

시설가지에서 아메리카잎굴파리 발생과 *Neochrysocharis formosa* (Hymenoptera: Eulophidae)를 이용한 아메리카잎굴파리 밀도억제 효과

문형철* · 임주락 · 류 정 · 신용규 · 황창연¹

전라북도농업기술원, ¹전북대학교 농업과학기술연구소

Occurrence of *Liriomyza trifolii* and its Biological Control using *Neochrysocharis formosa* in Eggplant Greenhouse

Hyung-Cheol Moon*, Ju-Rck Lim, Jeong Ryu, Yong-Kyu Shin and Chang-Yeon Hwang¹

Jeonbuk ARES, Iksan 570-704

¹The Institute of Agricultural Science & Technology, Chonbuk National University, Jeonju 561-756, Korea

ABSTRACT : Occurrence of *Liriomyza trifolii* and its biological control efficacy using *Neochrysocharis formosa* were evaluated in two eggplant cropping systems of spring and autumn cultivation. *L. trifolii* adults began to be attracted on a yellow sticky traps from late April and they increased from early June. A high density of *L. trifolii* adults was maintained from middle June to middle July. The releases of two *N. formosa* per plant with 3 times as weekly intervals from May 25, 2004 for spring culture resulted control effect of 90.1% in parasitism to *L. trifolii* in late July. The releases of two *N. formosa* per plant with 4 times as weekly intervals from August 31, 2004 for autumn culture resulted control effect of 81.3% in population of *L. trifolii* with 64.4-69.9% in parasitism.

KEY WORDS : Eggplant, *Liriomyza trifolii*, *Neochrysocharis formosa*, Biological control

초 록 : 가지 시설재배 포장에서 아메리카잎굴파리 발생양상과 아메리카잎굴파리의 천적인 *Neochrysocharis formosa* (신칭: 굴파리푸른좀벌) 방사에 의한 밀도 억제 효과를 조사하였다. 황색끈끈이트랩에 아메리카잎굴파리 성충은 4월 하순부터 포획되기 시작하여 6월 상순부터 포획량이 증가하고 7월 상순까지 높은 밀도를 유지하다가 감소하였다. 봄 작형(5-7월)에서 *N. formosa*를 아메리카잎굴파리 유충 밀도가 엽당 0.2마리일 때부터 주당 2마리씩 3회 방사한 결과 조사 종료기인 7월 28일의 기생률은 90.1% 이었다. 가을 작형(8-10월)에서 유충밀도가 엽당 0.3마리일 때부터 주당 2마리씩 4회 방사한 결과 조사 종료기의 밀도 억제 효과는 무처리 대비 81.3% 이었으나 4차 방사이후 기생률은 64.4~69.9%로 약간 낮았다.

검색어 : 가지, 아메리카잎굴파리, *Neochrysocharis formosa*, 생물적방제

가지(*Solanum melongena* L.)는 원산지가 인도로 알려져
져 있는 가지과 작물이다. 국내에서는 삼국시대 이전부터

재배되어 온 작물이나 주로 나물류로 이용되어 대면적
재배보다는 좁은 면적에서 자가 소비용으로 재배됨에 따

*Corresponding author. E-mail: hch0808@hanmail.net

라 재배면적이 매우 적은 작물로 인식되어 왔으며, 주로 노지에서 재배되다 최근에는 시설재배로 전환되고 있다. 가지는 다른 과채류에 비하여 재배면적이 적고, 발암억제 물질로 알려진 폴리페놀이 채소류 중에서 가지에 가장 많으며, 보라색 색소인 안토시아닌이 고혈압, 동맥경화 등 성인병 예방에 효과가 높다고 알려지는 등 가지의 영양적 가치가 높아짐에 따라, 수출 뿐 만 아니라 국내 소비가 꾸준히 이루어지고 있어 재배 면적이 증가할 것으로 예상되는 작물이다(Ro *et al.*, 2002).

시설 가지는 8월 하순에 정식하여 이듬해 7월 까지 재배하는 작형으로, 재배기간이 길고 지속적으로 수확해야 하므로 해충이 발생하면 방제가 어렵다. 1998년 농업과학기술원 조사 결과(Ahn *et al.*, 1998) 가지에 발생하는 해충은 점박이응애(*Tetranychus urticae*) 등 42종으로 한국식물병해충잡초명감(1986)에 기록되지 않은 총채벌레류, 굴파리가 새롭게 발생하고 있다. Chung *et al.* (2000)은 가지에 발생하는 주요 해충으로 점박이응애, 담배거세미나방(*Spodoptera litura*), 아메리카잎굴파리(*Liriomyza trifolii*), 오이총채벌레(*Thrips palmi*), 꽃노랑총채벌레(*Frankliniella occidentalis*)라고 보고하였다.

아메리카잎굴파리의 기생봉으로 북미와 하와이에서 *Opius dimidatus* 등 17종, 일본에서는 *Hemiptarsenus varicornis* 등 28종, 국내에서는 *Diglyphus isaea* 등 14종이 보고되었다(Johnson and Hara, 1987; Konishi, 1998; Lee *et al.*, 1998). 아메리카잎굴파리 방제를 위하여 전세계적으로 *D. isaea*와 *Dacnusa sibirica*가 상업적으로 이용되고 있으며, 토마토 등에서 기생봉을 이용한 아메리카잎굴파리 밀도억제효과가 높은 것으로 보고되었다(Ozawa *et al.*, 1999; Ozawa *et al.*, 2001; Kim *et al.*, 2007). *Neochrysocharis formosa*는 일본과 국내에서 아메리카잎굴파리의 천적 중에서 우점종으로 알려져 있고, 굴파리 유충 내부에서 기생하며, 성충은 유충 체액을 흡즙하여 기주 유충을 죽이는 특성을 가지는 내부기생성 천적으로 25°C에서의 산란수와 기주체액섭취수는 각각 176개와 188.7개이고, 주로 산란과 기주체액을 섭취하는데 아메리카잎굴파리 3령 유충을 선호하는 것으로 보고되었다(Moon *et al.*, 2004).

따라서 본 실험은 시설 가지에서 아메리카잎굴파리의 발생 상황과 피해 정도를 조사하고 국내 아메리카잎굴파리 우점 기생봉인 *formosa*을 이용한 생물적 해충방제체계 수립을 위한 기초 자료로 활용하고자 수행하였다.

재료 및 방법

아메리카잎굴파리 발생조사

아메리카잎굴파리의 발생과 피해정도를 2004년에 시설 가지 주 재배지역인 전북 완주 지역 관행방제 포장에서 조사하였다. 조사 포장 면적은 각각 1,600 m²이었으며, 재배 품종은 일본 수출용인 축양이었다. 가지 재식거리 70 cm × 200 cm이고, 4줄기 유인재배를 하였으며 2003년 8월에 정식하여 2004년 8월까지 재배하는 작형이었다. 시기별 성충의 발생 정도를 조사하기 위하여 황색끈끈이트랩(12 cm × 9 cm)을 10 m × 8 m 면적 당 1개 비율(총 9개)로 가지 수관부 10 cm 위에 설치한 후 7일 간격으로 교체하였으며, 작물이 자람에 따라 높이를 조절하였다. 수거한 끈끈이트랩에 유인된 성충을 실내에서 계수하였다. 또한 아메리카잎굴파리 유충에 의한 피해엽률을 조사하기 위하여 황색끈끈이트랩 설치 위치를 중심으로 9 지점에서 7일 간격으로 지점당 1주를 임의로 선택한 후 엽 위치를 상, 중, 하로 구분하여 각각 5엽에서의 유충 발생엽수를 조사하였다.

*N. formosa*를 이용한 아메리카잎굴파리 밀도억제효과

2004년에 전북농업기술원 시험포장의 비닐하우스에서 봄과 가을 재배로 나누어 *N. formosa* 방사에 의한 아메리카잎굴파리 밀도억제 효과를 조사하였다. 처리구는 천적 방사구와 무방사구로 하였으며 처리구의 면적은 96 m²이었다. 비닐하우스 내에 가지(품종: 축양)를 70×120 cm 간격으로 66주를 정식하고 U자형 2줄기 재배 형태로 재배하였으며, 시비 등은 표준재배방법에 따라 실시하였다. 외부에서 유입되는 해충을 막기 위하여 입구와 측창에 방충망을 설치하였고, 또한 처리구와 무처리구 사이에 1 m의 간격을 두고 방충망을 설치하여, 처리구간 해충과 천적의 이동을 최소화하도록 하였다.

아메리카잎굴파리 밀도 억제 시험을 위하여 전북농업기술원에서 사육중인 *N. formosa* 암컷을 가지 1주당 2마리 비율로 아메리카잎굴파리 발생초기인 5월 25일부터 7일 간격으로 3회 방사하였으며, 아메리카잎굴파리 발생이 많았던 가을 재배에서는 8월 31일부터 7일 간격으로 4회 방사하였다. 천적방사 후 엽당 갱도수와 기생률을 조사하여 천적의 효과를 평가하였다. 엽당 갱도수는 7일 간격으로 처리구당 15주를 임의로 선택하여 정식 후 4주까지는 상위엽 5엽, 하위엽 5엽을 조사하였으며, 정식 4주 이후는 엽 위치를 상, 중, 하로 구분하여 각각 5엽씩 임의

로 조사하였다. 천적의 기생률은 아메리카잎굴파리 유충이 발생한 20엽을 임의로 절취하여 실내에서 기생유무를 확인하여 조사하였고, 기생률은 다음과 같이 계산하였다.

기생률(%)=[(기생된 굴파리 유충수 합계 + 죽은 굴파리 유충수 합계)/발생 개도수 합계] × 100

봄 재배는 2004년 4월 30일 정식하여 시험기간 중 살충제는 살포하지 않았으며, 천적구에서 총채벌레류와 점박이응애 방제를 위하여 으뜸애꽃노린재(*Orius strigicollis*)를 주당 2마리 비율로 4회(5월 7일, 5월 28일, 6월 4일, 6월 24일), 칠레이리응애는 주당 10마리 비율로 3회(6월 1일, 6월 11일, 6월 18일) 방사하였으며, 대조구에는 방사하지 않았다. 가을재배는 8월 10일 정식하였고, 지나친 고온 억제를 위하여 정식 직후부터 30% 차광망을 이용하여 차광하였다. 봄재배와 같이 으뜸애꽃노린재를 3회(8월 31일, 9월 7일, 9월 15일), 칠레이리응애를 3회(8월 27일, 9월 3일, 9월 10일) 방사하였다. 또한 흰가루병 방제를 위하여 봄 재배에서는 7월 6일과 13일 2회, 가을재배에서는 8월 24일, 9월 7일, 9월 15일 3회에 걸쳐 천적에 저독성인 휘나리 유제(3,000배)를 살포하였다.

결과 및 고찰

아메리카잎굴파리 발생조사

시설가지 포장에서 황색끈끈이트랩을 이용하여 성충 발생 밀도를 조사한 결과(Fig. 1), 4월 하순부터 포획되기 시작하였으며 6월 상순부터 포획량이 증가하였고 6월 중순부터 7월 중순 사이에 트랩 당 15~25마리 정도 포획되

었으나 이후 감소하였다. 포장내에서 유충굴수에 의한 유충 발생 밀도를 조사한 결과(Fig. 1), 유충의 발생은 성충의 발생 소장보다 늦은 6월 18일부터 시작하여 7월 9-16일 발생피크를 보인 후 7월 23일 감소하였다가 다시 7월 하순부터 급격히 증가하여 8월 6일 잎당 2.5마리 이상의 높은 밀도를 나타냈다. 7월 하순 성충의 발생량이 감소(Fig. 1)하였지만 8월 상순 유충의 발생량이 증가(Fig. 2)한 원인은 확실치 않으나 7월 중순에 발생한 성충의 다음 세대 유충이 8월초에 발생한 것으로 생각된다. 아메리카잎굴파리 피해염률 역시 6월 중순이후부터 성충의 발생이 증가함에 따라 피해염률도 증가하였다(Fig. 2). 아메리카잎굴파리의 기주선호성이 높은 것으로 알려진 거베라 포장에서 황색끈끈이트랩을 이용하여 아메리카잎굴파리 발생소장을 조사한 결과, 4월 하순부터 포획되기 시작하여 6월 중순에 발생피크를 보이고 7월 상순까지 높은 밀도를 유지한다고 하였으며 겨울 동안에도 시설내에서 계속 성충과 유충을 관찰할 수 있다는 보고(Park et al., 2001)와 비교해 볼 때 본 조사에서도 발생밀도는 적지만 거베라 포장에서의 발생소장과 유사한 것으로 생각한다.

*N. formosa*를 이용한 아메리카잎굴파리 밀도억제효과

*N. formosa*를 이용하여 아메리카잎굴파리 밀도억제 효과를 조사한 결과는 Fig. 3과 같다. 봄 재배 시험에서 무방사구의 아메리카잎굴파리 엽당 발생굴수는 5월 20일, 6월 10일, 7월 1일, 7월 21일에 각각 0개, 0.6개, 2.1개, 1.9개로 증가폭은 크지 않으나 꾸준히 증가한 반면, 동일 조사시기의 천적 방사구의 굴수는 각각 엽당 0.2개, 0.6개, 0.6개, 0.3개로 천적 방사 이후 증가하지 않은 것으로 조사되었다.

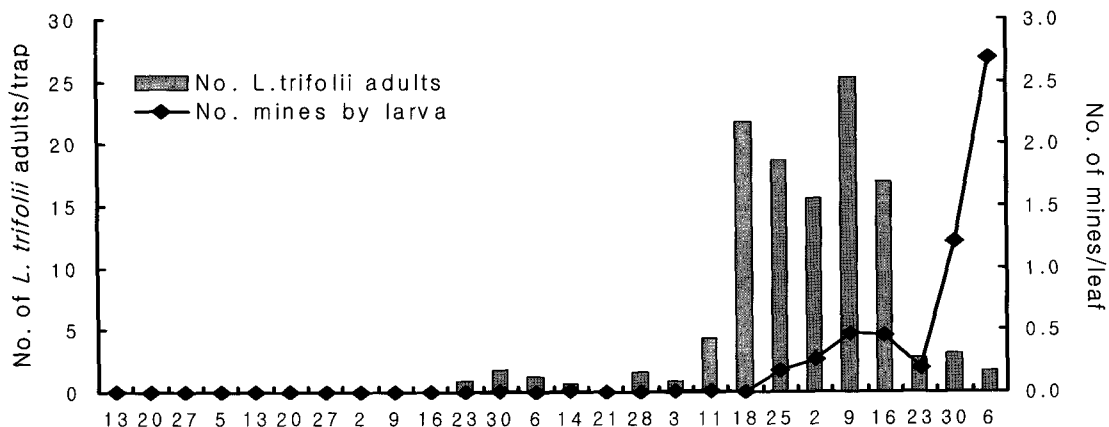


Fig. 1. Seasonal fluctuations of *L. trifolii* adults caught on yellow sticky trap and mines caused by *L. trifolii* larvae in an eggplant greenhouse in Wanju, 2004.

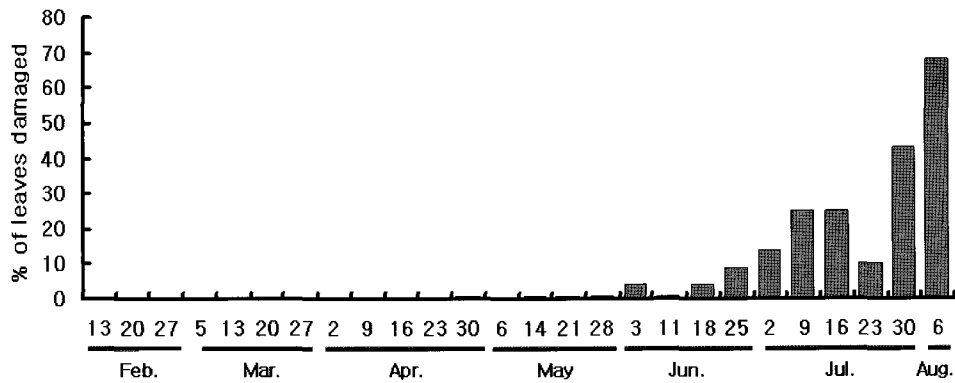


Fig. 2. Percentage of damaged leaf by *L. trifolii* larva in an eggplant in Wanju, 2004.

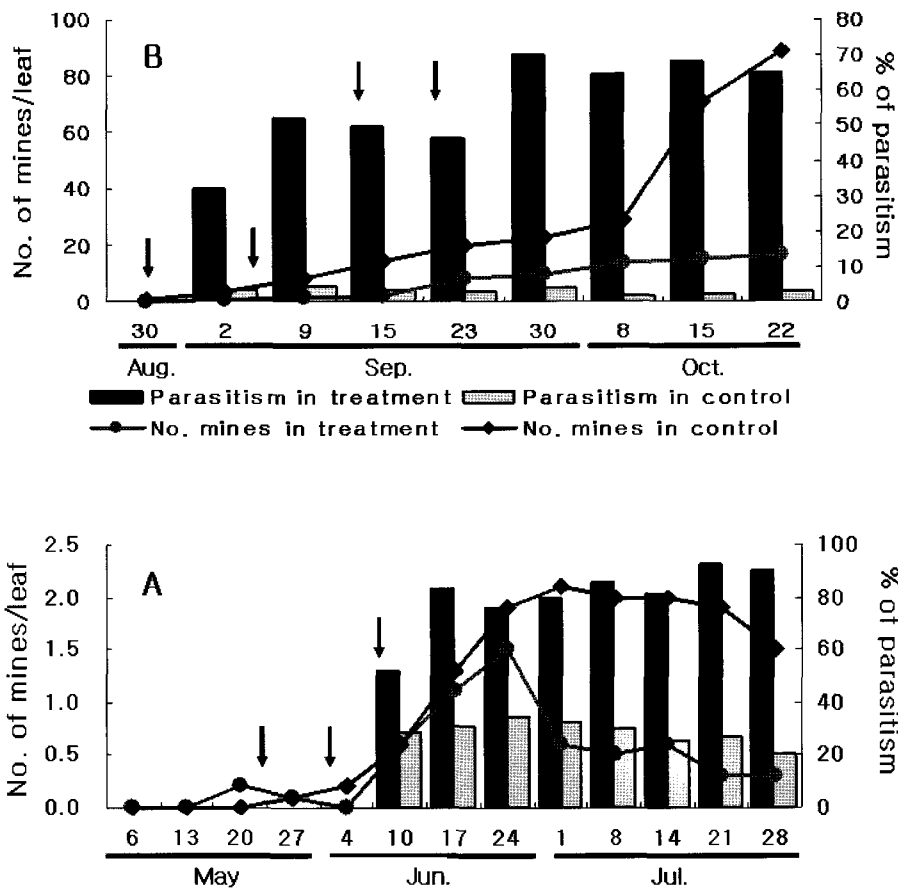


Fig. 3. Seasonal fluctuation of mines caused by *L. trifolii* larvae and percentages of *N. formosa* parasitism comparing between parasite treated-plot and non-treated plot. A: spring culture, B: autumn culture. The arrow signs on figures indicate the release of *N. formosa*.

천적 방사구의 기생률은 3차 방사 이후 52.2%이었으며 점차 증가하여 시험 종료기에는 90.1%로 높아져 무방사구와 대비하여 밀도억제효과가 높은 것으로 판단된다.

본 실험에서 천적 방사시기는 1차 방사가 아메리카잎굴파리 발생 이후인 5월 25일로 해충 발생 후 천적 방사가 기생자대 피식자의 비율을 높일 수 있다는 점에서 보면 며칠

늦다고도 볼 수도 있으나 천적 방사후 아메리카잎굴파리 밀도가 효과적으로 억제되어 대체로 적기라고 판단한다.

가을 재배 시험에서 무방사구의 아메리카잎굴파리 굴수는 시험 초기에 엽당 0.5개 이었으나, 이후 발생이 계속 증가하여 9월 23일에는 엽당 19.8개이었으며 10월 15일에는 엽당 70.7개로 급증하는 경향을 보였다. 반면 천적 방사구에서 천적 방사 전인 8월 30일의 엽당 굴수는 0.3개, 4차 방사 이후인 9월 23일에는 엽당 8.0개, 10월 15일에는 15.5개로 10월 이후 무처리의 발생량이 급증한 것에 비하여 발생량이 매우 적었다. 9월 30일 이후 기생률은 64.4~69.9% 정도로 기생률은 다소 낮았으나 시험 종료기의 밀도억제 효과는 무처리 대비 81.3%로 밀도억제 효과가 있었다.

Kim et al. (2007)은 굴파리좀벌을 이용하여 토마토 봄 작형에서 아메리카잎굴파리 밀도억제 효과를 조사한 결과 방사종외의 외부에서 유입되는 기생봉의 밀도가 낮는데, 이것은 시기적으로 노지에서 기생봉 개체군 형성이 충분하지 않기 때문이라고 하였다. 따라서 봄 재배 시험에서 무방사구의 기생률이 20~30% 수준이었으나 이는 외부에서 유입되는 기생봉의 영향 보다는 방사종의 이동에 의한 것으로 생각하며, 가을 재배 시험 역시 무방사구의 기생률이 매우 낮아 외부에서 유입되는 기생봉의 영향이 적은 것으로 판단된다.

Ozawa et al. (1999)은 굴파리좀벌 암컷 성충을 1주일 간격으로 주당 0.13마리를 5회, 0.19마리를 8회, 0.15마리를 3회 방사하여 소규모 토마토 온실에서 아메리카잎굴파리 밀도억제효과를 조사한 결과, 아메리카잎굴파리 유충 기생률은 90~100%, 유충굴수는 엽당 1.3~3.4개라고 하였다. 또한 Kim et al. (2007)은 토마토 하우스에서 굴파리좀벌을 봄 작형에서 m²당 0.5~1.7마리씩 6회 방사한 결과 시험 종료기의 유충 치사율이 95.6%, 가을 작형에서 m²당 0.3~0.4마리씩 5회 방사한 결과 시험 기간 중 평균 유충 치사율이 84.4%라고 보고하였다. 이들 연구결과들과 대상작물이 달라 직접적인 비교는 어렵지만 m²당 1.4마리(주당 2마리) 수준으로 3~4회 방사하여 방사밀도가 많음에도 *N. formosa*의 아메리카잎굴파리에 대한 방제 능력이 굴파리좀벌에 비하여 낮은 것으로 보인다. 그러나 Ozawa et al. (2001)은 굴파리좀벌과 *D. sibirica*를 방사한 토마토 포장에서 *N. formosa*등 토착기생봉이 우점하는 경우가 있고, Arakaki and Kinjo (1998)는 Okinawa에서 아메리카잎굴파리 기생봉 중 *N. formosa*가 가장 우점하면서 성비가 0.860~0.996으로 아메리카잎굴파리 생물적방제에 이용성이 높다고 하였다. 또한 Ledieu and Helyer (1985)

는 *L. bryoniae*에 의한 토마토 감수율 5%수준의 유충굴수는 엽당 13.0개라고 하였으며, Lim (personal communication)은 시설 가지에서 아메리카잎굴파리 요방제수준으로 엽당 유충굴수가 5.9~7.8개로 제시하였다. 따라서 봄 재배에서는 본 실험의 *N. formosa* 집중수준과 방사횟수로 아메리카잎굴파리 밀도를 효과적으로 억제할 수 있으나 가을 재배에서는 아메리카잎굴파리 다발생시기에 추가 방사를 실시하거나 방사량을 증가해야 할 것으로 판단되며 아메리카잎굴파리 발생량이 적은 시기에 *N. formosa*를 이용하는 것이 효과적인 것으로 생각한다.

사 사

본 연구는 농촌진흥청 지역특화기술개발 과제로 수행한 결과의 일부입니다

Literature Cited

- Ahn, S.B., I.S. Kim, M.L. Lee, D.S. Goo, G.M. Kwon and Y.M. Park. 1998. Survey on species and distribution of insect pests in vegetable crops. Ann. Rep. Nat'l Inst. Agricul. Sci. Technol. (NIAST). RDA. Suwon, Korea. pp. 435-485.
- Arakaki, N. and K. Kinjo. 1998. Notes on the parasitoid fauna of the serpentine leafminer *Liriomyza trifolii* (Burgess) (Diptera: Agromyzidae) in Okinawa, southern Japan. Appl. Entomol. Zool. 33: 577-581.
- Chung, B.K., S.W. Kang and J.H. Kwon. 2000. Chemical control system of *Frankliniella occidentalis* (Thysanoptera: Thripidae) in eggplants. J. Asia-Pacific Entomol. 3: 1-9.
- Johnson, M.W. and A.H. Hara. 1987. Influence of host crop on parasitoids (Hymenoptera) of *Liriomyza* spp. (Diptera: Agromyzidae). Environ. Entomol. 16: 339-344.
- Kim, J.H., Y.W. Byoun, G.S. Lee and H.Y. Kim. 2007. Evaluation of biological control of *Liriomyza trifolii* (Burgess) (Diptera: Agromyzidae) using *Diglyphus isaea* (Walker) (Hymenoptera: Eulophidae) in three seasonal culture types of tomato greenhouse. Korean J. Appl. Entomol. 46: 71-78.
- Konishi, K. 1998. An illustrated key to the Hymenopterous parasitoids of *Liriomyza trifolii* in Japan. Misc. Publ. Natl. Inst. Agro-Environ. Sci. 22: 27-76.
- Ledieu, M.S. and N.L. Helyer. 1985. Observation on the economic importance of tomato leaf miner (*Liriomyza bryoniae*) (Agromyzidae). Agric. Ecosystems Environ. 13: 103-109.
- Lee, K.S., C.K. Park, J.Y. Choi. and D.S. Ku. 1998. Survey on natural enemies of *Liriomyza trifolii* (Diptera: Agromyzidae). NIAST Report for crop protection. pp. 123-131.
- Moon, H.C., J.S. Choi and C.Y. Hwang. 2002. Parasitism of *Liriomyza trifolii* (Diptera: Agromyzidae) by *Hemiptarsenus zilahisebessi* (Hymenoptera: Eulophidae) on tomato. Korean J.

- Appl. Entomol. 41: 61-65.
- Moon, H.C., Y.G. Jeon, S.W. Choi, S.S. Jeong, J. Ryu, J.S. Choi, Y.G. Choi and C.Y. Hwang. 2004. Oviposition and host feeding characteristics of *Neochrysocharis formosa* (Hymenoptera: Eulophidae), an endoparasitoid of *Liriomyza trifolii* (Diptera: Agromyzidae). Korean J. Appl. Entomol. 43: 21-26.
- Ozawa, A., T. Saito and M. Ota. 1999. Biological control of the american serpentine leafminer, *Liriomyza trifolii* (Burgess) on tomato in greenhouses by parasitoids. I. Evaluation of biological control by *Diglyphus isaea* (Walker) in experimental greenhouses. Jpn. J. Appl. Entomol. Zool. 43: 161-168.
- Ozawa, A., T. Saito and M. Ota. 2001. Biological control of the american serpentine leafminer, *Liriomyza trifolii* (Burgess) on tomato in greenhouses by parasitoids. II. Evaluation of biological control by *Diglyphus isaea* (Walker) and *Dacnusa sibirica* Telenga in commercial greenhouses. Jpn. J. Appl. Entomol. Zool. 45: 61-74.
- Park, J.D., Y.S. Ku., D.S. Choi and S.S. Kim. 2001. Damaged aspects, seasonal fluctuations, and attractivity of various colors on *Liriomyza trifolii* Burgess (Diptera: Agromyzidae) in gerbera. Korean J. Appl. Entomol. 40: 97-103.
- Ro, C.W., Y.C. Uhm, K.H. Gang, J. Kim, J.H. Im, J.K. Kwon, Y.C. Kim, J.H. Shin, D.C. Choi and S.T. Choi. 2002. Cultivation technology of eggplant. RDA. 221pp.

(Received for publication August 21 2007;
accepted November 28 2007)