

## 토마토 유리온실 주변에 설치된 담배거세미나방(*Spodoptera litura* (Fabricius)) 성페로몬 트랩에 의한 대량포획 효과분석

김황용 · 김정환 · 손병관<sup>1</sup> · 조점래<sup>2\*</sup> · 이용휘 · 김용현 · 최만영

농촌진흥청 국립농업과학원 곤충산업과, <sup>1</sup>(주)세실 전주영업소, <sup>2</sup>농촌진흥청 국립농업과학원 기획조정과

## Analysis on the Mass-Trapping Effects by *Spodoptera litura* (Fabricius) (Lepidoptera: Noctuidae) Sex Pheromone Traps Deployed around the Tomato Glasshouse

Hwang-Yong Kim, Jeong-Hwan Kim, Byeong-Gwan Son<sup>1</sup>, Jum Rae Cho<sup>2\*</sup>, Yong-Hwi Lee, Yong-Heon Kim and Man-Young Choi

Applied Entomology Division, National Academy of Agricultural Science, Rural Development Administration, Suwon 441-707

<sup>1</sup>Jeonju Business Office of Sesil Biological Systems Corporation

<sup>2</sup>Planning and Coordination Division, National Academy of Agricultural Science, Rural Development Administration, Suwon 441-707, Korea

**ABSTRACT** : Without pesticide applications, mass-trapping by sex pheromone was successful to control *Spodoptera litura* (Fabricius) in a large scale tomato glasshouse (10,000 m<sup>2</sup>) at a low cost of 60 won/m<sup>2</sup>. Pheromone traps were placed both inside and outside of the glasshouse. Inside the glasshouse traps were installed in a regular space, one trap per 500 m<sup>2</sup>, to catch the moths that were present in the glasshouse, and traps were also set outside of the glasshouse, at intervals of ca. 20 m, to prevent the moths from invading the glasshouse. In the experiment, more than 400 *S. litura* were captured per trap.

**KEY WORDS** : *Spodoptera litura*, Mass trapping, Sex pheromone, Tomato, Glasshouse

**초 록** : 살충제를 사용하지 않고 성페로몬을 활용한 대량포획기술만으로, 10,000 m<sup>2</sup> 규모의 대형 토마토 유리온실에서 단위면적 당 60원 / m<sup>2</sup>의 방제비용으로 담배거세미나방을 효과적으로 방제하는데 성공하였다. 대량포획을 위해 온실 내부에 500 m<sup>2</sup> 당 1개씩 성페로몬 트랩을 설치하고, 담배거세미나방 유입을 막기 위해 온실 외곽에 20 m 간격으로 성페로몬 트랩을 설치하는 방법을 이용하여 담배거세미나방을 방제할 수 있었다. 시험기간 동안 트랩당 평균 400마리 이상의 담배거세미나방이 유살되었다.

**검색어** : 담배거세미나방, 대량포획, 성페로몬, 토마토, 유리온실

\*Corresponding author. E-mail: jrcho82@rda.go.kr

담배거세미나방(*Spodoptera litura* (Fabricius) (Lepidoptera: Noctuidae))은 150여종의 식물을 가해할 만큼 기주 범위가 매우 넓은 해충이며(Moussa *et al.*, 1960; Rao *et al.*, 1993), 열대, 아열대, 온대에 걸쳐 광범위하게 서식하고 있는데(Taguchi, 1961), 우리나라에는 주로 남부지방의 시설재배 밀집지역에서 흔하게 발생하고 있다(Bae *et al.*, 2007).

담배거세미나방의 노숙 유충은 약제에 대한 내성이 특히 강하기 때문에(Cho *et al.*, 1996; Kim *et al.*, 1998; Bae *et al.*, 2003), 살충제를 이용한 방제가 까다로운 해충으로 알려져 있다. 따라서 국내의 많은 연구자들이 담배거세미나방을 방제할 수 있는 대안적 방법을 찾기 위해 노력해 왔으며, 다양한 연구 사례가 한국응용곤충학회지에 발표된 최근 논문들에 잘 정리되어 있다(Bae *et al.*, 2007; Kim *et al.*, 2008a, b). 대표적인 포장 실증 사례만 살펴본다. 콩밭과 국화 포장에 핵다각체병바이러스를 살포하여 90~100%의 살충률을 얻은 바 있으며(Im *et al.*, 1990; Kim *et al.*, 2003), 엽채류 시설재배지에서 곤충병원성 선충인 *Steinernema carpocapsae*를 3회 살포하여 95.9%의 살충률을 얻은 바 있다(Kim *et al.*, 2008b).

성페로몬은 주로 담배거세미나방의 발생을 예찰하거나 예찰을 통해 방제 적기를 판단하는데 활용되어 왔지만(Syobu *et al.*, 2003), 성페로몬이 교미교란용 농약으로 등록되어 있는 일본에서는 교미교란 효과를 통하여 장미와 함께 시설재배지에 발생한 담배거세미나방을 방제하는 실증 연구가 이루어지기도 하였다(Kobayashi *et al.*, 1988; Shiraishi *et al.*, 1996). 그에 비해 성페로몬 트랩으로 담배거세미나방을 직접 포획하여 방제한 연구 사례는

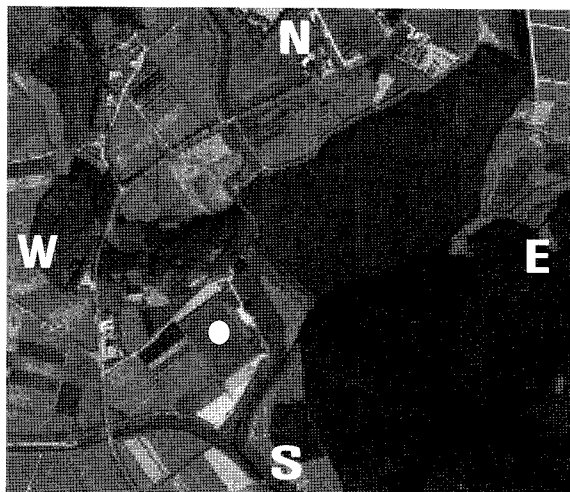
많지 않은 편인데, Krishnaiah(1986)가 1ha 당 5~10개의 성페로몬 트랩을 설치하여 검정녹두(*Vigna mungo* L.)에 발생하는 담배거세미나방을 대량 포획한 연구를 대표적인 사례로 손꼽을 수 있는 정도이다(Cork, 2004).

본 연구는 성페로몬 트랩에 의한 대량포획에 의해 대형 유리온실에서 담배거세미나방을 성공적으로 방제할 수 있는지를 검증하기 위해 수행하였다. 본 연구를 통해 소개하는 기술의 핵심은 대형 유리온실의 외곽 벽면에 성페로몬 트랩을 설치하여 담배거세미나방의 유입을 차단하는데 있다. 복잡한 기술이나 장비가 필요하지 않은 간단한 방법이기 때문에, 연구 결과를 목격한 주변 농가들을 중심으로 기술이 빠르게 전파되고 있는 상황이다. 하지만 기술의 장단점과 주의 사항에 대한 농업인들의 이해도가 상대적으로 떨어지기 때문에, 농업인들과 유관기관 및 관련 업체에 객관적인 자료와 정보를 제공하기 위해, 연구결과를 보고하는 바이다.

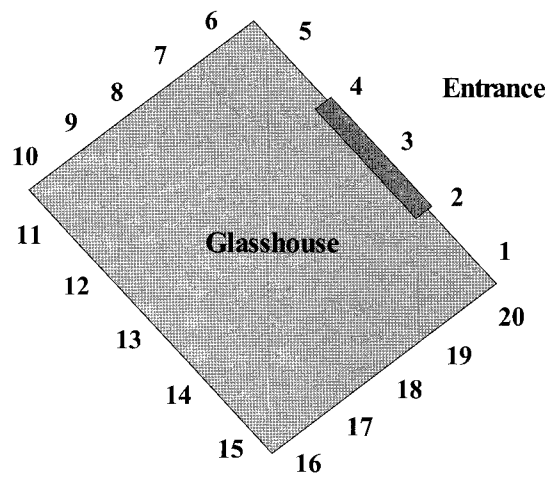
재료 및 방법

포장 상황

전라북도 순창군 북흥면에 있는 10,000 m<sup>2</sup> 규모의 유리온실에서 조사를 실시하였다. 온실 주변의 지형은 방위별로 서로 뚜렷하게 구분되는 특징을 지니고 있었다(Fig. 1A). 출입구가 있는 북동쪽 벽면은 넓은 호수를 마주보고 있으며, 남동쪽 벽면 방향에는 넓은 산지가 자리 잡고 있었다. 북서쪽 벽면 방향에 작은 야산이 있지만, 남동쪽



(A)



(B)

Fig 1. Aerial photograph (A) around the experimental glasshouse marked with a white circle and the arrangement (B) of sex pheromone traps (1~20) deployed outside of the tomato glasshouse.

산지에 비해 규모가 훨씬 작았다. 한편 남서쪽 벽면 방향으로 넓은 개활지가 있는데, 주로 경작 목적으로 이용되고 있었다. 유리온실에서 재배한 작물은 주년재배 작형의 토마토였다. 담배가루이를 방제하기 위하여 담배장님노린재 등의 천적이 사용되었으며, 살충제는 불가피한 경우 보조적으로 사용되었는데, 해당 연구 기간에는 어떤 종류의 살충제도 투입되지 않았다.

### 성페로몬 트랩 설치 및 효과 조사

온실 내부에 이미 발생한 담배거세미나방을 포획할 목적으로 상업적으로 유통되는 깔때기 모양의 펀넬트랩을 구매하여, 500 m<sup>2</sup> 당 1개 정도로 포장 전체에 균일하게 설치하였다. 또한 온실 외부로부터 담배거세미나방이 유입되는 것을 차단하기 위하여 온실 외곽의 각 벽면에 5개씩, 20 m 내외의 일정 간격으로 성페로몬 트랩을 설치하였다(Fig. 1B). 성페로몬 트랩의 높이는 1 m에서 1.5 m 사이로 하였으며, 벽면에 직접 매달거나 지지대를 이용하여 설치하였다(Fig. 2A). 온실 외부에 설치한 성페로몬 트랩은 덮개가 황색이었지만, 온실 내부에 설치한 성페로몬 트랩은 화분매개충이 유인되는 것을 막기 위해 녹색 덮개가 달린 것을 이용하였다. 성페로몬 트랩을 최초로 설치한 날짜는 2008년 6월 18일이었으며, 이후 설치 후 3주차인 7월 8일과 설치 후 8주차인 8월 12일, 두 차례에 걸쳐 페로몬 트랩의 루어를 교체하면서 그 동안 포획된 담배거세미나방의 개체수를 전수 조사하였다(Fig. 2B). 온실 내 외부의 포획량 차이가 극명하여 별도의 통계처리는 필요하지 않았으며, 다만 3주차까지 유인된 포획량의 방위별 차이를 최소유의차검정(LSD)을 통하여 확인해 보았다.

### 대조구

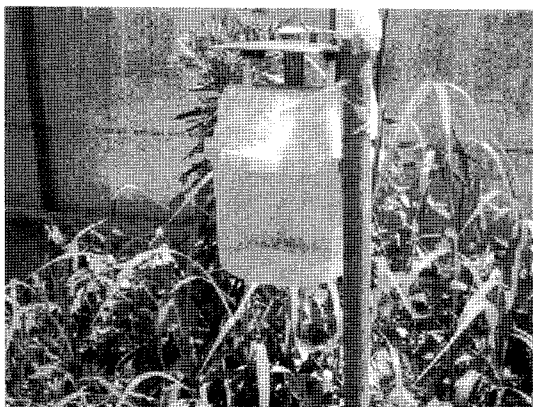
대형 유리온실을 대상으로 한 연구였기 때문에, 대조구를 설정할 수가 없었다. 다만 저자 일부가 성페로몬 트랩의 대량 포획 능력을 검증하기 위해 실시했던 미공개 연구 자료가 대조구로서 활용가치가 높다고 판단하여, 이번 기회를 통하여 소개하고자 한다.

첫 번째 연구 자료는 2003년 경기도 수원시의 토마토 온실에서 연구를 수행한 것이다. 2003년 6월 3일 당시, 50 m<sup>2</sup> 면적의 소규모 온실에 담배거세미나방 암수 30쌍을 방사한 후 성페로몬 트랩 1개를 설치하고, 6월 10일부터 9월 26일까지 12회에 걸쳐 포획된 나방의 수를 조사하였다. 피해주율은 8월 5일부터 7회 조사하였다. 성페로몬은 Z9E11-14:Ac와 Z9E12-14:Ac를 79 : 1의 비율로 혼합하여 전체 1 mg이 되도록 고무 격막(rubber septum)에 넣어 조제한 것을 이용하였다.

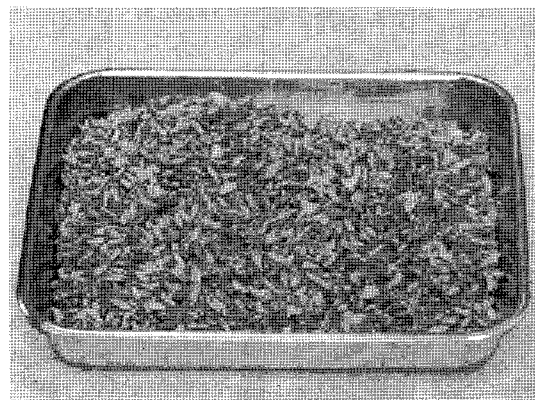
두 번째 연구 자료는 같은 성분의 성페로몬을 이용하여 2004년 경기도 화성과 전라북도 김제의 착색단고추 유리온실에서 연구를 수행한 것이다. 이들 유리온실의 내부에 각각 5개의 성페로몬 트랩을 설치하고, 외부에 각각 1개의 성페로몬 트랩을 설치한 후, 약 3개월 간 채집된 담배거세미나방의 양을 집계하였다. 경기도 화성 포장의 조사기간은 2004년 4월 12일부터 7월 5일까지였으며, 전라북도 김제 포장의 조사기간은 2004년 4월 23일부터 7월 6일까지였다.

### 결과 및 고찰

실험 대상 농가는 지속적으로 담배거세미나방의 피해



(A)



(B)

Fig 2. Funnel-typed sex pheromone trap (A) used in this study and *S. litura* moths (B) caught in sex pheromone traps.

를 받아오던 곳이며, 담배거세미나방을 방제하기 위해 매년 3~5회씩 살충제를 살포해 왔다. 인건비를 고려하지 않은 순수 약제 투입 비용은 1회 평균 30만원으로 연간 단위면적당 지출 비용으로 환산하면, 90~150원/m<sup>2</sup>가 된다. 하지만 담배거세미나방을 살충제만으로 완전방제를 하기 어렵기 때문에, 유충이나 피해 과실을 발견 즉시 제거하는 물리적 방제를 병행하였다. 농가에서 자체적으로 성페로몬 트랩을 이용한 경험이 있지만, 성페로몬에 대해서 부정적인 인식이 강한 편이었다. 효과의 유무를 가시적으로 확인할 수 있는 방법이 마땅치 않고, 성페로몬으로 담배거세미나방을 포획하여도 피해 자체를 막을 수 없는 것을 단점으로 꼽았다.

지난 2003년 저자 일부가 토마토 온실에서 수행한 사전 연구에서도 비슷한 결론을 얻을 수 있었다. 당시 50 m<sup>2</sup> 규모의 토마토 온실에서 성페로몬의 대량 포획 능력을 평가해 본 결과, 4개월 동안 총 107마리의 수컷 성충을 포획하였지만, 온실 내의 담배거세미나방 발생밀도는 꾸준히 늘어서 9월말에는 주율 78.6%의 토마토가 담배거세미나방 피해를 입었고(Fig. 3), 담배거세미나방 유충의 최종 밀도는 43.2마리/m<sup>2</sup>에 이를 때까지 증가하였다. 이와 같은 결과를 미루어 볼 때, 일단 담배거세미나방이 온실 내에 발생하면, 성페로몬 트랩을 설치하여 대량포획 하여도 충분한 방제효과를 기대하기 힘든 것으로 판단된다. 담배거세미나방과 같은 속의 해충인 파밤나방 (*Spodoptera exigua* (Hübner))에 대해서 330 m<sup>2</sup> 당 10개 이상의 성페로몬 트랩을 설치하면 방제 효과를 얻을 수 있다는 보고가 있기는 하지만(Kim *et al.*, 1995), 10,000 m<sup>2</sup>의 온실 내에 300여개의 트랩을 설치해야 하기 때문에

경제성이 떨어질 수밖에 없다.

우리는 성페로몬의 활용방안을 모색하는 과정에서, 국내 대형 유리온실의 구조적 특성에 주목하였다. 일반적으로 유리온실의 출입구 쪽에는 각종 농기계와 작업 도구를 보관할 수 있는 충분한 공간이 마련되어 있어서, 외부의 담배거세미나방이 직접 포장에 침입하기 어렵게 되어 있다. 또한 유리온실에는 측창이 없기 때문에, 담배거세미나방은 측면 벽을 타고 넘어 천창까지 와야 온실 내부로 침입할 수 있다. 따라서 온실 벽면에 성페로몬 트랩을 설치하여 유인하면, 담배거세미나방의 유입을 어느 정도 차단할 수 있을 것으로 기대하였고, 성페로몬 투입물량의 50%를 온실 외곽 벽면에 인접하여 설치하기로 결정하였다.

이와 같은 접근을 시도하는데, 착색단고추 유리온실을 대상으로 한 사전 조사 결과가 큰 도움이 되었다. 2004년 4월부터 7월초까지, 경기도 화성과 전라북도 김제의 착색 단고추 재배 유리온실에서 각각 내부에 5개씩 외부에 1개씩 성페로몬 트랩을 설치·유지하는 동안 채집된 개체수를 집계한 결과, 외부에 설치한 성페로몬 트랩에는 각각 23마리와 27마리의 담배거세미나방이 유인된 반면, 내부에 설치한 성페로몬 트랩에는 한 마리도 채집이 되지 않았다(Table 1). 당시에는 실험 규모가 작아서 단정하기는 힘들었지만, 성페로몬 트랩을 온실 외곽에 설치할 경우 담배거세미나방의 유입을 차단할 가능성이 있음을 시사하는 연구 결과로 해석할 수 있다.

이번 연구에서 유리온실 외곽에 성페로몬 트랩을 설치한 효과는 기대 이상이었다. 유리온실 외부에 설치한 성페로몬 트랩에 많은 양의 담배거세미나방이 포획되었다.

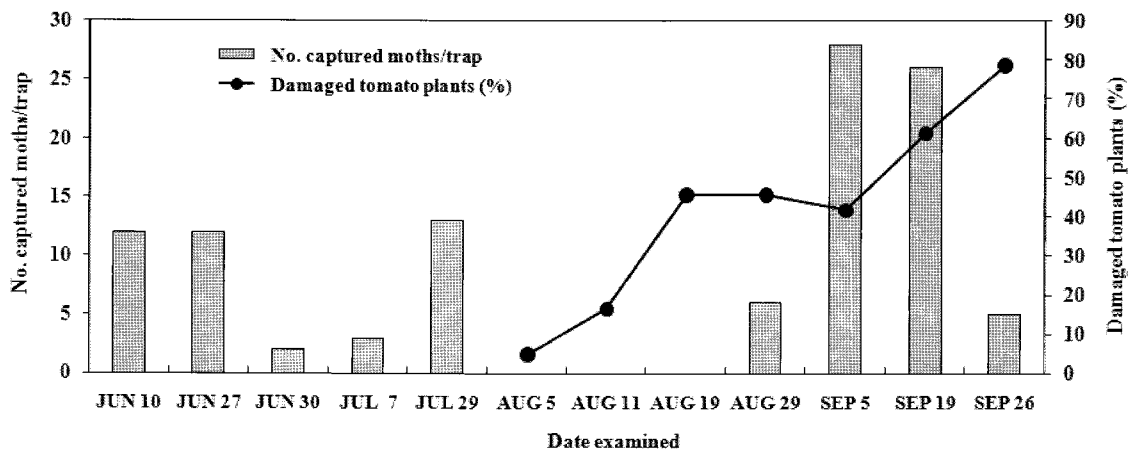


Fig 3. Relationship between the percentage the trap catches of *S. litura* and the percentage of damaged tomato plants within a plastic house (50 m<sup>2</sup>) at Suwon in Gyeonggi province after 30 pairs of *S. litura* adults were released in 2003.

**Table 1.** Number of *S. litura* moths caught in sex pheromone traps deployed inside and outside of the sweet pepper glasshouse in 2004

Experimental sites	Date examined	Trap catches of <i>S. litura</i> moths	
		Inside (N=5)	Outside (N=1)
Hwaseong, Gyeonggi Province	12. APR '04 ~ 5. JUL '04	0	23
Gimje, Jeonbuk Province	23. APR '04 ~ 6. JUL '04	0	27

**Table 2.** Mean number of *S. litura* moths caught in pheromone traps deployed inside and outside of the tomato glasshouse at Sunchang in 2008

Experimental season	Date examined	Mean trap catches of <i>S. litura</i>	
		Inside	Outside
Early Summer	18. JUN '08 ~ 8. JUL '08	0.00 ± 0.00 (N=20)	15.4 ± 2.9 (N=20)
Mid Summer	8. JUL '08 ~ 12. AUG '08	0.25 ± 0.10 (N=20)	406.0 ± 43.6 (N=14)

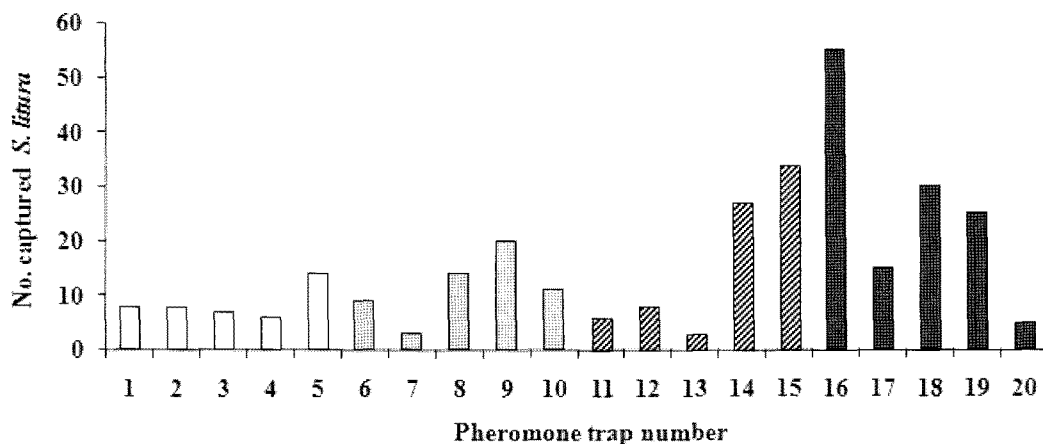
**Table 3.** Mean number of *S. litura* moths caught in pheromone traps deployed by the compass direction outside the tomato glasshouse at Sunchang in early summer (JUN 18 to JUL 8, 2008)

Trap catches (mean ± SE)	Compass direction			
	NE	NW	SW	SE
	8.6 ± 1.4a	11.4 ± 2.8ab	15.6 ± 6.2ab	26.0 ± 8.4b

\* Means with the same letter are not significantly different ( $p = 0.05$ , LSD).

8주차에 조사된 담배거세미나방 개체수는 성페로몬 트랩 당 406마리로, 적게는 한 트랩에 212마리에서 많게는 667마리에 이르렀다(Table 2). 그와는 대조적으로 유리온실 내부에 설치한 성페로몬 트랩에는 담배거세미나방 포획량이 극히 적었는데, 외곽에 설치한 성페로몬 트랩이 담배거세미나방의 유입을 일정 정도 차단해 주었기 때문으로 보였다. 성페로몬 트랩 투입 후 3주차에는 한 마리도 유입이 되지 않았으며, 8주차까지 채집된 담배거세미나방의 수도 트랩 당 0.25마리에 불과하였다. 이후 영농 작업

중 간혹 담배거세미나방 유충이 발견되는 사례가 있었지만, 2008년도 연말까지 살충제를 사용하지 않고 성페로몬 트랩만으로 담배거세미나방을 방제하는 데 성공하였다. 성페로몬 트랩의 초기 설치비용은 트랩당 11,000원이었으며, 루어를 1회 교체하는데 트랩당 3,300원의 추가비용을 지출하였다. 연구기간 동안 성페로몬 트랩을 설치하고 운영하는데 지출한 금액을 단위면적 당 비용으로 환산하면 60원/㎡ 정도가 된다. 루어를 45일 간격으로 5회 교체하여 9개월간 이용하는 경우를 가정할 경우, 성페로



**Fig 4.** Number of captured *S. litura* moths in each sex pheromone trap deployed outside of the tomato glasshouse at Sunchang in 2008.   
 □ : Northeast, ▨ : Northwest, ▩ : Southwest, ■ : Southeast

몬을 이용하는데 필요한 단위면적당 경비는 100원/m<sup>2</sup> 정도이며, 농약을 3회 살포하는 것과 비슷한 수준이 된다.

한편 3주차까지 온실 외곽에 설치한 성페로몬 트랩에 포획된 담배거세미나방의 개체수는 방위별로 큰 차이를 보였다. 호수를 바라보는 북동 방향 벽면에는 채집량이 적고, 산지와 인접한 남동방향 벽면에는 채집량이 상대적으로 많았는데(Table 3), 특히 남쪽 방향에 위치한 14번부터 19번 사이의 성페로몬 트랩에서 채집된 개체수가 전체의 60.4%를 차지하고 있다(Fig. 4). 온실 남쪽 방향에 담배거세미나방 발생원이 존재하는 것으로 추정되며, 산기슭을 타고 이동을 하다가 성페로몬 트랩에 유인된 것으로 추정되었다. 한편, 8주차의 채집 성적에는 이와 같은 방향성이 뚜렷하지 않았다. 트랩별 채집량의 변이계수를 비교하면, 3주차의 경우에는 85.1%로 변이 폭이 크지만, 8주차에는 40.1%로 변이 폭이 현저하게 감소하는 것으로 나타났다. 아마도 한 여름철에 채집된 개체들은 멀리서 이동해 온 것이 아니라 포장 인근에서 증식한 것들이 유인되었기 때문으로 판단되었다.

이번 연구 결과를 종합해 보면, 대량 포획용 성페로몬을 유리온실 내부에 설치하는 것보다는 유리온실 외곽에 설치하여 담배거세미나방의 유입을 차단하고 포장 주변의 담배거세미나방의 밀도를 감소시키는 것이 효과적인 것으로 판단되었다. 하지만 성페로몬만으로 담배거세미나방을 방제할 수 있다고 확대 해석하는 것은 바람직하지 않은데, 포장 위생을 강화하여 월동처를 줄이고 천적인 담배장님노린재를 방사한 것이 담배거세미나방의 밀도를 낮추는데 일정 정도 기여했을 것으로 추정되었다. 포장 여건에 따라 다양한 수단(살충제, 교미교란제, 핵다각체 바이러스, 곤충병원성 선충, BT제, 천적, 각종 친환경 자재 등)을 종합적으로 활용하는 것이 바람직할 것으로 생각되었다.

한편, 대량 포획을 통한 유입차단 효과는 시설재배 지역의 환경 조건에 따라 큰 차이를 보일 수 있으므로 주의해야 한다. 비닐하우스의 경우 측창을 열기 때문에 유입 차단 효과가 떨어질 가능성이 있으며, 오히려 시설재배 하우스가 담배거세미나방의 월동처로 이용되거나 성페로몬 트랩 설치 이전에 이미 많은 개체수의 담배거세미나방이 유입되어 있는 상황에는 적용하기 곤란한 기술이다. 성페로몬은 수컷만 유인할 수 있고, 암컷에는 효과가 없다는 점도 유념해야 한다. 한편, 개별 농가 단위에서 벗어나 작목반이나 지역자치단체 규모로 성페로몬을 활용하여 경작지 주변의 담배거세미나방 밀도를 전반적으로 떨어뜨리는 방안에 대해서도 진지한 검토가 필요할 것으로 본다.

## 감사의 글

본 논문은 농촌진흥청 연구과제(천적을 이용한 담배가 루이 방제기술 개발, 교미교란을 이용한 나방류 해충 방제, 성페로몬 트랩에 유인된 나방수와 피해와의 상관관계 분석)를 수행하는 과정에서 얻은 결과를 바탕으로 작성되었습니다. 아울러 연구에 많은 협조를 해 주신 박문상 사장님을 비롯한 '푸른 농원' 관계자 여러 분들께 각별한 감사의 뜻을 표합니다.

## Literature Cited

- Bae, S.D., B.R. Choi, Y.H. Song and H.J. Kim. 2003. Insecticide susceptibility in the different larva of tobacco cutworm, *Spodoptera litura* Fabricius (Lepidoptera: Noctuidae) collected in the soybean fields of Milyang, Korea. Korean J. Appl. Entomol. 42(3): 225-231.
- Bae, S.D., H.J. Kim, G.H. Lee and S.T. Park. 2007. Seasonal occurrence of tobacco cutworm, *Spodoptera litura* Fabricius and beet armyworm, *Spodoptera exigua* Hübner using sex pheromone traps at different locations and regions in Yeongnam district. Korean J. Appl. Entomol. 46(1): 27-35.
- Cho, J.R., W.R. Song, S.Y. Hwang, H.S. Kim and J.O. Lee. 1996. Age-related susceptibility of *Spodoptera litura* larvae to some insecticides. Korean J. Appl. Entomol. 35(3): 249-253.
- Cork, A. 2004. Pheromone manual. p. 73. Natural Resources Institute, Chatham Maritime ME4 4TB, UK.
- Im, D.J., B.R. Jin, K.M. Choi and S.K. Kang. 1990. Microbial control of the tobacco cutworm, *Spodoptera litura* (Fab.), using *S. litura* nuclear polyhedrosis virus. III. field evaluation of the viral insecticides. Korean J. Appl. Entomol. 29(4): 252-256.
- Kim, K.C., J.D. Park and D.S. Choi. 1995. Seasonal occurrence of *Spodoptera exigua* in Chonnam province and a possibility of their control in vinyl house with pheromone traps. Korean J. Appl. Entomol. 34(2): 106-111.
- Kim, D.A., J.S. Kim, M.R. Kil., S.K. Paek, S.Y. Choi, D.Y. Jin, Y.N. Youn, I.C. Hwang and Y.M. Yu. 2008a. Characterization of new *Bacillus thuringiensis* isolated with bioactivities to tobacco cutworm, *Spodoptera litura* (Lepidoptera: Noctuidae). Korean J. App. Entomol. 47(1): 87-93.
- Kim, H.H., S.R. Cho, H.Y. Choo, S.M. Lee, H.Y. Jeon and D.W. Lee. 2008b. Biological control of tobacco cutworm, *Spodoptera litura* (Lepidoptera: Noctuidae) by Steinernematid and Heterorhabditid entomopathogenic nematodes. Korean J. Appl. Entomol. 47(4): 447-456.
- Kim, S.G., J.D. Park, D.I. Kim, D.J. Im, K.C. Kim and Y.M. Yu. 2003. Effects of field application of *Spodoptera litura* nucleopolyherovirus to control *S. litura* in chrysanthemum. Korean J. Appl. Entomol. 42(2): 153-157.

- Kim, Y.G., J.I. Lee, S.Y. Kang, S.C. Han, K.J. Hong, H.S. Kim, J.K. Yoo and J.O. Lee. 1998. Insecticide resistance in the tobacco cutworm, *Spodoptera litura* Fabricius (Lepidoptera: Noctuidae). *J. Asia-Pacific Entomol.* 1: 115-122.
- Kobayashi, Y., T. Ozawa, T. Ohhashi, M. Ohishi, A. Mochizuki and T. Hattori. 1988. Control effects of synthetic sex pheromone against the tortricids (Lepidoptera: Tortricidae) and the common cutworm (Lepidoptera: Noctuidae) on rose in glass- and vinyl-houses. *Proc. Kansai Pl. Prot.* 30: 63-69.
- Krishnaiah, K. 1986. Studies on the use of pheromones for the control of *Spodoptera litura* Fab. on black gram grown in rice fallows. *Indian J. Plant Protection.* 14: 43-46.
- Moussa, M., A. Zaher and F. Kotby. 1960. Abundance of the cotton leafworm, *Prodenia litura* (F.) [*S. litura*], in relation to host plants, I. host plants and their effects on biology (Lepidoptera: Agrotidae-Zenobiinae). *Bull. Kyushu Nat. Agr. Expt. Sta.* 49: 1-110.
- Rao, G.V.R., J.A. Wightman and D.V. Ranga Rao. 1993. World review of the natural enemies and disease of *Spodoptera litura* (F.) (Lepidoptera: Noctuidae). *Insect. Sci. Appl.* 14: 273-284.
- Shiraishi, T.S. Ando and J. Okamoto. 1996. Control of the common cutworm, *Spodoptera litura* (Fabricius), on perilla in plastic house by using synthetic sex pheromone. *Proc. Assoc. Pl. Prot.* 42: 79-82.
- Syobu, S., H. Mikuriya and T. Kondou. 2003. Relationship between adult pheromone trap catches and injury in soybean leaves by young larvae of *Spodoptera litura* F. (Lepidoptera: Noctuidae). *Jpn. J. Appl. Entomol. Zool.* 47: 137-141.
- Taguchi, R. 1961. On the outbreak of tobacco cutworm, *Spodoptera litura* Fabricius. *Plant Quarantine.* 15: 541-542.

(Received for publication March 31 2009;  
revised May 4 2009; accepted May 30 2009)