

잎들깨에서 차면지응애의 발생특성

서윤경 · 안승원 · 최용석^{1*}

공주대학교 산업과학대학원 원예학과, ¹충청남도농업기술원 친환경농업과

Incidence of *Polyphagotarsonemus latus* (Banks) (Acari: Tarsonemidae) on Green Perilla (*Perilla frutescens* var. *japonica* Hara)

Youn-Kyung Seo, Seoung-Won Ann and Yong-Seok Choi^{1*}

Horticulture department, Kongju National University, Yesan 32418, Korea

¹Bioenvironmental division, Chungnam Agricultural Research & Extension Services, Yesan 32418, Korea

ABSTRACT: The populations of *Polyphagotarsonemus latus* (Acari: Tarsonemidae) peaked two times on green perilla grown in greenhouses of Geumsan-Gun, Chungchungnamdo. The first peak of *P. latus* was in the middle of June, after it was first detected in late May. The population of *P. latus* peaked for the second time in mid July as its density started rapidly increasing in early July. The application of chemical pesticides and eco-friendly agricultural materials, the two management methods used to control *P. latus* on green perilla, did not alter the occurrence patterns of *P. latus*; population size of the mite was much larger in greenhouses using chemical pesticides than in the ones using eco-friendly agricultural materials. This difference might be caused by continuity of the management methods. Chemical control of *P. latus* should be limited owing to pesticide residue. The highest density of *P. latus* on green perilla plants was observed after 25 days after inoculation. The density was the highest in mid-aged leaves (e.g., the largest leaves) and the lowest in newly developed leaves (e.g., smallest leaves). However, there was no significant ($P > 0.05$) correlation between leaf size and density of *P. latus*. These results indicate that leaf size (e.g., leaf age) did not affect the occurrence of *P. latus*. Thus, any leaf of a green perilla plant is available as a sample unit for *P. latus*.

Key words: *Polyphagotarsonemus latus*, Green perilla, Occurrence characteristics

초록: 충남 금산지역 잎들깨 시설하우스에서 차면지응애(*Polyphagotarsonemus latus*)는 5월 하순 최초 발생하기 시작하여 6월 중순에 1차 최대 발생양상을 보인 후 7월 상순부터 급격히 밀도가 증가하여 7월 중순 가장 밀도가 높은 2차 최대 발생양상을 보였다. 방제방법에 따라 발생양상에는 차이가 없었으나 밀도에는 차이를 보여 화학약제를 사용하는 하우스에서 가장 높았고 유기농업자재를 사용하는 하우스에서 가장 낮았다. 이는 크기가 작아 육안으로 관찰할 수 없는 차면지응애를 방제하기 위해 화학약제를 사용할 경우, 농약 잔류 문제로 지속적인 사용을 못하므로 밀도가 높아지고, 유기농업자재를 사용하는 경우에는 농약잔류에 대한 걱정 없이 유기농업자재를 지속적으로 사용함으로써 방제가 이루어졌던 것으로 판단된다. 잎들깨 주간내 발생양상을 조사한 결과, 차면지응애는 접종 25일 후 최대 발생밀도를 보였고, 중엽, 성엽, 신초의 순으로 알과 약성충의 총밀도가 조사되었다. 그러나 엽장과 차면지응애 밀도와의 상관성 분석 결과, 상관성이 없어 차면지응애 발생예찰시 어떤 샘플을 채취해도 정확한 예찰이 이루어질 것으로 판단된다.

검색어: 차면지응애, 잎들깨, 발생, 분포양상

시설 재배작물에서 발생하는 응애류 중 먼지응애류는 세계적으로 300여종이 보고되어 있으며(Ewing, 1939; Lindquist,

1986), 우리나라에는 차면지응애(*Polyphagotarsonemus latus*), 씨크라멘먼지응애(*Phytonemus pallidus*) 외에 *Tarsonemus* 속의 11종이 보고되어 있다(Cho et al., 1995; Goo and Cho, 1989). 그 중 차면지응애와 씨크라멘먼지응애는 국내외에서 가장 많은 피해를 주는 중요한 해충으로 알려져 있다(Karl, 1965; Lidquist, 1986).

*Corresponding author: yschoi92@korea.kr

Received March 9 2020; Revised April 20 2020

Accepted May 20 2020

차면지응애의 크기는 보통 0.2 mm 내외로 육안 관찰이 쉽지 않을 정도로 매우 작고 응애강(Arachnidae)에 속하는 다른 어느 과(Family) 보다는 다양하게 분화된 분류군과 생태계 내의 하등식물인 곰팡이나 말류(Algae) 부터 고등식물인 유관속식물까지 다양한 식이습성을 가지며 식성 응애류 중에서도 단자엽식물에만 서식하는 종류와 쌍자엽식물에만 서식하는 종류 등으로 분화되어 있다(Jeppson et al., 1975). 차면지응애는 대만, 일본, 중국 등을 비롯하여 아시아 국가뿐만 아니라 그리스, 쿠바, 이탈리아, 파나마, 인도 등 세계 여러 나라에 널리 분포하고 있다(Almaguel et al., 1984; Gerson, 1992; Heungens, 1986; Li, 1990; Liu et al., 1991; Ochoa and Lindeman, 1988; Reditakis and Drossos, 1987). 차면지응애는 꿀, 목화, 감자, 차나무 등 노지 작물과 시설 채소류인 고추, 딸기, 오이, 수박, 멜론, 가지, 토마토를 가해할 뿐만 아니라 씨크라멘, 아잘레아, 베고니아, 다알리아, 아이비, 거베라, 국화 등 화훼류에서 피해가 보고되어 있어 기주 범위가 매우 넓은 해충으로 알려져 있다(Ewing, 1939; Li, 1990; Lindquist, 1986; Liu et al., 1991).

국내에서 면지응애류에 대한 연구는 비교적 늦게 시작되었다. 1965년 과수류에 서식하는 응애류 조사에서 차면지응애가 사과, 감, 복숭아, 배 등에서 전국적으로 분포함이 Lee (1965)에 의해 밝혀졌다. 그 이후 면지응애류에 관한 연구는 농업분야에서 이루어지지 않고 있다가 1990년대 초에 고추에서 나타나는 왜화, 잎말림 증상 등이 차면지응애에 의한 피해로 확인되면서 오이, 딸기 등 채소류와 아잘레아, 거베라, 뉴기니아임파티엔스, 아프리카바이올렛, 아이비, 씨클라멘 등 많은 원예작물에서 전국적으로 피해가 발생하는 것이 확인되었다(Cho et al., 1996; Lee et al., 1992).

차면지응애는 크기가 매우 작기 때문에 육안관찰이 어렵고 피해 증상은 식물바이러스나병원균, 식물의 독소, 제초제에 의한 피해 또는 비료의 결핍현상 같은 피해와 혼동하기 쉽다(Pena and Bullock, 1994; Beattie and Gellatley, 1983; Cross and Bassett, 1982; Jeppson et al., 1975). 차면지응애에 의한 피해 증상은 잎을 가해했을 때는 잎이 앞뒤로 말리거나 생장점이 위축되며 꽃을 가해했을 때는 착색불량, 조기낙화 등의 증상이 나타난다. 그리고 과실이 피해를 받았을 때는 기형이 되거나 은백화 현상(Silvery grey) 또는 표면이 코르크화 되어 상품성이 떨어지는 것처럼 작물의 가해부위에 따라 피해 증상이 다르게 나타난다(Campbell, 1979; Schoonhoven et al., 1978). 또한 심하게 피해를 받을 경우에는 작물 자체가 고사하는 것으로 알려져 있다(Moutia, 1958). 차면지응애 흡즙과 흡즙에 따른 독소의 피해 증상으로 추정되는 반응을 조사한 결과, 작물별로 양상이 다양하다고 Gerson (1992)이 보고하였다. 일반적으로 차면지응애에 의하여 피해를 받은 작물은 피해를 받지 않은 작물에 비하여

엽면적과 엽내 수분함량은 줄어들지만 엽수와 초장에서는 큰 영향을 미치지 않는 것으로 알려졌다(Pena and Bullock, 1994). 그러나 Schaffer et al. (1986)은 몇몇 작물들은 차면지응애 흡즙에 의하여 생장이 지연되는데 이것은 광합성이 이루어지는 잎의 면적과 잎의 증산활동 감소에 의한 것이라 하였다.

들깨(*Perilla frutescens* var. *japonica* HARA)는 식물분류학상 꿀풀과에 속하는 1년생 초본이며, 동북 아시아지역이 원산지로 인도, 한국 및 중국 동북부 지역에서 예로부터 재배되어온 기름작물이다. 이러한 잎들깨의 재배방법과 들깨산물의 영양학적 효능에 대한 연구는 활발히 진행되어 많은 보고서가 기록되었으나, 잎들깨의 안정생산을 위한 병해충 관리 연구에 관한 기록은 거의 없고 일부 국내 농업기술연구소에서 조사된 결과만이 보고되어 있을 뿐이다(Jeon et al., 1989; Seol and Goh, 1990; Park et al., 1999; Hong et al., 1999; Bae et al., 2002). Jeon et al. (1989)에 의해 보고된 잎들깨의 해충종류는 점박이응애(*Tetranychus urticae*), 목화진딧물(*Aphis gossypii*), 들깨잎말이명나방(*Perilla frutescens*), 섬서구메뚜기(*Atractomorpha bedeli*), 민달팽이로 5종에 불과하다고 보고한 바 있으며 Hong et al. (1999)는 29종, Park et al. (1999)는 61종 해충이 발생함을 보고한 바 있다. 하지만 이러한 해충들이 모두 잎들깨에 발생하지 않고 종실들깨를 포함하여 발생하는 것으로 여겨져 Choi (2007)는 잎들깨에 발생하는 해충종을 조사하여 9목 22과 39종이 해충으로 관여하는 것으로 보고하였다. Choi (2007)는 잎들깨 시설하우스에서 발생하는 응애류는 점박이응애, 차응애, 차면지응애이고 이들의 발생정도와 점유도를 평가한 바 있으며 차면지응애의 발생최성기를 7월 상순으로 보고하였고 5월 하순부터 발생이 시작된다 하였다. 발생순서는 점박이응애의 발생이 먼저 이루어지고 나서 차응애, 차면지응애 순으로 발생함을 보고하였다. 최근 금산지역에서 잎들깨에 응애가 발생하여 일본 등 주변 국가로의 수출에 차질이 생기는 사례가 증가하면서 응애류 방제에 고충을 겪고 있다. 특히 눈에 보이지 않는 차면지응애의 방제를 위해 화학약제를 사용하고 있으나 농약허용물질목록관리제도 즉 PLS (Positive List System)의 전면시행에 따른 농약잔류 불안감에 화학약제의 사용을 꺼려하고 있는 실정이다. 따라서 우리는 잎들깨에 발생하는 차면지응애의 발생양상을 2019년 집중조사하고 발생특성을 밝혀 방제의 기초자료로 제공하고자 본 실험을 수행하였다.

재료 및 방법

포장 발생특성(Field occurrence characteristics)

충청남도 금산군 추부면에 위치한 잎들깨 시설하우스를 대

상으로 화학약제를 사용하는 관행 시설하우스(Chemicals house), 화학약제와 유기농업자재를 병행하는 시설하우스(Chemicals+Eco-friendly Agricultural Materials (EFAM) house) 그리고 유기농업자재만을 사용하는 시설하우스(Eco-friendly Agricultural Materials house)를 대상으로 하였다. 정식은 3월 20일에 이루어졌고 관행 시설하우스는 50평 수준이었으며 화학약제와 유기농업자재를 병행하는 시설하우스는 100평 수준이었고 유기농업자재만을 사용하는 시설하우스는 15평 수준이었다. 이들 모든 시설하우스는 스프링클러로 물관리를 하고 있었다. 조사 주기는 4월 19일부터 1주간격으로 하우스의 크기에 상관없이 하우스당 20주를 일정간격으로 고르게 선정하여 중엽 수준의 잎을 채취하고 지름 9 cm의 플라스틱 사레에 증류수로 적셔진 필터페이퍼(®Whatman No. 2) 1장을 깔고 잎의 뒷면이 아래로 향하도록 올려두었다. 채취한 들깨잎 샘플은 아이스박스에 보관하여 실험실로 옮겨져 실체현미경(®Leica EZ4) X20 ~ 36 하에서 관찰하였다. 유기농업자재를 사용하는 시설하우스(EFAM house)는 다소 늦은 시기에 선정되어 6월 중순부터 같은 방법으로 차면지용애의 밀도를 조사하였다.

차면지용애는 성충의 크기가 0.2 mm 수준으로 아주 작고 움직임이 빨라서 관찰이 쉽지 않은 단점이 있기 때문에 바닥에 얼음팩을 깔고 움직임을 둔화시킨 다음 중엽 전체에 존재하는 약성충과 알수를 조사하였다. 조사는 잎의 주맥을 중심으로 세로로 겹치지 않게 지름 1 cm 천공기를 활용하여 표시하고 가로로 잎의 폭이 가장 넓은 부분에서 동일한 방법으로 표시하여 십자(+) 형태로 조사하였으며 지름 1 cm 내의 밀도를 조사하였다. 화학약제를 사용하는 관행하우스와 유기농업자재와 화학약제를 동시에 사용하는 하우스의 경우, 사용한 화학약제는 아세퀴노실 액상수화제였으며 유기농업자재는 고삼과 님을 함유하고 있는 식물추출물을 사용하고 있었다.

잎들개의 중엽을 중심으로 조사포장 당 20개의 샘플을 채취하였고 조사시기별로 20개 샘플에 대하여 평균에 대한 95% 신뢰구간에서 시기별로 발생양상을 나타내었다. 해충관리 방법에 따라 조사포장을 구분하여 발생양상을 표기하였고 해충의 발육상태별로 밀도를 비교하였다.

주간내 발생특성(Intra-plant occurrence characteristics)

잎들개의 줄기, 성엽, 중엽, 신초에서 부위별 차면지용애의 발생특성을 조사하기 위하여 육묘배드(높이 1.2 m × 폭 2 m × 길이 4 m)가 설치된 시설하우스에서 잎들개 육묘를 실시하였고 시험을 수행하였다. 하우스는 자동개폐 시설을 활용하여 하우스 측면을 개폐하였고 저면관수 시설을 활용하여 관수는 1일

1회 10분간 실시하였다. 3월 10일 파종한 잎들개를 4월 20일 12각 8호분의 포트에 정식하고 실험실 내에서 사육하고 있는 차면지용애가 접종된 피망잎을 4등분하여 4월 25일에 각각 포트당 하나씩 접종하고 바람에 날려 손실될 것을 우려하여 핀으로 고정하였다. 약 10일 후인 5월 5일부터 포트에 심겨진 잎들개의 부위별 샘플을 채취하기 위하여 줄기는 5 cm 간격으로 잘라 채취하였고 성엽 1엽, 중엽 1엽, 신초 1엽을 채취하였다. 줄기는 (®Leica EZ4) X20 ~ 36 하에서 전수조사하였고 잎은 주맥을 중심으로 겹치지 않도록 지름 1 cm 간격으로 천공기를 활용하여 표시하고 표시된 위치에서 지름 1 cm 간격으로 좌우로 표시될 수 있는 만큼 겹치지 않도록 표시하여 지름 1 cm 내의 알, 약충, 성충의 밀도를 조사함으로써 잎 뒷면을 전수조사하였다. 조사기간 동안 샘플로 채취되는 식물체를 제외하고 나머지 잎들개 식물들은 농가에서 재배하는 상태와 동일한 상태를 유지하기 위하여 상품가치가 있는 성엽에 도달한 잎은 계속 제거하면서 관리하였다. 조사기간은 접종한 차면지용애에 의해 피해가 심하여 더 이상 샘플조사가 불가능했던 5월 30일까지 5일 간격으로 실시하였다.

주간내 분포조사는 샘플 채취시 3개 샘플을 채취하여 3반복 조사를 추진하였고 전수를 조사하여 평균밀도로 표기하였으며 95% 신뢰구간에서 오차막대를 표기하였다. 또한 조사한 잎의 크기에 차이가 있기 때문에 잎의 크기 대비 밀도를 비교하기 위하여 엽장을 조사하고 엽장에 따른 상대적 밀도를 계산하여 Pearson 상관을 분석하였다. 상관분석은 알과 약성충 모두를 합한 밀도로 분석하였고 알과 약성충의 밀도가 낮았던 줄기에서 조사된 데이터는 제외시켰다. 그리고 엽장에 대한 알과 약성충 각각의 밀도와 엽장에 대한 알과 약성충을 포함한 전체 밀도와의 상관관계를 분석하였다. 발생하지 않았던 시기의 데이터는 제외하였다.

결과 및 고찰

포장 발생특성(Field occurrence characteristics)

잎들개 시설하우스에서 발생하는 차면지용애는 화학약제를 사용하는 시설재배에서 5월 하순 최초 발생하여 6월 하순경 1차 발생최성기를 보인 후 7월 중순 이후부터 급격한 밀도증가 양상을 보였고 지름 1 cm 내의 밀도는 최대 3.1마리 이상이었다(Fig. 1). 화학약제를 사용하는 하우스에서는 6월 20일, 7월 17일, 8월 10일, 9월 5일 화학약제를 사용하였다. 유기농업자재와 화학약제를 동시에 사용하는 시설하우스의 경우, 화학약제를 사용하는 시설하우스와 유사한 발생양상을 보였으나 지

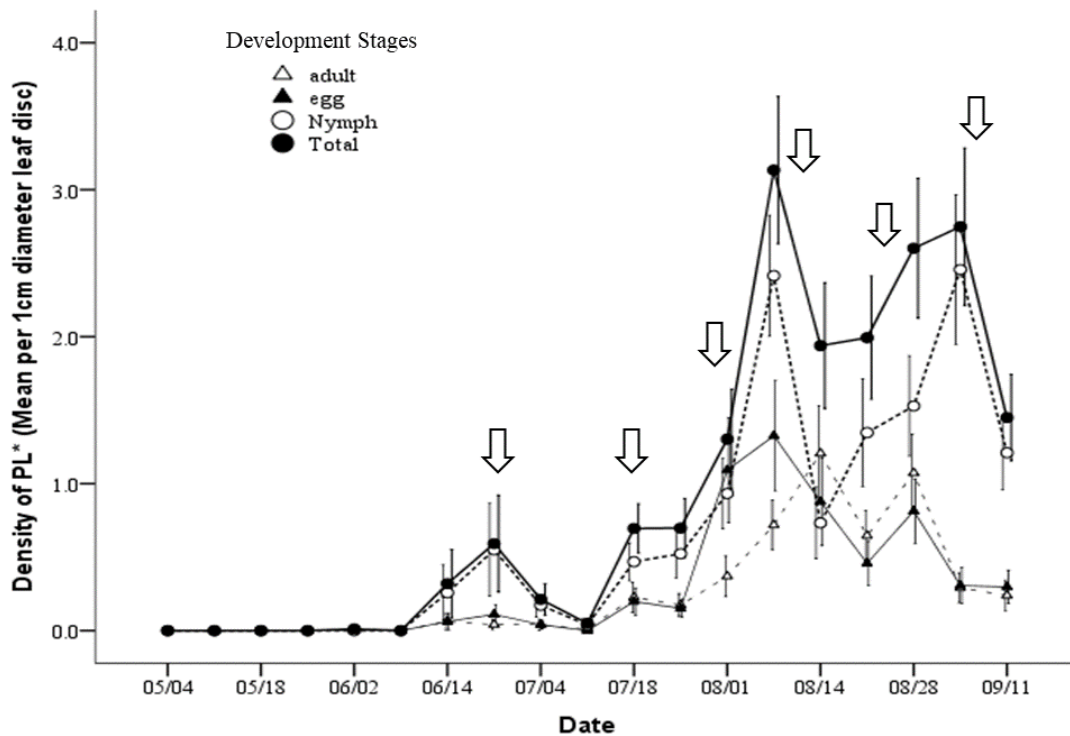


Fig. 1. Occurrence of *Polyphagotarsonemus latus* at different developmental stages of the mite on green perilla cultivated in polyvinyl greenhouse and treated with chemical pesticides only. Vertical lines represent standard error of the means. *indicate *Polyphagotarsonemus latus*. Arrows indicate the time of pesticide application.

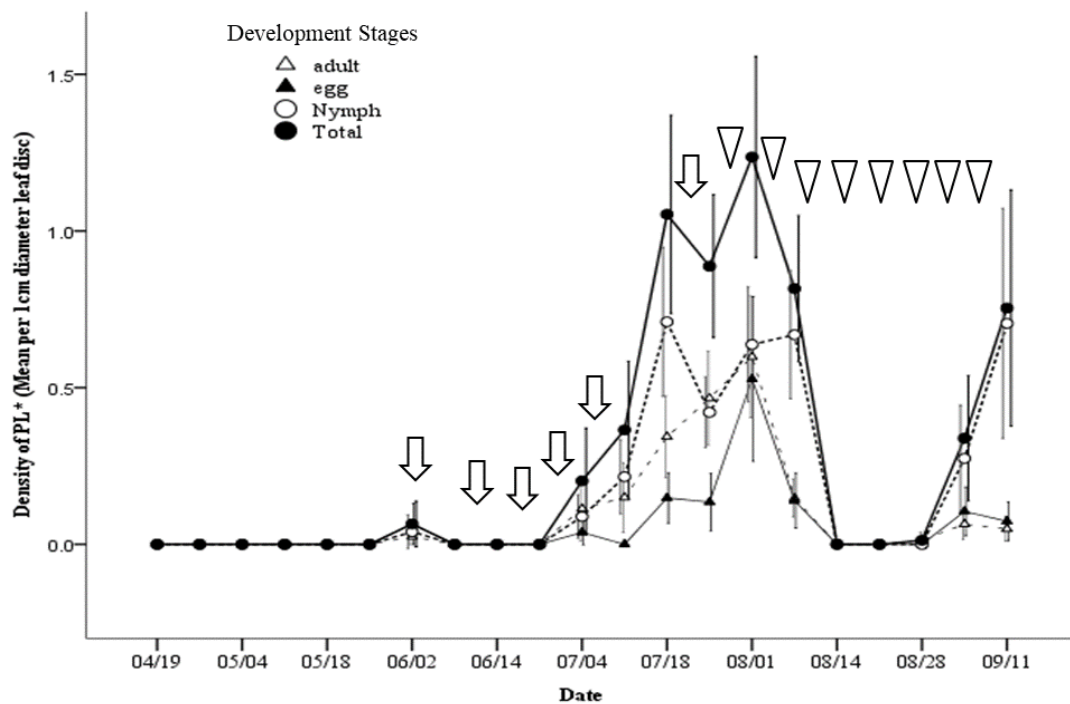


Fig. 2. Occurrence of *Polyphagotarsonemus latus* at different developmental stages of the mite on green perilla cultivated in polyvinyl greenhouse and treated with eco-friendly agricultural materials + chemical pesticides. Vertical lines represent standard error of the means. *indicate *Polyphagotarsonemus latus*. Arrows indicate the time of chemical pesticide application. Inverted triangles indicate the time eco-friendly agricultural materials were applied.

름 1 cm 내의 밀도는 2마리 이하로 더 낮은 밀도를 보였다(Fig. 2). 화학약제는 6월 1일경 사용하여 주로 10일 간격으로 살포하였고, 최대 발생시점부터는 유기농업자재만을 3~5일 간격으로 자주 살포하였다. 유기농업자재만을 사용하는 시설하우스의 경우, 조사가 다소 늦게 시작되었으나 발생양상은 위의 두 가지 시설하우스와 유사하였으나 발생밀도는 화학약제를 사용하는 시설하우스와 유기농업자재와 화학약제를 동시에 사용하는 시설하우스 보다 낮은 밀도로 조사되었고 특이하게도 알의 밀도가 낮게 조사되었다(Fig. 3). 유기농업자재는 6월 20일경부터 10일간격으로 주기적으로 사용하고 있었다.

화학약제를 사용하는 시설하우스는 농약 잔류의 문제로 인해 매일 잎을 수확해야하는 잎들개에서는 지속적인 방제가 쉽지 않아 간헐적으로 화학약제를 사용함으로써 차면지응애의 효과적인 방제가 이루어지지 않았던 것으로 판단되었다. 유기농업자재와 화학농약을 동시에 사용한 시설하우스의 경우, 발생초기 화학약제를 사용하여 효과적으로 밀도는 낮추었으나 밀도가 다시 증가하면서 피해가 확인되었을 때 농약잔류의 문제로 유기농업자재를 자주 사용하여 방제함으로써 효과적으로

밀도를 낮출 수 있었다. 8월 하순 이후 다시 밀도가 급격히 증가하였으나 발생밀도는 낮은 수준이었다. 유기농업자재만을 사용한 시설하우스의 경우, 발생초기부터 10일 간격으로 주기적인 유기농업자재를 사용하였고 차면지응애의 발생양상은 유사하나 밀도가 가장 낮게 조사되어 가장 효과적인 방제가 이루어졌던 것으로 판단되었다.

Choi et al. (1994)은 화훼류인 거베라에서 화학약제를 선발하였고 7일간격 1~2회의 처리로는 효과가 떨어짐을 입증하였으며 3회 살포가 적당함을 밝혔다. 농가에서는 농작물에 발생하는 해충을 방제하기 위해 방제의사를 결정하는 시기는 주로 피해가 확인되었을 때이다. 그러나 차면지응애는 피해가 확인되었을 때는 이미 대발생 수준으로 이 시기에 화학약제를 살포한다 해도 방제효과 낮게 나타날 수밖에 없어 화학약제만을 사용하는 것은 차면지응애의 방제에 한계를 보여준다. 유기농업자재를 사용하는 농가는 농약 잔류의 걱정 없이 지속적으로 사용할 수 있기 때문에 차면지응애의 밀도가 낮게 유지되었던 것으로 판단되었으나 방제비는 화학약제를 사용한 농가보다 높았을 것으로 여겨졌다.

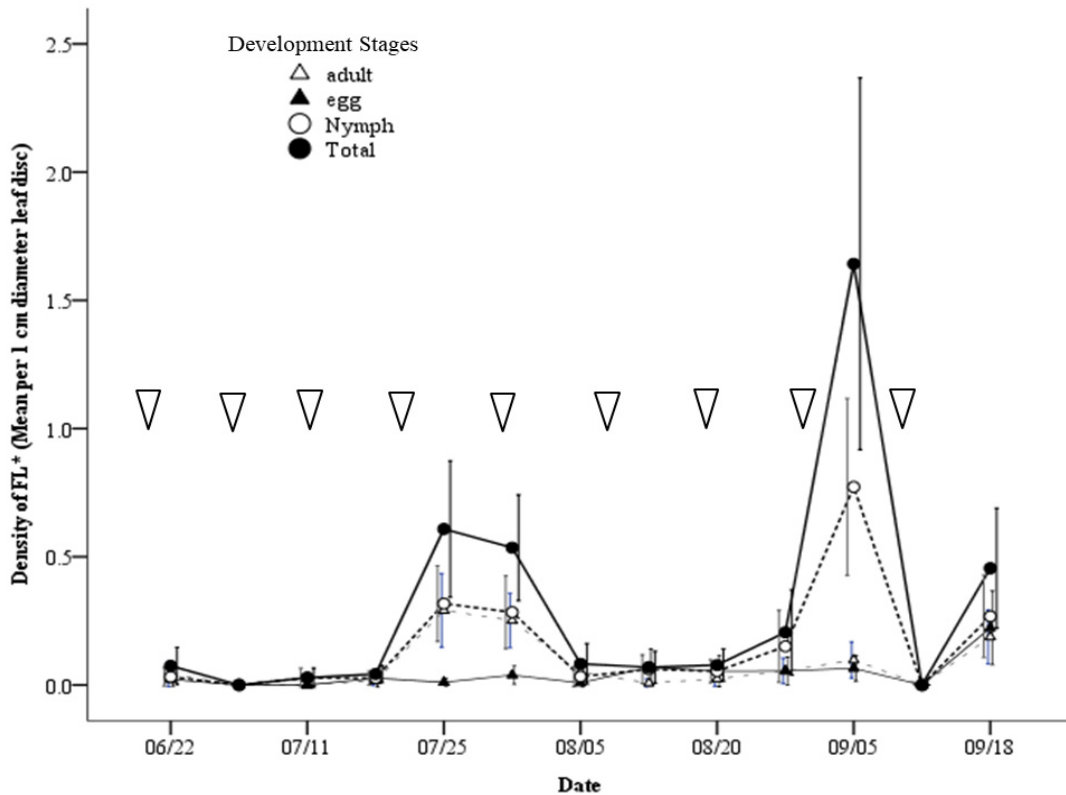


Fig. 3. Occurrence of *Polyphagotarsonemus latus* at different developmental stages of the mite on green perilla cultivated in polyvinyl greenhouse and treated with eco-friendly agricultural materials only. Vertical lines represent standard error of the means. *indicate *Polyphagotarsonemus latus*. Inverted triangles indicate the time eco-friendly agricultural materials were applied.

차면지응애는 성충의 크기가 0.2 mm로 작기 때문에 시설 하우스에서 작물별 발생양상을 조사한 사례는 많지 않으며 작물별 피해 조사나 방제약제를 선별하는 연구가 대부분이었다. Kim et al. (2017)은 차에 발생하는 응애류 조사에서 차면지응애를 언급했으나 차응애(*Tetranychus kanzawai*), 녹응애(*Eriophyes chibaensis*), 차검은혹응애(*Calacarus carinatus*)에 대한 시기별 발생양상만을 밝혔다. Cho et al. (1997)은 시설고추, 뉴기니아임파티엔스, 아잘레아에서 차면지응애의 심각성을 보고하였고 온실내 미소해충들에 의해 옮겨질 수 있음을 시사했다. Kim et al. (2010)은 들깨에 발생하는 차면지응애에 대하여 효과적인 화학약제를 선별하였고 멜론, 거베라, 고추 등에 대해서도 화학약제의 선별이 이루어졌다(Choi, 2013; Choi et al., 1994; Cho, 1996. Park, 1999). Choi et al. (1994)는 화학약제의 선별과 방제체계 확립을 위한 시험을 수행하면서 거베라에서 차면지응애의 발생밀도가 7월 하순부터 급격히 증가한다고 하였으며 화학약제의 1~2회 처리로는 방제가 되지 않음을 확인하였다. Choi (2007)는 잎들깨에 발생하는 차면지응애는 최초 5월 하순발생하기 시작하여 6월 하순부터 밀도가 증가하여 7월 상순 발생최성기를 보인다고 하였다. 이러한 결과는 본 조사에서의 결과와 유사한 발생양상을 보였으나 발생최성기의 차이

를 보이는 것은 조사 시점에서 농가의 방제 노력이나 기후적인 차이에 의한 것으로 판단된다.

주간내 발생특성(Intra-plant occurrence characteristics)

잎들깨의 조사부위별 차면지응애 약성충과 알의 밀도는 줄기에서는 거의 관찰할 수 없었고 잎에서 주로 관찰되었다(Fig. 4). 주간내 잎에서의 발생차이는 중엽에서 가장 밀도가 높았고 밀도 차이는 중엽, 하엽, 신초 순이었다(Fig. 4). 하지만 이러한 결과는 잎의 면적에 따른 차이로 판단될 수 있기 때문에 잎의 엽장을 조사하여 상대적 밀도를 분석한 결과, 잎의 엽장과 차면지응애의 알과 약성충에 대한 상대적 밀도와의 관계는 상관성이 없는 것으로 나타났고 알과 성충을 포함한 총 밀도에 대한 상관성은 약한 음의 상관관계를 보였으나 신뢰성은 낮았다(Table 1). 이는 들깨잎의 면적과 차면지응애의 밀도는 상관성이 없음을 의미하며 표본 조사시 어떤 잎을 조사해도 차이가 없음을 의미한다. 다만 들깨잎을 채취하여 어느 부위를 조사해야 하는지에 대한 부분은 추후 주내 공간적 분포 특성 분석을 통하여 결정되어야 할 것이다.

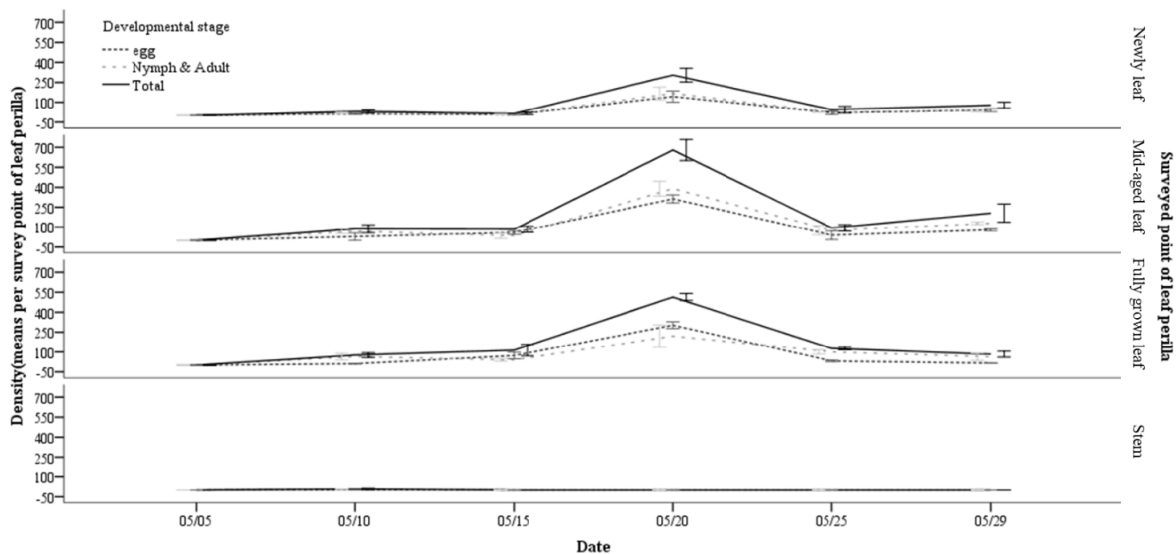


Fig. 4. Distribution of *Polyphagotarsonemus latus* in green perilla plant at different developmental stages of the mite. Vertical lines represent standard error of the means.

Table 1. Pearson correlation analysis between the leaf length and density of *Polyphagotarsonemus latus* on green perilla

Developmental stages	egg		Nymph and adult		Total	
	Pearson's r	p-value	Pearson's r	p-value	Pearson's r	p-value
Correlation parameters	-0.128	0.356	-0.173	0.212	-0.243	0.108

저자 직책 & 역할

서윤경 : 공주대학교, 박사과정; 실험설계 및 수행
안승원 : 공주대학교, 교수; 자문
최용석 : 충청남도농업기술원, 연구사; 실험수행 및 분석

모든 저자는 원고를 읽고 투고에 동의하였음.

Literature Cited

- Almaguel, L., Perez, R., Ramos, M., 1984. Life cycle and fecundity of the mite *Polyphagotarsonemus latus* on pepper. *Cienc. Tec. Agric., Prot. Plantas* 7, 93-114.
- Beattie, G.A.C., Gellatley, J.G., 1983. Mite pests of citrus. *Agfacts* H2, AE3, Dept. Agriculture, New South Wales, pp. 38-41
- Campbell, C.W., 1979. Tahiti lime production in Florida. *Fla. Coop. Extension Serv. Institute of food and agric. Sci. Bull.* 187, 45.
- Cho, M.R., 1996. Selection of chemicals effective to *Polyphagotarsonemus latus* in pepper. *Res. Rep. R.D.A.* pp. 110-114.
- Cho, M.R., Chung, S.K., Chun, H.Y., Yiem, M.S., 1995. Study on the Tarsonemid mites (Acari: Tarsonemidae) from Korea. III. Distribution of tarsonemid mites associated with ornamental trees. *J. Agri. Sci.* 37, 363-370.
- Cho, M.R., Jeon, H.Y., Kim, D.S., 1997. Occurrence characteristics and control of horticulture pests. *Res. Rep. R.D.A.* pp. 995-999.
- Cho, M.R., Jeon, H.Y., Kim, D.S., Chung, B.S., Yiem, M.S., Kim, S.B., 1996. Host plants and damages of broad mites (*Polyphagotarsonemus latus*) on horticultural crops. *J. Agri. Sci.* 38, 516-525.
- Choi, D.S., 2013. Selection of chemicals effective to *Polyphagotarsonemus latus* in Melon. *Res. Rep. J.N.A.R.E.S.* pp. 245-246.
- Choi, I.H., Choi, B.R., Park, G.H., 1994. Selection of chemicals effective and methods of effective application to *Polyphagotarsonemus latus* in Gerbera. *Res. Rep. R.D.A.* pp. 292-295.
- Choi, Y.S., 2007. Pest control for environmental friendly green perilla leaves in polyvinyl houses. Thesis Doctor's degree in the graduate school, Chungnam National University.
- Cross, J.V., Bassett, P., 1982. Damage to tomato and aubergine by broad mite, *Polyphagotarsonemus latus* (Banks). *Plant pathology* 31, 391-393.
- Ewing, H.E., 1939. A revision of the mites of the subfamily Tarsoneminae in North America, The West Indies, and the Hawaiian Islands. *U.S.D.A. Tech. Bull.* 653, 63.
- Gerson, U., 1992. Biology and control of the broad mites, *Polyphagotarsonemus latus* (Banks) (Acari: Tarsonemidae). *Exp. Appl. Acarol.* 13, 163-178.
- Goo, D.W., Cho, B.K., 1989. Mite distribution in the clinical laboratory and its significance. *J. Catholic Med. Coll.* 42, 747-755.
- Heungens, A., 1986. Soft-skinned mites in azalea culture and comparable control results on other host plants. *Verbo. Belg. Siert.* 30, 257-269.
- Hong, G.J., Lee, G.H., Ryu, D.P., 1999. Investigation of pest species and distribution on special and feed crops. *Res. Rep. N.P.Q.S.* pp. 333.
- Jeon, H.Y., In, M.S., Woo, I.S., 1989. Occurrence characteristics and chemical control on the pests and pathogens of green perilla. *Res. Rep. C.N.A.R.E.S.* pp. 146-147.
- Jeppson, L.R., Keiffer, H.H., Baker, E.W., 1975. Mites injurious to economic plants. Univ. California Press, Los Angeles. pp. 28-35.
- Karl, E., 1965. Untersuchungen zur morphologies und ekologie von tarsonemiden gärtnerischer kulturpflanzen. I. *Tarsonemus pallidus* Banks. *Biol. Zbl.* 84, 47-80.
- Kim, H.J., Bae, S.D., Yun, Y.N., Choi, B.R., 2010. Selection of chemicals effective to *Polyphagotarsonemus latus* in green perilla. *Res. Rep. R.D.A.* pp. 323-324.
- Kim, H.J., Choi, D.S., Ma, G.C., Go, S.J., Lee, J.H., Kang, J.M., Jo, Y.H., 2017. Development of integrated pest and disease management technology for organic tea cultivation. *Res. Rep. J.N.A.R.E.S.* pp. 132-147.
- Lee, S.C., 1965. Survey on the kinds and distributioin of mites in fruit and their natural enemies in Korea. *Res. Rep. O.R.D.* 8, 267-276.
- Lee, S.H., Park, C.G., Choi, K.M., 1992. Tarsonemid mite: Morphology, damage symptom, development and occurrence in Korea. *Res. Rep. R.D.A. (Crop Protection)* 34, 55-62.
- Li, L.S., 1990. Recent progress in the study of agricultural mites. *Scien. Agric. Ainica* 23, 22-30.
- Lindquist, E.E., 1986. The world genera of Tarsonemidae (Acari: Heterostigmata): A morphological, phylogenetic, and systematic revision, with a reclassification of family-group taxa in the Heterostigmata. *Mem. Entomol. Soc. Canada.* 136, 517.
- Liu, T.S., Wang, W.J., Wang, Y.S., 1991. Survey on the hosts damaged by the broad mite and its control. *Plant Prot. Bull. Taipei* 33, 344-353.
- Moutia, L.A., 1958. Contribution to the study of some phytophagous Acaria and their predators in Mauritius. *Bull. Entomol. Res.* 49, 59-75.
- Ochoa, R., Lindeman, G-von., 1988. Importance of Acari in the cultivation of tomato (*Lycopersicon esculentum*) and sweet pepper (*Capsicum annuum*) in Panama. *Manejo-intergrado-de-plagas* 7, 29-36.
- Park, D.G., Oh, I.S., Han, G.H., 1999. Investigation of pests species in crops cultured in Chungnam province. *Res. Rep. C.N.A.R.E.S.* pp. 546-551
- Park, J.D., 1999. Selection of chemicals effective to *Polyphagotarsonemus latus* in gerbera. *Res. Rep. J.N.A.R.E.S.* pp. 648-650.

-
- Pena, J.E., Bullock, R.C., 1994. Effects of broad mite, *Polyphagotarsonemus latus* feeding on vegetative plant growth. Florida Entomol. 77, 180-184.
- Roditakis, N.E., Drossos, N.I., 1987. First record of *Polyphagotarsonemus latus* (Banks 1904) (Acari: Tarsonemidae) on greenhouse peppers in Crete. Entomol. Hellenica 5, 35-36.
- Schaffer, B., Pena, J., Lara, S., Buisson, 1986. Net photosynthesis, transpiration and stomatal conductance of avocado leaves infested by avocado re mites. Proc. Interamerican Soc. Tropical Hort. 30, 73-77.
- Schoonhoven, A.V., Piedrahita, J., Valderrama, R., Galvez, G., 1978. Biología, danoy control del acaro tropical *Polyphagotarsonemus latus* (Banks) (Acariana: Tarsonemidae) en frijol. Turrialba. 28, 77-80.
- Seol, K.Y., Goh, H.G., 1990. Artificial diet for mass-rearing of the peilla leaf pyralid, *Pyrausta panopealis* Walker (Lepidoptera: Pyralidae). Kor. J. Appl. Entomol. 29, 190-193.