

## 포식성 천적 사막이리응애의 식물추출물에 대한 감수성\*

김지오\*\* · 국용인\*\*\* · 김상수\*\*\*\*

### Susceptibility of the Predatory Mite, *Neoseiulus californicus* (Acari : Phytoseiidae) to Plant Extracts

Kim, Ji-O · Kuk, Yong-In · Kim, Sang-Soo

The susceptibility of the predatory mite, *Neoseiulus californicus* to extracts of *Melia azedarach*, *Piper nigrum*, *Syringa velutina* and their mixtures was evaluated in laboratory bioassays. In treatments with plant extracts tested, 76-86% of adult female predators survived after 7 days after treatment. Adult female predators treated with plant extracts tested produced 68.3-81.1% as many eggs as did control females and eclosion of eggs deposited by treated predators was not affected. Moreover, treatment of plant extracts tested showed no toxic effect on *N. californicus* eggs and produced 100% hatchability. Survival of *N. californicus* nymphs was not seriously affected by exposure to the plant extracts tested. Immatures of *N. californicus* survived on the leaf disc treated with plant extracts tested and 78-90% of immature predators reached adulthood. These results suggest that extracts of *Melia azedarach*, *Piper nigrum*, *Syringa velutina* and their mixtures expected to be promising candidates for use in integrated mite management program with *N. californicus*.

Key words : *Neoseiulus californicus*, integrated mite management, plant extracts, susceptibility

## I. 서 론

점박이응애(*Tetranychus urticae*)는 사과, 배 등의 과수재배는 물론 일부 채소, 화훼재배에

\* 이 논문은 2016년 순천대학교 학술연구비로 연구되었음.

\*\* 순천대학교 식물의학과

\*\*\* 순천대학교 한약자원개발학과

\*\*\*\* Corresponding author, 순천대학교 식물의학과(kimss@sunchon.ac.kr)

경제적으로 큰 피해를 주고 있으며, 차응애(*T. kanzawai*)는 녹차재배의 주요해충이며 일부 과수, 채소재배에서도 상당한 발생피해를 보이고 있다(Kim et al., 1993; Ahn et al., 2004; Lee et al., 2004). 이와 같은 식식성응애류(phytophagous mites)는 연중 발생세대수가 많고 번식력이 강하여 단시일 내에 밀도가 증가하는데, 이들에 대한 유기합성 약제사용을 중심으로 한 방제대책은 심각한 약제저항성 발달과 환경오염 등의 부작용을 초래했다(Kim et al., 1998; Ahn et al., 2004; Yu et al., 2005; Cheon et al., 2008). 이러한 문제점들을 해소하려는 방안으로 식식성응애류에 대해 가장 효과적인 천적으로 알려진 이리응애류(phytoseiid mites)의 활용에 대한 연구가 이루어져 왔다(Kim et al., 1996; Lee et al., 1997; 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 먹이 탐색력과 연관되는 활동성이 높고, 고온과 저습조건에의 적응력 등의 유용한 특성을 지니고 있어 국내에서 과수원이나 차재배지에서 점박이응애나 차응애의 생물적 방제인자로서 이용이 제시된 바 있으며(Jung et al., 2006), 국외에서도 다양한 재배작물에서 활용이 시도되고 있다(McMurtry and Croft, 1997; Toyoshima and Hinomoto, 2004, Sato et al., 2007).

한편 최근에는 환경에 친화적인 소재를 개발하고 농업에 활용하여 지속가능한 농업을 이루어야 한다는 공감대가 형성되고 소비자들의 안전 농산물에 대한 관심이 증가하면서, 국내에서 친환경자재인 식물체로부터 유래하는 유용물질을 이용한 해충방제에 대한 다양한 연구들이 수행되고 있다(You et al., 2006; Kim et al., 2010; Park et al., 2012; Kim et al., 2015; Kuk et al., 2015). 식물유래 물질은 해충의 약제저항성 발달의 가능성이 적고 인축 및 생태계에 대한 부작용이 적으며 유기합성 농약에 비해 상대적으로 안전성이 높은 장점들이 있어, 친환경 재배농가들의 선호도가 증가함에 따라 일부 상업화 되어 해충방제제로 사용되고 있다(Kim et al., 2010; Park et al., 2012; Song et al., 2013).

그러나 이와 같은 친환경자재들이 친환경농업에 이용되는 발생해충의 생물적 방제인자인 천적류에 대해 직간접적으로 영향을 줄 수 있다는 점이 보고되었다(Lee et al., 2008). 또한 천적의 종에 따라 해충 방제제에 대한 감수성의 차이가 있을 가능성이 크기 때문에 각 천적 종에 따라 감수성 검정이 이루어져야 한다고 보고된 바 있다(Lefebvre et al., 2012).

따라서 본 실험은 멀구슬, 후추와 정향 등의 추출물과 그들의 혼합액을 이용한 친환경농자재 제품을 개발하기 위한 기초 단계로서 이들 식물추출물들에 대한 포식성 천적인 사막이리응애의 각 발육단계별 생존율과 산란 수 및 부화율 등에 미치는 영향을 실험하여, 점박이응애 또는 차응애의 종합관리체계에서 이들 식물추출물들과 사막이리응애의 동시 활용 가능성을 검토하고자 수행하였다.

## II. 재료 및 방법

### 1. 사막이리응애의 사육

본 실험에 사용한 사막이리응애는 2006년에 제주도의 난지농업연구소에서 분양받은 개체군을  $25\pm 2^{\circ}\text{C}$ 의 사육실에서 강낭콩(*Phaseolus vulgaris* var. *humilis*) 잎에 점박이응애를 먹이로 공급하면서 누대 사육하였다. 먹이로 사용한 점박이응애는 순천의 배 재배지에서 채집하고 강낭콩에 사육·증식하여 확보하였다.

### 2. 식물추출물

실험에 사용한 식물추출물은 전남농업기술원에서 해충방제제로 개발 중인 추출물들을 분양받아 실험하였다. 멸구슬(*Melia azedarach*) 열매, 후추(*Piper nigrum*) 열매와 정향(*Syringa velutina*) 열매 등의 추출물과 이들 추출물의 혼합비율을 달리한 혼합액 1(멸구슬 2+정향 2+후추 1), 혼합액 2(멸구슬 1+정향 2+후추 2), 혼합액 3(멸구슬 1+정향 2+후추 1) 등을 실험 대상으로 하였다.

식물추출물은 시료를 마쇄하여 1 mm 스크린으로 통과시키고 각 식물체 시료 당 200 g을 95% ethanol 2 L에 24시간 동안 추출하여 여과한 후 그 추출액을 회전진공농축기로  $50^{\circ}\text{C}$ 에서 감압 농축하여 ethanol 추출물을 얻어 동결 건조하였다. 최종 에탄올 추출물의 평균 회수율은 약 10% 정도였다.

### 3. 사막이리응애 각 발육단계의 식물추출물에 대한 감수성

실험은 물을 채운 플라스틱 페트리디쉬(직경 9 cm)와 중앙에 1 cm의 구멍을 뚫고 내부에 탈지면을 깐 덮개를 거꾸로 페트리디쉬 위에 놓고 탈지면으로 서로 연결해 계속하여 수분이 공급될 수 있도록 하였다. 이 페트리디쉬의 덮개에 사막이리응애를 접종할 강낭콩 잎 절편(직경 3 cm)의 뒷면이 위를 향하도록 놓은 다음 잎 절편 주위에는 물에 적신 탈지면을 배치해 사막이리응애의 이탈을 방지하였다.

사막이리응애 암컷성충의 생존율과 산란 수에 미치는 식물추출물들의 영향을 시험하기 위해 각 약제별 50개체(반복당 10개체)로 수행하였다. 전술한 페트리디쉬 내의 물에 적셔진 탈지면 위에 뒷면이 위를 향하도록 놓은 강낭콩 잎 절편(직경 3 cm)에 유사한 연령의 개체들을 얻기 위한 목적의 사육 개체군에서 암컷성충을 미세한 붓으로 잎 절편으로 옮기고, 각 식물추출물들을 살포한 후 음건하였다. 사막이리응애의 먹이로는 점박이응애를 제공하였고 매일 보충하여 충분한 먹이조건을 유지하였다. 사망 여부의 판단으로 암컷성충들을

현미경하에서 처리 1, 3, 5, 7일 후에 가는 붓으로 충체를 접촉하여 몸길이 정도를 이동하지 못하거나 잎 절편 밖으로 이탈한 개체들을 죽은 것으로 간주하여 생존율을 산출하였으며, 생존 개체들의 산란 수를 조사하였다. 또한 산란된 난들은 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 식물추출물들의 영향을 실험하기 위하여 각각의 강낭콩 잎 절편(직경 3 cm)에 사막이리응애 암컷성충 10개체를 접종하여 1일 동안 산란시킨 후 성충을 제거하고 필요한 난수로 조정하였다. 각 식물추출물별 50개체(반복당 10개체)로 실험하였으며, 식물추출물의 희석액을 살포한 후 음건하였다. 이후 난의 부화여부를 매일 조사하였다.

사막이리응애의 약충에 대한 식물추출물들의 영향을 실험하기 위해 각각의 강낭콩 잎 절편(직경 3 cm)에 사막이리응애 암컷성충을 접종하고 1일 동안 산란시켜 필요한 난을 확보한 후, 이들 난이 부화하여 약충이 되면 각 식물추출물의 희석액을 살포한 후 음건하였다. 약충의 생존여부를 2일 동안 조사하였으며, 각 식물추출물별 50개체(반복당 10개체)로 실험하였다.

실험 식물추출물이 미리 처리되어 있는 강낭콩 잎 절편에서 사막이리응애의 발육태별 생존에 대한 영향을 각 식물추출물별 50개체(반복당 10개체)로 실시하였다. 페트리디쉬 내의 잎 절편(직경 3 cm)에 각 식물추출물의 희석액을 살포하여 음건한 후, 별개의 잎 절편에 준비되어 있는 산란 1일 이내의 난들을 옮기고 부화여부와 유충, 약충의 생존여부를 매일 조사하였으며, 모든 생존개체들이 성충이 되면 시험을 종료하였다. 사막이리응애 난이 부화하기 시작하면 먹이로 점박이응애를 계속하여 충분히 공급하였다. 식물추출물들의 처리는 전술한 각 경우의 실험에서 페트리디쉬 내에 배치된 잎 절편을 대상으로 25 cm 정도의 거리에서 hand sprayer (Komax co., Korea)를 이용하여 강낭콩 잎이 충분히 적셔질 정도로 살포하는 엽면살포 방법(Hoy et al., 1988)으로 실시한 후 음건하였다. 처리된 잎 절편들은  $25\pm 1^{\circ}\text{C}$  (16L:8D, RH 50-60%)의 조건에 보관하면서 실험하였다.

실험결과는 분산분석(ANOVA)과 Tukey test (SAS Institute, 1996)로 비교하였으며, 살응애율과 부화율은 arcsine 값으로 변환한 후 분석에 이용하였다.

### Ⅲ. 결과 및 고찰

사막이리응애 암컷성충에 대해 식물추출물들을 처리하여 생존율에 미치는 영향을 조사한 결과는 Table 1과 같다. 사막이리응애의 생존율은 처리 1일 후에 조사하였을 때 모든 처리에서 96-100%로 생존율이 매우 높았으나, 일수경과에 따라 모든 처리에서 생존율이 다소 감소하는 경향이였다. 처리 7일 후의 사막이리응애 생존율은 식물추출물의 단독 처리와 혼합액 처리에서 모두 76-86%의 생존율을 나타내었는데, 이와 같은 결과는 국제 생물적 방제 기구(IOBC)에서 설정한 기준(Hassan, 1994)에 따르면 30% 이내의 치사율로 포식성 천적에 영향이 없음(1등급)에 해당되는 것으로 나타났다.

Table 1. Survival of *Neoseiulus californicus* adult females on bean leaf discs treated with different plant extracts

| Plant species extracted <sup>a</sup> | Concentrations tested (ml/L) | % Survival (Mean±SE) <sup>b</sup> |           |            |            |
|--------------------------------------|------------------------------|-----------------------------------|-----------|------------|------------|
|                                      |                              | 1DAT                              | 3DAT      | 5DAT       | 7DAT       |
| <i>Melia azedarach</i>               | 2.0                          | 100.0±0a                          | 96.0±2.4a | 92.0±2.0ab | 78.0±3.7b  |
| <i>Piper nigrum</i>                  | 2.0                          | 98.0±2.0a                         | 96.0±2.4a | 92.0±3.7ab | 82.0±3.7ab |
| <i>Syringa velutina</i>              | 2.0                          | 98.0±2.0a                         | 92.0±3.7a | 90.0±4.5ab | 86.0±4.0ab |
| Mixture 1<br>(M.a.2+S.v.2+P.n.1)     | 10.0                         | 96.0±2.4a                         | 92.0±3.7a | 82.0±3.7b  | 76.0±5.1b  |
| Mixture 2<br>(M.a.1+S.v.2+P.n.2)     | 10.0                         | 98.0±2.0a                         | 96.0±2.4a | 88.0±3.7ab | 82.0±4.9ab |
| Mixture 3<br>(M.a.1+S.v.2+P.n.1)     | 8.0                          | 98.0±2.0a                         | 92.0±2.0a | 88.0±2.0ab | 84.0±2.4ab |
| Control                              | 0.0                          | 100.0±0a                          | 98.0±2.0a | 98.0±2.0a  | 96.0±2.4a  |

<sup>a</sup> M.a., *Melia azedarach*, S.v.; *Syringa velutina*; P.n., *Piper nigrum*.

<sup>b</sup> Means in the same column followed by the same letter are not significantly different ( $p=0.05$ , Tukey test). Mortality was transformed to arcsine value before ANOVA. Means of untransformed data are reported.

사막이리응애의 산란 수는 식물추출물의 단독처리와 혼합액 처리에서 모두 무처리와 통계적 유의차는 있으나, 무처리와 비교하여 68.3-81.1%의 산란 수를 나타내었다. 또한 암컷성충이 산란한 난들은 모든 처리에서 100% 부화하였다(Table 2). 이와 같은 생존율, 산란 수 및 그 부화율로 보아, 이들 식물추출물들의 사용 후에 사막이리응애 암컷성충의 밀도유지에 직접적인 영향을 주지 않을 것으로 판단된다.

Table 2. Reproduction of *N. californicus* adult females treated with different plant extracts and percentages of eclosion

| Plant species extracted <sup>a</sup> | Concentrations tested (ml/L) | Number of eggs per leaf disc (Mean±SE) <sup>b</sup> | % Eclosion (Mean±SE) <sup>b</sup> |
|--------------------------------------|------------------------------|---|-----------------------------------|
| <i>Melia azedarach</i>               | 2.0                          | 71.0±3.7b   | 100.0±0a                          |
| <i>Piper nigrum</i>                  | 2.0                          | 72.8±5.0b   | 100.0±0a                          |
| <i>Syringa velutina</i>              | 2.0                          | 82.4±3.6b   | 100.0±0a                          |
| Mixture 1<br>(M.a.2+S.v.2+P.n.1)     | 10.0                         | 69.4±4.4b   | 100.0±0a                          |
| Mixture 2<br>(M.a.1+S.v.2+P.n.2)     | 10.0                         | 71.2±3.4b   | 100.0±0a                          |
| Mixture 3<br>(M.a.1+S.v.2+P.n.1)     | 10.0                         | 76.4±4.1b   | 100.0±0a                          |
| Control                              | 0.0                          | 101.6±2.2a  | 100.0±0a                          |

<sup>a</sup> For explanation, see Table 1.

<sup>b</sup> Means in the same column followed by the same letter are not significantly different ( $p=0.05$ , Tukey test).

사막이리응애의 난에 대해 식물추출물을 처리하여 부화율에 미치는 영향을 조사한 결과는 Table 3과 같다. 사막이리응애의 난은 모든 처리에서 100% 부화하여, 실험 식물추출물들은 사막이리응애 난에 대한 살란 효과가 없는 것으로 나타났다. 또한 사막이리응애의 약충에 대해 식물추출물을 처리하여 생존율을 조사한 결과(Table 4), 모든 약제 처리에서 72-82%의 생존율로 암컷성충에 대한 실험결과와 같이 30% 이내의 낮은 치사율을 보였다. 이와 같은 결과로 보아 실험약제들은 사막이리응애의 약충의 생존율에 큰 영향이 없는 것으로 생각된다.

Table 3. Effects of different plant extracts on eggs of *N. californicus*

| Plant species extracted <sup>a</sup> | Concentrations tested (ml/L) | % Hatchability (Mean±SE) <sup>b</sup> |
|--------------------------------------|------------------------------|---------------------------------------|
| <i>Melia azedarach</i>               | 2.0                          | 100.0±0a                              |
| <i>Piper nigrum</i>                  | 2.0                          | 100.0±0a                              |
| <i>Syringa velutina</i>              | 2.0                          | 100.0±0a                              |
| Mixture 1<br>(M.a.2+S.v.2+P.n.1)     | 10.0                         | 100.0±0a                              |
| Mixture 2<br>(M.a.1+S.v.2+P.n.2)     | 10.0                         | 100.0±0a                              |

| Plant species extracted <sup>a</sup> | Concentrations tested (ml/L) | % Hatchability (Mean±SE) <sup>b</sup> |
|--------------------------------------|------------------------------|---------------------------------------|
| Mixture 3<br>(M.a.1+S.v.2+P.n.1)     | 8.0                          | 100.0±0a                              |
| Control                              | 0.0                          | 100.0±0a                              |

<sup>a</sup> For explanation, see Table 1.

<sup>b</sup> Means in the same column followed by the same letter are not significantly different ( $p=0.05$ , Tukey test).

Table 4. Effects of different plant extracts on nymphs of *N. californicus*

| Plant species extracted <sup>a</sup> | Concentrations tested (ml/L) | % Survival of nymphs (Mean±SE) <sup>b</sup> |
|--------------------------------------|------------------------------|---|
| <i>Melia azedarach</i>               | 2.0                          | 76.0±2.4b                                   |
| <i>Piper nigrum</i>                  | 2.0                          | 80.0±3.2b                                   |
| <i>Syringa velutina</i>              | 2.0                          | 82.0±3.7b                                   |
| Mixture 1<br>(M.a.2+S.v.2+P.n.1)     | 10.0                         | 72.0±3.7b                                   |
| Mixture 2<br>(M.a.1+S.v.2+P.n.2)     | 10.0                         | 76.0±2.4b                                   |
| Mixture 3<br>(M.a.1+S.v.2+P.n.1)     | 8.0                          | 78.0±3.7b                                   |
| Control                              | 0.0                          | 94.0±2.4a                                   |

<sup>a</sup> For explanation, see Table 1.

<sup>b</sup> Means in the same column followed by the same letter are not significantly different ( $p=0.05$ , Tukey test).

실험 식물추출물들을 처리한 잎 절편에서 사막이리응애 각 발육태의 생존율을 조사한 결과는 Table 5와 같다. 사막이리응애는 혼합액 처리에서 치사율이 약간 높았으나, 유충기와 약충기에 각각 4-12%, 6-10%의 치사율로 78-90%의 성충 우화율을 나타내었다. 따라서 각 발육태에 대한 잔류되어 있는 식물추출물들의 영향은 크지 않은 것으로 나타났다.

Table 5. Effects of different plant extracts on immature stages of *N. californicus* on treated bean leaf discs

| Plant species extracted <sup>a</sup> | Concentrations tested (ml/L) | % Mortality (Mean±SE) at <sup>b</sup> |              |               | % Survival to adulthood <sup>b</sup> |
|--------------------------------------|------------------------------|---------------------------------------|--------------|---------------|--------------------------------------|
|                                      |                              | Egg stage                             | Larval stage | Nymphal stage |                                      |
| <i>Melia azedarach</i>               | 2.0                          | 0.0±0                                 | 6.0±2.4      | 8.0±2.0       | 86.0±4.0ab                           |
| <i>Piper nigrum</i>                  | 2.0                          | 0.0±0                                 | 4.0±2.4      | 8.0±3.7       | 88.0±3.7ab                           |
| <i>Syringa velutina</i>              | 2.0                          | 0.0±0                                 | 4.0±2.4      | 6.0±4.0       | 90.0±3.2ab                           |

| Plant species extracted <sup>a</sup> | Concentrations tested (ml/L) | % Mortality (Mean±SE) at <sup>b</sup> |              |               | % Survival to adulthood <sup>b</sup> |
|--------------------------------------|------------------------------|---------------------------------------|--------------|---------------|--------------------------------------|
|                                      |                              | Egg stage                             | Larval stage | Nymphal stage |                                      |
| Mixture 1<br>(M.a.2+S.v.2+P.n.1)     | 10.0                         | 0.0±0                                 | 12.0±3.7     | 10.0±4.5      | 78.0±2.0b                            |
| Mixture 2<br>(M.a.1+S.v.2+P.n.2)     | 10.0                         | 0.0±0                                 | 10.0±3.2     | 8.0±2.0       | 82.0±3.7ab                           |
| Mixture 3<br>(M.a.1+S.v.2+P.n.1)     | 8.0                          | 0.0±0                                 | 8.0±2.0      | 8.0±2.0       | 84.0±2.4ab                           |
| Control                              | 0.0                          | 0.0±0                                 | 4.0±2.4      | 0.0±0         | 96.0±2.4a                            |

<sup>a</sup> For explanation, see Table 1.

<sup>b</sup> Means in the same column followed by the same letter are not significantly different ( $p=0.05$ , Tukey test).

위와 같은 실험결과들을 종합해 보면 사막이리응애 암컷성충의 생존율은 식물추출물의 단독처리보다 혼합액 처리에서 약간 낮은 경향이었으나 모든 처리에서 76% 이상의 생존율을 나타내었으며, 식물추출물들을 처리한 암컷성충이 산란한 난의 부화율과 난에 대한 직접처리에서도 부화에 전혀 영향이 없었다. 또한 약충에 대한 실험에서도 모든 처리에서 72% 이상의 생존율을 나타내어, 이들 식물추출물의 사용 후 재배작물에 존재하는 사막이리응애 개체군의 밀도 유지에 지장이 없을 것으로 생각된다. 한편 Kuk 등(2015)과 Kim 등(2015)은 사막이리응애의 먹이 종인 점박이응애와 차응애에 대한 본 실험에서 사용한 식물추출물들의 효력을 실험한 결과, 암컷성충에 대한 살응애율은 밀구슬, 후추, 정향 등의 단독처리보다 혼합액 1, 2 등의 처리가 점박이응애에 대해 각각 73.3%와 70.7%, 차응애에 대해 각각 92%와 86%의 살성충 효과로 이들 식식성응애류의 방제제로 사용 가능성이 있다고 보고하였다. 그러나 이들 식물추출물들은 점박이응애와 차응애의 차세대 밀도증식에 직접적으로 연결되는 난에 대한 살란 효과가 전혀 없고, 일반적으로 식물추출물들은 기존의 유기합성 약제보다 살응애 효과가 다소 낮은 방제상 불리한 요인들이 있음을 지적하였다. 또한 여러 재배작물에서 식식성응애류의 개체군 밀도를 경제적 피해수준 이하로 유지하기 위해서는 포식성 이리응애와 같은 천적과 천적에 안전한 선택성 방제제를 동시에 이용하는 것이 효과적이라는 보고들이 있다(Lee, 1990; Trumble and Morse, 1993; Sato et al., 2007). 이와 같은 배경에서 점박이응애나 차응애의 난을 비롯한 모든 발육대를 포식하는 천적인 사막이리응애와 본 실험에서 사막이리응애에 안전한 선택성을 나타낸 식물추출물을 상호 보완적으로 동시에 활용하여 보다 친환경적인 식식성응애류의 종합관리체계를 운용하는 것이 합리적인 것으로 판단되며, 앞으로 본 실험의 식물추출물들과 사막이리응애를 동시에 사용하는 포장실험을 통해 식식성응애류와 사막이리응애의 개체군 밀도변동을 보다 면밀히 평가할 수 있을 것으로 생각된다.



## IV. 적 요

포식성 천적 사막이리응애의 멸구슬, 후추 정향의 추출물과 이들의 혼합물에 대한 감수성을 검정하였다. 사막이리응애 암컷성충은 실험 식물추출물들의 처리 7일 후에 76-86%의 생존율을 나타냈으며, 무처리 암컷성충에 비해 62.6-93.4%의 산란 수를 보였고, 산란된 난들의 부화에 영향이 없었다. 실험 식물추출물들의 처리는 사막이리응애 난에 대해 전혀 영향이 없어 100% 부화하였다. 또한 이들 식물추출물의 처리는 약충의 생존율에 큰 영향이 없었다. 사막이리응애의 발육태들은 실험 식물추출물들이 처리된 잎 절편에서 생존율에 큰 영향을 받지 않아, 78-90%의 개체들이 성충태에 도달하였다. 이상의 결과로 보아, 실험 식물추출물들은 식식성응애류의 종합관리 체계에서 사막이리응애와 함께 활용할 수 있을 것으로 생각된다.

[Submitted, October. 12, 2016 ; Revised, November. 1, 2016 ; Accepted, November. 2, 2016]

## References

1. 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.
2. 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.
3. Hassan S. A. 1994. Activities of the IOBC/WPRS working group "Pesticides and Beneficial Organisms". In: Pesticides and Beneficial Organisms. (ed., Vogt H.). IOBC/WPRS Bulletin 17: 1-5.
4. 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.
5. 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.
6. Kim, D. I., K. C. Ma, D. S. Choi, K. H. Hyun, Y. I. Kuk, and S. S. Kim. 2015. Evaluation of susceptibility of tea red spider mite, *Tetranychus kanzawai* Kishida (Acari: Tetranychidae) to plant extracts. J. Kor. Tea Soc. 21: 41-45.
  7. 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.
  8. Kim, D. I., S. G. Kim, S. J. Ko, B. Y. Kang, D. S. Choi, S. S. Kim, and I. C. Hwang. 2010. Toxicology study of plant extract made by *Chrysanthemum cinerariaefolium* and *Melia azedarach* against natural enemies and *Plutella xylostella* on chinese cabbage. Korean J. Org. Agric. 18: 559-571.
  9. 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: 257-262.
  10. 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.
  11. 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.
  12. Kuk, Y. I., K. H. Hyun, and S. S. Kim. 2015. Susceptibility of *Tetranychus urticae* and the predatory mite, *Phytoseiulus persimilis* (Acari: Tetranychidae, Phytoseiidae) to plant extracts. Korean J. Org. Agric. 23: 975-985.
  13. Lee, D. H., E. J. Kang, M. K. Kang, H. J. Lee, H. B. Seok, M. J. Seo, Y. M. Yu, and Y. N. Yoon. 2008. Effects of environment friendly agricultural materials to insect natural enemies at small green houses. Korean J. Appl. Entomol. 47: 75-86.
  14. Lee, S. W. 1990. Studies on the pest status and integrated mite management in apple orchards. Ph.D. thesis, Seoul Nat'l Univ. p. 87.
  15. 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.
  16. 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.

17. Lefebvre, M., N. J. Bostanian, Y. Mauffette, G. Racette, H. A. Thistlewood and J. M. Hardman. 2012. Laboratory-based toxicological assessments of new insecticides on mortality and fecundity of *Neoseiulus fallacis* (Acari: Phytoseiidae). *J. Econ. Entomol.* 105: 866-871.
18. 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.
19. Park S. H., D. I. Kim, and S. S. Kim. 2012. Susceptibility of tea red spider mite, *Tetranychus kanzawai* Kishida to environmentally friendly agricultural materials. *J. Kor. Tea Soc.* 18: 37-43.
20. SAS Institute. 1996. SAS/STAT user's guide, release 6.12 ed. SAS Institute, Cary, NC, USA.
21. 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.
22. Song J. S., C. M. Lee, S. M. Lee, D. S. Lee, Y. H. Choi, and D. W. Lee. 2013. Insecticidal activity of 7 herbal extracts against black pine bast scale, *Matsucoccus thunbergianae*. *Korean J. Pestic. Sci.* 17: 411-418.
23. Toyoshima, S., and N. Hinomoto. 2004. Intraspecific variation of reproductive characteristics of *Amblyseius californicus* (McGregor) (Acari: Phytoseiidae). *Appl. Entomol. Zool.* 39: 351-355.
24. 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.
25. You Y. M., E. J. Kang, M. J. Seo, M. G. Kang, H. J. Lee, D. A. Kim, M. L. Gil, and Y. N. Youn. 2006. Effects of environment friendly agricultural materials to insect parasitoids on the laboratory. *Korean J. Appl. Entomol.* 45: 227-234.
26. 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 bifenazate resistance in *Tetranychus urticae*. *Korean J. Appl. Entomol.* 44: 151-156.