

긴털이리응애, 긴꼬리이리응애와 점박이응애에 대한 여러 농약의 독성비교

서상기 · 김상수*

순천대학교 응용생물원예학부

요약 : 점박이응애와 포식성 천적인 긴털이리응애와 긴꼬리이리응애에 대한 살비제 10종, 살충제 7종과 살균제 5종의 상대독성을 leaf spray 방법으로 시험하였다. Bifenazate, etoxazole, acequinocyl, flufenoxuron과 chlorfenapyr 등 5종 살비제는 점박이응애 암컷성충보다 긴털이리응애와 긴꼬리이리응애 암컷성충에 매우 낮은 독성을 나타내었다. 또한 이들 5종 살비제를 처리한 긴털이리응애 암컷성충들은 무처리 암컷성충에 비해 52~93%의 산란수를 보였으며, 긴꼬리이리응애 암컷성충들은 무처리 암컷성충에 비해 54~73%의 산란수를 보였다. 나머지 살비제들은 긴털이리응애와 긴꼬리이리응애 암컷성충에 대해 아주 강한 독성을 나타내었다. 시험 살충제는 모두 긴털이리응애와 긴꼬리이리응애의 암컷성충보다는 점박이응애의 암컷성충에 대해 더 낮은 독성을 나타내었다. 그러나 tebufenozide와 diflubenzuron은 긴털이리응애와 긴꼬리이리응애 암컷성충의 생존율과 산란수에 큰 영향을 미치지 않았다. 시험살균제는 모두 긴털이리응애와 긴꼬리이리응애 암컷성충에 대해 24% 이내의 낮은 치사율을 보였다. 그러나 benomyl은 두 종 천적의 산란수에 큰 영향을 나타내었다. 4종 살비제(bifenazate, acequinocyl, flufenoxuron과 chlorfenapyr)는 점박이응애 알보다 긴털이리응애와 긴꼬리이리응애 알에 매우 낮은 독성을 나타내었다. 그러나 etoxazole의 경우는 두 종 천적에서 상대적으로 낮은 부화율(58~62%)을 보였다. 또한 시험 살충제와 살균제는 긴털이리응애와 긴꼬리이리응애 알의 부화율에 별 영향이 없었다. 이상의 결과에서 긴털이리응애와 긴꼬리이리응애의 암컷성충과 알에 적은 영향을 나타낸 4종 살비제, 2종 살충제와 4종 살균제는 배과원의 점박이응애 종합관리체계에서 긴털이리응애, 긴꼬리이리응애와 함께 이용할 수 있을 것으로 생각된다.(2000년 11월 20일 접수, 2000년 11월 30일 수리)

Key words : *Amblyseius womersleyi*, *A. charai*, *Tetranychus urticae*, comparative toxicity, integrated mite management.

서론

최근 우리나라는 국민생활 수준의 향상으로 신선한 과실에 대한 소비자의 수요가 꾸준히 증가함에 따라 배나무도 그 재배면적이 확대되고 있는 추세이며, 특히 배나무는 국내 수출작목의 하나로서 가격경쟁력 향상을 위한 품질관리와 생산비 절감이 시급히 요망되고 있다(Cho, 2000). 그러나 재배가들에게는 년중 다양한 발생피해를 나타내는 해충류에 대한 방제가 큰 문제로 대두되어 있으며, 그 중에서도 점박이응애(*Tetranychus urticae*)와 차응애(*T. kanzawai*)와 같은 식식성 응애류는 년중 발생 세대수가 많고 번식력이 강하여 그 피해가 지속적으로 증가하고 있어 배의 생산성에 큰 타격을 주고 있는 주요해충이다(Kim과 Paik, 1996b; Cho, 2000). 이러한 식식성 응애류의 방제를 위해 현재 대부분의 배 재배가들은 년중 지속적이고 과다한 약제 사용에만 의존하고 있어, 이에 따른 여러가지 부작용은 재배농가에 많은 부담으로 작용하고 있다(Kim과 Paik, 1996b; Cho, 2000).

그러나 지금까지 대부분의 농작물 병해충의 경우와 마찬가지로 식식성 응애류에 있어서도 약제 사용을 완전히 배제한 경제적이고 효과적인 대체 방제수단이 정립되었다고 볼 수 없다. 이와 같은 배경에서 근래 국내외에서 식식성 응애류의 방제체계에 이들의 유력한 천적인 이리응애류

(phytoseiid mites)를 투입하고, 천적의 역할을 증대시키기 위해 천적에 독성이 낮은 선택성 약제를 탐색 이용하여 천적과 해충의 밀도를 적정 수준으로 조정함으로써 보다 장기적인 방제효과를 유지하고자 많은 연구가 이루어지고 있다(Osborne과 Pettitt, 1985; Hoy와 Ouyang, 1986; Reda와 El-Banhawy, 1988; Zhang과 Sanderson, 1990; Cho등, 1995; Kim과 Paik, 1996a; Park등, 1996). 또한 Trumble과 Morse(1993)는 딸기에서 점박이응애의 방제를 위한 약제 사용, 천적의 이용 및 약제와 천적의 동시 이용의 경제성을 비교한 결과, 칠레이리응애(*Phytoseiulus persimilis*)와 abamectin의 조합이용에서 최대의 이윤을 얻었다고 보고한 바 있다.

국내 전남지역의 배나무에 발생가해하는 식식성 응애류의 포식성 천적으로는 모두 10종이 조사되었으나, 우점종으로는 긴털이리응애(*Amblyseius womersleyi*)와 긴꼬리이리응애(*A. charai*)가 보고되었다(Cho, 2000). 긴털이리응애는 국내 사과와 녹차재배지에서 점박이응애와 차응애의 생물적 조절인자로 활용이 시도된 바 있으며(Lee, 1990; Kim등, 1997), 긴꼬리이리응애는 한국산 이리응애 중에서 가장 다양한 종류의 식물에서 서식하며 적응력이 강한 종으로 식식성응애류의 천적으로서 이용이 제시된 바 있다(Ryu등, 1997).

따라서 본 시험은 배 재배농가에서 사용하고 있는 살비제, 살충제와 살균제들과 몇가지 신살비제의 국내 사용권장 농도에서 긴털이리응애, 긴꼬리이리응애와 점박이응애에 대한 상대독성을 시험하여 앞으로 배과원에서 식식성 응애의

*연락처

종합관리체계에서 그 이용 가능성을 검토하고자 수행하였다.

재료 및 방법

시험충과 시험조건

긴털이리응애와 긴꼬리이리응애는 나주 배연구소에서 2000년에 채집하여 25±2℃의 사육실에서 강남콩(*Phaseolus vulgaris* var. *humilis* Alefeld)잎에 점박이응애를 먹이로 하여 누대사육하였으며, 점박이응애도 나주 배연구소에서 2000년에 채집하고 강남콩에 사육·증식하여 확보하였다. 시험설비로는 증류수를 채운 플라스틱 밀폐용기(14×5 cm)의 덮개 중앙에 1 cm의 구멍을 뚫은 다음, 하부 중앙에 같은 크기로 구멍을 뚫어 탈지면을 깐 플라스틱 페트리디쉬(직경 9 cm)를 그 위에 놓고 탈지면으로 서로 연결해 계속하여 수분이 공급될 수 있도록 하였다. 이 페트리디쉬내에 긴털이리응애나 긴꼬리이리응애 또는 점박이응애를 접종할 강남콩 leaf disc를 놓은 다음 그 주위에는 물에 적신 탈지면을 배치해 접종개체들의 이탈을 방지하였다. 모든 시험은 25±1℃의 항온항습기(16L : 8D, RH 50~60%)내에서 수행하였다.

약제처리

시험에 사용한 약제는 살비제로 bifenazate 23.5% 액상수화제, etoxazole 10% 액상수화제, acequinocyl 15% 액상수화제, flufenoxuron 5% 분산성액제, chlorfenapyr 10% 액상수화제, azocyclotin 25% 수화제, diafenthiuron 50% 수화제, milbemectin 1% 유제, fenazaquin 20% 액상수화제와 pyridaben 20% 수화제 등 10종, 살충제로 tebufenozide 20% 액상수화제, diflubenzuron 25% 수화제, imidacloprid 10% 수화제, furathiocarb 10% 수화제, prothiofos 40% 수화제, fenitrothion 40% 수화제, esfenvalerate 1.5% 유제 등 7종과 살균제로 dithianon 75% 수화제, bitertanol 25% 수화제, fenarimol 12.5% 유제, iprodione 50% 수화제, benomyl 50% 수화제 등 5종으로 모두 22종이었다. 약제 처리는 각 약제를 사용권장농도로 희석하고 전술한 페트리디쉬 내에 배치한 긴털이리응애나 긴꼬리이리응애 또는 점박이응애가 접종되어 있는 leaf disc를 대상으로 25 cm 정도의 거리에서 hand sprayer (Komax co.)를 이용하여 강남콩 잎이 충분히 적실 정도로 5초동안 3회 살포하는 leaf spray 방법 (Hoy 등, 1988)으로 실시한 후 음건하였다. 긴털이리응애, 긴꼬리이리응애와 점박이응애 공히 leaf disc 밖으로 이탈하거나 가는 붓으로 충체를 건들어서 몸길이 정도를 이동하지 못하는 개체는 죽은 것으로 간주하였다.

긴털이리응애, 긴꼬리이리응애와 점박이응애의 암컷성충에 대한 약제의 영향

긴털이리응애와 긴꼬리이리응애 암컷성충의 생존율과 산란수에 미치는 약제들의 영향을 시험하기 위해 각 약제별 50개체 (반복당 10개체)로 수행하였다. 전술한 페트리디쉬 내의 물에 적시킨 탈지면 위에 뒷면이 위를 향하도록 놓은

강남콩 leaf disc(직경 3 cm)에 유사한 연령의 개체들을 얻기 위한 목적의 사육 개체군에서 각 종의 암컷성충을 미세한 붓으로 leaf disc로 옮긴 후, 각 약제의 사용권장농도 희석액과 대조구를 위한 증류수를 살포한 후 음건하여 25±1℃의 항온항습기에 보관하였다. 긴털이리응애와 긴꼬리이리응애의 먹이로는 점박이응애의 혼합태를 제공하였고 매일 보충하여 충분한 먹이조건을 유지하였다. 암컷성충들의 생존율과 leaf disc 상의 전체 산란수는 살충제와 살균제는 처리 후 3일동안, 살비제의 경우는 7일동안 매일 현미경하에서 조사하였다. 점박이응애의 암컷성충에 대한 각 약제들의 영향은 긴털이리응애와 긴꼬리이리응애를 대상으로 시험한 경우와 동일한 방법으로 수행하였다.

긴털이리응애, 긴꼬리이리응애와 점박이응애 알의 부화에 대한 약제의 영향

긴털이리응애와 긴꼬리이리응애 알의 부화에 미치는 약제들의 영향을 시험하기 위해 강남콩 leaf disc(직경 4 cm)에 긴털이리응애 또는 긴꼬리이리응애 암컷성충 80~90개체를 접종하고 1일동안 산란시켜 필요한 알을 확보한 후, 각 약제별 50개체(반복당 10개체)로 시험하였다. 페트리디쉬 내의 강남콩 leaf disc(직경 1 cm)에 난을 1개체씩 미세한 붓으로 leaf disc로 옮긴 후, 각 약제의 사용권장농도 희석액과 대조구를 위한 증류수를 살포한 후 음건하여 25±1℃의 항온항습기에 보관하였다. 부화여부를 처리구와 대조구의 알들이 모두 유충으로 부화할 때까지 매일 현미경하에서 조사하였다. 점박이응애의 알에 대한 각 약제들의 영향은 긴털이리응애와 긴꼬리이리응애를 대상으로 시험한 경우와 동일한 방법으로 수행하였다.

자료분석

모든 시험결과는 SAS 통계프로그램(SAS Institute, 1996)을 이용하여 분산분석(ANOVA)을 하였고 Duncan 다중검정으로 각 처리의 평균치를 비교하였으며, 생존율과 부화율 성적은 arcsine value로 변환한 후 분석에 이용하였다.

결과 및 고찰

긴털이리응애, 긴꼬리이리응애와 점박이응애의 암컷성충에 대한 약제의 영향

점박이응애와 천적인 긴털이리응애, 긴꼬리이리응애 암컷성충에 대해 10종 살비제를 처리하여 각 종의 생존율과 산란수를 조사한 결과는 표 1, 2와 같다.

긴털이리응애와 긴꼬리이리응애의 생존율은 bifenazate, etoxazole, acequinocyl, flufenoxuron과 chlorfenapyr 등의 처리에서 1일 후에는 각각 82~98%와 72~98%로 아주 높았으나, 일수경과에 따라 다소 감소하는 경향이 있었다. 처리 7일 후의 긴털이리응애와 긴꼬리이리응애 생존율은 각 약제 모두 무처리와 통계적 유의차는 있으나, bifenazate, acequinocyl과 chlorfenapyr 처리에서 긴털이리응애는 각각 78, 84와 62%가 그리고 긴꼬리이리응애는 각각 78, 52와 52%가 생존하여 acequinocyl과 chlorfenapyr의 처리에서 긴꼬리이리응애는 긴털이리응애의 경우보다 다소

Table 1. Survival of adult females of *Amblyseius womersleyi*, *A. eharai* and *Tetranychus urticae* on bean leaf discs treated with different acaricides

Mite species	Acaricide	Concentration (ppm)	% Survival (Mean ± SEM) ^{a)} after			
			24 h	72 h	120 h	168 h
<i>A. womersleyi</i>	Bifenazate	118	94.0 ± 3.99ab	82.0 ± 5.82bc	78.0 ± 4.89bc	78.0 ± 4.89bc
	Etoxazole	25	98.0 ± 2.00ab	86.0 ± 2.45bc	82.0 ± 3.74b	82.0 ± 3.74bc
	Acequinocyl	150	94.0 ± 2.45b	90.0 ± 4.46b	90.0 ± 4.46a	84.0 ± 5.09b
	Flufenoxuron	50	86.0 ± 2.45c	80.0 ± 6.31c	80.0 ± 6.31b	72.0 ± 3.74cd
	Chlorfenapyr	33	82.0 ± 3.74c	66.0 ± 2.45d	64.0 ± 2.45c	62.0 ± 3.74d
	Azocyclotin	167	0.0 ± 0.0 e	0.0 ± 0.0f	0.0 ± 0.0e	0.0 ± 0.0f
	Diafenthiuron	500	2.0 ± 2.00e	0.0 ± 0.0f	0.0 ± 0.0e	0.0 ± 0.0f
	Milbemectin	10	2.0 ± 2.00e	0.0 ± 0.0f	0.0 ± 0.0e	0.0 ± 0.0f
	Fenazaquin	67	0.0 ± 0.0 e	0.0 ± 0.0f	0.0 ± 0.0e	0.0 ± 0.0f
	Pyridaben	200	32.0 ± 2.00d	14.0 ± 3.99e	14.0 ± 3.99d	12.0 ± 4.89e
	Control		100.0 ± 0.0a	100.0 ± 0.0a	96.0 ± 2.45a	96.0 ± 2.45a
<i>A. eharai</i>	Bifenazate	118	88.0 ± 3.74b	84.0 ± 3.99b	78.0 ± 3.74b	78.0 ± 3.74b
	Etoxazole	25	98.0 ± 2.00a	92.0 ± 4.89a	86.0 ± 2.45b	80.0 ± 4.46b
	Acequinocyl	150	82.0 ± 4.89bc	58.0 ± 5.82d	52.0 ± 3.74d	52.0 ± 3.74d
	Flufenoxuron	50	72.0 ± 3.74cd	70.0 ± 4.46cd	68.0 ± 3.74c	66.0 ± 2.45c
	Chlorfenapyr	33	86.0 ± 2.45b	76.0 ± 5.09bc	68.0 ± 4.89c	52.0 ± 5.82d
	Azocyclotin	167	4.0 ± 2.45g	0.0 ± 0.0f	0.0 ± 0.0f	0.0 ± 0.0f
	Diafenthiuron	500	58.0 ± 3.74de	0.0 ± 0.0f	0.0 ± 0.0f	0.0 ± 0.0f
	Milbemectin	10	8.0 ± 2.00fg	0.0 ± 0.0f	0.0 ± 0.0f	0.0 ± 0.0f
	Fenazaquin	67	50.0 ± 5.47e	36.0 ± 3.99e	28.0 ± 2.00e	22.0 ± 2.00e
	Pyridaben	200	14.0 ± 3.99f	0.0 ± 0.0f	0.0 ± 0.0f	0.0 ± 0.0f
	Control		100.0 ± 0.0a	98.0 ± 2.00a	94.0 ± 2.45a	94.0 ± 2.45a
<i>T. urticae</i>	Bifenazate	118	0.0 ± 0.0d	0.0 ± 0.0d	0.0 ± 0.0d	0.0 ± 0.0d
	Etoxazole	25	98.0 ± 2.00a	92.0 ± 3.74b	80.0 ± 4.46b	64.0 ± 3.99b
	Acequinocyl	150	0.0 ± 0.0d	0.0 ± 0.0d	0.0 ± 0.0d	0.0 ± 0.0d
	Flufenoxuron	50	94.0 ± 2.45b	88.0 ± 3.74b	72.0 ± 3.74b	52.0 ± 2.00c
	Chlorfenapyr	33	18.0 ± 2.00c	0.0 ± 0.0d	0.0 ± 0.0d	0.0 ± 0.0d
	Azocyclotin	167	0.0 ± 0.0d	0.0 ± 0.0d	0.0 ± 0.0d	0.0 ± 0.0d
	Diafenthiuron	500	0.0 ± 0.0d	0.0 ± 0.0d	0.0 ± 0.0d	0.0 ± 0.0d
	Milbemectin	10	0.0 ± 0.0d	0.0 ± 0.0d	0.0 ± 0.0d	0.0 ± 0.0d
	Fenazaquin	67	0.0 ± 0.0d	0.0 ± 0.0d	0.0 ± 0.0d	0.0 ± 0.0d
	Pyridaben	200	24.0 ± 2.45c	16.0 ± 2.45c	10.0 ± 4.46c	2.0 ± 2.00d
	Control		100.0 ± 0.0a	98.0 ± 2.00a	94.0 ± 2.45a	94.0 ± 2.45a

^{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).

낮은 생존율을 보였는데, 점박이응애에서는 각 약제처리 1~3일 이내에 100% 치사하여 이들 살비제는 점박이응애보다 긴털이리응애와 긴꼬리이리응애에 매우 낮은 독성을 나타내었다. Etoxazole과 flufenoxuron의 처리에서도 긴털이리응애와 긴꼬리이리응애는 처리 7일 후에 각 종이 82, 72%와 80, 66%의 생존율을 나타내어 점박이응애의 경우 64, 52%의 생존율보다 상당히 높아 긴털이리응애와 긴꼬리이리응애에 보다 낮은 독성을 나타내었다. 그러나 이들 약제는 다른 약제들에 비해 점박이응애 자성충에 대한 살비율이 훨씬 낮았는데, 이는 두 약제가 성장조절제로 작용하

여 성충에는 큰 효과가 없는 것으로 보이며, Ahn 등(1993)과 Sumitomo Chemical(1995)도 두 약제에 대해 같은 결론을 내리고 있다. 다른 5가지 살비제에서는 pyridaben의 긴털이리응애에 대한 처리와 fenazaquin의 긴꼬리이리응애에 대한 처리에서 7일 후 각각 12와 22%의 낮은 생존율을 보였으나 그 외 약제의 경우에는 모두 처리 1~3일 이내에 긴털이리응애와 긴꼬리이리응애가 100% 치사하여, 점박이응애의 처리 7일 후 생존율이 0~2%에 불과했지만 이들 약제의 사용은 긴털이리응애와 긴꼬리이리응애의 밀도유지에 직접적인 영향을 미칠 것으로 보여 가능한 사용을 배제

Table 2. Reproduction of adult females of *Amblyseius womersleyi*, *A. eharai* and *Tetranychus urticae* on bean leaf discs treated with different acaricides

Acaricide	Number of eggs per leaf disc (Mean ± SEM) ^{a)}		
	<i>A. womersleyi</i>	<i>A. eharai</i>	<i>T. urticae</i>
Bifenazate	111.4 ± 4.27c	68.6 ± 2.54b	6.2 ± 0.80 c
Etoxazole	113.4 ± 4.92c	69.2 ± 3.97b	488.2 ± 16.86b
Acequinocyl	139.2 ± 4.01b	55.6 ± 3.98c	1.8 ± 0.37 c
Flufenoxuron	96.6 ± 5.76d	51.6 ± 2.97c	503.6 ± 32.80b
Chlorfenapyr	77.4 ± 5.13e	52.6 ± 4.16c	30.6 ± 3.72 c
Azocyclotin	3.4 ± 0.51fg	0.8 ± 0.37e	1.2 ± 0.37 c
Diafenthiuron	8.2 ± 0.58fg	7.0 ± 0.32de	14.4 ± 1.03 c
Milbemectin	0.0 ± 0.0 g	0.4 ± 0.24e	0.4 ± 0.24 c
Fenazaquin	0.0 ± 0.0 g	11.8 ± 1.24d	1.4 ± 0.24 c
Pyridaben	11.4 ± 2.71f	0.0 ± 0.0 e	27.4 ± 2.20 c
Control	150.0 ± 5.51a	94.8 ± 3.87a	729.0 ± 10.55a

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

하는 것이 타당한 것으로 생각된다.

긴털이리응애와 긴꼬리이리응애의 산란수에 있어 각 약제 모두 무처리와 통계적 유의차는 있으나, bifenazate와 etoxazole의 처리에서는 두 종이 무처리에 비하여 72~76% 정도의 산란수를 나타내었다. Acequinocyl의 처리는 암컷성충 생존율의 차이로 인해 긴털이리응애에서는 무처리에 비해 93%의 산란수를 보였으나 긴꼬리이리응애에서는 59% 정도로 다소 적었는데, 전반적으로 보아 이들 3종 살비제의 처리에서 두 종 천적의 생존율을 고려하면 산란수의 감소는 크지 않은 것으로 생각된다. Flufenoxuron과 chlorfenapyr의 경우는 무처리에 비해 긴털이리응애에서 각각 64와 52%, 긴꼬리이리응애에서는 각각 54와 56%의 산란수를 보여 bifenazate, etoxazole과 acequinocyl의 경우보다는 다소 낮으나, 나머지 5종 살비제 처리에서 두 종 천적의 산란수가 무처리에 비하여 0~12%인 것보다는 월등히 많았다. 점박이응애의 경우는 etoxazole과 flufenoxuron의 처리에서 무처리에 비하여 67~69%의 산란수를 보였으나, 다른 살비제들의 처리에서는 모두 5% 미만이었다. 위와 같은 각 살비제의 처리에서 긴털이리응애, 긴꼬리이리응애와 점박이응애의 자성충 생존율과 산란수로 보아 bifenazate, etoxazole과 acequinocyl 등은 두 종 천적의 암컷성충의 밀도유지에 영향을 주지 않을 것으로 생각되는데, Dekeyser 등 (1996)도 bifenazate를 *A. fallacis*와 같은 포식성응애류에 안전한 약제로 보고한 바 있다. Flufenoxuron도 이들 3종 약제보다는 생존율과 산란수가 약간 낮으나 큰 영향은 없을 것으로 생각되는데, 이 약제는 잔류독성 시험에서 점박이응애보다 긴털이리응애에 대한 독성이 매우 낮다고 보고된 바 있다 (Paik과 Kim, 1996).

Chlorfenapyr의 경우는 bifenazate, etoxazole, acequinocyl과 flufenoxuron 등의 처리보다는 두 종 천적의 생존율과 산란수가 다소 낮게 나타났으나 나머지 5종 살비제의 처리결과보다는 월등히 높게 나타나 이들 천적의 밀도유지에 결정적인 영향은 없을 것으로 판단되며, 사용시 사용농도를 소폭으로 낮출 경우 두종 천적의 생존율을 높일 수

있을 것으로 기대된다.

긴털이리응애, 긴꼬리이리응애와 점박이응애의 자성충에 대해 7종 살충제를 처리하여 각 종의 생존율과 산란수를 조사한 결과는 표 3과 같다.

모든 시험 살충제는 긴털이리응애와 긴꼬리이리응애의 암컷성충보다는 점박이응애 암컷성충에 대해 더 낮은 독성을 나타내었으며, 산란수도 두 종 천적은 전반적으로 무처리보다 적었다. 그러나 diflubenzuron 처리에서 긴털이리응애와 긴꼬리이리응애는 각각 90%와 84%의 높은 생존율을 나타내어 각 종의 무처리와 통계적 유의차가 없었으며, 산란수에 있어서도 각 종의 무처리와 통계적 유의차가 없었다. 또한 tebufenozide 처리에서도 두 종 천적은 각각 90%와 82%의 높은 생존율을 보였으며, 산란수도 무처리와 큰 차이는 없었다. Park 등 (1996)도 이들 두 약제와 같은 곤충생장조절제인 triflumuron, teflubenzuron과 diflubenzuron은 긴털이리응애의 생존율에 거의 영향이 없다고 하였으며, Kwon (1996)도 diflubenzuron은 긴털이리응애, *A. fallacis*와 *Metaseiulus occidentalis*와 같은 이리응애류에 대해 영향이 적다고 보고한 바 있다. Imidacloprid의 처리는 긴털이리응애와 긴꼬리이리응애에서 각각 66%와 58%의 생존율을 나타내었으며 산란수는 각 종 무처리의 반수에 미치지 못하였는데, 점박이응애에서는 86%의 생존율을 보이고 산란수도 무처리의 71%에 달했다. Kwon (1996)도 이 약제의 긴털이리응애에 대한 접촉독과 잔류독 시험에서 각각 55%와 87%의 치사율을 나타냈다고 보고하여, 긴털이리응애의 경우 본 시험의 결과와 큰 차이는 없었다.

또한 imidacloprid의 처리는 diflubenzuron이나 tebufenozide의 경우보다 두 종 천적의 생존율이 24~26%가 낮아, 이 약제의 사용시에는 천적의 당시 밀도수준을 고려하는 신중함이 있어야 할 것으로 판단된다. 한편 furathiocarb, prothiofos, fenitrothion과 esfenvalerate 등을 처리했을 때 긴털이리응애와 긴꼬리이리응애의 생존율은 0~14%로 극히 낮았으며 산란수도 0~2개로 매우 적어 두 종 천적의 밀도유지에 치명적인 영향을 미칠 가능성이 크기

Table 3. Survival and reproduction of adult females of *Amblyseius womersleyi*, *A. eharai* and *Tetranychus urticae* on bean leaf discs treated with different insecticides

Mite species	Insecticide	Concentration (ppm)	% Survival (Mean ± SEM) ^{a,b)}	No. of eggs per leaf disc (Mean ± SEM)
<i>A. womersleyi</i>	Tebufenozide	200	90.0 ± 4.47ab	42.8 ± 4.51b
	Diflubenzuron	100	90.0 ± 4.47ab	56.4 ± 3.01ab
	Imidacloprid	50	66.0 ± 12.5b	20.6 ± 3.19c
	Furathiocarb	100	0.0 ± 0.0 c	1.0 ± 0.45d
	Prothiofos	400	0.0 ± 0.0 c	1.0 ± 0.0 d
	Fenitrothion	500	0.0 ± 0.0 c	2.0 ± 0.55d
	Esfenvalerate	15	0.0 ± 0.0 c	1.2 ± 0.58d
	Control		98.0 ± 2.00a	58.6 ± 4.80a
<i>A. eharai</i>	Tebufenozide	200	82.0 ± 5.83ab	22.2 ± 3.95ab
	Diflubenzuron	100	84.0 ± 4.00ab	22.4 ± 2.80ab
	Imidacloprid	50	58.0 ± 7.35b	11.4 ± 2.18bc
	Furathiocarb	100	0.0 ± 0.0 d	0.0 ± 0.0 c
	Prothiofos	400	0.0 ± 0.0 d	0.0 ± 0.0 c
	Fenitrothion	500	2.0 ± 2.00cd	0.0 ± 0.0 c
	Esfenvalerate	15	14.0 ± 4.00c	1.2 ± 0.37c
	Control		96.0 ± 2.45a	25.8 ± 4.07a
<i>T. urticae</i>	Tebufenozide	200	96.0 ± 4.00a	317.4 ± 20.53a
	Diflubenzuron	100	96.0 ± 2.45a	328.2 ± 11.48a
	Imidacloprid	50	86.0 ± 5.34ab	241.6 ± 10.62b
	Furathiocarb	100	82.0 ± 8.16ab	230.8 ± 22.17b
	Prothiofos	400	14.0 ± 2.45c	21.4 ± 2.16 d
	Fenitrothion	500	68.0 ± 8.31b	136.4 ± 14.62c
	Esfenvalerate	15	20.0 ± 2.74c	12.0 ± 3.63 d
	Control		96.0 ± 2.45a	341.8 ± 19.03a

^{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).

^{b)}Evaluated three days after treatment.

때문에, 앞으로 이들 약제의 사용은 되도록 배제해야 할 것으로 생각된다. 위 살충제의 처리는 점박이응애가 아닌 다른 해충류의 방제를 목적으로 한다는 관점에서 볼 때, 시험 살충제에서 국내 사용권장농도로 사용하여 긴털이리응애와 긴꼬리이리응애의 개체군 유지에 큰 영향을 미치지 않는 선택성 약제로 간주할 수 있는 것은 diflubenzuron과 tebufenozide로 생각된다.

한편 긴털이리응애, 긴꼬리이리응애와 점박이응애의 암컷 성충에 대해 5종 살균제를 처리하여 각 종의 생존율과 산란수를 조사한 결과는 표 4와 같다. 시험 살균제에서 dithianon, bitertanol, fenarimol과 iprodione 등의 처리에서 긴털이리응애와 긴꼬리이리응애의 생존율은 각각 88~94%와 78~88%로 모두 22% 이내의 낮은 치사율을 나타내었다. 산란수에 있어서도 이들 4종 약제의 처리는 각 천적 종의 무처리와 통계적 유의차가 없었다. Park 등(1996)도 사과원에서 사용되는 살균제들은 긴털이리응애에 대해 모두 23% 이내의 낮은 치사율을 보였다고 하여 본 시험의 결과와 유사한 경향이였다. 그러나 benomyl의 경우는 다른 약제처리보다 긴털이리응애와 긴꼬리이리응애의 산란수

가 대단히 적었으며 두 종 천적의 생존율도 시험 약제들에서 가장 낮아 이 약제의 사용을 가능한 제한해야 할 것으로 생각되는데, Kim (1997)도 다원에서 채집한 긴털이리응애와 차응애에 대해 benomyl을 처리했을 때 긴털이리응애의 치사율이 점박이응애보다 두배 정도 높았다고 보고한 바 있다.

긴털이리응애, 긴꼬리이리응애와 점박이응애의 알의 부화에 대한 약제의 영향

시험 살비제, 살충제와 살균제에서 긴털이리응애와 긴꼬리이리응애 암컷성충에 대한 생존율이 다른 약제보다 상대적으로 높게 나타난 약제들을 대상으로 두 종 천적과 점박이응애의 알에 처리하여 부화율을 조사한 결과는 표 5와 같다. 살충제와 살균제의 처리에서 긴털이리응애와 긴꼬리이리응애의 알은 모두 92~100%의 부화율을 보여 이들 약제는 부화에 별 영향을 주지 않았다. 살비제에서 bifentazate, acequinocyl, flufenoxuron과 chlorfenapyr 등의 처리에서도 긴털이리응애와 긴꼬리이리응애 알의 부화율은 90~100%로 큰 영향이 없었다.

Table 4. Survival and reproduction of adult females of *Amblyseius womersleyi*, *A. eharai* and *Tetranychus urticae* on bean leaf discs treated with different fungicides

Mite species	Fungicide	Concentration (ppm)	% Survival (Mean \pm SEM) ^{a,b)}	No. of eggs per leaf disc (Mean \pm SEM)
<i>A. womersleyi</i>	Dithianon	938	94.0 \pm 4.00a	55.2 \pm 4.81a
	Bitertanol	100	90.0 \pm 5.47a	52.6 \pm 2.56a
	Fenarimol	42	88.0 \pm 7.35a	56.6 \pm 3.08a
	Iprodione	417	92.0 \pm 5.83a	53.4 \pm 5.61a
	Benomyl	333	84.0 \pm 6.00a	11.4 \pm 2.34b
	Control		98.0 \pm 2.00a	58.6 \pm 4.80a
<i>A. eharai</i>	Dithianon	938	84.0 \pm 5.10ab	17.0 \pm 4.42ab
	Bitertanol	100	88.0 \pm 3.74ab	15.4 \pm 2.21ab
	Fenarimol	42	78.0 \pm 4.90b	12.2 \pm 2.67ab
	Iprodione	417	86.0 \pm 6.78ab	23.4 \pm 4.27a
	Benomyl	333	76.0 \pm 6.00b	2.8 \pm 1.07b
	Control		96.0 \pm 2.45a	25.8 \pm 4.07a
<i>T. urticae</i>	Dithianon	938	80.0 \pm 2.23b	202.8 \pm 16.79b
	Bitertanol	100	86.0 \pm 5.24b	189.6 \pm 12.42b
	Fenarimol	42	82.0 \pm 3.39b	161.2 \pm 11.23bc
	Iprodione	417	84.0 \pm 5.15b	202.6 \pm 14.43b
	Benomyl	333	92.0 \pm 2.55ab	104.2 \pm 10.93c
	Control		96.0 \pm 2.45a	341.8 \pm 19.03a

^{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).

^{b)}Evaluated three days after treatment.

Table 5. Hatchability of eggs of *Amblyseius womersleyi*, *A. eharai* and *Tetranychus urticae* on bean leaf discs treated with different pesticides

Pesticide	Concentration (ppm)	% Hatchability (Mean \pm SEM) ^{a)}		
		<i>A. womersleyi</i>	<i>A. eharai</i>	<i>T. urticae</i>
Acaricide				
Bifenazate	200	94.0 \pm 2.45bc	96.0 \pm 2.45abc	2.0 \pm 2.00b
Etoazole	25	58.0 \pm 3.74d	62.0 \pm 3.74d	0.0 \pm 0.0 b
Acequinocyl	150	100.0 \pm 0.0 a	98.0 \pm 2.00ab	0.0 \pm 0.0 b
Flufenoxuron	50	90.0 \pm 3.16c	94.0 \pm 2.45bc	0.0 \pm 0.0 b
Chlorfenapyr	50	100.0 \pm 0.0 a	92.0 \pm 2.00c	0.0 \pm 0.0 b
Control		98.0 \pm 2.00ab	100.0 \pm 0.0 a	96.0 \pm 2.45a
Insecticide				
Tebufozide	200	96.0 \pm 2.45a	100.0 \pm 0.0 a	100.0 \pm 0.0 a
Diflubenzuron	100	100.0 \pm 0.0 a	96.0 \pm 4.00a	100.0 \pm 0.0 a
Imidacloprid	50	98.0 \pm 2.00a	100.0 \pm 0.0 a	100.0 \pm 0.0 a
Control		98.0 \pm 2.00a	100.0 \pm 0.0 a	96.0 \pm 2.45a
Fungicide				
Dithianon	938	92.0 \pm 2.00a	100.0 \pm 0.0 a	88.0 \pm 9.43a
Bitertanol	100	94.0 \pm 2.45a	100.0 \pm 0.0 a	94.0 \pm 1.58a
Fenarimol	42	96.0 \pm 2.45a	98.0 \pm 2.00a	98.0 \pm 1.23a
Iprodione	417	94.0 \pm 4.00a	98.0 \pm 2.00a	90.0 \pm 4.85a
Benomyl	333	96.0 \pm 2.45a	96.0 \pm 4.00a	88.0 \pm 5.15a
Control		98.0 \pm 2.00a	100.0 \pm 0.0 a	96.0 \pm 2.45a

^{a)}In each column, means followed by the same letter are not significantly different (P=0.05; Duncan's multiple range test).

그러나 etoxazole의 경우는 긴털이리응애, 긴꼬리이리응애와 점박이응애 알의 부화율이 각각 58, 62와 0%로 긴털이리응애와 긴꼬리이리응애에서 상당히 높은 부화율을 보였으나 다른 살비제들의 경우보다는 매우 낮았는데, 이는 etoxazole이 살성충제보다는 살란제와 살유·약충제로 훨씬 약효가 강한 점에 기인한 것으로 생각된다 (Sumitomo Chemical, 1995). 그러나 etoxazole은 긴털이리응애와 긴꼬리이리응애 암컷성충의 생존율과 산란수에는 큰 영향이 없어, 이 약제는 긴털이리응애와 긴꼬리이리응애의 성충 방사 이전에 점박이응애의 발생밀도 조절을 위한 목적으로 사용하는 것이 좋을 것으로 생각된다.

위와 같은 시험 결과들을 모두 종합해 보면 긴털이리응애와 긴꼬리이리응애 암컷성충의 생존율과 산란수 및 알의 부화에 대해 다른 약제들에 비해 상대적으로 영향이 훨씬 적게 나타난 bifenazate, acequinocyl, flufenoxuron과 chlorfenapyr 등 4종 살비제, tebufenozide 와 diflubenuron 등 2종 살충제와 dithianon, bitertanol, fenarimol과 iprodione 등 4종 살균제는 배과원의 점박이응애 종합관리체계에서 긴털이리응애, 긴꼬리이리응애와 함께 이용할 수 있을 것으로 생각된다. 그러나 추후 이들 약제로 실제 포장시험을 수행하여 긴털이리응애, 긴꼬리이리응애와 점박이응애의 개체군 밀도변동을 조사함으로써 선택성 약제로서의 가치를 보다 면밀히 평가할 수 있을 것으로 사료된다.

인용문헌

- Ahn, Y. J., M. Kwon, J. K. Yoo and S. J. Byun (1993) Toxicity of flufenoxuron alone and in mixture with alphacypermethrin or fenbutatin oxide to *Tetranychus urticae* and *Panonychus ulmi* (Acari: Tetranychidae). J. Econ. Entomol. 86:1334~1338.
- Cho, Y. S. (2000) Population dynamics of spider mites and their natural enemies in pear orchard. Ph.D. thesis. Chonnam National University. pp.75.
- Cho, J. R., K. J. Hong, B. R. Choi, S. G. Lee, G. S. Lee, J. K. Yoo and J. O. Lee (1995) The inhibition effect of the two-spotted spider mite population density by using the introduced predacious mite (*Phytoseiulus persimilis* Athias-Henriot) and effect of several pesticides to the predacious mites. RDA. J. Agri. Sci. 37:340~347.
- Dekeyser, M. A., P. T. McDonald, G. W. Angle Jr. and R. C. Moore (1996) D-2341 - A novel agent to control spider mites. pp.487~492. In Proceedings, 1996 British Crop Protection Conference - Pests and Diseases. British Crop Protection Council, Brighton, England.
- 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.
- Kim, D. I., S. C. Lee, C. H. Paik, S. S. Kim and K. C. Ma (1997) Population fluctuation of *Tetranychus kanzawai* and their natural enemies and relate susceptibility of some pesticides to *Amblyseius womersleyi* and *T. kanzawai*. J. Kor. Tea Soc. 3:83~93.
- Kim, S. S. and C. H. Paik (1996a) 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 C. H. Paik. (1996b) Comparative toxicity of abamectin to the spider mites, *Tetranychus urticae* Koch and *T. kanzawai* (Acarina: Tetranychidae) and the predatory mite, *Amblyseius womersleyi* Schicha (Acarina: Phytoseiidae). Korean J. Appl. Entomol. 35:164~172.
- Kwon, G. M. (1996) Ecological characteristics of three phytoseiid mite species and effect of some pesticides on them. M.S. thesis, Andong Univ. pp.38.
- Lee, S. W. (1990) Studies on the pest status and integrated mite management in apple orchards. Ph.D. thesis, Seoul Nat'l Univ. pp.87.
- Osborne, L. S. and F. L. Pettitt (1985) Insecticidal soap and the predatory mite, *Phytoseiulus persimilis* (Acari: Phytoseiidae), used in management of the two-spotted spider mite (Acari: Tetranychidae) on greenhouse grown foliage plants. J. Econ. Entomol. 78:687~691.
- Park, C. G., J. K. Yoo and J. O. Lee (1996) Toxicity of some pesticides to twospotted spider mite (Acari: Tetranychidae) and its predator *Amblyseius womersleyi* (Acari: Phytoseiidae). Korean J. Appl. Entomol. 35:232~237.
- Paik, C. H. and S. S. Kim (1996) Selective toxicity of flufenoxuron to the predatory mite, *Amblyseius womersleyi* (Acarina: Phytoseiidae) and the spider mites, *Tetranychus urticae* and *T. kanzawai* (Acarina: Tetranychidae). Korean J. Entomol. 26:47~55.
- Reda, A. S. and E. M. El-Barhaway (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.
- Ryu, M. O., W. K. Lee and T. H. Kim (1997) Habitats and abundances of Korean phytoseiid mites. Korean J. Appl. Entomol. 36:224~230.

- SAS Institute (1996) SAS/STAT user's guide, release 6.12 ed. SAS Intitute, Cary, NC, USA.
- Sumitomo Chemical (1995) S-1283 (ethoxazole), A new selective acaricide. Technical information, pp. 26.
- 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.
- 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.

Comparative toxicity of some pesticides to the predatory mites, *Amblyseius womersleyi*, *A. eharai* (Acarina: Phytoseiidae) and the two-spotted spider mite, *Tetranychus urticae* (Acarina: Tetranychidae)

Sang-Gi Seo and Sang-Soo Kim* (Faculty of Applied Biology and Horticulture, Suncheon National University, Suncheon 540-742, Korea)

Abstract : The comparative toxicity of ten acaricides, seven insecticides and five fungicides to the two-spotted spider mite, *Tetranychus urticae* and its predators, *Amblyseius womersleyi* and *A. eharai* was evaluated by a leaf spray bioassay. Five of the acaricides tested, bifenazate, etoxazole, acequinocyl, flufenoxuron and chlorfenapyr were much less toxic to adult females of *A. womersleyi* and *A. eharai* than to *T. urticae* adult females. *A. womersleyi* adult females treated with five acaricides produced 52~93% as many eggs as untreated adult females. And *A. eharai* adult females treated with five acaricides laid 54~73% as many eggs as untreated adult females. The remaining acaricides showed high toxicity to adult females of *A. womersleyi* and *A. eharai*. All the insecticides tested were less toxic to *T. urticae* adult females than to adult females of *A. womersleyi* and *A. eharai*. However, tebufenozide and diflubenzuron did not significantly affect the survival and reproduction of adult females of *A. womersleyi* and *A. eharai*. All the fungicides tested showed low mortality ($\leq 24\%$) to adult females of predatory mites. However, benomyl had significant effect on the reproduction of adult females of *A. womersleyi* and *A. eharai*. Four acaricides (bifenazate, acequinocyl, flufenoxuron and chlorfenapyr) were much less toxic to eggs of *A. womersleyi* and *A. eharai* than to *T. urticae* eggs. However, etoxazole caused relatively low hatchability (58~62%) of eggs of *A. womersleyi* and *A. eharai*. All the insecticides and fungicides tested did not significantly affect the hatch of eggs of predatory mites. It may be suggested from these results that four acaricides, two insecticides and four fungicides described could be incorporated into the integrated mite management system with *A. womersleyi* and *A. eharai* in pear orchard.

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