

고추포장에서 담배나방의 성충 발생소장과 약제방제

양창열* · 전흥용 · 조명래 · 김동순 · 임명순

원예연구소 원예환경과

Seasonal Occurrence of Oriental Tobacco Budworm (Lepidoptera: Noctuidae) Male and Chemical Control at Red Pepper Fields

Chang-Yeol Yang*, Heung-Yong Jeon, Myoung-Rae Cho, Dong-Soon Kim and Myoung-Soon Yiem
Horticultural Environment Division of National Horticultural Research Institute, RDA, Suwon 441-440, Korea

ABSTRACT : The oriental tobacco budworm, *Helicoverpa assulta* (Guenee) is a major pest of red pepper in Korea. Insecticide spray is a prevalent control tactic in most farms, but an effective control is difficult because the larvae are protected inside the fruit. Objective of this study was to investigate the seasonal occurrence of the male moths using pheromone trap and to evaluate the control efficacy of insecticide applications based on the trap catch data at red pepper fields in Suwon. The results of pheromone trap catch during three years showed that the moth flight activity occurred from late May to early October. Peak periods of the adult flight, which are indicators of each generation, occurred in late June, late July-early August, and late August-early September. Trap catches during the overwintering and first adult generation were closely linked with subsequent damage. Although the trap catch during the second generation was higher than the previous generations, damage level caused by this generation larvae was low. Experiment results revealed that fruit damage by *H. assulta* could be effectively reduced by five sprays of insecticides based on the trap catch data throughout the season.

KEY WORDS : *Helicoverpa assulta*, Red pepper, Pheromone trap, Seasonal occurrence, Control

초 록 : 고추의 주요 해충인 담배나방은 유충이 과실 속에서 가해하기 때문에 방제가 어려운 해충이다. 수원지역의 고추 포장에서 페로몬 트랩을 이용하여 성충의 발생소장을 조사한 결과 전체 발생기간은 5월 하순부터 10월 상순까지였으며 각 세대의 발생최성기는 6월 하순, 7월 하순-8월 상순, 8월 하순-9월 상순이었다. 월동세대와 1세대 성충 발생기간 중에 트랩유인 수준은 그 이후에 발생하는 유충에 의한 과실의 피해정도를 잘 반영하였다. 그러나 고추 생육후기에 발생하는 2세대의 경우 트랩에 유인되는 성충의 수는 매우 많았으나 유충에 의한 피해율은 그다지 높지 않았다. 페로몬 트랩으로 조사된 세대별 성충 발생시기에 관한 정보를 토대로 약제방제 시험을 수행한 결과, 각 세대별 성충 발생최성기를 중심으로 연 5회에 걸쳐 살충제를 살포하면 유충에 의한 과실 피해를 효과적으로 줄일 수 있는 것으로 조사되었다.

검색어 : 담배나방, 고추, 페로몬 트랩, 발생소장, 방제

담배나방은 우리나라에서 고추와 담배에 피해를 주는 대표적인 해충이며, 특히 고추에서는 과실에 직접 피해를 주기 때문에 수확 감소의 가장 큰 요인 중의 하나이다. 현재 재배 농가에서는 담배나방을 방제하기

*Corresponding author. E-mail: cyyang@rda.go.kr

위하여 착과가 시작되는 6월 중순부터 수확기까지 살충제를 10회 이상 살포하고 있는 실정이다(Lee, 1973; Ryu *et al.*, 1987). 그러나 이 해충은 각 충태의 생리적 변이가 커서 발생시기가 불규칙하고(Choi *et al.*, 1975; Han, 1993), 유충 한 마리가 여러 개의 과실을 가해할 뿐만 아니라 성충의 이동성이 높아 효과적인 방제가 어려운 것으로 알려져 있다(Hwang *et al.*, 1987; Lingren *et al.*, 1993).

국내에서 고추가 차지하는 높은 경제적 가치와 방제상의 어려움 때문에 오래 전부터 담배나방의 발생 생태와 방제 기술에 대한 다양한 연구들이 진행되어 왔다(Lee, 1973; Choi *et al.*, 1975; Hwang *et al.*, 1987; Ryu *et al.*, 1987). 고추 포장 내에서 담배나방의 알은 넓은 공간에 임의로 분포되어 있고, 유충은 주로 피해 과실 속에 존재하기 때문에 육안으로 발견하기가 쉽지 않다(Choi *et al.*, 1975; Hwang *et al.*, 1987). 따라서 알과 유충의 발생 정보를 이용하여 방제시기를 결정하는 것은 매우 어렵기 때문에 성충의 발생특성에 관한 정보를 기초로 방제체계를 확립하는 것이 보다 합리적이라 할 수 있을 것이다.

지금까지 고추 포장에서 담배나방 성충의 발생소장에 관한 자료는 몇몇 연구자들에 의해 보고되었다(Lee, 1973; Choi *et al.*, 1975; Hwang *et al.*, 1987; Han, 1993). 그러나 이들 자료는 대부분 유아등을 이용하여 조사된 결과들이며 보고자에 따라 성충의 발생시기와 발생횟수에 대한 정보가 명확하지 않다. 따라서 페로몬 트랩과 같은 다른 예찰 수단으로 조사된 자료를 토대로 성충의 발생특성에 대한 종합적인 검토가 요구되고 있다.

페로몬 트랩은 조작이 간단하고 대상 해충만을 선택적으로 유인할 수 있다는 장점 때문에 오래전부터 많은 농림해충의 발생예찰 수단으로 널리 이용되고 있다. 담배나방과 유사한 종들에 대한 연구에서 페로몬 트랩에 유인된 수컷 수와 그 이후에 발생하는 유충에 의한 피해는 높은 상관관계가 있는 것으로 조사되었기 때문에(Tingle and Mitchell, 1981; Herbert *et al.*, 1991; Latheef *et al.*, 1993), 트랩 유인자료는 세계 각국의 목화, 옥수수 및 담배 포장에서 관련 종들의 효과적인 방제시기를 결정하는데 이용되고 있다.

담배나방 암컷이 분비하는 성페로몬은 (Z)-9-hexadecenal (Z9-16:Al), (Z)-11-hexadecenal (Z11-16:Al), (Z)-9-hexadecenyl acetate (Z9-16:Ac), (Z)-11-hexadecenyl acetate (Z11-16:Ac)의 혼합물임이 동정되었고

(Cork *et al.*, 1992), 우리나라의 고추 포장에서는 위의 4가지 성분을 1000 : 50 : 300 : 15 비율로 혼합한 미끼에 가장 많은 수컷이 유인되는 것으로 조사되었다(Cork *et al.*, 1992; Park *et al.*, 1999). 본 연구는 고추 포장에서 페로몬 트랩을 이용하여 담배나방 성충의 발생특성을 분석하고, 트랩 유인자료를 기초로 효과적인 약제 방제체계를 확립하기 위하여 실시하였다.

재료 및 방법

본 연구는 수원시 권선구 탑동에 소재하고 있는 원예연구소의 고추 시험포장에서 실시하였다. 시험 포장의 전체 면적은 6,000 m² 정도이며 3개의 포장으로 구성되어 있다. 고추 포장에서 담배나방 성충의 발생소장은 페로몬 트랩을 이용하여 2001년부터 2003년까지 3년에 걸쳐 조사하였다. 트랩은 밤나방과(Noctuidae)에 속하는 해충의 발생 예찰용으로 개발된 원뿔형 트랩(cone trap, Gempler's, USA)을 이용하였다. 트랩의 미끼는 담배나방의 성페로몬 성분인 Z9-16:Al, Z11-16:Al, Z9-16:Ac, Z11-16:Ac를 1000:50:300:15의 비율로 혼합한 물질로서, 2 mg을 고무격막에 집적시켜 원뿔형 트랩의 중앙에 있는 작은 철사에 끼워 넣었다. 트랩은 정식 직후인 5월 하순에 3개의 포장에 각각 설치하였으며 트랩의 미끼는 약 1개월 간격으로 교환하였다. 트랩에 유인된 성충수는 10월 상순까지 1주일 간격으로 조사하였다.

페로몬 트랩으로 조사된 성충의 발생소장 자료를 활용하여 고추 포장에서 담배나방의 효과적인 약제방제 체계를 확립하고자, 각 세대별 성충 발생기간에 약제 살포시기와 방제횟수를 다르게 처리한 포장에서 유충에 의한 과실 피해를 조사하였다. 2002년 5월 20

Table 1. Applications of insecticides for the control of *Helicoverpa assulta* in the different pepper fields, Suwon, 2002

Date of application (Month/day)	Field A	Field B	Field C	Field D
6/04	Deltamethrin	-	-	-
6/25	Esfenvalerate	Deltamethrin	-	-
7/15	Deltamethrin	Esfenvalerate	-	-
7/24	Esfenvalerate	-	Deltamethrin	-
7/31	Deltamethrin	Deltamethrin	-	-
8/05	Esfenvalerate	-	Esfenvalerate	-
8/12	Deltamethrin	Esfenvalerate	-	-
8/28	Esfenvalerate	-	Deltamethrin	-
9/03	Deltamethrin	Deltamethrin	-	-

일에 전체 면적이 2,400 m²인 시험포장을 4구획으로 구분한 후 “마니따” 품종을 정식하였다. 시험포장에서 약제 살포를 제외한 일반 재배관리는 관행방법에 준하여 실시하였으며 처리구별 약제 살포내역은 Table 1과 같다. A포장은 각 세대의 성충 발생초기, 최성기 및 후기를 중심으로 9회에 걸쳐 약제를 살포하였으며, B포장에는 각 세대별 성충 발생최성기를 중심으로 연 5회 약제를 살포하였다. C포장은 최소 방제구로서 2, 3회 성충 발생최성기를 중심으로 연 3회 약제를 살포하였으며 D포장에는 살충제를 전혀 살포하지 않았다. 시험포장에서 유충에 의한 과실 피해는 7월 9일, 8월 20일 및 9월 18일에 각각 조사하였는데, 포장별로 3개 지점에서 20주씩을 선정하여 전체 과실에 대한 피해수를 조사하여 백분율로 환산하였다. 매 조사시기마다 피해과는 조사 후 제거하였으며 포장별 전체 피해과율은 3회에 걸쳐 조사된 성적을 누적하여 나타내었다.

고추 생육후기에 유아등에 유인된 담배나방 성충의 암수비율을 조사하기 위하여 2003년 8월부터 9월까지 3개의 포장에 유아등(20W, 보영전기, 서울)을 설치하였다. 유아등은 일몰직전부터 다음날 일출까지 점등하였다. 유아등에 유살된 성충은 매일 아침에 수거하여 실험실로 가져와 성별을 조사하였는데, 뒷날개 전연 기부에 있는 날개가시(frenulum) 수가 1개인 성충은 수컷, 그리고 2개인 것은 암컷으로 구분하였다. 한편, 숙기가 다른 과실에 대한 유충의 섭식 선호도를 분석하기 위하여 2003년 8월 20-21일과 9월 15-16일에 3개의 포장에서 각각 100주를 선정한 후 풋고추와 홍고추에 발생한 피해 과실수를 각각 조사하였다.

결과 및 고찰

고추 포장에서 담배나방 성충은 5월 하순부터 10월 상순까지 페로몬 트랩에 유인되었다(Fig. 1). 조사년도에 따라 연간 총 유인수는 상당한 차이가 있었는데, 2001년도의 경우 500마리로 가장 높았으며 2003년도에는 절반 수준인 240마리가 유인되었다. 3년에 걸쳐 조사된 시기별 발생소장은 매우 비슷한 경향을 나타내어 생육초기에는 발생량이 극히 적다가 후기로 갈수록 급격히 증가하였으며 6월 하순, 7월 하순-8월 상순, 8월 하순-9월 상순에 발생최성기를 보였다.

지금까지 국내에서 유아등으로 조사된 발생소장에

관한 자료들을 보면, 담배나방은 조사지역과 연도에 따라 성충의 발생량과 발생시기가 매우 다양하여 연간 세대수 추정과 세대별 발생 최성기를 파악하기가 상당히 어려운 것으로 알려져 있다(Lee, 1973; Choi et al., 1975; Hwang et al., 1987; Han, 1993). 그러나 본 연구의 결과로 볼 때 페로몬 트랩을 이용하여 성충 발생을 예찰할 경우 발생횟수와 최성기를 비교적 명확히 파악할 수 있는 것으로 나타났다.

페로몬 트랩은 유아등에 비하여 조작이 간편하고 목적해충만 선택적으로 유인할 수 있을 뿐만 아니라 개체군 밀도가 낮은 시기에도 정밀한 예찰이 가능하기 때문에 국내외적으로 많은 나방류 해충의 발생예찰 수단으로 널리 이용되고 있다(Hartstack and Witz, 1981; Park et al., 1999). 특히, 담배나방과 유사한 종들에서 페로몬 트랩으로 조사된 발생소장 자료는 유아등이나 포충망과 같은 다른 수단으로 조사된 것들과 거의 일치하는 것으로 보고되었기 때문에(Herbert et al., 1991; Latheef et al., 1993), 페로몬 트랩은 우리나라의 고추 포장에서 담배나방의 발생예찰 수단으로서 유아등의 대안이 될 수 있을 것으로 판단된다.

페로몬 트랩을 이용하는 데 있어 간과할 수 없는 사실중의 하나는 트랩의 미끼가 약제 방제 여부와 살포시기를 결정하는데 있어 더욱 가치 있는 정보를 제공

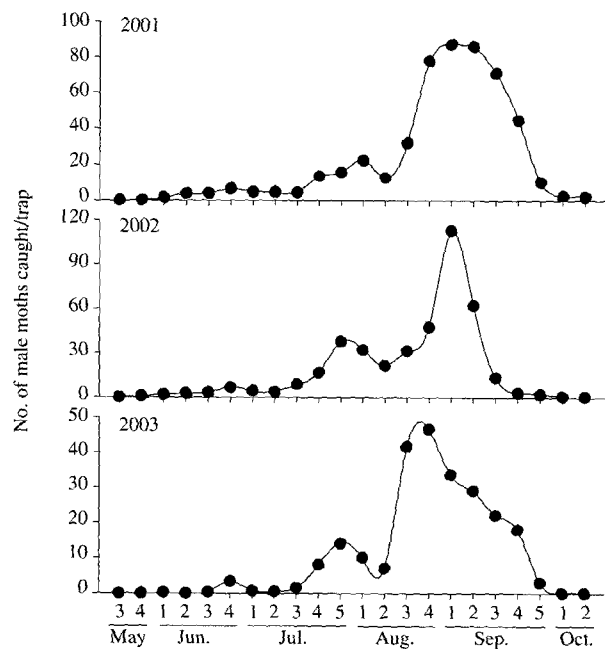


Fig. 1. Weekly mean number of *Helicoverpa assulta* male captured in pheromone-baited traps at red pepper fields, Suwon, 2001-2003.

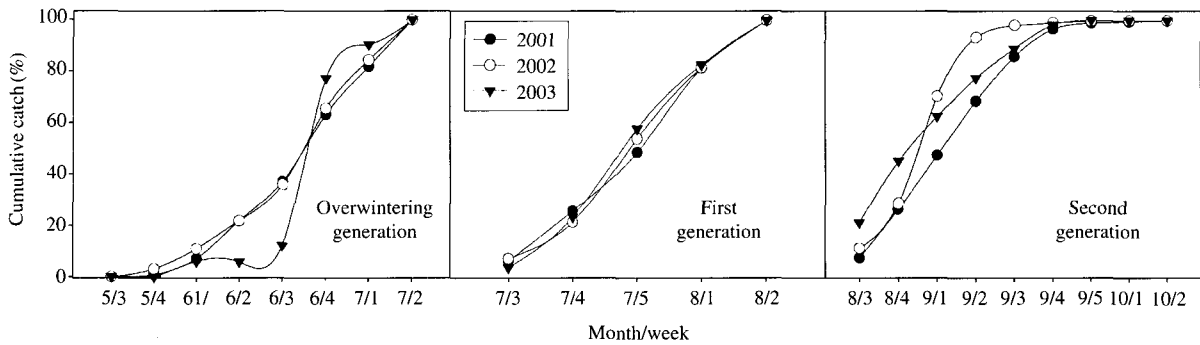


Fig. 2. Accumulative rates of *H. assulta* male captured in each generation at red pepper fields, Suwon, 2001-2003.

하는 암컷을 유인할 수 없다는 사실이다. 그러므로 트랩의 수컷 유인 자료와 그 이후에 일어나는 알과 유충의 발생 정보와의 상관관계가 구명되어야만 그 활용 가치를 높일 수 있다. 지금까지 외국에서 담배나방 유사충에 대한 연구결과를 살펴보면, 목화과 담배 포장에서 트랩으로 조사된 *Helicoverpa zea*와 *H. armigera*의 수컷 유인 자료는 그 이후에 발생하는 산란 및 유충 밀도와 밀접한 관련이 있음을 보여주었다 (Tingle and Mitchell, 1981; Kehat *et al.*, 1982; Leonard *et al.*, 1989; Latheef *et al.*, 1991). 따라서 트랩으로 조사된 수컷 유인자료는 유충에 의한 피해를 방지하기 위한 약제 살포시기를 결정하는 데 효과적으로 이용될 수 있을 것으로 기대된다.

Han (1993)은 수원 지역에서 유아등으로 조사된 담배나방 성충 발생소장 자료와 발육유효적산온도를 토대로 추정할 때 7월 상순까지 유인되는 개체들은 월동세대, 7월 중순부터 8월 상순까지 유인되는 개체들은 1세대, 그리고 8월 중순 이후에 유인되는 것을 2세대로 보는 것이 타당하다고 보고하였는데, 이것은 본 연구에서 3년 동안 페로몬 트랩으로 조사된 발생소장 자료와 대체로 잘 일치하였다(Figs. 1, 2).

이와 같은 사실을 토대로 트랩 유인자료를 활용하여 담배나방의 효과적인 약제방제 체계를 확립하고자, 각 세대별 성충 발생기간에 약제 살포시기와 방제회수를 다르게 처리한 포장에서 유충에 의한 과실 피해를 조사한 결과는 Table 2와 같다. 조사시기별 피해율의 변동은 모든 포장에서 유사하여 7월 9일에 조사된 1세대 유충의 피해는 극히 낮았으나 주로 2세대 유충에 의해 발생된 것으로 볼 수 있는 8월 20일의 피해는 매우 높았다. 살충제 살포 내역에 따라 피해율은 상당한 차이를 보여 약제 살포회수가 많을수록 피

Table 2. Percentage of fruits damaged by *H. assulta* larvae at red pepper fields with different insecticide applications, Suwon, 2002

Field	Total no. of spray/yr	% Fruits damaged*			
		Jul. 9	Aug. 20	Sep. 18	Total
A	9	0.09b	1.4c	0.2b	1.7c
B	5	0.03b	1.5c	0.3b	1.8c
C	3	0.04b	3.3b	0.4b	3.7b
D	0	0.19a	6.6a	1.7a	8.5a

* Same letters within the columns are not significantly different ($P < 0.05$; Tukey's test)

하는 적은 경향을 나타냈으나 A와 B 포장에서 피해율은 모든 조사 시기에 큰 차이가 없었다.

고추 포장에서 5월 하순부터 7월 상순에 걸쳐 발생하는 월동세대 성충(1회 성충)은 발생밀도가 낮고 최성기가 명확하지 않았는데(Figs. 1, 2), 이것은 월동용의 생존율이 10% 이하로 매우 낮고 개체 간의 변이가 커 우화시기가 넓게 분산되기 때문인 것으로 알려져 있다(Hwang *et al.*, 1987; Han and Lee, 1998). 이와 같이, 월동용에서 우화한 1회 성충은 발생밀도가 매우 낮기 때문에 7월 상순경에 나타나는 유충 피해가 약제 살포 횟수와 관계없이 모든 포장에서 극히 낮은 것으로 볼 수 있다(Table 2). 그러므로 1회 성충이 발생하는 기간 중의 약제방제는 발생 최성기인 6월 하순을 중심으로 1회 정도 실시하는 것이 바람직할 것으로 생각된다.

7월 중순부터 8월 상순에 걸쳐 발생하는 1세대 성충(2회 성충)은 연간 총 발생량의 20% 정도였다(Fig. 1). 그러나 8월 중순에 조사된 과실피해는 모든 포장에서 매우 높았으며 살충제를 살포하지 않은 D 포장의 경우 연간 총 피해율의 77.6%가 이 시기에 집중되었다(Table 2). 2회 성충의 발생기간에 약제방제 시기와 횟수를 달리한 포장에서 조사된 피해율을 분석해

보면, 발생초기인 7월 중순부터 1주일 간격으로 5회 살포한 A포장과 2주일 간격으로 3회 살포한 B포장에서 피해율은 차이가 없었다. 그렇지만 발생초기인 7월 중순에 약제를 살포하지 않은 C포장의 경우에는 상대적으로 높은 피해율을 나타내었다. 이와 같이 2회 성충의 발생량은 그다지 많지 않지만 2회 유충에 의한 피해는 매우 크기 때문에 2회 성충의 발생 초기인 7월 중순부터 약 10-14일 간격으로 3회 연속 적용약제를 살포하는 것이 피해를 줄이는 가장 경제적이고 효과적인 방법이라고 판단된다.

2세대 성충(3회 성충)은 8월 중순부터 10월 상순까지 발생하였으며 9월 중순 이후에는 발생량이 적었다 (Figs. 1, 2). 연간 총 유살수 중에서 3회 성충이 차지하는 비율은 70% 이상으로 매우 높았다. 하지만 살충제를 살포하지 않은 포장에서 9월 중순에 조사된 3세대 유충에 의한 피해는 1.7%에 불과하였고, 3회 성충의 발생최성기에 시기에 관계없이 약제를 1회 살포한 포장들에서 피해율은 0.4% 이하로 매우 낮았다(Table 2). 따라서 3회 성충이 발생하는 기간 중에는 발생최성기인 8월 하순-9월 상순경에 수확 시기를 고려하여 1회 정도 약제를 살포하는 것이 바람직할 것으로 보인다.

생육후기에 성충의 발생량은 매우 많지만 유충에 의한 피해가 적다는 것은 이 해충의 효과적인 방제체계를 수립하는데 있어 매우 중요한 사실이다. 이에 대한 구체적인 원인은 아직 확실히 밝혀지지 않았지만 천적 발생, 먹이 조건의 변화와 같은 생물적 요인과 온도, 광조건과 같은 물리적 요인이 복합적으로 작용한 것으로 볼 수 있다. Choi et al. (1975)은 수원지역의 고추 포장에서 알 기생봉(*Trichogramma* sp.)에 의한 기생율이 9월 상순에 84.6%라고 보고하였고, Han (1993)은 알 기생봉에 의한 기생율이 발생세대에 따라 차이가 있어 2세대는 25%였으나 3세대는 59%로 급증한다고 하였다. 본 연구에서는 알 기생율을 별도로 조사하지는 않았지만, 시험 포장에서 살충제 사용을 최소화했던 점을 감안해 볼 때 3회 성충이 산란한 알에 대한 천적의 기생율이 상당히 높았을 것으로 추정된다.

생육후기의 성충 발생과 유충 피해의 특성을 분석하기 위하여 유아등에 유인된 성충의 암수비율과 과실 숙기에 따른 유충의 섭식 선호도를 조사한 결과는 Fig. 3과 4와 같다. 유아등에 유살된 것들 중에서 수컷이 차지하는 비율은 8월 하순과 9월 중순에 각각

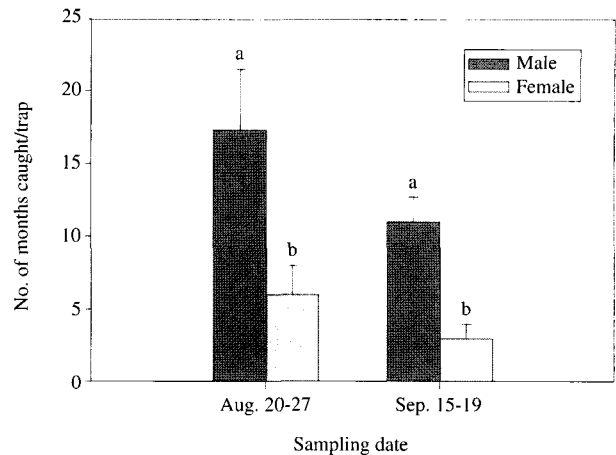


Fig. 3. Number of *H. assulta* males and females captured in light traps at red pepper fields, Suwon, 2003. Bars with different letters are significantly different, $t_4 = 4.56, P < 0.05$ (Aug. 20-27) and $t_4 = 7.13, P < 0.05$ (Sep. 15-19).

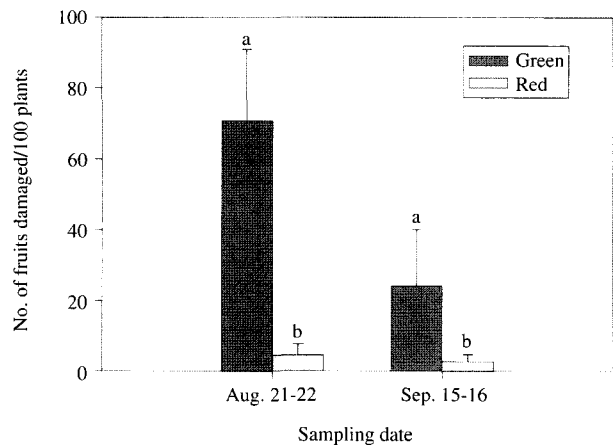


Fig. 4. Number of green and red fruit damaged by *H. assulta* larvae at red pepper fields, Suwon, 2003. Bars with different letters are significantly different, $t_4 = 7.19, P < 0.05$ (Aug. 21-22) and $t_4 = 3.94, P < 0.05$ (Sep. 15-16).

73.9%와 78.6%로 암컷에 비해 높았다. 한편, 유충에 의한 피해과실 중에서 풋고추가 차지하는 비율은 8월 하순과 9월 중순에 각각 93.8%와 89.9%로서, 피해과실의 대부분이 풋고추인 것으로 조사되었다. Etman (1989)은 유아등에 유인된 *H. armigera* 성충의 50.7%가 수컷이라고 보고하였고, Latheef et al. (1991)은 옥수수 포장에서 포충망과 유아등으로 *H. zea* 성충을 채집하여 암수비율을 조사한 결과, 수컷 비율이 유아등에서 약간 많지만 통계적인 차이는 없음을 확인하였다. 이와 같이 외국에서 보고된 담배나방의 유사종에 대한 자료와 비교해 보면, 우리나라의 고추 포장에서

생육후기에 발생하는 담배나방 성충의 암수비율은 상당히 불균형하여 수컷에 비해 암컷의 비율이 상대적으로 낮은 것으로 보인다.

이상의 결과를 종합해 볼 때 생육 후기에는 피해와 직접 관련되는 암컷의 비율이 상대적으로 낮고 기생봉을 비롯한 천적의 발생량이 많을 뿐만 아니라 유충이 선호하는 풋고추의 비율이 감소하기 때문에 과실 피해는 그다지 높지 않은 것으로 생각된다. 그러나 이와 관련된 정보를 더욱 정밀하고 종합적으로 해석하기 위해서는 생육 후기의 기상 조건에 따른 각 태별 발육 특성, 발생세대별 유충과 성충의 성비 조사 및 과실의 물리·화학적 특성이 유충의 섭식행동에 미치는 영향 등에 관한 연구가 계속되어야 할 것으로 생각된다.

Literature Cited

- Choi, K.M., E.H. Cho, J.S. So and C.Y. Hwang. 1975. Studies on the seasonal occurrences of the tobacco budworm, *Heliothis assulta* H. (Lepidoptera: Noctuidae), and the parasitism ratio of *Trichogramma* spp. on the eggs. Korean J. Pl. Prot. 3: 137-140.
- Cork, A., K.S. Boo, E. Dunkelblum, D.R. Hall, K. Jee-Rajunga, M. Kehat, E. Kong Jie, K.C. Park, P. Teppidagarn and Liu Xun. 1992. Female sex pheromone of oriental tobacco budworm, *Helicoverpa assulta* (Guenee) (Lepidoptera: Noctuidae): Identification and field testing. J. Chem. Ecol. 18: 403-418.
- Etman, A.A.M. 1989. On some factors influencing the population dynamics of *Spodoptera littoralis*, *Spodoptera. exigua*, *Syngrapha circumflexa*, *Autographa gamma*, and *Heliothis armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) in Egypt. J. Appl. Entomol. 108: 182-190.
- Han, M.W. 1993. Studies on forecasting models of the oriental tobacco budworm, *Helicoverpa assulta* (Guenee). Ph. D. dissertation. 55-61pp. Seoul National University, Seoul, Korea.
- Han, M.W. and J.H. Lee. 1998. Survival and development of overwintering pupae of the oriental tobacco budworm, *Helicoverpa assulta*, from different locality. Korean J. Appl. Entomol. 37: 127-135.
- Hartstack, A.W. and J.A. Witz. 1981. Estimating field populations of tobacco budworm moths from pheromone trap catches. Environ. Entomol. 10: 908-914.
- Herbert, D.A., Jr., G.W. Zehnder and E.R. Day. 1991. Evaluation of a pest advisory for corn earworm (Lepidoptera: Noctuidae) infestations in soybean. J. Econ. Entomol. 84: 515-519.
- Hwang, C.Y., K.M. Choi and J.S. Park. 1987. Studies on bionomics of the oriental tobacco budworm, *Heliothis assulta* Guenee. Res. Rept. RDA. 29: 95-113.
- Kehat, M., S. Gothilf, E. Dunkelblum and S. Greenburg. 1982. Sex pheromone traps as a means of improving control programs for the cotton bollworm, *Heliothis armigera* (Lepidoptera: Noctuidae). Environ. Entomol. 11: 727-729.
- Latheef, M.A., J.D. Lopez and J.A. Witz. 1991. Reproductive condition of female corn earworm (Lepidoptera: Noctuidae) moths from sweep net and blacklight trap collections in corn. Environ. Entomol. 20: 736-741.
- Latheef, M.A., J.D. Lopez and J.A. Witz. 1993. Capture of corn earworm (Lepidoptera: Noctuidae) on pheromone traps and hand nets: Relationship to egg and adult densities in field corn, Texas Brazos River Valley. J. Econ. Entomol. 86: 407-415.
- Lee, H.Y. 1973. Monitoring of oriental tobacco budworm by black light trap, survey on the its damage, and chemical control experiment. Annual Research Report of Horticultural Experiment Station. 195-212 pp. (In Korean)
- Leonard, B.R., J.B. Graves, E. Burris, A.M. Pavloff and G. Church. 1989. *Heliothis* spp. (Lepidoptera: Noctuidae) captures in pheromone traps: Species composition and relationship to oviposition in cotton. J. Econ. Entomol. 82: 574-579.
- Lingren, P.D., V.M. Bryant, Jr., J.R. Raulston, M. Pendleton, J. Westbrook and G.D. Jones. 1993. Adult feeding host range and migratory activities of corn earworm, cabbage looper, and celery looper (Lepidoptera: Noctuidae) moths as evidenced by attached pollen. J. Econ. Entomol. 86: 1429-1439.
- Park, K.C., K.S. Boo, A. Cork and D.R. Hall. 1999. Monitoring *Helicoverpa assulta* (Guenee) (Lepidoptera: Noctuidae) with synthetic sex pheromone and small scale disruption trial with controlled-release PVC resin formulation. Appl. Entomol. Zool. 34: 19-22.
- Ryu, G.H., S.Y. Na, B.H. Song, Y.H. Shin and Y.H. Jeong. 1987. Development of new combined pesticides for simultaneous control of red pepper key pests. Res. Rept. RDA. 29: 78-83.
- Tingle, F.C. and E.R. Mitchell. 1981. Relationships between pheromone trap catches of male tobacco budworm, larval infestations, and damage levels in tobacco. J. Econ. Entomol. 74: 437-440.

(Received for publication 12 February 2004;
accepted 2 March 2004)