

사막이리응애의 살응애제에 대한 감수성

이성민 · 김상수*
순천대학교 식물외과

Susceptibility of the Predatory Mite, *Neoseiulus californicus* (Acari: Phytoseiidae) to Acaricides

Sung Min Lee and Sang Soo Kim*

Dept. of Plant Medicine, Sunchon National University, Suncheon 540-742, Korea

(Received on September 17, 2015. Revised on November 5, 2015. Accepted on November 6, 2015)

Abstract Effects of 9 acaricides to the predatory mite, *Neoseiulus californicus* were evaluated. Seven of the acaricides tested, cyenopyrafen, spiroadiclofen, spiromesifen, acequinocyl, bifentazate, flufenoxuron and cyflumetofen exhibited low toxicity to adult females and nymphs of *N. californicus* and had little effect on the reproduction and eclosion of eggs deposited by treated predators. Moreover, hatch percentage of *N. californicus* eggs was unaffected by exposure to these seven acaricides. Etoxazole did not significantly affect the survival and reproduction of adult female predators but caused very low eclosion in eggs laid by treated females and high egg mortality. Pyraclofos was extremely toxic to adult female predators and caused 100% mortality. Adult female predators survived on a diet of spider mites treated with cyenopyrafen, spiroadiclofen, spiromesifen, acequinocyl, bifentazate, flufenoxuron and cyflumetofen and their fecundity was not substantially affected. Based on the results, cyenopyrafen, spiroadiclofen, spiromesifen, acequinocyl, bifentazate, flufenoxuron and cyflumetofen are appeared to be promising candidates for use in integrated mite management program where *N. californicus* is the major natural enemy.

Key words *Neoseiulus californicus*, acaricides, low toxicity, integrated mite management

서 론

점박이응애(*Tetranychus urticae*) (Acari: Tetranychidae)와 차응애(*T. kanzawai*)는 사과, 배 또는 녹차의 주요해충이며, 일부 채소, 화훼재배에도 경제적으로 큰 피해를 주고 있다(Kim et al., 1993; Lee et al., 2004; Ahn et al., 2004). 식식성응애류는 연중 발생세대수가 많고 번식력이 강하여 단시일 내에 밀도가 증가하는데, 이들에 대한 약제사용을 중심으로 한 방제대책은 약제저항성 발달과 같은 부작용을 초래했다(Kim et al., 1998; Ahn et al., 2004; Yu et al., 2005; Cheon et al., 2008). 이러한 문제점에 대한 대책의 일환으로 식식성응애류에 대해 가장 효과적인 천적으로 알려진 이리응애류의 활용에 대한 연구가 이루어져 왔다(Kim et al.,

1996; Lee et al., 1997; Kim et al., 1999, Kim et al., 2003). 사막이리응애(*Neoseiulus californicus*)는 국내에서 분포하지 않는 종으로 알려져 왔으나 국내 제주도의 감귤원에서 채집되어 국내 자생종으로 확인되었는데, 이 포식성 응애는 먹이 종의 다양성과 활동성이 높고, 고온과 저습조건에 대한 적응력이 높아 국내에서 과수원이나 차재배지에서 생물적 방제인자로서 이용이 제시된 바 있으며(Jung et al., 2006), 국외에서도 다양한 재배작물에서 활용이 시도되고 있다(McMurtry and Croft, 1997; Toyoshima and Hinomoto, 2004). 그러나 유용한 천적이 존재한다 해도 약제사용을 완전히 배제한 상태에서 이리응애 만으로는 식식성응애류의 개체군 밀도를 경제적 피해수준 이하로 유지하기 어렵다고 보고된 바 있다(Lee, 1990; Sato et al., 2007). 또한 생물적 방제인자로서 이용되고 있는 포식성 및 기생성 천적들은 일반적으로 약제에 매우 민감하다는 문제점이 있다(Kim et al., 2006; Choi et al., 2007). 따라서 근래에는 국내외에서

*Corresponding author
E-mail: kimss@sunchon.ac.kr

식식성응애류의 방제체계에 이들의 유력한 천적인 이리응애류를 투입하고, 천적에 독성이 낮은 선택성 약제를 이용하여 천적과 해충의 밀도를 적정 수준으로 조정함으로써 보다 장기적인 방제효과를 유지하고자 많은 연구가 이루어지고 있다(Ahn et al., 2004; Amano et al., 2004; Cote et al., 2004; Park et al., 2011; Cuthbertson et al., 2012). 이와 같이 선택성 약제는 식식성응애류의 종합관리체계에서 매우 귀중한 도구로 사용할 수 있기 때문에 재배작물에서 사용하고 있는 약제에 대한 선택성 평가는 필히 이루어져야 할 것이다(Kim and Yoo, 2002; Ahn et al., 2004).

따라서 본 실험은 몇 가지 살응애제의 사막이리응애의 발육단계별 생존율과 산란수 및 부화율 등에 미치는 영향을 조사하여 저독성 약제를 선발함으로써, 점박이응애 또는 차응애의 종합관리체계에서 이들 약제와 사막이리응애의 동시 활용 가능성을 검토하고자 수행하였다.

재료 및 방법

사막이리응애의 사육

본 실험에 사용한 사막이리응애는 제주도의 난지농업연구소에서 분양받은 개체군을 $25 \pm 2^\circ\text{C}$ 의 사육실에서 강낭콩 (*Phaseolus vulgaris* var. *humilis* Alefeld) 잎에 점박이응애를 먹이로 공급하면서 누대사육하였다. 점박이응애는 순천의 배 재배지에서 2012년에 채집하고 강낭콩에 사육·증식하여 확보하였다. 실험도구로 물을 채운 플라스틱 밀폐용기 (14×5 cm)의 덮개 중앙에 1 cm의 구멍을 뚫은 다음, 하부 중앙에 같은 크기로 구멍을 뚫어 탈지면을 칸 플라스틱 페트리디쉬(직경 9 cm)를 그 위에 놓고 탈지면으로 서로 연결해 계속하여 수분이 공급될 수 있도록 하였다. 이 페트리디쉬에 사막이리응애를 집중할 강낭콩 잎 절편(직경 3 cm)의 뒷면이 위를 향하도록 놓은 다음 잎 절편 주위에는 물에 적신 탈지면을 배치해 사막이리응애의 이탈을 방지하였다. 약제처리 후에는 $25 \pm 1^\circ\text{C}$ (16L:8D, RH 50-60%)의 조건에 보관하면서 수행하였다.

약제처리

실험에 사용한 살응애제는 cyenopyrafen 25% 액상수화제, spirodiclofen 36% 수화제, spiromesifen 20% 액상수화제, acequinocyl 15% 액상수화제, bifenazate 23.5% 액상수화제, pyraclofos 35% 수화제, flufenoxuron 5% 분산성액제, etoxazole 10% 액상수화제와 cyflumetofen 20% 액상수화제 등이었으며, 시판제품을 사용하였다. 실험약제를 추천농도로 희석하고 전술한 페트리디쉬 내에 배치한 사막이리응애의 성충, 약충 또는 난이 집중되어 있는 잎 절편을 대상으로 25 cm 정도의 거리에서 hand sprayer (Komax co., Korea)를 이용하여 잎 절편이 충분히 적실 정도로 살포하는 엽면살포

방법(Hoy et al., 1988)으로 실시한 후 1시간 동안 음건하였다. 사망여부의 판단으로 난은 부화여부를, 약충과 성충의 경우는 가는 붓으로 충체를 접촉하여 반응이 없거나 몸길이 정도를 이동하지 못하는 개체를 죽은 것으로 간주하였다.

사막이리응애 각 발육단계에 대한 약제들의 영향

사막이리응애 암컷성충의 생존율과 산란수에 미치는 약제들의 영향을 실험하기 위해 각 약제별 50개체(반복당 10개체)로 수행하였다. 전술한 페트리디쉬 내의 물에 적신 탈지면 위에 뒷면이 위를 향하도록 놓은 강낭콩 잎 절편(직경 3 cm)에 유사한 연령의 암컷성충을 미세한 붓으로 잎 절편으로 옮긴 후, 각 약제를 소정농도로 희석하여 살포한 후 음건하였다. 사막이리응애의 먹이로는 점박이응애를 제공하였고 매일 보충하여 충분한 먹이조건을 유지하였다. 암컷성충들의 생존율과 잎 절편의 전체 산란수는 약제처리 1, 3, 5, 7일 후에 현미경하에서 조사하였으며, 산란된 난은 별개의 무처리 잎 절편에 옮기고 부화율을 조사하였다. 암컷성충에 대한 실험결과는 국제 생물적 방제기구(IOBC)에서 설정한 약제의 유용생물에 대한 부작용 등급의 기준(Hassan, 1994)에 따라 치사율이 <30%는 영향이 없음, 30-79%는 약간 영향이 있음, 80-99%는 상당한 영향이 있음, >99%는 악영향이 있음으로 분류하였다.

사막이리응애의 난에 대한 약제들의 영향을 실험하기 위하여 강낭콩 잎 절편(직경 4 cm)에 사막이리응애 암컷성충 50개체를 접종하고 1일 동안 산란시켜 필요한 난을 확보한 후, 각 약제별 50개의 난(반복당 10개의 난)으로 시험하였다. 페트리디쉬 내의 강낭콩 잎 절편(직경 3 cm)에 난을 미세한 붓으로 옮긴 후, 각 약제의 희석액을 살포한 후 음건하였다. 이후 난의 부화여부를 매일 조사하였다.

사막이리응애의 약충에 대한 영향을 실험하기 위하여 강낭콩 잎 절편(직경 3 cm)에 사막이리응애 약충 10개체를 미세한 붓으로 옮긴 후, 각 약제의 희석액을 살포한 후 음건하였다. 이후 점박이응애를 매일 제공하면서 약충의 생존여부를 무처리의 개체들이 성충태에 도달할 때까지 매일 조사하였으며, 각 약제별 50개체(반복당 10개체)로 실험하였다.

사막이리응애 암컷성충에 대한 이차독성(약제가 처리된 먹이를 포식함에 따른 독성)의 영향은 암컷성충 생존율과 난 부화율에 영향이 큰 약제는 제외하고 실시하였다. 무처리 잎 절편(직경 3 cm)의 사막이리응애에 실험약제를 처리한 먹이(점박이응애의 난과 유·약충) 또는 약제를 처리하지 않은 개체들을 제공하여 실험하였다. 약제가 처리된 먹이는 실험약제를 점박이응애에 처리하고 음건시켜 확보하였다. 각 약제 별로 5개의 무처리 잎 절편에 10개체의 암컷성충을 옮긴 후 각각의 경우에 해당하는 먹이를 제공하고, 이후 매일 먹이를 보충하여 충분한 먹이조건을 유지하였다. 사막이리응애 암컷성충의 개체별 생존과 산란수는 7일 동안 조사

Table 1. Survival of *N. californicus* female adults on bean leaf discs treated with acaricides

Acaricides	Treatment rate	% Survival (Mean \pm SE) after ^a				IOBC category ^b
		24 h	72 h	120 h	168 h	
Cyenoxyrafen	0.5 ml/L	100.0 \pm 0a	88.0 \pm 2.0b	88.0 \pm 2.0ab	86.0 \pm 2.5ab	1
Spirodiclofen	0.5 mg/L	96.0 \pm 2.5ab	92.0 \pm 2.0ab	78.0 \pm 3.7b	78.0 \pm 3.7b	1
Spiromesifen	0.5 ml/L	96.0 \pm 2.5ab	90.0 \pm 4.5ab	86.0 \pm 2.5ab	82.0 \pm 3.7ab	1
Acequinocyl	1 ml/L	98.0 \pm 2.0a	92.0 \pm 3.7ab	90.0 \pm 3.2ab	84.0 \pm 4.0ab	1
Bifenazate	0.5 ml/L	98.0 \pm 2.0a	98.0 \pm 2.0ab	92.0 \pm 3.7ab	88.0 \pm 2.0ab	1
Pyraclufos	1 mg/L	0.0 \pm 0c	0.0 \pm 0c	0.0 \pm 0c	0.0 \pm 0c	4
Flufenoxuron	1 ml/L	90.0 \pm 0b	88.0 \pm 2.0b	82.0 \pm 5.8ab	76.0 \pm 5.1b	1
Etoxazole	0.25 ml/L	98.0 \pm 2.0a	90.0 \pm 5.5ab	88.0 \pm 4.9ab	88.0 \pm 4.9ab	1
Cyflumetofen	0.5 ml/L	100.0 \pm 0a	94.0 \pm 4.0ab	80.0 \pm 3.2b	76.0 \pm 2.5b	1
Control		100.0 \pm 0a	100.0 \pm 0a	96.0 \pm 2.5a	94.0 \pm 2.5a	1

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

^b1=harmless (<30%); 2=slightly harmful (30-79%); 3=moderately harmful (80-99%); 4=harmful (>99%) (Hassan, 1994.)

하였으며, 처음 1일의 결과는 실험시작 이전 섭식의 영향을 배제하기 위해 결과분석에서 제외하였다.

자료분석

각 경우의 실험에서 생존율, 부화율과 산란수에 대한 결과는 분산분석(ANOVA)과 Tukey test(SAS Institute, 2002)로 비교하였으며, 생존율과 부화율에 대한 결과는 arcsine 값으로 변환한 후 분석에 이용하였다.

결과 및 고찰

사막이리응애의 암컷성충에 대해 실험약제들의 영향은 Table 1과 같다. Pyraclufos는 처리 24시간 후 생존율이 0%이었다. 다른 살비제들의 경우는 처리 24시간 후의 생존율이 90-100%로 매우 높았으나, 일수경과에 따라 다소 감소하는 경향이였다. 처리 168시간 후의 사막이리응애 생존율은 cyenoxyrafen, spiromesifen, acequinocyl, bifenazate와 etoxazole 처리에서 82-88%로 무처리의 생존율과 통계적 유의차가 없었다. Spirodiclofen, flufenoxuron과 cyflumetofen 처리에서는 무처리의 생존율과 통계적 유의차는 있으나 76-78%의 생존율을 나타내었다. 이와 같은 결과를 국제 생물적 방제기구(IOBC)에서 설정한 기준(Hassan, 1994)에 따르면, pyraclufos를 제외한 모든 약제처리에서 30% 이내의 치사율로 영향이 없음(1등급)으로 나타났다.

사막이리응애의 암컷성충에 대해 실험약제들을 처리하였을 때 산란수와 부화율을 조사한 결과는 Table 2와 같다. 사막이리응애의 산란수는 전혀 산란되지 않은 pyraclufos 처리를 제외하면 산란수가 74.2-100.2개로서 무처리와 통계적 차이가 없었다. 또한 산란된 난들은 cyenoxyrafen, spirodiclofen, spiromesifen, acequinocyl, bifenazate, flufenoxuron과 cyflumetofen 처리에서는 99.4-100%의 부화율을 보였다.

Table 2. Reproduction of *N. californicus* female adults on bean leaf discs treated with acaricides and eclosion of the eggs

Acaricides	Number of eggs per leaf disc (Mean \pm SE) ^a	% Eclosion (Mean \pm SE) ^a
Cyenoxyrafen	74.2 \pm 7.0a	99.5 \pm 0.3a
Spirodiclofen	84.8 \pm 8.5a	100.0 \pm 0a
Spiromesifen	77.4 \pm 3.8a	100.0 \pm 0a
Acequinocyl	97.2 \pm 6.2a	100.0 \pm 0a
Bifenazate	100.2 \pm 4.6a	99.4 \pm 0.4a
Pyraclufos	0.0 \pm 0b	-
Flufenoxuron	77.2 \pm 2.8a	100.0 \pm 0a
Etoxazole	81.4 \pm 9.7a	5.2 \pm 0.9b
Cyflumetofen	76.8 \pm 5.0a	100.0 \pm 0a
Control	101.0 \pm 5.6a	100.0 \pm 0a

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

그러나 etoxazole 처리의 경우는 부화율이 5.2%에 불과하였는데, 이 살비제를 처리한 점박이리응애와 오이이리응애(*N. cucumeris*)가 산란한 난에 대한 부화억제 효과가 있다고 보고된 바 있다(Sumitomo Chemical, 1995; Kim et al., 2005).

암컷성충에 고독성을 나타낸 pyraclufos를 제외하고, 사막이리응애의 난과 약충에 대해 실험약제들을 처리하여 부화율과 생존율에 미치는 영향을 조사한 결과는 Table 3과 같다. Cyenoxyrafen, spirodiclofen, spiromesifen, acequinocyl, bifenazate, flufenoxuron과 cyflumetofen 처리에서는 92-100%가 부화하였다. 그러나 etoxazole 처리에서는 38%의 낮은 부화율을 나타내었는데, Seo and Kim (2000)은 긴털이리응애의 난에 etoxazole을 처리하여 58%의 부화율을 보고하였다. Ahn et al. (2004)도 칠레이리응애(*Phytoseiulus persimilis*) 난에 대한 이 약제의 부화 억제율은 97.1%로 매

Table 3. Effects of acaricides on eggs and nymphs of *N. californicus*

Acaricides	% Hatchability (Mean ± SE) ^a	% Survival of nymphs (Mean ± SE) ^a
Cyfenopirafen	92.0 ± 3.7a	80.0 ± 4.5abc
Spirodiclofen	92.0 ± 3.7a	74.0 ± 2.5bc
Spiromesifen	94.0 ± 4.0a	78.0 ± 3.74bc
Acequinocyl	98.0 ± 2.0a	80.0 ± 0abc
Bifenazate	100.0 ± 0a	80.0 ± 4.5abc
Flufenoxuron	92.0 ± 2.0a	84.0 ± 2.5ab
Etozazole	38.0 ± 4.9b	64.0 ± 2.5c
Cyflumetofen	94.0 ± 4.0a	86.0 ± 2.5ab
Control	100.0 ± 0a	92.0 ± 2.0a

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

우 높아, 성충과 약충에 높은 생존율을 보여도 칠레이리응애에 대한 선택성이 없다고 보고하였는데, 본 실험에서 이 약제의 사막이리응애에 대한 결과도 같은 경향을 나타내었다. 사막이리응애 약충의 생존율은 cyfenopirafen, spirodiclofen, spiromesifen, acequinocyl, bifentazate, flufenoxuron과 cyflumetofen 처리에서는 74-86%로 높았으나, etozazole의 경우는 64%의 낮은 생존율을 나타내었다.

사막이리응애 암컷성충의 생존율과 난 부화율에 영향이 적은 cyfenopirafen, spirodiclofen, spiromesifen, acequinocyl, bifentazate, flufenoxuron과 cyflumetofen 등을 처리한 먹이를 섭식한 사막이리응애 암컷성충은 168시간 후의 생존율이 82-94%로 정상먹이를 섭식한 암컷성충이 96% 생존한 결과와 비교하여 큰 차이가 나지 않았다(Table 4). 또한 산란수도 이들 살비제의 모든 처리에서 무처리와 비교하여 73.3-95.2%로 실질적인 감소정도가 크지 않았다. 따라서 이들 약제를 처리한 먹이는 사막이리응애 암컷성충의 생존율과 산란수에 큰 영향을 주지 않는 것으로 나타났다.

이들 7종 약제들의 포식성응애류에 대한 영향을 연구한 결과들을 살펴보면, bifentazate는 사막이리응애와 칠레이리응애의 모든 발육태에 안전한 약제이며 이 약제를 처리한 점박이응애 난을 섭식한 이들 포식성응애의 암컷성충은 생존율에 큰 영향이 없었다고 보고된 바 있다(Ochiai et al., 2007).

Acequinocyl, bifentazate, flufenoxuron, spiromesifen과 cyflumetofen 등은 긴털이리응애(*N. womersleyi*)의 암컷성충과 난에 대한 저독성이 보고되었다(Kim and Seo, 2001; Cheon et al., 2008). 또한 Kim et al. (2006)은 bifentazate와 spirodiclofen이 팔라시시리응애(*N. fallacis*)의 성충과 난에 대해 안전하다고 했으며, Kim et al. (2005)도 acequinocyl, bifentazate와 spirodiclofen 등의 오이이리응애의 성충과 난에 대한 저독성을 보고한 바 있다. 한편 Ahn et al. (2004)은 acequinocyl과 bifentazate는 칠레이리응애의 난, 약충 및 성충에 대해 영향이 없었으며, flufenoxuron과 spirodiclofen은

Table 4. Survival and reproduction of *N. californicus* female adults fed *T. urticae* treated with acaricides

Acaricides	% Survival (Mean ± SE) ^a	Number of eggs per leaf disc (Mean ± SE) ^a
Cyfenopirafen	94.0 ± 4.0a	64.4 ± 6.9b
Spirodiclofen	92.0 ± 3.7ab	68.0 ± 4.6ab
Spiromesifen	86.0 ± 4.0ab	71.0 ± 5.3ab
Acequinocyl	82.0 ± 3.7b	83.6 ± 5.0ab
Bifenazate	86.0 ± 2.5ab	74.6 ± 5.1 ab
Flufenoxuron	86.0 ± 2.5ab	70.6 ± 2.1ab
Cyflumetofen	84.0 ± 2.5b	64.6 ± 1.4b
Control	94.0 ± 2.5a	87.8 ± 5.0a

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

난과 성충에는 큰 영향이 없었으나 약충에는 각각 70.2와 46.6%의 살비율을 나타내었다고 하여 본 실험에서 이들 두 약제의 사막이리응애 약충에 대한 결과와 다소 차이가 있었다. 이는 실험대상 포식성응애 종의 차이에 기인한 결과로 생각되며, Ahn et al. (2004)도 천적응애의 종류에 따라 살비제 독성에 차이가 있을 수 있으므로 약제와 함께 처리할 때에는 충분한 검토 후에 사용해야 한다고 언급한 바 있다.

따라서 본 실험 결과들을 종합해 보면 실험약제 중 cyfenopirafen, spirodiclofen, spiromesifen, acequinocyl, bifentazate, flufenoxuron과 cyflumetofen 등은 사막이리응애 암컷성충과 약충의 생존율, 및 난의 부화율에 대한 큰 영향이 없어, 이들 살응애제는 사막이리응애가 먹이로 하는 포식성응애류의 종합관리체계에서 사막이리응애와 함께 상호 보완적으로 활용할 수 있을 것으로 기대된다.

Literature Cited

- Ahn, K. S., S. Y. Lee, K. Y. Lee, Y. S. Lee and G. H. Kim (2004) Selective toxicity of pesticides to the predatory mite, *Phytoseiulus persimilis* and control effects of the two-spotted spider mite, *Tetranychus urticae* by predatory mite and pesticide mixture. Korean J. Appl. Entomol. 43:71-79.
- Amano, H., Y. Ishii and Y. Kobori (2004) Pesticide susceptibility of two dominant phytoseiid mites, *Neoseiulus californicus* and *N. womersleyi*, in conventional Japanese fruit orchards (Gamasina: Phytoseiidae). J. Acarol. Soc. Jpn. 13:65-70.
- Cheon, G. S., C. H. Paik and S. S. Kim (2008) Selective toxicity of three acaricides to the predatory mite, *Neoseiulus womersleyi* and its prey, *Tetranychus urticae* (Acari: Phytoseiidae, Tetranychidae). Korean J. Pestic. Sci. 12:249-255.
- Choi, B. R., H. M. Park, J. H. Kim and S. W. Lee (2007) Evaluation of low toxic and residual toxicity of pesticides registered on sweet pepper greenhouse to *Orius strigicollis*. Korean J. Appl. Entomol. 46:415-423.

- Cote, K. W., P. B. Schultz and E. E. Lewis (2004) Using acaricides in combination with *Phytoseiulus persimilis* Athias-Henriot to suppress *Tetranychus urticae* Koch populations. *J. Entomol. Sci.* 39:267-274.
- Cuthbertson, A. G. S., J. J. Mathers, P. Croft, N. Natriss, L. F. Blackburn, W. Luo, P. Northing, T. Murai, R. J. Jacobson and K. F. A. Walters (2012) Prey consumption rates and compatibility with pesticides of four predatory mites from the family Phytoseiidae attacking *Thrips palmi* Karny (Thysanoptera: Thripidae). *Pest Manag. Sci.* 68:1289-1295.
- Hassan, S. A. (1994) Activities of the IOBC/WPRS working group "Pesticides and Beneficial Organisms". In: *Pesticides and Beneficial Organisms*. (ed., H. Vogt). IOBC/WPRS Bulletin 17:1-5.
- 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.
- Jung, C., D. H. Kim and M. O. Ryu (2006) A new finding of the predatory mite, *Amblyseius californicus* (Acari: Phytoseiidae) in Jeju, Korea. *J. Asia-Pacific Entomol.* 9:321-325.
- Kim, D. I., S. C. Lee and S. S. Kim (1996) Biological characteristics of *Amblyseius womersleyi* Schicha (Acarina: Phytoseiidae) as a predator of *Teranychus kanzawai* (Acarina: Tetranychidae). *Korean J. Appl. Entomol.* 35:38-44.
- Kim, D. H., S. S. Kim, K. S. Kim and J. W. Hyun (2006) Comparative toxicity of some pesticides to the predatory mite, *Neoseiulus fallacis* Garman (Acari: Phytoseiidae). *Korean J. Appl. Entomol.* 45:179-188.
- Kim, D. S., C. Jung, S. Y. Kim, H. Y. Jeon and J. H. Lee (2003) Regulation of spider mite populations by predacious mite complex in an unsprayed apple orchard. *Korean J. Appl. Entomol.* 42(3):257-262.
- Kim, S. S., C. H. Paik, D. I. Kim, J. D. Park and S. C. Lee (1993) Some ecological characteristics of tea red spider mite, *Teranychus kanzawai* Kishida (Acarina, Tetranychidae). *Korean J. Entomol.* 23:261-266.
- Kim, S. S., S. G. Seo, J. D. Park, S. G. Kim and D. I. Kim (2005) Effects of selected pesticides on the predatory mite, *Amblyseius cucumeris* (Acari: Phytoseiidae). *J. Entomol. Sci.* 40:107-114.
- Kim, S. S. and S. G. Seo (2001) Relative toxicity of some acaricides to the predatory mite, *Amblyseius womersleyi* and the twospotted spider mite, *Tetranychus urticae* (Acari: Phytoseiidae, Tetranychidae). *Appl. Entomol. Zool.* 36: 509-514.
- 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.
- Kim, S. S., S. S. Yoo and C. H. Paik (1998) Acaricide resistance in field-collected populations of *Tetranychus kanzawai* (Acarina: Tetranychidae). *Korean J. Appl. Entomol.* 37: 207-212.
- Kim, Y. H., J. H. Kim and M. W. Han (1999) A preliminary study on the biological control of *Teranychus kanzawai* Kishida in *Angelica utilis* Makino by *Phytoseiulus persimilis* Athias-Henriot (Acarina: Tetranychidae, Phytoseiidae). *Korean J. Appl. Entomol.* 38:151-155.
- Lee, S. W. (1990) Studies on the pest status and integrated mite management in apple orchards. Ph.D. thesis, Seoul Nat'l Univ. 87pp.
- Lee, S. Y., K. S. Ahn, C. S. Kim, S. C. Shin and G. H. Kim (2004) Inheritance and stability of etoxazole resistance in twospotted spider mite, *Tetranychus urticae*, and its cross resistance. *Korean J. Appl. Entomol.* 43:43-48.
- Lee, Y. I., G. M. Kwon, S. W. Lee, H. K. Ryu and O. H. Ryu (1997) Density fluctuation of *Tetranychus urticae* and three predatory mite species (Phytoseiidae) by the differently infested levels. *Korean J. Appl. Entomol.* 36:237-242.
- McMurtry, J. A. and B. A. Croft (1997) Life-styles of phytoseiid mites and their roles in biological control. *Annu. Rev. Entomol.* 42:291-321.
- Ochiai, N., M. Mizuno, N. Mimori, T. Miyake, M. Dekeyser, L. J. Canlas and M. Takeda (2007) Toxicity of bifentazate and its principal active metabolite, diazene, to *Tetranychus urticae* and *Panonychus citri* and their relative toxicity to the predaceous mites, *Phytoseiulus persimilis* and *Neoseiulus californicus*. *Exp. Appl. Acarol.* 43:181-197.
- Park, J. J., M. Kim, J. H. Lee, K. I. Shin, S. E. Lee, J. G. Kim and K. Cho (2011) Sublethal effects of fenpyroximate and pyridaben on two predatory mite species, *Neoseiulus womersleyi* and *Phytoseiulus persimilis* (Acari, Phytoseiidae). *Exp. Appl. Acarol.* 54:243-259.
- SAS Institute (2002) User's guide, version 9.1.3. SAS Institute, Cary, NC, USA.
- Sato, M. E., M. Z. da Silva, M. F. de Souza Filho, A. L. Matioli, and A. Raga (2007) Management of *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) in strawberry fields with *Neoseiulus californicus* (Acari: Phytoseiidae) and acaricides. *Exp. Appl. Acarol.* 42:107-120.
- Seo S. G. and S. S. Kim (2000) Comparative toxicity of some pesticides to the predatory mite, *Amblyseius womersleyi*, *A. eharai* (Acarina: Phytoseiidae) and the twospotted spider mite, *Tetranychus urticae* (Acarina: Tetranychidae). *Korean J. Pestic. Sci.* 4:40-47.
- Sumitomo Chemical (1995) S-1283 (etoxazole). A new selective acaricide, technical information. p. 26.
- Toyoshima, S. and N. Hinomoto (2004) Intraspecific variation of reproductive characteristics of *Amblyseius californicus* (McGregor) (Acari: Phytoseiidae). *Appl. Entomol. Zool.* 39:351-355
- Yu, J. S., D. K. Seo, E. H. Kim, J. B. Han, K. S. Ahn and G. H. Kim (2005) Inheritance and cross resistance of bifentazate resistance in *Tetranychus urticae*. *Korean J. Appl. Entomol.* 44:151-156.

사막이리응애의 살응애제에 대한 감수성

이성민 · 김상수*

순천대학교 식물학과

요 약 포식성 천적 사막이리응애에 대하여 9종 살응애제의 영향을 평가하였다. 실험 살응애제 중 cyenopyrafen, spiroadiclofen, spiromesifen, acequinocyl, bifenazate, flufenoxuron과 cyflumetofen 등은 사막이리응애의 암컷성충에 저독성을 나타내었으며, 암컷성충의 산란수와 산란된 난의 부화에 큰 영향이 없었다. 또한 이들 살응애제의 난에 대한 처리에서도 부화율에 영향이 없었다. Etoxazole은 암컷성충의 생존율에는 큰 영향이 없었으나 이들이 산란한 난의 부화율이 매우 낮았으며, 난에 대한 처리에서 높은 치사율을 나타내었다. Pyraclofos는 암컷성충에 대해 고독성으로 100%의 치사율을 나타내었다. Cyenopyrafen, spiroadiclofen, spiromesifen, acequinocyl, bifenazate, flufenoxuron과 cyflumetofen 등을 처리한 먹이를 섭식한 암컷성충은 생존율과 산란수에 실질적인 영향을 받지 않았다. 이상의 결과로 보아 cyenopyrafen, spiroadiclofen, spiromesifen, acequinocyl, bifenazate, flufenoxuron과 cyflumetofen 등은 식성응애류의 종합관리체계에서 사막이리응애와 함께 이용될 수 있을 것으로 생각된다.

색인어 사막이리응애, 살응애제, 저독성, 종합관리