

# 삼채에 발생하는 점박이응애에 대한 10종의 살비제 감수성 평가

강주완 · 김치현 · 신호철 · 이근식 · 김태화 · 박정준<sup>1\*</sup>

(<sup>1</sup>분석기기술과미래 중앙연구소, <sup>2</sup>경상대학교 식물의학과, 농업생명과학연구원)

## Evaluation of Susceptibility to 10 kinds of Acaricides Against Two-Spotted Spider Mites (*Tetranychus urticae*) in Hooker Chives

Juwan Kang, Chihyun Kim, Hocheol Shin, Gunsik Lee, Taehwa Kim and Jung-Joon Park<sup>1\*</sup>

Analysis Technology and Tomorrow (ATNT), Gimcheon 39510, Korea

<sup>1</sup>Department of Plant Medicine, Institute of Agriculture and Life Science, Gyeongsang National University, Jinju 52828, Korea

**ABSTRACT:** The susceptibility and control efficacy evaluated for 10 kinds of commercialized acaricides, to obtain basic data for the chemical control strategy of Two-spotted spider mite (*Tetranychus urticae*) in Hooker chives. The susceptibility evaluation of *T. urticae* female adults, Abamectin EC, Pyflubumide SC, Cyenopyrafen SC, and Acequinocyl SC showed 100% mortality, and Pyflubumide SC, Acequinocyl SC, and Etoxazole SC showed zero hatching rate, i.e. 100% mortality of eggs. As a result of evaluating the field test for Abamectin EC, Pyflubumide SC, Cyenopyrafen SC, Cyflumetofen SC, and Acequinocyl SC, which had excellent mortality in the laboratory conditions, all treatment plots showed more than 90.3% control efficiency on after 7 days.

**Key words:** Hooker chives, *Tetranychus urticae*, Susceptibility, Acaricides

**조 록:** 본 실험은 삼채에 발생하는 점박이응애의 효율적인 약제방제전략의 기초 자료를 확보하고자 시판되고 있는 10종의 살비제에 대해 약제감수성과 포장 방제효과를 평가하였다. 점박이응애 암컷 성충에 대한 실내감수성 평가 결과 Abamectin EC, Pyflubumide SC, Cyenopyrafen SC, Acequinocyl SC가 100%의 살비효과를 나타내었고, Pyflubumide SC, Acequinocyl SC, Etoxazole SC는 부화율이 0%로 나타나 100%의 살란효과를 나타내었다. 실내감수성 평가에서 살비효과가 우수했던 Abamectin EC, Pyflubumide SC, Cyenopyrafen SC, Cyflumetofen SC, Acequinocyl SC를 대상으로 포장검정을 평가한 결과, 약제처리 7일차에서 모든 처리구는 90.3% 이상의 방제가를 나타내었다.

**검색어:** 삼채, 점박이응애, 감수성, 살비제

삼채(*Allium hookeri*)는 중국 남부, 인도, 부탄, 스리랑카 등의 산간지대(해발 1,400 ~ 4,200 m) 및 초원지대에 자생하고 있는 백합과 부추속 식물로 뿌리, 잎 및 꽃 모두 식용이 가능한 식물이다(Ayam, 2011). 국내에 2006년 소개된 이후 2011년 본격적으로 재배되어 전국 각지에 재배되고 있다. 매운맛, 쓴맛, 단맛 등 세가지 맛이 난다고 하여 삼채(三菜)라고도 하며, 인삼의 어린 뿌리와 같다고 하여 삼채(蔘菜)라고 부르기도 한다(Park, 2013). 삼채는 비타민, 미네랄, 항산화제와 같은 영양성분이 다

량으로 함유되어 있어 국민의 관심도가 높아짐에 따라 노지 재배뿐만 아니라 온실 재배를 하는 농가가 늘어나고 있는 추세이다(Won et al., 2013).

삼채 재배에 있어 문제가 되는 해충은 파충채벌레(*Thrips tabaci* Lindeman), 파좁나방(*Acrolepiopsis sapporensis* Matsumura), 갈대노랑들명나방(*Calamochrous acutellus* Eversmann), 파밤나방(*Spodoptera exigua* Hübner), 담배거세미나방(*Spodoptera litura* Fabricius), 배추흰나비(*Artogeia rapae* Linnaeus), 파굴파리(*Liriomyza chinensis* Kato), 뿌리혹선충(*Meloidogyne* sp., *Pratylenchus* sp.)을 포함하는 9종이 보고되어 있지만(Lim et al., 2012; Cho et al., 2017), 삼채에 발생하는 점박이응애에 관한 연구는 부족한 실정이다.

\*Corresponding author: [jungpark@gnu.ac.kr](mailto:jungpark@gnu.ac.kr)

Received October 14 2020; Revised November 3 2020

Accepted November 6 2020

점박이응애(*Tetranychus urticae* Koch)는 채소 및 화훼작물에 심각한 피해를 주며, 온실과 같이 고온 건조한 환경에서 다 발생 하는 해충으로 우리나라 뿐 만 아니라 전 세계적으로 수많은 농작물을 가해하는 경제적으로 중요한 해충 중 하나이다 (Takafuji et al., 2000). 점박이응애는 주로 잎 뒷면에 서식하면서 흡즙기구인 1쌍의 구침을 이용하여 잎의 큐티클과 표피세포를 뚫고 세포의 영양분을 흡즙하기 때문에 피해를 받은 잎은 황색 내지 갈색반점이 피해흔으로 생기며, 심할 경우 고사되어 낙엽이 된다(Hislop et al., 1976; Mothes and Seitz, 1981). 또한 피해를 받은 잎은 표피세포가 구멍이 뚫려 파괴되고, 엽육세포는 세포막만 남아 찌그러지는 등의 세포형태학적 피해 특징을 나타낸다(Sances et al., 1979; Mothes and Seitz, 1981). 그러므로 점박이응애는 과실에 직접적인 피해를 주지는 않으나, 엽록소 감소로 광합성에 영향을 주어 식물체의 발육 및 수확량에 간접적인 피해를 주게 된다. 점박이응애를 방제하기 위해 살비제 및 살충제의 살포는 반드시 필요하며, 점박이응애의 세대기간이 약 16.1일로 기타해충에 비해 짧고(Laing, 1969), 연간 발생 세대수가 많아 약제 노출에 의한 도태될 기회가 많기 때문에 약제 저항성이 쉽게 발달되므로 화학적 방제가 어렵다고 알려져 있다(Croft et al., 1984). 약제 저항성수준에 관한 선행된 연구로 Sato et al. (2005)은 Avermectins계통은 668배, Van leeuwen et al. (2009)은 Pyrethroid계통은 2,000배 수준으로 발달이 되어 있음이 보고되었으며, 호주와 일본에서는 Chlorfenapyr의 저항성 발달이 보고되었으며(Van leeuwen et al., 2009), 뉴질랜드, 미국, 일본, 유럽에서도 Dicofol의 저항성 발달도 보고하였다(Fergusson-Kolmes et al., 1991). Lee et al. (2003)은 충남 부여등 8곳의 장미재배지에서 Etoxazole을 포함한 6종 약제에 대하여 점박이응애 저항성 발달수준을 조사하였는데, 약제의 종류와 지역에 따라 차이가 있으나, 특히 충남 부여지역에서 채집한 점박이응애 개체군에서는 Etoxazole에 대해 3,700배의 높은 저항성비를 나타냈다고 보고하였다.

2019년부터 시행된 농약허용물질목록관리제도(Positive List System; PLS)에 따라 미등록 약제는 사용이 전면 금지되었고, 삼체에 발생하는 병해충 방제용으로 등록된 약제는 흰비단병에 Fludioxonil SC만 잠정등록 되어 있으며, 흰비단병을 제외한 기타 병해충에는 등록된 약제가 전무하다(KCPA, 2020). PLS 제도의 시행에 따라 2019년 삼체를 대상으로 농약잔류조사 결과 삼체에 미등록된 농약성분인 Boscalid, Carbendazim, Diethofencarb가 검출된 사례가 있으며(RDA, 2020), 기타 소면적 작물 재배시 미등록된 약제사용 및 유사약제를 관행적으로 살포하는 부정적인 양상을 초래하여 농약의 오용으로 피해

사례가 증가되고 있다(Ahn et al., 2014). 전 세계적으로 소면적 재배 작물과 같이 농약사용량이 적은 경우 농약업계에서는 농약등록을 기피해 병충해 방제에 필요한 적용 농약이 없거나 부족한 실정이다(Lee, 2013). 소면적 재배작물에 살포가 가능한 품목등록확대를 위해서 작물분류학적 근연종을 우선하여 공통 병해충의 유무에 따른 그룹화, 사용농약의 작용기작에 따른 병해충 그룹화, 작물의 재배양식과 농약의 잔류 패턴이 유사한 것들끼리 그룹화에 관한 연구도 진행되고 있다(Ahn et al., 2014). 따라서 삼채재배에 있어 병해충 방제를 위한 약제살포와 이를 위한 농약등록이 필요하다.

본 연구는 우리나라 삼체에 발생하는 점박이응애의 효율적인 약제방제전략의 기초 자료를 확보하고자 국내에 등록된 10종의 살비제를 이용하여 실내에서 약제감수성을 평가하고, 약효가 우수했던 약제에 대하여 포장 방제효과 평가를 수행하여 농약등록의 기초자료로 활용하고자 한다.

## 재료 및 방법

### 시험근종

실내 감수성 평가에 사용된 점박이응애는 경북지역 내 예천 삼채 재배온실에서 2020년 6월부터 7월까지 자연 발생된 점박이응



Fig. 1. *Tetranychus urticae* found in *Allium hookeri*.

애를 채집하였다(Fig. 1). 개체군 증식을 위하여 (주)분석기술과미래 중앙연구소에서 어떠한 살충제에도 노출시키지 않으면서 누대 사육하였다. 아크릴 사육용기(45 × 65 × 55 cm)에 강낭콩 유묘를 먹이로 공급하면서 사육하였고, 점박이응애를 집중한 강낭콩 유묘 포트는 물을 담은 사각트레이에 두어 이탈을 방지하였다. 사육 조건은 온도 25 ± 2°C, 상대습도 50 ~ 60%, 광주기 16L : 8D였다.

## 시험약제

본 연구에 사용된 약제는 아버멕틴계 2종, 카복사닐리드계 1종, 벤조일아세토니트로닐계 2종, 카바제이트계 1종, 나프토크논계 1종, 파이롤계 1종, 유기주석계 1종, 옥사졸린계 1종으로 총 10종을 선발하였고, 약제의 일반명, 유효성분, 제형 및 추천 농도는 다음과 같다(Table 1).

## 실내 감수성 평가

감수성 평가는 채집된 점박이응애의 알과 성충을 대상으로

**Table 1.** List of the 10 commercial acaricides

Acaricides	Formulation <sup>a</sup>	AI <sup>b</sup>	Rec. conc. (ppm)
<b>Avermectins</b>			
Abamectin	EC	1.8	6
Emamectin benzoate	EC	2.15	10.75
<b>Carboxanilides</b>			
Pyflubumide	SC	10	50
<b>Benzoylacetonitriles</b>			
Cyfenopirafen	SC	25	125
Cyflumetofen	SC	20	100
<b>Carbazate</b>			
Bifenazate	SC	23.5	11.75
<b>Naphthoquinone</b>			
Acequinocyl	SC	15	150
<b>Pyrroles</b>			
Chlorfenapyr	EC	5	50
<b>Organotins</b>			
Azocyclotin	WP	25	166.67
<b>Oxazoline</b>			
Etoxazole	SC	10	25

<sup>a</sup>EC, Emulsifiable concentration; SC, Suspension concentrate; WP, Wettable powder.

<sup>b</sup>AI, Active ingredient.

수행하였다. 살비효과 평가는 지름 6 cm의 페트리디쉬 내에 충분히 물을 적신 탈지면을 넣고 그 위에 파종 후 2주 된 강낭콩 잎을 지름 3 cm의 코르크보러를 이용하여 절단한 강낭콩 잎의 뒷면이 위로 향하도록 올려놓은 후 점박이응애 암컷성충 25마리를 1호 미술용 붓을 이용하여 집중하였다. 실험현미경을 이용하여 사망한 개체는 제거하였고, 추천농도로 희석된 약액을 소형 분무기를 이용하여 5회(살포량 10 ml) 처리 후 음건하였다. 분무처리 24, 48시간 후 생충수를 조사하여 Abbott 공식에 의한 보정사충률(Corrected mortality, %)를 아래와 같은 공식으로 산출하였다. 사망판단기준은 붓으로 자극했을 때 무반응이면 사망한 개체, 보행이 가능한 개체는 생존개체로 판단하였다.

$$\text{보정사충률} = \frac{\text{무처리구생충수} - \text{처리구생충수}}{\text{무처리구생충수}} * 100 \quad (\text{Eq. 1})$$

살란 효과를 알아보기 위해 살비시험과 동일한 조건으로 수행하였다. 강낭콩 잎 뒷면 절편에 암컷성충 20마리를 집중하여 24시간 후 산란한 알의 수를 확인하고, 성충을 제거하였다. 추천농도로 희석된 약제를 처리하고, 약제처리 후 7일까지 부화율을 조사하였다. 모든 시험은 3반복으로 실험실조건(25 ± 2°C, 50 ~ 60%, 16L : 8D)에서 수행하였다.

## 포장 방제효과 평가

점박이응애 성충에 대한 약제 감수성 평가에서 살비효과가 우수했던 5종 약제(Abamectin EC, Pyflubumide SC, Cyfenopirafen SC, Cyflumetofen SC, Acequinocyl SC)에 대하여 경북지역 내 예천 삼채 재배온실에서 포장 방제효과를 평가하였다. 삼채는 2020년 2월 27일에 정식하였고, 6월 중순경부터 점박이응애가 발생하여 증식하였으며, 밀도가 100마리 이상이 되는 삼채를 반복구당 10주를 선정하였다. 시험구는 시험 약제 5종과 무처리를 포함하여 6종, 3반복 18처리구를 난괴법으로 배치하였다. 약제는 2020년 6월 22일에 실내 감수성 평가와 같은 추천 농도로 희석하여 1회 경엽처리하였다. 약제처리 전과 약제처리 7일, 14일 후에 10주를 대상으로 시험구당 총 30주에 발생한 점박이응애 생충수를 조사하여 방제기(Control efficiency, %)를 아래와 같은 공식으로 산출하였다.

$$\text{방제기} = \frac{\text{무처리구생충수} - \text{처리구생충수}}{\text{무처리구생충수}} * 100 \quad (\text{Eq. 2})$$

## 자료분석

약제별 실내 살비효과의 유의성을 검정하기 위해 SAS 통계 프로그램(SAS Institute, 2011)을 이용하여 Duncan's Multiple Range Test를 실시하여 결과값의 평균간 유의성 차이를 분석하였다.

## 결과 및 고찰

### 실내 감수성 평가

10종의 살비제를 대상으로 추천농도로 처리한 점박이응애 성충에 대한 감수성을 평가한 결과는 Table 2와 같다. 약제 처리 24시간 후에 생충수를 조사한 결과, Abamectin EC, Pyflubumide SC는 100.0%의 살비효과를 나타내었으며, 그 다음으로는 Cyflumetofen SC가 97.0%의 살비효과를 나타내었다. 약제 처리 48시간 후에는 Etoxazole SC를 제외한 모든 약제가 보정사충률이 89.1% 이상의 살비효과를 나타내었다. Etoxazole SC의 경우 약제처리 24시간 후는 15.2%, 48시간 후는 15.6%로 비교적 저조한 살비효과를 보여주었다. 점박이응애의 살란효과를 평가한 결과는 Table 3과 같다. 7일 동안 무처리 부화율은 84.0%이었지만 Pyflubumide SC, Acequinocyl SC, Etoxazole SC 처리구에서는 0%의 부화율을 보였고, Chlorfenapyr EC, Azocyclotin WP는 각각 17.5%, 27.2%의 부화율을 확인하였

다. 본 연구와 비슷하게 Ahn et al. (2004)의 연구에서 Abamectin EC, Acequinocyl SC, Bifenazate SC, Emamectin benzoate EC, Etoxazole SC를 대상으로 점박이응애 성충과 알에 대한 실내 감수성을 평가한 결과 48시간 후의 성충의 사충률은 Etoxazole SC를 제외한 4종의 약제에 대해 100%로 조사되었고, Etoxazole SC의 경우 성충에 대해 독성이 없는 것으로 나타났다. 살란억제효과의 경우 Abamectin EC는 살란율이 3.8%로 조사되었지만 본 연구에서는 부화율이 1.2%로 나타나 정반대의 경향을 나타내었고, Acequinocyl SC, Etoxazole SC의 경우 살란율이 100%로 조사되었다. 이러한 결과는 Etoxazole SC가 *Tetranychus* 속과 *Panonychus*속 응애류의 CH-S1에 작용하여 발육을 저해함으로써 살비작용기작을 나타낸다고 알려져 있다(Tomlin, 2000). 따라서 응애류 알과 약충에는 높은 독성을 나타내나 성충에 대한 살비력이 낮다고 보고된 바가 있으며(Tomlin, 2000; Kobayashi et al., 2001; Lee et al., 2003), 이는 본 연구와 유사한 결과를 나타낸다. 10종의 시험약제중 유의성은 인정이 되었지만 사충률이 비교적 저조했던 Azocyclotin WP, Chlorfenapyr EC는 48시간 후 사충률이 각각 89.1%, 90.6%를 나타내었는데 삼체에 발생한 점박이응애 개체군이 2종의 약제에 대해 저항성 발달이 된 것으로 추측된다. Cho et al. (1995)은 국내 8개 지역별 사과원에서 채집된 점박이응애의 저항성 수준을 조사하였는데, Azocyclotin WP의 저항성비가 2.5 ~ 11.1수준으로 발현이 되어 있으며 점박이응애를 채집한 예천지역과 가까운 안동 지역에서 저항성비가 11.1로 조사가 되어 Azocyclotin WP 저

**Table 2.** Corrected mortality of *Tetranychus urticae* after treatment with 10 acaricides under laboratory conditions using the spray method

Acaricides	% Corrected mortality (mean ± SE <sup>a</sup> )	
	24H	48H
Abamectin	100.0% ± 0.0a <sup>b</sup>	100.0% ± 0.0a
Emamectin benzoate	90.9% ± 1.5a	96.9% ± 0.3a
Pyflubumide	100.0% ± 0.0a	100.0% ± 0.0a
Cyfenopirafen	93.9% ± 0.9a	100.0% ± 0.0a
Cyflumetofen	97.0% ± 0.7a	98.4% ± 0.3a
Bifenazate	95.5% ± 1.0a	98.4% ± 0.3a
Acequinocyl	95.5% ± 0.6a	100.0% ± 0.0a
Chlorfenapyr	81.8% ± 2.1a	90.6% ± 0.3a
Azocyclotin	80.3% ± 3.0a	89.1% ± 0.3a
Etoxazole	15.2% ± 3.3b	15.6% ± 3.0b

<sup>a</sup>Standard Error.

<sup>b</sup>Means followed by the same letters are not significantly different ( $P = 0.05$ ; Duncan's multiple range test).

**Table 3.** Hatching rate of eggs of *T. urticae* on bean leaf disc after acaricides spraying treatment

Acaricides	No. Egg (mean ± SE <sup>a</sup> )	% Hatching rate (mean ± SE)
Abamectin	37.7 ± 5.6	1.2 ± 0.3c <sup>b</sup>
Emamectin benzoate	36.7 ± 7.5	9.9 ± 3.2c
Pyflubumide	35.3 ± 5.3	0.0 ± 0.0c
Cyfenopirafen	38.0 ± 8.3	1.5 ± 0.3c
Cyflumetofen	37.3 ± 6.4	1.6 ± 0.3c
Bifenazate	38.0 ± 5.6	10.6 ± 2.8c
Acequinocyl	35.7 ± 5.0	0.0 ± 0.0c
Chlorfenapyr	39.7 ± 6.3	17.5 ± 1.2bc
Azocyclotin	38.7 ± 7.7	27.2 ± 3.6b
Etoxazole	42.3 ± 5.4	0.0 ± 0.0c
Control	41.0 ± 4.7	84.0 ± 5.2a

<sup>a</sup>Standard Error.

<sup>b</sup>Means followed by the same letters are not significantly different ( $P = 0.05$ ; Duncan's multiple range test).

항성 점박이응애 개체군 집단이 예천 삼채 온실로 유입된 것으로 판단된다.

## 포장 방제효과 평가

실내 감수성 평가에서 살비률이 우수했던 5종 약제에 대해 2020년 경북지역 내 예천 삼채 재배온실에서 포장 방제효과를 평가하였다(Table 4). Abamectin EC, Pyflubumide SC, Cyenopyrafen SC, Cyflumetofen SC, Acequinocyl SC는 약제처리 7일 후에 각각 90.7%, 91.9%, 90.3%, 90.6%, 91.2%의 방제효과를 보였으며, 약제처리 14일 후에는 각각 93.9%, 95.8%, 95.2%, 94.9%, 95.1% 방제효과를 나타내어, 약제 처리 후 시간이 경과됨에 따라 방제가가 높아지는 경향을 확인하였다.

항생제 계통인 Abamectin EC는 5 ppm 수준으로 약제를 처리하고, 48시간 후 조사에서 100%의 살비효과를 나타내었으며(Hoy and Cave, 1985), 0.6 ppm 수준으로 처리시에는 24시간 후 조사에서 90.0%의 살비효과를 나타내는 것으로 보고되어 있다(Park et al., 1995; Chung et al., 2014). Takashi et al. (2017)은 Pyflubumide SC의 LC<sub>50</sub> (mg a.i/L)값이 점박이응애 성충의 경우 1.2, 차응애(*T. kanzawai*) 성충의 경우 1.9, 꿀응애(*Panonychus citri*) 성충의 경우 1.3 수준으로 우수한 살비효과가 있으며 기존의 살비제에 대한 저항성이 발현된 응애류에도 방제효과가 있다고 보고하였다. 또한 익충을 포함한 천적에는 독성을 가지지 않아 종합적 해충관리(Integrated pest management : IPM)에도 중요한 역할을 할 것으로 제안하고 있다. 벤조일아세토니트로닐계통인 Cyenopyrafen SC와 Cyflumetofen SC는 미토콘드리아의 전자전달계 복합체 II 를 저해하여 살비효과를 나타내는 것으로 알려져 있으며(Naotaka et al., 2013; Riga et al., 2015), 이러한 작용기작은 차응애를 대상으로

Cyenopyrafen SC를 125와 83.3 ppm 수준에서 약제 처리 20일 후에 각각 98.0%와 97.5%의 우수한 방제효과를 보고되어있다(Paik and Kim, 2010). 나프토퀴논계통인 Acequinocyl SC는 미토콘드리아 복합체 III Q<sub>0</sub>지점에 영향을 주어 전자전달을 저해시키며(IRAC, 2020), 모든 발육단계에 살비력을 가지나 특히 약충 단계에서 효과가 우수하다고 알려져 있다(Dekeyser, 2005; Kim et al., 2007). 시험약제가 점박이응애에 대한 우수한 살비효과가 인정되더라도, 무분별한 약제의 살포 및 연용은 응애류에 있어 약제 저항성이 발현될 가능성이 높다고 보고된 바 있다(Kodomari, 1988). 따라서 약제저항성 발현을 지연시키기 위해서는 동일한 약제의 연속사용을 지양하고, 다른 계통의 약제를 교호살포 하는 것이 필요할 것으로 판단된다.

Lim et al. (2008)은 시설 가지에서 점박이응애의 요방제수준은 주당 1.8마리로 보고하였으며, Hussey and Parr (1963)은 온실에서 오이 총 엽면적의 30%가 피해를 받더라도 수확량에는 영향이 없었다고 보고하였다. Bailay and Furr (1975)은 복숭아나무에서 점박이응애 엽당 밀도가 40 ~ 50마리가 되더라도 수확량에는 영향은 없었지만 그보다 엽당 밀도가 증가할 경우 크게 영향을 주었다고 보고하였다. 선행된 연구결과를 토대로 삼체에 발생하는 점박이응애 요방제수준 및 경제적피해허용수준에 대한 추가적인 연구진행이 되어 그 수준이 추정가능하면 약제살포횟수를 최소한으로 설정할 수 있고 더불어 약제저항성 발현지연이 가능함으로써 삼채 점박이응애의 효율적인 약제방제 기초전략이 수립 될 것으로 사료된다.

Abamectin EC, Pyflubumide SC, Cyenopyrafen SC, Cyflumetofen SC, Acequinocyl SC는 잎응애류에서 우수한 방제효과 보고가 있으며, 삼체에 발생하는 점박이응애에 대한 살비효과 보고는 없는 실정이다. 본 연구는 선행된 원예작물의 잎응애류 방제효과 보고와 유사한 결과를 보여, 소면적 재배작물 그룹화를 통한 약제 품목등록확대의 기초자료로 활용 가능할 것으로 판단된다. 따라서, 삼체에 점박이응애 엽당 2~3마리 발생 시 경엽처리를 이용해 Abamectin EC, Pyflubumide SC, Cyenopyrafen SC, Cyflumetofen SC, Acequinocyl SC의 약제들을 교호살포하여 삼체에 발생한 점박이응애를 방제할 수 있을 것으로 사료된다.

## 사 사

본 연구는 농촌진흥청 연구과제(세부과제번호: PJ0123070 32020)의 지원에 의해 이루어졌습니다.

**Table 4.** Control efficiency of five acaricides to *Tetranychus urticae* under commercial field conditions

Treatment	Density before acaricide treatment per plot (mean ± SE <sup>a</sup> )	% Control efficiency (mean ± SE)	
		7days	14days
Abamectin	143.0 ± 8.6	90.7 ± 4.9	93.9 ± 3.5
Pyflubumide	137.3 ± 5.6	91.9 ± 3.6	95.8 ± 2.3
Cyenopyrafen	136.3 ± 4.3	90.3 ± 3.2	95.2 ± 2.1
Cyflumetofen	142.7 ± 5.5	90.6 ± 5.2	94.9 ± 2.3
Acequinocyl	127.3 ± 1.5	91.2 ± 4.0	95.1 ± 2.6
Control	134.3 ± 7.8	-	-

<sup>a</sup>Standard Error

## 저자 직책 & 역할

강주완: (주)분석기술과미래, 연구원; 실험설계 및 논문작성  
김치현: (주)분석기술과미래, 연구원; 실험수행  
신호철: (주)분석기술과미래, 연구원; 실험수행  
이근식: (주)분석기술과미래, 연구원; 실험추진방향 제시  
김태화: (주)분석기술과미래, 연구원; 실험추진방향 제시  
박정준: 경상대학교 식물외과, 농업생명과학연구원, 교수;  
실험총괄, 논문 검토 및 작성

모든 저자는 원고를 읽고 투고에 동의하였음.

## Literature Cited

- Ahn, C.H., Kim, Y.H., Eom, H.S., Lee, G.H., Ryu, G.H., 2014. A study on crop group for pesticide efficacy and crop safety of minor crops. *J. Pestic. Sci.* 18, 364-375.
- Ahn, K.S., Lee, S.Y., Lee, K.Y., Lee, Y.S., Kim, G.H., 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 on rose. *Korean J. Appl. Entomol.* 43, 71-79.
- Ayam, V., 2011. *Allium hookeri*, Thw. Enum. a lesser known terrestrial perennial herb used as food and its ethnobotanical relevance in manipur. *Afr. J. Food Agric. Nutr. Dev.* 11, 5389-5412.
- Bailay, J.C., Furr, R.E. 1975. Reaction of water stress and night temperature preconditioning on water relations and morphological and anatomical changes of *Lotus creticus* Plants. *Sci. Hortic.* 101, 333-342.
- Cho, D.H., Park, B.R., Chun, J.Y., Noh, Y.H., Kim, Y.H., Park, M.G., Kim, D.W., Lee, K.Y., 2017. Hot water immersion of *Allium hookeri* roots for the control of the plant parasitic nematodes *Meloidogyne javanica* and *Pratylenchus coffeae*. *Entomol. Res.* 47, 328-334.
- Cho, J.R., Kim, Y.J., Ahn, Y.J., Yoo, J.K., Lee, J.O., 1995. Monitoring of acaricide resistance in field-collected populations of *Tetranychus urticae* (Acari: tetranychidae) in Korea. *Korean J. Appl. Entomol.* 34, 40-45.
- Chung, S.O., Kim, H.J., Bae, S.D., Jang, S.A., Park, C.G., 2014. Efficacy of acaricides and insecticides to *Tetranychus kanzawai* and *Aphis egomae*. *J. Agri. Life Sci.* 48, 1-8.
- Croft, B.A., Miller, R.W., Nelson, R.D., Westgard, P.H., 1984. Inheritance of early-stage resistance to formetanate and cyhexatin in *Tetranychus urticae* Koch (Acarina: Tetranychidae). *J. Econ. Entomol.* 77, 575-578.
- Dekeyser, M.A., 2005. Review acaricide mode of action. *Pest Manag. Sci.* 61, 103-110.
- Fergusson-Kolmes, L.A., Scott, J.G., Dennehy, T.J., 1991. Dicofol resistance in *Tetranychus urticae* (Acari, Tetranychidae) e cross-resistance and pharmacokinetics. *J. Econ. Entomol.* 84, 41-48.
- Hislop, R.G., Jeppson. L.R., 1976. Morphology of the mouthparts of several species of phytophagous mites. *Ann. Ent. Soc. Am.* 69, 1125-1135.
- Hoy, M.A., Cave, F.E., 1985. Laboratory evaluation of avermectin as a selective acaricide for use with *Metaseiulus occidentalis* (Nesbitt) (Acarina: Phytoseiidae). *Exp. Appl. Acarol.* 1, 139-152.
- Hussey, N.W., Parr, W.J., 1963. The effect of glasshouse red spider mite (*Tetranychus urticae* Koch) on the yield of cucumbers. *J. Hort. Sci.* 38: 255-263.
- IRAC, 2020. IRAC mode of action classification scheme. pp. 5-14.
- KCPA, 2020. User's manual for pesticides. Korea Crop Protection Association.
- Kim, E.H., Yang, J.O., Yoon, C.M., Ahn, K.S., Kim, G.H. 2007. Inheritance and cross resistance of acequinocyl resistance in twospotted spider mite, *Tetranychus urticae*. *Kor. J. Pesti. Sci.* 11, 125-130.
- Kobayashi, M., Kobayashi, S., Nishimori, T., 2001. Occurrence of etoxazole resistance individuals of the two spotted spider mite, *Tetranychus urticae* Koch from a limited region. *Jpn. J. Appl. Entomol.* 34, 61-64.
- Kodomari, S., 1988. Resurgence of the synthetic pyrethroids on kanzawa spider mite and tea tortricids. *Proc. Int. Symp. Rec. Devel. Tea Produc.* pp. 161-169.
- Laing, J.E., 1969. Life history and life table of *Tetranychus urticae* Koch. *Acarologia.* pp. 32-42.
- Lee, M.K., 2013. Management and regulation on the minor use of pesticides in Korea and foreign countries. *J. Pestic. Sci.* 17, 231-236.
- Lee, Y.S., Song, M.H., Ahn, K.S., Lee, K.Y., Kim, J.W., Kim, G.H., 2003. Monitoring of acaricide resistance in two spotted spider mite (*Tetranychus urticae*) populations from rose green houses in Korea. *J. Asia. Pacific. Entomol.* 6, 91-96.
- Lim, J.R., Choi, S.U., Kim, J.H., Moon, H.C., Lee, K.K., Kim, D.H., Ryu, J.R., Lee, S.K., Hwang, C.Y., 2008. Economic injury levels of *Tetranychus urticae* Koch (Acari: tetranychidae) infesting eggplant in greenhouse. *Korean J. Appl. Entomol.* 47, 395-400.
- Lim, J.R., Park, S.H., Moon, H.C., Kim, J., Choi, D.C., Hwang, C.Y., Lee, K.S., 2012. An investigation and evaluation of insect pests in greenhouse vegetables in Jeonbuk province. *Korean. J. Appl. Entomol.* 51, 271-280.
- Mothes, U., Seitz. K.A., 1981. Funtional microscopic anatomy of the digestive system of *Tetranychus urticae* (Acari, Tetranychidae). *Acarologia*, 22, 257-269.
- Naotaka, H., Yasuhiro, S., Nobuyoshi, T., Naoki, I., 2013. Cyflumetofen a novel acaricide - its mode of action and selectivity. *Pest. Manag. Sci.* 69, 1080-1084.
- Paik, C.H., Kim, S.S., 2010. Susceptibility of Tea Red Spider Mite, *Tetranychus kanzawai* (Acari: Tetranychidae) to Cyenopyrafen.

- Korean J. Pestic. Sci. 14, 170-174.
- Park, C.G., Lee, M.H., Yoo, J.K., Lee, J.O., Choi, B.R., 1995. Relative toxicity of abamectin to the predatory mite *Amblyseius womersleyi* Schicha (Acari: Phytoseiidae) and twospotted spider mite *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae). Korean J. Appl. Entomol. 34, 360-367.
- Park, J.Y., 2013. Comparison on nutritional compositions and functional characteristics of domestic and imported *Allium hookeri* root. Yeungnam. Univ. pp. 1-12.
- RDA, 2020. Nongsaro pesticides information. Internal Resources.
- Riga, M., Myridakis, A., Tsakireli D., Morou, E., Stephanou, E.G., Nauend, R., Van Leeuwen, T., Douris, V., Vontas, J., 2015. Functional characterization of the *Tetranychus urticae* CYP392A11, a cytochrome P450 that hydroxylates the METI acaricides cyenopyrafen and fenpyroximate. Insect. Biochem. Mol. Biol. 65, 91-99.
- Sances, F.V., Wyman, J.A., Ting, I.P., 1979. Morphological responses of strawberry leaves to infestations of two-spotted spider mite. J. Econ. Entomol, 72, 710-713.
- SAS Institute, 2011. SAS user's guide: statistics, version 9.3. SAS Institute Inc. Cary, NC.
- Sato, M.E., Da Silva, M.Z., Raga, A., De Souza, M.F., 2005. Abamectin resistance in *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae): selection, cross-resistance and stability of resistance. Neotrop. Entomol. 34, 991-998.
- Takafuji, A., Ozawa, A., Nemoto, H., Gotoh, T., 2000. Spider mites of Japan: their biology and control. Exp. Appl. Acarol. 24, 319-335.
- Takashi, F., Kozo, M., Shinsuke F., Motofumi, N., Katsuhiko I., 2017. Development of a novel acaricide, pyflubumide. J. Pestic. Sci. 42, 132-136.
- Tomlin, C, 2000. The pesticide manual. British crop protection council Twelfth Edition. p. 803.
- Van Leeuwen, T., Vontas, J., Tsagkarakou, A., 2009. Mechanisms of acaricide resistance in the two spotted spider mite *Tetranychus urticae*. in: Ishaaya, I., Horowitz, A.R. (Eds.), Biorational Control of Arthropod Pests. Springer, The Netherlands, pp. 347-393.
- Won, J.Y., Yoo, Y.C., Kang, E.J., Yang, H., Kim, G.H., Seong, B.J., Kim, S.I., Han, S.H., Lee, S.S., Lee, K.S., 2013. Chemical components, DPPH radical scavenging activity and inhibitory effects on nitric oxide production in *Allium hookeri* cultivated under open field and greenhouse conditions. J. Korea. Soc. Food. Sci. Nutr. 42, 1351-1356.