란수는 처리농도 간에 큰 차이가 없었다. 점박이응애 자성충은 6.25~50 ppm에서 32~40%가 잔존하였지만 모두 활동불능되었으며, 산란수도 처리농도가 높을수록 감소하였다. 모든 처리농도에서 긴털이리응애 난의 부화나 생존한 유·약충의 발육에는 영향이 없었다. 긴털이리응애 유·약충의 생존율은 농도증가에 따라 감소하였으나 6.25~50 ppm에서 16~48%가 성충으로 우화하였다. 그러나 점박이응애의 경우는 6.25~50 ppm에서 성충태에 이른 개체가 전혀 없었다. 중독된 먹이를 섭식한 긴털이리응애 자성충은 생존율과 산란수 및 차세대 성비의 실질적인 변화가 없었다. 또한 긴털이리응애에 상대적으로 영향이 적어 아치사농도라 할 수 있는 6.25~12.5 ppm의 농도는 점박이응애의 종합관리에서 긴털이리응애와 점박이응애의 밀도비율을 조절하는데 유용할 것으로 생각된다.

검색어 긴털이리응애, 점박이응애, fenpyroximate, 독성비교, 종합관리

점박이응애(*Tetranychus urticae*)는 사과·배 등 과수의 주요 해충일 뿐만 아니라 일부 채소·화훼재배지에 서도 상당한 피해를 나타내고 있는데, 우리나라에서

지금까지 이 종에 대한 방제수단으로서 대부분 약제에 의존하고 있어 이에 따른 여러가지 부작용으로 재배농가에 많은 부담을 주고 있는 실정이다 (이 1990, 김과

이 1990, 김 등 1993). 이러한 문제점에 대한 대책의 일환으로 최근에는 현행 방제체제와 천적을 이용한 생물적 방제를 효율적으로 조화시키고자 점박이응애의 포식성 천적인 긴털이리응애(*Amblyseius womersleyi*)의 활용에 대한 연구가 이루어진 바 있다 (이 1990, 김과 이 1993, 1994). 그러나 지금까지 대부분의 환금작물 병해충의 경우와 마찬가지로 점박이응애에 대해서도 약제 사용을 완전히 배제한 경제적이고 효과적인 방제 수단이 정립되었다고 볼 수 없을 뿐만 아니라, 이 (1990)도 사과재배지에서 년중 포식성 천적만으로는 점박이응애의 개체군 밀도를 경제적 피해수준 이하로 유지하기 어렵다고 한 바 있다. 이와 같이 점박이응애의 방제를 위하여 약제 사용이 불가피한 상황에서 근래에는 이들의 생물적 조절 인자인 천적의 역할을 보다 증대시키고자 해충보다는 천적에 독성이 낮은 선택성 약제를 탐색·이용하여 천적과 해충의 밀도를 적정 수준으로 조정함으로써 보다 장기적인 방제효과를 유지하려는데 대한 많은 노력이 경주되어 왔다 (Hoy & Ouyang 1986, Reda & El-Banhawy 1988, Croft 1990, Zhang & Sanderson 1990, 박 등 1995, 백과 김 1996). 이러한 선택성 약제는 응애류의 종합관리체계에서 매우 귀중한 도구로 사용될 수 있기 때문에 현재 사용하고 있는 방제 약제나 신개발 약제를 대상으로 식식성 응애와 천적류에 대한 선택성 평가는 필히 이루어져야 할 것이다 (Hoy & Cave, 1985).

따라서 본 시험은 최근에 사용빈도가 높은 fenpyroximate의 농도별로 긴털이리응애와 점박이응애의 발육단계별 생존율과 활동성 및 산란수 등에 미치는 상대적 영향을 조사함과 동시에, 이 약제의 긴털이리응애에 대한 이차독성(약제에 중독된 먹이를 포식함에 따른 독성)을 조사하여 fenpyroximate의 응애류 종합관리체계에서의 이용성과 적정 사용농도를 검토하고자 수행하였다.

재료 및 방법

공시충과 시험조건

본 시험에 공시한 긴털이리응애는 보성의 녹차 재배지에서 1995년에 채집하여 $25 \pm 2^\circ\text{C}$ 의 사육실에서 강남콩(*Phaseolus vulgaris* L.)잎에 점박이응애를 먹이로 공급하면서 누대사육하였으며, 점박이응애는 1995년에 나주의 배과수원에서 채집하여 강남콩으로 사육하였다. 뚜껑 중앙에 직경 1 cm의 구멍을 뚫은 플라스틱

밀폐용기(14×5 cm)에 증류수를 채우고, 바닥 중앙에 같은 크기의 구멍을 뚫은 플라스틱 페트리디쉬(직경 9 cm)에 탈지면을 깔았다. 이 페트리디쉬를 플라스틱 용기의 뚜껑 심지를 만들어 두 용기를 서로 연결함으로써 플라스틱 용기의 증류수가 페트리디쉬의 탈지면으로 계속하여 공급될 수 있도록 하였다. 소정농도로 희석한 fenpyroximate(5% SC) 용액에 강남콩 엽편(직경 3 cm)을 약 10초 동안 침지하여 실험실내에서 음건한 후, 페트리디쉬의 탈지면 위에 뒷면이 위를 향하도록 2개씩 놓고 엽편 주위에 물에 적신 탈지면을 배치하여 긴털이리응애와 점박이응애가 이탈하는 것을 방지하였다. 긴털이리응애와 점박이응애 공히 엽편 밖으로 나가거나 가는 붓으로 건드렸을 때 반응이 없는 개체는 죽은 것으로 간주하였으며, 붓으로 자극했을 때 반응을 나타내는 생존 개체는 정상 보행을 할 수 있는 것과 다리는 약간 움직이지만 정상적으로 걸을 수 없는 활동불능 개체로 구별하였다. 모든 시험은 $25 \pm 1^\circ\text{C}$ 의 항온항습기(16L: 8D, RH 60~70%)내에서 수행하였다.

긴털이리응애에 대한 fenpyroximate의 영향

긴털이리응애 자성충의 생존율·활동성 및 산란수에 미치는 fenpyroximate의 영향은 농도별 50개체(반복당 10개체)로 수행하였다. 강남콩 엽편을 6.25·12.5·25·50 ppm으로 희석한 fenpyroximate용액과 증류수에 침지하여 음건시킨 후 페트리디쉬 내의 물에 적셔진 탈지면 위에 뒷면이 위를 향하도록 놓았다 (Grafton-Cardwell & Hoy 1983). 자성충은 유사한 연령의 개체를 얻기 위하여 50개체 이상의 자성충을 24시간 산란시킨 후 이들을 계속 사육하고 우화가 시작되면 용성충을 접종하여 교미를 유도한 후 미세한 붓으로 엽편에 접종하였으며, 먹이로서 점박이응애의 난과 유·약충을 매일 충분히 제공해 주었다. 자성충의 생존율·활동성 및 엽편상의 전체 산란수는 처리 1, 3, 5, 6, 7, 8일 후에 현미경으로 조사하였다.

긴털이리응애 유·약충에 대한 fenpyroximate의 영향을 검토하기 위하여 농도별로 50개(반복당 10개)의 난(산란 후 1일 이내)을 0·6.25·12.5·25·50 ppm의 용액에 침지한 엽편에 미세한 붓으로 옮기고 매일 이들의 생존과 활동성을 조사하였다. 긴털이리응애의 난이 부화하기 시작할 때부터 점박이응애의 난과 유·약충을 먹이로 매일 충분히 공급하였다. 유충에 대한 활동불능 여부는 이들이 미세한 붓으로 건드렸을 때 다치기 쉽기 때문에 조사하지 않았으며, 모든 유·약

충이 성충으로 된 후 시험을 종료하였다.

긴털이리응애 자성충에 대한 이차독성의 영향은 약제를 처리하지 않은 엽편상의 긴털이리응애에게 fenpyroximate에 중독된(활동불능이 된) 점박이응애 또는 약제를 처리하지 않은 신선한 개체를 먹이로 제공하여 검토하였다. 중독된 먹이는 25 ppm의 fenpyroximate용액에 침지하여 음건시킨 강남콩 잎에 점박이응애의 약충을 1일 동안 가두어 놓음으로서 확보할 수 있었다. 약제를 처리하지 않은 20개의 신선한 엽편에 교미를 한 긴털이리응애 자성충을 각 5개체씩 접종한 후, 10개의 엽편에는 fenpyroximate에 의해 중독된 먹이를 제공하고 나머지 10개의 엽편에는 약제가 처리되지 않은 먹이를 공급하였으며, 충분한 먹이조건을 유지하기 위해 매일 각각의 경우에 해당하는 먹이를 보충하였다. 매일 긴털이리응애 자성충의 생존 여부와 산란수를 조사하였으며, 산란된 난은 일별로 따로 모아 성충이 될 때까지 사육하여 성비를 조사하였다. 이 시험은 7일 동안 실시하였으며, 처음 1일의 결과는 시험시작 이전 섭식의 영향을 배제하기 위하여 결과분석에서 제외하였다.

점박이응애에 대한 fenpyroximate의 영향

점박이응애의 자성충과 유·약충에 대한 fenpyroximate의 영향은 긴털이리응애를 대상으로 한 각각의 경우와 동일한 방법으로 수행하였다.

자료분석

각 경우의 시험에서 생존율·활동성 및 산란수에 대한 결과를 분산분석(ANOVA)과 Duncan (1955)의 다중검정으로 비교하였으며, 생존율 성적은 arcsine 값으로 변환한 후 분석하였다. 이차독성시험의 생존율과 산란수는 t-검정에 의하여 유의성을 검정하였다.

결 과

긴털이리응애에 대한 fenpyroximate의 영향

Fenpyroximate를 0, 6.25, 12.5, 25, 50 ppm으로 희석한 용액에 엽편을 침지하여 긴털이리응애 자성충의 생존율과 활동성 및 산란수에 미치는 영향을 조사한 결과, 24시간 후에는 모든 농도에서 생존율에 큰 차이가 없었으나 72시간 후부터는 25 ppm과 50 ppm의 농도에서 생존율이 상당히 감소되었다. 시험 전기간에 걸쳐 6.25, 12.5 ppm의 농도에서는 생존율에 있어서 무처리와 차이가 없었으나, 25 ppm과 50 ppm의 농도에서는 그 비율이 감소하였다. 그러나 6.25~50 ppm의 농도에서는 처리 192시간 후에도 58~74%의 생존율을 나타내었으며, 처리한 모든 농도에서 긴털이리응애의 활동성에는 영향이 없었다 (Table 1). 긴털이리응애 성충의 산란수는 처리농도가 증가함에 따라 약간 감소하는 경향이었으나 통계적인 유의차는 없었으며 50 ppm의 고농도에서도 무처리의 83%에 가까운 산란수를 보였다 (Table 2).

모든 실험 농도에서 긴털이리응애 난의 부화에는 영

Table 1. Survival and mobility of adult females of *A. womersleyi* and *T. urticae* on fenpyroximate-treated bean leaf discs

Mite species and concn. tested	% Survival (% immobilized individuals) after ^a					
	24 h	72 h	120 h	144 h	168 h	192 h
<i>A. womersleyi</i>						
50.0	86.0a	68.0b	68.0b	64.0b	62.0b	60.0b
25.0	84.0a	70.0b	64.0b	64.0b	62.0b	58.0b
12.5	92.0a	80.0ab	72.0ab	72.0ab	72.0ab	72.0ab
6.25	90.0a	78.0ab	78.0ab	76.0ab	74.0ab	74.0ab
0.0	94.0a	90.0a	88.0a	84.0a	82.0a	82.0a
<i>T. urticae</i>						
50.0	96.0a(10.4)	86.0b (48.8)	60.0b (76.7)	52.0b(100.0)	48.0b(100.0)	32.0b(100.0)
25.0	96.0a (8.3)	86.0b (51.2)	60.0b (80.0)	56.0b(100.0)	48.0b(100.0)	36.0b(100.0)
12.5	100.0a(14.0)	86.0b (46.5)	56.0b (60.7)	54.0b (81.5)	54.0b (88.9)	38.0b(100.0)
6.25	100.0a(10.0)	88.0b (43.2)	70.0b (54.3)	54.0b (77.8)	54.0b (85.2)	40.0b(100.0)
0.0	100.0a (0.0)	100.0a (0.0)	94.0a (0.0)	84.0a (0.0)	84.0a (0.0)	84.0a (0.0)

^a Means for each species in the same column followed by the same letter are not significantly different(P=0.05; Duncan's multiple range test).

향이 없었으며, 유충에서 성충 우화까지의 생존율과 활동성 및 발육기간은 Fig. 1과 같다. 유·약충의 생존율은 일수가 경과하고 처리 농도가 증가함에 따라 감소하였다. 농도별로 생존율을 비교해 보면 6.25 ppm에서는 약 50%의 개체가 성충으로 된 반면에, 50, 25, 12.5 ppm에서는 168시간 후부터 생존 개체가 50% 미만으로 감소하여 각각 16%, 26%, 34%의 개체만이 성충으로 되었다. 그러나 전반적으로 시험농도에서의 fenpyroximate 처리는 생존 유·약충들의 발육을 저해

하지 않는 것으로 나타났다.

Fenpyroximate에 중독된 점박이응애를 섭식한 긴털이리응애 자성충의 생존율은 이 약제를 처리하지 않은 정상 먹이를 섭식한 자성충의 생존율과 차이가 없었으며(P=0.05, t-test), 중독된 먹이를 섭식하여 활동이 불가능한 상태로 되는 개체도 없었다 (Table 3). 또한 중독된 먹이를 섭식한 자성충의 산란수에 있어서도 처리 48시간 후의 경우를 제외하면 조사 전기간에 걸쳐 정상 먹이를 섭식한 개체의 83% 이상이거나 동일한 수준의 산란수를 보여 처리간에 통계적인 유의차가 없었다. 한편 중독된 먹이를 섭식한 자성충이 낳은 난을 성충으로 우화시켜 조사한 차세대의 성비(암:수)는 2.12:1로서 정상 먹이를 섭식한 자성충이 낳은 난의 성비인 2.21:1과 큰 차이가 없었다 (Table 4).

Table 2. Reproduction of adult females of *A. womersleyi* and *T. urticae* on fenpyroximate-treated bean leaf discs

Concentration (ppm)	No. of eggs per leaf disc (Mean ± SEM) ^a	
	<i>A. womersleyi</i>	<i>T. urticae</i>
0	151.6 ± 7.7 a	747.0 ± 16.9 a
6.25	147.8 ± 6.5 a	239.4 ± 24.3 b
12.5	137.0 ± 10.3 a	253.2 ± 29.1 b
25.0	122.4 ± 11.1 a	177.2 ± 10.0 bc
50.0	125.4 ± 12.3 a	134.6 ± 20.6 c

^a Means followed by the same letters are not significantly different(P=0.05; Duncan's multiple range test).

점박이응애에 대한 fenpyroximate의 영향

점박이응애 자성충의 생존율과 활동성에 미치는 fenpyroximate의 영향을 조사한 결과는 Table 1과 같다. 처리 72시간 후에 6.25~50 ppm에서 86~88%의 생존율을 나타내었으나 생존개체의 50% 내외가 활동 불능 상태였으며, 144시간 후에는 25 ppm과 50 ppm

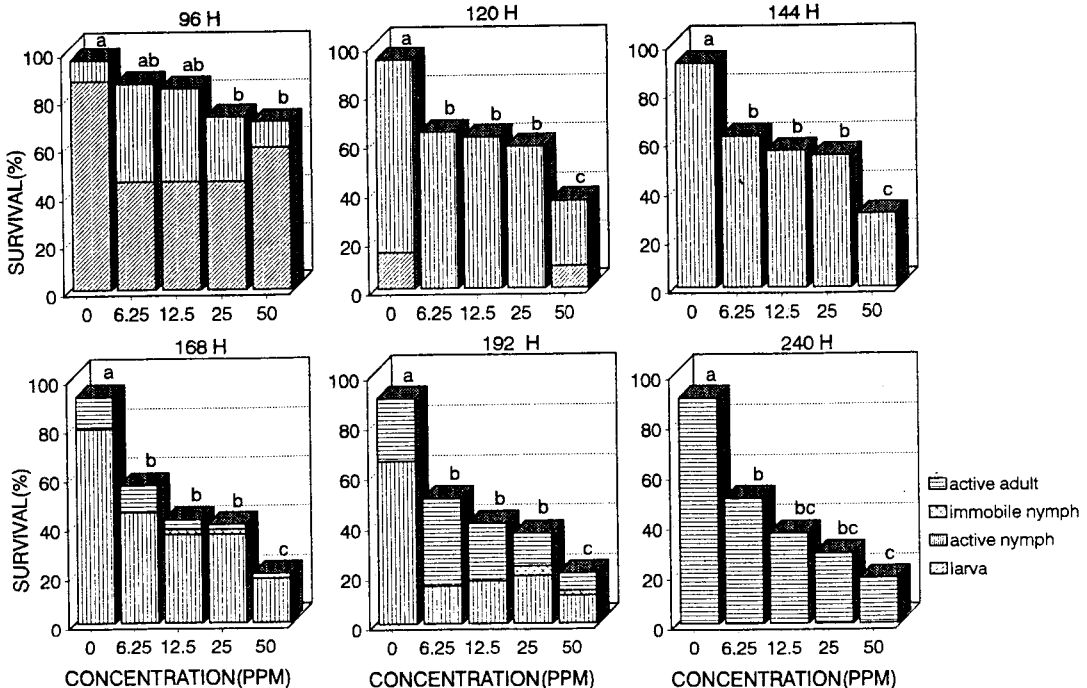


Fig. 1. Egg-to-adult survival, mobility, and development of *A. womersleyi* on fenpyroximate-treated bean leaf discs. Bars with the same letter on top are not significantly different (P=0.05; Duncan's multiple range test).

Table 3. Survival and reproduction of adult females of *A. womersleyi* fed *T. urticae*, intoxicated with fenpyroximate or untreated

Hours after treatment	% Survival (Mean ± SEM)		Eggs per female per day (Mean ± SEM)	
	Untreated	Treated	Untreated	Treated
48	0.98 ± 2.0	0.94 ± 4.3	1.9 ± 0.1	1.2 ± 0.1 ^a
72	0.96 ± 2.7	0.88 ± 4.4	2.3 ± 0.2	1.9 ± 0.2
96	0.92 ± 3.3	0.84 ± 4.0	2.3 ± 0.1	2.0 ± 0.2
120	0.92 ± 3.3	0.84 ± 4.0	2.1 ± 0.2	1.8 ± 0.2
144	0.88 ± 3.3	0.82 ± 5.5	1.9 ± 0.1	2.0 ± 0.2
168	0.88 ± 3.3	0.80 ± 6.0	2.0 ± 0.2	2.0 ± 0.2

^a Means for untreated and treated groups are significantly different (P=0.05; t-test).

Table 4. Sex-ratio(♀: ♂) of the progeny of adult females of *A. womersleyi* fed *T. urticae*, intoxicated with fenpyroximate or untreated

Hours after treatment	Untreated	Treated
48	2.37: 1	2.33: 1
72	2.28: 1	1.54: 1
96	2.00: 1	2.06: 1
120	2.09: 1	2.41: 1
144	2.21: 1	2.33: 1
168	2.32: 1	2.05: 1
Mean	2.21: 1	2.12: 1

에서 평균 54%가 생존하였으나 모두 활동불능된 개체들이었고, 6.25 ppm과 12.5 ppm에서도 생존 개체 중 80% 내외가 활동불능 상태였다. 192시간 후에는 모든 농도에서 정상적인 개체는 없고 32~40%의 활동불능이된 개체만이 남아 있어서 긴털이리응애 자성충의 경우와는 큰 차이가 있었다. 점박이응애의 산란수도 처리 농도가 높을수록 감소하여 6.25 ppm과 12.5 ppm에서는 무처리에 비하여 32~34%의 산란수를 나타내었고, 우리나라에서 야외사용 추천농도인 25 ppm과 50 ppm에서는 18~24%의 산란수를 보여 동일농도에서 긴털이리응애 자성충의 산란수 감소폭보다 훨씬 컸다 (Table 2).

Fenpyroximate 처리가 점박이응애의 난에서 성충 우화까지의 생존율과 활동성에 미치는 영향을 조사한 결과 (Fig. 2), 모든 시험 농도에서 난의 부화에는 영향이 없었다. 대부분의 개체가 유충이 되는 시기인 처리 144시간 후부터 살비효과가 나타나기 시작하여, 192시간 후에는 25~50 ppm에서 생존율이 42~54%로 감소되었고, 6.25~12.5 ppm에서는 60~68%의 개체가 생존하였으나 무처리에 비하여 약충이 된 개체수가 현저히 적어 발육이 지연되는 것으로 나타났다. 264시간 후에는 50 ppm에서 100%가 치사하였고 6.25~25 ppm에서는 2~12%의 약충이 잔존하였으나 모두 활동불능

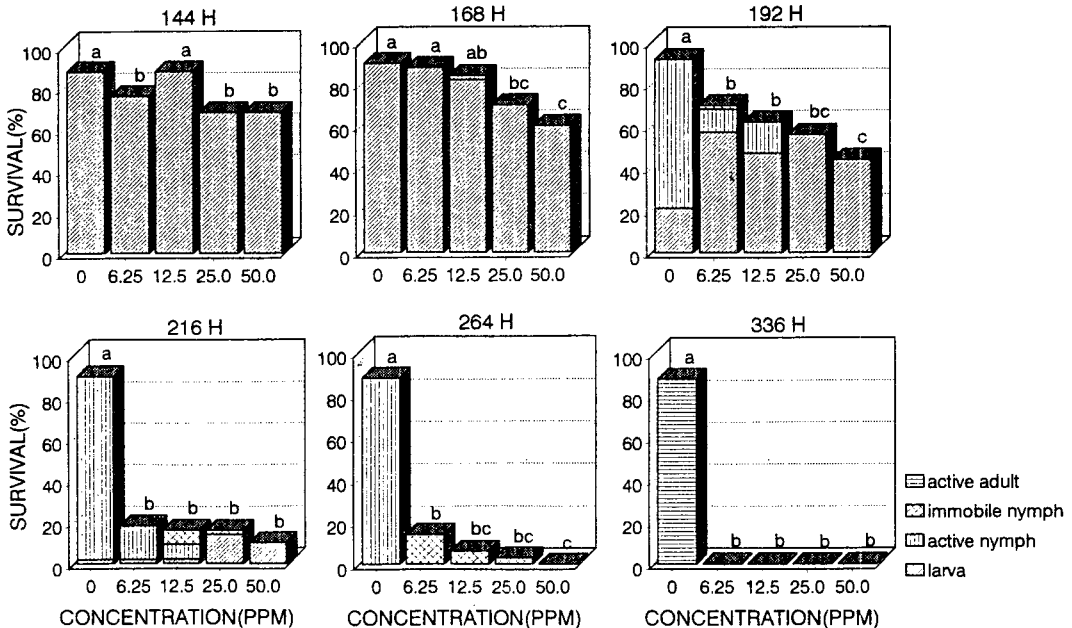


Fig. 2. Egg-to-adult survival, mobility and development of *T. urticae* on fenpyroximate-treated bean leaf discs. Bars with the same letter on top are not significantly different (P=0.05; Duncan's multiple range test).

된 상태였으며, 336시간 후에는 무처리를 제외한 모든 농도에서 100%의 치사율을 나타내어 성충태에 이르는 개체가 전혀 없었다.

고 찰

본 시험의 결과 fenpyroximate는 점박이용애보다 긴털이리응애에 대하여 독성이 매우 낮은 것으로 나타났다. Grafton-Cardwell과 Hoy(1983)는 포식성응애인 *Metaseiulus occidentalis*와 점박이용애, 사과응애(*Panonychus ulmi*)에 대하여 abamectin의 독성을 비교한 결과, 처리농도가 높을수록 포식성 응애의 치사율은 증가되나 동일 농도에서 식식성 응애류 보다 생존율이 높아 선택성 약제로서 가능성을 제시하였지만 포식성 응애의 산란수는 시험 농도가 높을수록 큰 폭으로 감소되었다고 보고하였다. 그러나 본 시험에서 fenpyroximate의 농도가 증가함에 따라 긴털이리응애의 산란수는 감소폭이 미미하였지만 점박이용애는 무처리에 비하여 산란수가 큰 폭으로 감소되었으며 (Table 2), 6.25~50 ppm에서 긴털이리응애의 유충은 16~48%가 성충으로 되었으나 점박이용애의 경우는 성충태에 도달한 개체가 전무하였다 (Fig. 1, 2). 또한 긴털이리응애 자성충은 고농도인 25~50 ppm에서 58-60%의 높은 생존율을 보여 (Table 1) 인위적 도태과정을 통한 저항성계통이 얻어진다면 이 약제에 대한 선택성을 보다 더 높일 수 있을 것으로 생각되는데, Hamamura(1987)와 Mochizuki(1990)는 methidathion과 permethrin 저항성계통 긴털이리응애의 이용에 관해 보고한 바 있다.

한편 fenpyroximate에 중독된 먹이를 섭식한 긴털이리응애 자성충은 생존율과 산란수 및 차세대의 성비에 실질적으로 큰 영향을 받지 않았다 (Table 3, 4). 그러나 Reda와 El-Banhawy(1988)는 포식성응애인 *Amblyseius gossipi*의 자성충에 dicofol이나 abamectin에 중독된 점박이용애를 192시간까지 제공한 결과 섭식한 시간이 경과할수록 치사율은 증가하고 산란수는 감소되는 경향이었다고 보고했으며, Zhang과 Sanderson(1990)도 포식성응애인 *Phytoseiulus persimilis*의 자성충에 abamectin으로 유사한 시험을 실시한 결과 산란수가 50%까지 감소되었다고 보고한 바 있다.

위와 같은 결과를 종합해 볼 때 fenpyroximate는 점박이용애의 종합관리체계에서 선택성 약제로 사용할 수 있을 것으로 생각되지만, 이 같은 실내 시험의 결과

들을 실제 포장에 적용하려는 시도에는 세심한 배려가 선행되어야 한다고 지적된 바 있다 (Hoy & Cave 1985, Hoy & Ouyang 1986). 한 예로 포식성응애류는 잔류독성 뿐만 아니라 본 시험에서 조사되지 않은 직접 살포에 의한 접촉독성에 의한 영향도 받을 수 있다는 점에 대해서도 유의해야 할 것이다. 그러나 Konno(1991)는 접촉독성 시험에서 fenpyroximate는 점박이용애·사과응애와 같은 식식성 응애류에는 활성이 강하지만 긴털이리응애에 대한 영향은 극히 미미하다고 보고한 바 있다.

또한 점박이용애의 종합관리를 위하여 본 시험의 결과 긴털이리응애에 상대적으로 영향이 적었던 6.25~12.5 ppm은 아치사농도(sublethal concentration)라 할 수 있어 실제 포장에 적용해 볼 가치가 큰 것으로 판단된다. 이와 같은 농도로 fenpyroximate를 사용함으로써 점박이용애의 밀도를 감소시킴과 동시에 생존한 점박이용애나 활동불능이 되어 실질적으로 작물에 피해를 주지 않는 개체들을 긴털이리응애가 포식함으로써 결과적으로 포식성응애와 식식성응애의 밀도비율을 조절하여 장기적인 방제 효과를 얻을 수 있을 뿐만 아니라 약제 사용량의 감소를 통해 방제 비용도 절감할 수 있을 것으로 생각된다.

그러나 앞으로 위와 같은 농도로 실제 포장시험을 수행하여 점박이용애와 긴털이리응애의 개체군 밀도변동을 조사함으로써 점박이용애의 종합관리에서 fenpyroximate의 선택성 약제로서의 가치를 보다 면밀히 평가해 보아야 할 것으로 생각된다.

인용문헌

- Croft, B. A. 1990. Developing a philosophy and program of pesticide resistance management. In Pesticide resistance in arthropods, ed. by R. T. Roush & B. E. Tabashnik, pp. 277-296. Chapman & Hall, New York.
- Duncan, D. B. 1955. Multiple range and multiple F tests. *Biometrics* 11: 1-41.
- Grafton-Cardwell, E. E. & M. A. Hoy. 1983. Comparative toxicity of avermectin B₁ to the predator *Metaseiulus occidentalis* (Nesbitt) (Acari: Phytoseiidae) and the spider mites *Tetranychus urticae* Koch and *Panonychus ulmi* (Koch) (Acari: Tetranychidae). *J. Econ. Entomol.* 76: 1216-1220.
- Hamamura, T. 1987. Biological control of the kanzawa spider mite, *Tetranychus kanzawai* Kishida, in tea fields by the predacious mite, *Amblyseius long-*

- ispinosus* (Evans), which is resistant to chemicals (Acarina: Tetranychidae, Phytoseiidae). JARQ **21**: 109-116.
- Hoy, M. A. & 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. & Y. L. Ouyang. 1986. Selectivity of the acaricides clofentezine and hexythiazox to the predator *Metaseiulus occidentalis* (Acari: Phytoseiidae). J. Econ. Entomol. **79**: 1377-1380.
- 김동순, 이준호. 1993. 긴털이리응애의 점박이응애에 대한 기능반응: 피식자 밀도분포 및 면적크기의 영향. 한응곤지 **32**: 61-67.
- 김동순, 이준호. 1994. 점박이응애(*Tetranychus urticae*) 알에 대한 긴털이리응애(*Amblyseius longispinosus*)의 채식행동. 한응곤지 **33**: 33-38.
- 김상수, 김도익, 이승찬. 1993. 야외계통의 점박이응애(*Tetranychus urticae*)에 대한 살비제 혼합의 연합독작용. 한응곤지 **32**: 176-183.
- 김상수, 이승찬. 1990. 점박이응애의 살비제저항성 발달과 Esterase Isozyme에 관한 연구. 한응곤지 **29**: 170-175.
- Konno, T. 1991. A new acaricide, fenpyroximate. Agricultural Chemicals **38**: 19-27.
- 이순원. 1990. 사과원 해충상과 응애류 종합관리에 관한 연구. 서울대 박사학위논문. pp. 87.
- Mochizuki, M. 1990. A strain of the predatory mite *Amblyseius longispinosus* (Evans) resistant to permethrin, developing in the tea plantation of Shizuoka prefecture (Acarina: Phytoseiidae). Jpn. J. Appl. Ent. Zool. **34**: 171-174.
- 백채훈, 김상수. 1996. 긴털이리응애와 점박이응애, 차응애에 대한 Flufenoxuron의 선택독성. 곤학지 **26**: 47-55.
- 박정규, 이문홍, 유재기, 이정운, 최병렬. 1995. 아바멕틴의 긴털이리응애(*Amblyseius womersleyi* Schicha)와 점박이응애(*Tetranychus urticae* Koch)에 대한 선택독성. 한응곤지 **34**: 360-367.
- Reda, A. S. & 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**: 349-355.
- Zhang, Z. Q. & 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.

(1996년 8월 2일 접수)