

채소류 진딧물에 대한 칠성풀잠자리붙이의 포식량 및 밀도억제 효과

Prey Consumption and Suppression of Vegetable Aphids by *Chrysopa pallens* (Neuroptera: Chrysopidae) as a Predator

이건휘 · 이승찬¹ · 최만영 · 김두호²

Geon-Hwi Lee, Seung-Chan Lee¹, Man-Young Choi and Doo-Ho Kim²

Abstract – These studies were conducted to investigate the prey consumption and suppression of cotton aphid and green peach aphid by *Chrysopa pallens* Rambur as a predator. The 3rd instar of *C. pallens* fed on 29.8, 77.9, 133.6, and 155.7 individuals of apterous *Aphis gossypii* Glover a day at 17, 22, 27, and 32°C, respectively. A preovipositing female fed on 73.1 individuals, ovipositing female on 86.6 individuals, and adult male on 69.7 individuals of apterous *Myzus persicae* (Sulzer) a day at the 27°C. The functional response curve of the larvae and adults of *C. pallens* to the densities of *A. gossypii* indicated Holling's Type II: the consumption of prey by the *C. pallens* increased with the prey density but the consumption rate decreased. The attack rate of 3rd instar of *C. pallens* was the highest among the 2nd instar, 3rd instar, adult male and adult female, and handling time was the shortest. The critical ratio of the predator vs. the prey to effectively suppress the population of *A. gossypii* by releasing *C. pallens* eggs was 1 : 4 on red pepper and egg plant, and 1 : 3 on cucumber. Release of second larval stage of *C. pallens* at the ratio of 1 : 30 of the predator vs. the prey controlled satisfactorily *A. gossypii* on red pepper, and 1 : 20 on cucumber and tomato. The three-times introduction of the eggs of *C. pallens* was as effective as four applications of insecticides from mid-June to late September.

Key Words – *Chrysopa pallens*, *Myzus persicae*, *Aphis gossypii*, Predatory potential, Biological control

초 록 – 진딧물류의 포식성 천적인 칠성풀잠자리붙이의 총태, 온도조건, 먹이밀도 조건 등에 따른 포식량 및 몇 가지 채소작물에서 진딧물 밀도억제 효과를 조사한 결과, 칠성풀잠자리붙이 3령 유충은 17, 22, 27 및 32°C에서 각각 29.8, 77.9, 133.6 및 155.7마리의 목화진딧물을 포식하였으며, 27°C에서 산란전 성충은 73.1마리, 산란중인 성충은 86.6마리, 수컷성충은 69.7마리의 복숭아혹진딧물을 포식하였다. 칠성풀잠자리붙이는 목화진딧물 밀도가 증가하면 포식량도 점차 증가하였으나 그 증가율은 차차 감소하는 Holling의 기능적 반응곡선 제II형(포화형)과 일치하는 경향이었으며, 칠성풀잠자리붙이 3령 유충은 탐색률이 가장 높고 탐색시간은 짧았다. 칠성풀잠자리붙이의 목화진딧물 제어능력은 고추, 가지, 토마토에서 칠성풀잠자리붙이 난:진딧물의 비율이 1:4, 오이는 1:3일 때 효과적이었다. 또한 칠성풀잠자리붙이 2령 유충:진딧물의 비율이 고추에서 1:30, 오이와 토마토에서는 1:20일 때 효과적으로 진딧물 밀도를 억제할 수 있었다. 시설하우스에 고추를 정식한 후 6월~9월 사이에 약제방제 4회 실시한 것과 칠성풀잠자리붙이 난을 3회 접종한 것의 방제효과가 비슷하였다.

검색어 – 칠성풀잠자리붙이, 복숭아혹진딧물, 목화진딧물, 포식잠재력, 생물적방제

호남농업시험장 (Honam Agric. Experiment Station, RDA, Iksan, 570-080, Korea)

¹ 전남대학교 농과대학 농생물학과 (Dept. Agri. Biol., Coll. Agri., Chonnam Nat'l. Univ., Kwangju, 500-757, Korea)

² 농촌진흥청 연구관리국 (Research Management, RDA, Suwon, 441-707, Korea)

채소재배지에서 문제되는 진딧물류는 발육기간이 짧고 번식력이 왕성하며 년 발생세대수가 많아서 화학적 방제에만 계속 의존한다면 많은 문제점을 야기시킬 것이다. 따라서 천적을 이용한 생물적 방제법의 적극적 도입으로 무절제한 농약사용의 절감을 위한 합리적 사용을 유도할 수 있도록 생물적 방제와 화학적 방제를 합리적으로 접목시킬 수 있는 해충종합관리 체계확립이 시급히 요망되고 있다. 진딧물류의 포식성 천적으로서 풀잠자리류는 세계 여러나라에서 유용하게 이용되며 (Whitcomb and Bell, 1964; van den Bosh and Hagen, 1966), 진딧물류 이외도 응애류, 나방류 난·유충을 포식하기 때문에 생물학적 방제 인자로서 오랜 기간동안 관심을 끌어 왔다 (Hagen *et al.*, 1976; Hagley and Miles, 1987). 최근에는 화학적 방제가 어려운 해충들에 천적을 이용한 생물적 방제가 점차 늘어나는 추세이며, 포식성 풀잠자리인 어리줄풀잠자리 (*Chrysoperla carnea*)를 이용하여 시설재배지에서 발생하는 진딧물류 방제를 오이 (Uscekov, 1971), 샬러리 (Bondarenko and Moiseev, 1971), 양상치 (Arzet, 1972), 양배추 및 고추 (Tulisalo and Tuovinen, 1975), 국화 (Scopes, 1969) 등 여러 작물에서 수행되어 왔다. 또한 포식성 풀잠자리류를 이용하여 여러가지 해충들에 대한 방제연구가 수행되어 왔는데, Breene *et al.* (1992)은 *Chrysoperla rufilabris*를 이용하여 온실내의 hibiscus 식물에 발생하는 *Bemisia tabaci*, Ridgway and Jones (1968)는 어리줄풀잠자리 난과 유충을 대량 방사하여 목화밭에서 피해를 많이 주는 *Heliothis* spp., Hagley and Miles (1987)는 어리줄풀잠자리 난을 대량 방사하여 시설하우스 내 복숭아에 발생하는 점박이응애 (*Tetranychus urticae*)를 효과적으로 방제할 수 있었다고 보고하였다. 이와 같이 포식성 풀잠자리류는 세계 여러 나라에서 많은 연구가 수행되어 오고 있으며 일부는 대량사육되어 실용화 되고 있다. 우리나라에서는 진딧물류의 유망 포식성 천적으로 칠성풀잠자리붙이 (*Chrysopa pallens*)가 보고 (Park *et al.*, 1988) 되었는데, 이를 진딧물 종합방제체계화에 이용하기 위해서는 칠성풀잠자리붙이의 생태적 특성, 포식력 구명, 대량사육법 등의 연구가 수행되어야 할 것이다. 따라서 본 연구는 칠성풀잠자리붙이의 진딧물에 대한 포식량, 기능반응 및 채소작물별 진딧물 밀도억제효과 등 생물적 방제 기반을 구명하여 종합방제체계를 확립하는데 기초자료로 활용코자 수행하였다.

재료 및 방법

포식량

칠성풀잠자리붙이의 진딧물 포식량은 진딧물이 접종된 고추 및 가지 잎을 자른 후 진딧물 사전밀도를

조사한 다음, 향은 항습기 (75±5%RH, 16L:8D)내에서 온도별 (17, 22, 27, 32°C)로 통풍이 되도록 뚜껑 위에 구멍을 뚫고 망사를 붙인 콤팩트샤레 (직경 9cm, 높이 3cm)에 넣고, 칠성풀잠자리붙이 암·수 및 유충을 영기별로 구분하여 1마리씩 20반복으로 접종한 다음 24시간 후 포식량을 조사하였다.

기주와의 기능반응

칠성풀잠자리붙이의 기능반응을 조사하기 위하여 실험실 (16L:8D, 25±2°C) 내에서 고추 90일묘를 포트에 정식한 1주일후 목화진딧물 (*Aphis gossypii*)을 밀도별로 접종 (40, 80, 120, 160, 200, 240마리/주)한 다음 원통형 아크릴 케이지 (직경 25cm, 높이 40cm)를 씌워 칠성풀잠자리붙이 2령, 3령 유충 및 성충 암·수로 구분하여 각각 1마리씩 15반복으로 접종한 다음 24시간 후 먹이 밀도별 포식량을 조사하였으며, Holling (1959)의 제2형 기능반응의 원형방정식 (Disc equation)을 진정 포식자의 경우에 맞게 변형한 Rogers (1972)의 임의 포식모형 (Random predator equation)을 적용하여 매개변수를 구하였다. 적용한 Rogers' model은 다음과 같다.

$$N_a = N_t[1 - \exp\{-a p t(T - T_h N_a/p t)\}]$$

N_a : 포식당한 피식자의 수

N_t : 목화진딧물의 밀도

a : 칠성풀잠자리붙이의 탐색률

$p t$: 칠성풀잠자리붙이의 밀도 (1마리)

T : 목화진딧물의 칠성풀잠자리붙이에 대한 노출시간 (1일)

T_h : 포식자의 피식자 처리시간

기능 반응식의 매개변수 (a , T_h)는 Cage별로 조사된 목화진딧물 밀도와 칠성풀잠자리붙이에 의해 포식당한 진딧물 수를 대응하여 자료 file을 만들고 PC SAS program을 이용하여 최소분산 추정법 (Least sum of square analysis)으로 추정하였다.

작물별 진딧물 제어능력

칠성풀잠자리붙이를 이용하여 작물별로 발생된 진딧물 제어능력을 알아보기 위하여 고추, 가지, 오이, 토마토를 하우스 내에 5월 하순에 정식한 후 1개월간 목화진딧물을 증식시킨 다음 (기주식물 초장: 50~100cm), 칠성풀잠자리붙이 난과 진딧물의 접종비율이 1:2, 1:3, 1:4, 1:5 및 1:6이 되도록 처리하였으며 각 처리마다 10반복으로 하고 부화된 유충이 용으로 되기 직전 (접종 13일 후)에 각 처리구별로 진딧물 밀도 변화를 조사하였다. 또한 동일한 조건에서 칠성풀잠자리붙이 2령 유충과 진딧물의 접종비율을 1:10, 1:20, 1:30, 1:40 및 1:50으로 처리하였으며 각 처리마다 10반복으로 수행하였다. 유충이 용으로 되기 직전 (접

종 8일 후)에 각 처리구별로 진딧물 밀도변화를 조사하였다. 이 때에 칠성풀잡자리붙이의 이탈을 방지하기 위하여 처리구별로 망사 cage를 사용하였다.

진딧물 방제효과

칠성풀잡자리붙이를 진딧물류의 생물학적 방제인자로서 활용가능성을 알아보기 위하여 5월 상순에 비닐하우스 2개 동(무가온 재배, 각각 50평)에 고추를 정식한 후 수확기인 9월 하순까지 약 4개월 동안 고추에 발생하는 진딧물에 칠성풀잡자리붙이 난을 진딧물 30마리당 10개 비율로 접종한 구와 약제방제(acephate EC)구를 두어 진딧물 밀도변화를 구당 30주(기주식물을 상, 중, 하로 구분하여 주당 10엽씩)를 10일 간격으로 조사하여 무처리 대비 방제가를 산출하였다. 이 때에 엽당 진딧물밀도가 3마리 이상일 때에는 천적난 및 약제를 재처리하였다.

결과 및 고찰

포식량

칠성풀잡자리붙이 유충별 목화진딧물 성충(무시충)에 대한 1일 포식량을 17, 22, 27, 32°C에서 조사한 결과(Table 1), 모든 온도조건에서 1령 때는 포식량이 적었으나 영기가 진행 될수록 포식량이 급격히 늘어나 3령 때는 1령에 비하여 30~150배, 2령에 비하여 거의 2배 가량 포식량이 많았다. 또한 모든 유충은 온도가 높아짐에 따라 포식량이 증가하였는데 3령 유충의 경우 17°C에서 29.8마리 포식한 반면 22~32°C에서는 77.9~155.7마리 포식하였다. 22°C에서 칠성풀잡자리붙이 1령, 2령 및 3령 유충 기간은 각각 2.6일, 2.8일 및 5.1일이었다(Lee, 1999). 따라서 22°C에서 칠성풀잡자리붙이 유충기간별 포식량은 1령 유충은 2마리, 2령 유충은 110마리, 3령 유충은 397마리로 유충기간동안 1마리가 대략 509마리 정도 목화진딧물을 포식하는 것으로 조사되었다. Scopes (1969)는 21.1°C에서 어리줄풀잡자리의 유충기간별 목화진딧물 포식량은 1령 유충은 10마리, 2령 유충은 48마리, 3령 유충은 367마리로 유충 기간동안 1마리가 대략 425마리 포식하는 것으로 보고하였는데 칠성풀잡자리붙이의 포식량이 어리줄풀잡자리 포식량보다 다소 많은 것으로 생각된다. 칠성풀잡자리붙이 유충의 목화진딧물과 복숭아혹진딧물(*Myzus persicae*) 포식량을 27°C에서 비교한 결과(Table 2), 2령과 3령 유충이 포식한 목화진딧물 성충(무시충)수는 53.3과 133.6마리인데 비하여 복숭아혹진딧물 성충(무시충)수는 44.4과 93.0마리로 평균 진딧물 포식수로 볼 때 복숭아혹진딧물에 비하여 목화진딧물 평균 포식수가 많은 경향을 나타내고 있다. 그러나 목화진딧물 성충 1마리의

Table 1. Effects of temperature on the larval feeding of *C. pallens* when apterous *A. gossypii* were supplied as prey

Temp. (°C)	Mean no. of aphids fed by larvae during 24 hours ^a		
	1st instar	2nd instar	3rd instar
17	0.6±0.69	12.9± 2.96	29.8± 7.58
22	0.6±0.50	39.2± 3.51	77.9± 9.66
27	3.4±1.04	63.3± 9.07	133.6±42.46
32	4.9±0.91	84.1±11.14	155.7±11.71

^a Mean ± standard deviation of 20 individuals.

Table 2. Number of apterous *A. gossypii* and *M. persicae* fed by a larva of *C. pallens* at 27°C, 75±5% RH, and 16L: 8D

Instar	Mean no. of aphids fed by a larva during 24 hours ^a	
	<i>A. gossypii</i>	<i>M. persicae</i>
1st	3.4± 1.04	1.9± 0.95
2nd	63.3± 9.07	44.4± 8.68
3rd	133.6±42.46	93.0±31.86

^a Mean ± standard deviation of 20 individuals.

Table 3. Mean number of apterous *M. persicae* fed by an adult of *C. pallens* at 27°C, 75±5% RH, and 16L: 8D

Preovipositing female	Mean no. of aphids fed by a adult during 24 hours ^a	
	Ovipositing female	Male
73.1±11.16	86.6±18.89	69.7±12.45

^a Mean ± standard deviation of 20 individuals.

평균체중이 0.035 mg인데 비하여 복숭아혹진딧물의 경우는 0.044 mg이므로(50마리 측정 후 환산, unpublished data) 포식량을 생체중량으로 환산하면 칠성풀잡자리붙이 유충의 포식량은 비슷한 경향이였다. Choi and Kim (1985)은 25°C에서 진딧물류의 천적인 무당벌레(*Harmonia axgridis*)의 유충별 1일 평균 포식량은 목화진딧물의 경우는 1령 유충은 4.5마리, 2령 유충은 17.5마리, 3령 유충은 34.2마리, 4령 유충은 68.4마리 포식하며, 복숭아혹진딧물의 경우는 1령 유충은 4.4마리, 2령 유충은 14.8마리, 3령 유충은 27.1마리, 4령 유충은 53.8마리 포식하여 먹이충간의 포식수는 차이가 있지만 두 종간의 체중을 고려해보면 포식량은 거의 같은 것으로 보고하였다. 칠성풀잡자리붙이 산란전, 산란중 및 수컷성충의 복숭아혹진딧물 성충 1일 포식량을 27°C에서 조사한 결과(Table 3), 칠성풀잡자리 성충은 복숭아혹진딧물 성충을 1일에 70~87마리 포식하였다. 포식성 풀잡자리류는 성충기때 포식

하는 것과 포식하지 않는 것으로 구분되어지는데 (Tjeder, 1966), 칠성풀잠자리붙이는 성충기때도 포식성이므로 진딧물류 방제에 이용하는데 잇점이 많은 것으로 보고되었다 (Tauber and Tauber, 1974).

기주와의 기능반응

칠성풀잠자리붙이 2령, 3령 유충과 암·수 성충에 대하여 동일한 기주식물 조건하에서 목화진딧물 밀도를 달리하여 포식량을 조사한 결과, 칠성풀잠자리붙이 2령, 3령 유충과 암·수 성충은 먹이충인 진딧물의 밀도가 증가함에 따라 포식량은 점차 증가하였으나 그의 증가율은 감소하여 Holling (1959)의 기능반응곡선 제II형과 일치하였다 (Fig. 1). 또한 칠성풀잠자리붙이의 먹이충 탐색률 (a)과 탐색시간 (th)에 있어서 3령 유충, 암컷성충, 2령 유충 및 수컷성충 순으로 탐색률은 높고, 탐색시간은 짧았다 (Table 4). 일반적으로 우수한 천적의 조건으로 보통 높은 탐색력과 짧은 탐색시간이 요구되는데, 이것으로만 판단한다면 칠성풀잠자리붙이 중태중 3령 유충이 천적으로서 가장 효과적인 시기라고 말할 수 있지만, 이러한 것들은 주변의

여러 가지 환경적 조건 즉, 포식자의 연령, 굶주림 정도, 피식자의 종류 (발육단계), 피식자의 분포 등 여러 요인들이 영향을 미치며 (Eveleigh and Chant, 1981), 기능반응은 1마리 포식자만의 반응을 특징으로 하지만, 실제 자연상태에서는 동일공간에 여러 마리의 포식자가 존재하기 때문에 상호경쟁과 간섭도 포식 효율에 중요한 영향을 미치게 되므로 앞으로 포장상태에서 동족포식이나 천적간의 경합 등의 연구가 수행되어야 할 것으로 생각된다.

작물별 진딧물 제어능력

고추, 가지, 오이 및 토마토에서 칠성풀잠자리붙이 난과 목화진딧물의 접종비율을 각각 1:2, 1:3, 1:4, 1:5 및 1:6으로 하고 접종 13일 후에 진딧물 밀도억제 효과를 조사한 결과 (Fig. 2), 고추 및 토마토의 경우는 1:3, 가지의 경우는 1:2에서 진딧물을 완전히 제거하였다. 또한 고추 및 토마토의 경우 1:4, 가지의 경우는 1:3, 오이의 경우는 1:2에서 진딧물을 완전히 제거하지는 못하였지만, 진딧물 밀도를 효과적으로 줄일 수 있었다. 오이, 고추 및 가지에서 칠성풀잠자리붙이 2령 유충과 목화진딧물의 접종비율을 각각 1:10, 1:20, 1:30, 1:40 및 1:50으로 하고 접종 8일 후 진딧물 밀도억제 효과를 조사한 결과 (Fig. 3), 오이 및 가지의 경우 1:10, 고추의 경우는 1:20까지 진딧물 밀도를 완전히 제거하였다. 또한 오이 및 가지의 경우 1:20, 고추의 경우는 1:30에서도 진딧물을 완전히 제거하지는 못하였지만 진딧물을 매우 효과적으로 줄일 수 있었다. 그 외 접종비율에서도 진딧물밀도는 줄일 수 있었지만 경제적인 방제는 기대하기 어려웠다. 이와 같이 칠성풀잠자리붙이 알과 2령 유충에 따라 진딧물의 접종비율이 크게 차이가 나는 이유는 2령 유충을 접종한 경우는 접종 후부터 바로 진딧물을 포식

Table 4. Parameter estimates of the functional response equation for *C. pallens* feeding on *Aphis gossypii* at 27°C, 75±5% RH, and 16L:8D

Stage	Parameter estimates ^a		Asymptotic SE	
	a	th	a	th
2nd larva	0.2130	0.0036	0.0182	0.0021
3rd larva	1.2280	0.0029	0.2182	0.0008
Adult male	0.1645	0.0047	0.0212	0.0036
Adult female	0.2452	0.0030	0.030	0.0026

^a a: attack rate, th: handling time.

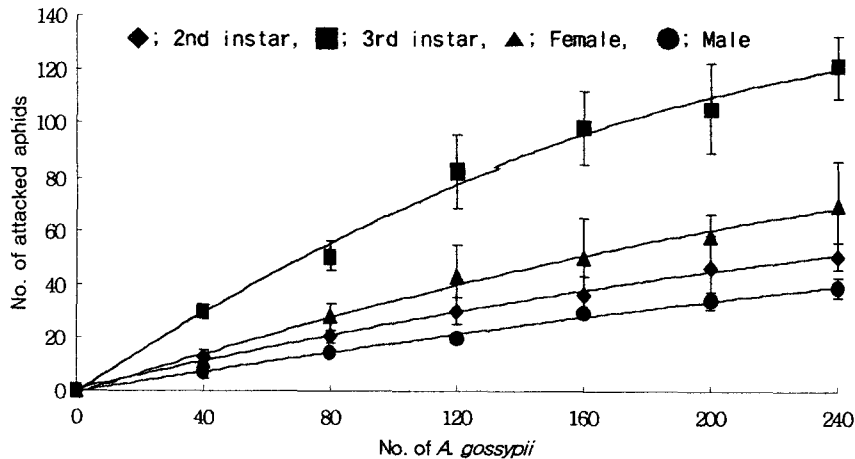


Fig. 1. Functional response of *C. pallens* on apterous *A. gossypii*.

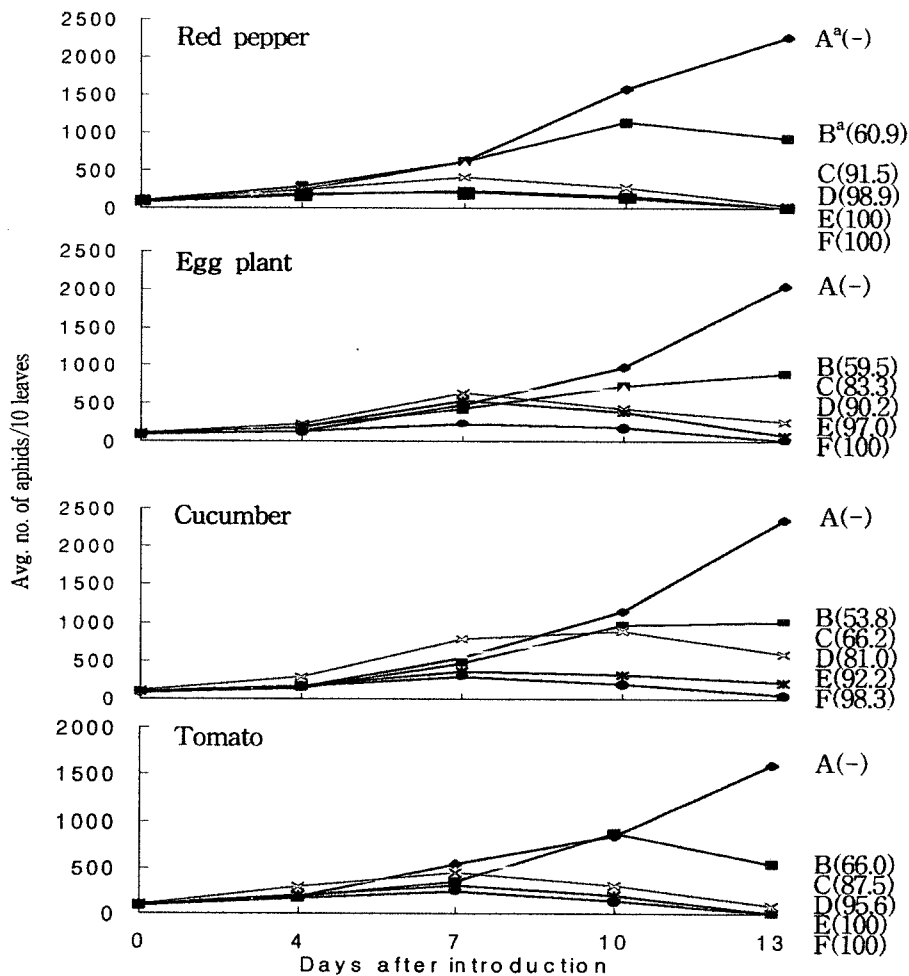


Fig. 2. Changes in the numbers of *A. gossypii* on various fruit vegetables after the introduction of combined with aphids and *C. pallens* eggs. ^a Ratio of *C. pallens* eggs and aphids (% control effect). A = Aphids only B = 1 : 6 C = 1 : 5 D = 1 : 4 E = 1 : 3 F = 1 : 2

하지만 알을 집중한 경우는 2령 층이 되기까지는 5~6일이 소요된다. 따라서 이때까지는 진딧물이 계속적으로 증식되기 때문이다. Scopes (1969)는 국화에 발생되는 복숭아혹진딧물을 대상으로 어리줄풀잡자리 유충의 방제능력을 알아보고자 복숭아혹진딧물 50마리당 어리줄풀잡자리 1령 유충을 1마리의 비율로 집중한 다음 집중 12일 후에 조사한 결과 완전히 진딧물을 제거할 수 있었으며, 복숭아혹진딧물 300마리당 어리줄잡자리불이 3령 유충을 1마리의 비율로 집중 6일 후에 조사한 결과 완전히 진딧물을 제거하지는 못하였지만 그 밀도억제 효과는 매우 우수하였다고 보고하였다. Hassan (1974)은 피망과 가지 재배지에서 발생하는 복숭아혹진딧물을 방제하고자 어리줄풀잡자리 2령 유충과 진딧물의 집중비율을 1:5, 1:10, 1:20으로 처리한 결과 1:5의 경우 집중 몇일 후 완전히 진딧물을 제거할 수 있었으나, 1:10 및 1:20의 경우

는 진딧물을 완전히 제거하지는 못하였지만 효과적으로 밀도를 억제할 수 있었다고 하였다. 또한 사탕수수 재배지에서 발생하는 복숭아혹진딧물을 방제하고자 어리줄풀잡자리 2령 유충과 진딧물의 집중비율을 1:5, 1:10, 1:20, 1:40, 1:50 및 1:60으로 하여 4~5개월간 시험한 결과, 1:5 및 1:10 집중비율은 5~6주 동안, 1:20 및 1:40 집중비율은 3~4주 동안 효과적으로 방제할 수 있었고, 1:50 및 1:60의 경우는 진딧물 밀도를 줄일 수 있었지만 효과적인 방제는 기대하기 어려웠다고 보고하였다(Hassan *et al.*, 1985).

진딧물 방제효과

시설재배지 고추에 발생하는 진딧물류 방제에 칠성풀잡자리불이를 이용하고자 칠성풀잡자리불이 난을 집중한 천적접종구와 약제방제구를 두어 시험한 결과 (Fig. 4), 시설재배고추에 5월 하순부터 진딧물의 발생

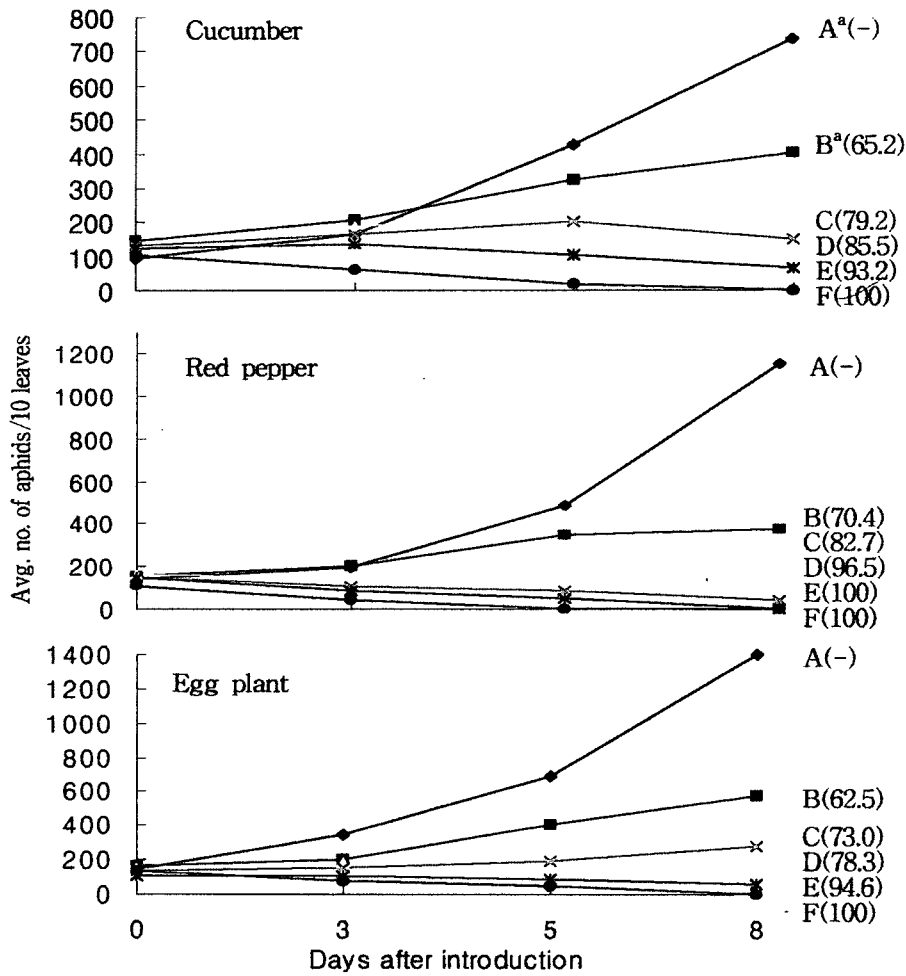


Fig. 3. Changes in the numbers of *A. gossypii* on various fruit vegetables after the introduction of aphids and *C. pallens* larva (2nd instar). ^a Ratio of *C. pallens* larva and aphids (% control effect). A=Aphids only B=1 : 50 C=1 : 40 D=1 : 30 E=1 : 20 F=1 : 10

이 증가하기 시작하였다. 따라서 6월 상순에 진딧물 사전밀도를 조사한 결과(시설재배 고추에 발생하는 진딧물류는 목화진딧물과 복숭아진딧물이 우점종이었음, unpublished data), 잎당 3~5마리 수준이어서 약제 방제 및 칠성풀잡자리 난을 접종하였다. 약제 처리구에서는 약제처리 후 3~5일 동안은 잎당 진딧물밀도가 1마리 이하로 유지되다 처리 후 10일경에 다시 잎당 진딧물밀도가 3마리 이상으로 증식되어 2차 약제 방제(6월 중순)를 실시하였다. 2차 약제방제를 실시한 후 약 10여일 지난 다음에 다시 진딧물밀도가 증가(잎당 3마리 이상)되어 3차 약제방제(6월 하순)를 하였다. 7월 중순 이후부터 8월 상순까지는 진딧물밀도가 급격히 감소하다 8월 중순에 다시 밀도가 증가되어 4차 약제방제를 실시하였다. 약제방제구의 방제가 90% 이상이었다.

칠성풀잡자리붙이 난 접종구에서는 1차 접종(6월

상순)이 끝난 다음 약 10여일까지는 진딧물밀도가 계속적으로 증가되었지만 칠성풀잡자리붙이 유충이 2~3령 상태로 서식하고 있었기 때문에 칠성풀잡자리 난을 재 접종하지 않았다. 천적을 접종한 14일 후에는 진딧물밀도가 현저히 낮아졌다(엽당 3마리 이하). 1차 천적을 접종한 20일 후에 진딧물이 다시 발생되기 시작하여 2차 천적을 접종(6월 하순)하였다. 1차 접종 때와 마찬가지로 천적이 2~3령 되기전까지는 진딧물 밀도가 증가되었지만 그 이후는 현저히 밀도가 낮아졌다. 약제방제와 마찬가지로 8월 중순에 다시 진딧물 밀도가 증가되어 3차 천적을 접종하였다. 1차, 2차 천적 접종 때에는 접종 2주일 후에 방제가를 조사한 결과 90% 이상이었지만, 3차 접종 때에는 기주식물이 매우 무성하기 때문에 1차, 2차 접종 때보다는 방제가(87%)가 약간 떨어진 경향이 있었지만 진딧물밀도가 기주식물에 영향을 줄만큼은 아니었다. 따라서 5월 중순

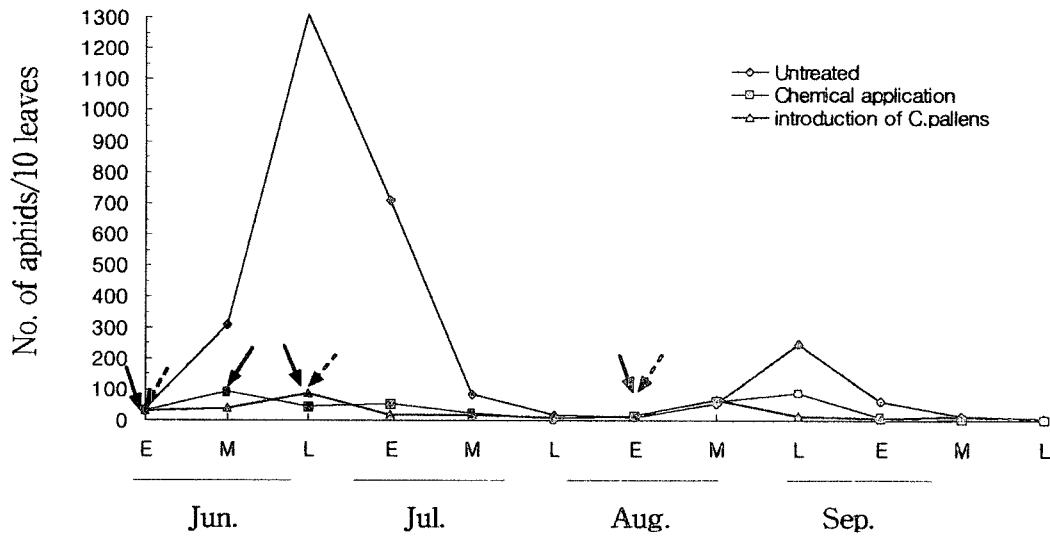


Fig. 4. Changes of population densities of *M. persicae* and *A. gossypii* on red pepper after predator introduction (←---) and chemical application (←) in the greenhouse (E: early, M: middle, L: late).

에 하우스 내에 고추를 정식 한 후 수확기인 9월까지 진딧물을 방제하기 위하여 약제방제를 4회 실시하는 동안 칠성풀잠자리붙이 난을 3회 접종한 결과 거의 동등한 방제가를 얻을 수 있었다. 본 시험결과 칠성풀잠자리붙이는 진딧물의 생물적 방제인자로서 활용이 기대되므로 실용화 연구가 계속적으로 수행되어야 할 것으로 사료된다.

인 용 문 헌

Arzet, H.R. 1972. Suchverhalten and Nahrungs ver brauch der Larven von *Chrysopa carnea* Steph.-Diss Göttingen.
 Bondarenko, N.V. and E.G. Moiseev. 1971 : (Die wirkung von *Chrysopa carnea* Steph. bei der Bekämpfung von Blattläusen in Gemüse-und Zierpflanzenkulturen in Treibhäusern des Leningrader Gebietes) (russ). Biol. Metod Zasc. plodov.i. ovosc kul'turot vredit., Bolezn.i. sornj., Osnovy Integrirov. sistem (Tezisy Dokl.), Okt 1971. Minist-sel'sk. Chozj. SSSR, Kisinev. 16~17.
 Breene, R.G., R.L. Meagher, D. Nordlund and Yin T. Wang. 1992. Biological control of *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae) in a greenhouse using *Chrysoperla rufilabris* (Neuroptera:Chrysopidae). Biol. Control. 2: 9~14.
 Choi, S.Y. and G.H. Kim. 1985. Aphidivorous activity of a coccinellid beetle, *Harmonia axyridis pallas* (Coleoptera: Coccinellidae). Korean. J. Plant Prot. 24(1): 11~14.
 Eveleigh, E.S. and D.A. Chant. 1981. Experimental studies on acarine predator-prey interactions : effects of predator age and feeding history on prey consumption and the functional response. Can. J. Zool. 59: 1387~1406.

Hagen, K.S., P. Greany, E.F. Sawell, Jr. and R.L. Tassan, 1976. Tryptophan in artificial honeydews as a source of an attractant for adult *Chrysopa carnea*. Environ. Entomol. 5: 458~468.
 Hagley, E.A.C. and N. Miles. 1987. Release of *Chrysopa carnea* stephens for control of *Tetranychus urticae* Koch on peach grown in protected environment structure. Can. Entomol. 119: 205~206.
 Hassan, S. A. 1974. Die Massenzucht und verwendung von *Chrysopa*-Arten (Neuroptera: Chrysopidae) Zur Bekämpfung von Schadinsekten (Sammelbericht). -Z-Pflkrankh. Pflschutz. 81: 620~737.
 Hassan, S.A., F. Klingauf and F. Shahin, 1985. Role of *Chrysopa carnea* as an aphid predator on sugar beet and the effect of pesticides. Z. ang. Ent. 100: 163~174.
 Holling, C.S. 1959. Some characteristics of simple types of predation and parasitism, Can. Entomol. 91: 385~398.
 Lee, G.H. 1999. Ecological characteristics and potentials of *Chrysopa pallens* (Neuroptera: Chrysopidae) as a predator of vegetable aphids. Ph.D. Thesis. Chonnam National University, Kwangju (in Korean).
 Park, Y.H., K.M. Choi, Y.I. Lee, M.H. Lee, S.C. Han, S.B. An, J.S. Park and S.Y. Lee. 1988. Control and ecology of insect pest on fruit tree. Agri. Sci. Ins. RDA. 220pp.
 Ridgway, R.L. and S.L. Jones. 1968. Inundative release of *Chrysopa carnea* for suppression of population of *Heliothis* spp. on cotton. J. Econ. Ent. 61 : 892~898.
 Rogers, D.J. 1972. Random search and insect population models. J. Anim. Ecol. 41: 369~383.
 Scopes, N.E.A. 1969. The potential of *Chrysopa carnea* as a biological control agent of *Myzus persicae* on glasshouse

- chrysanthemums. *Ann. Appl. Biol.* 64: 433~439.
- Tauber, M.J. and C.A. Tauber. 1974. Dietary influence on reproduction in both sexes of five predacious species (Neuroptera) *Can. Ent.* 106: 921~925.
- Tjeder, B. 1966. *Neuroptera-planipennia. The lacewings of South Africa. 5. Chrysopidae.* *South African Animal Life* 12: 228~534.
- Tulisalo, U. and T. Tuovinen. 1975. The green lacewing, *Chrysopa carnea* Steph. (Neuroptera: Chrysopidae), used to control the green peach aphid, *Myzus persicae* Sulz., and the potato aphid, *Macrosiphum euphorbia* Thomas (Homoptera: Aphididae), on greenhouse green peppers, *Ann. Ent. Fenn.* 41: 94~102.
- Uscekov, A.T. 1971. : (Vergleichende schätzung der wirksamkeit von *Chrysopa septempunctata* Wesm. und *Chrysopa carnea* Steph. bei der Bekämpfung von Blattläusen)- In A.I. Sikura *et al.* (eds) : (Der biologische schutz von Gemuse-und obstkultren)-*Biol. Metod. Zasc. Plodoy. I. Ovosc. Kul'tur ot vredit., Bolezn.i. Sornj., Osnovy Integrirov. Sistem. (Tezisy Dokl.)*, Okt. 1971. *Mimist. Sel'sk. Chozj, SSSR, Kisinev*, 101~103.
- van den Bosch, R. and K.S. Hagen. 1966. Predaceous and parasitic arthropods in California cotton fields. *Calif. univ. Agr. Exp. Bull.* 820. 84P.
- Whitcomb, W.H. and K. Bell. 1964. Predaceous insects, spiders and mites of Arkansas cotton fields. *Agr. Sta. Univ. Arkansas Bull.* 690, 84p.

(1999년 8월 9일 접수; 2000년 10월 28일 수리)