

# 담배거세미나방(*Spodoptera litura*) 성충의 예찰을 위한 최적 성유인제 조성

정충렬\* · 부경생<sup>1</sup> · 배순도<sup>2</sup> · 한경식<sup>3</sup>

국립산림과학원 산림약용자원연구소, <sup>1</sup>서울대학교 농업생명과학대학, <sup>2</sup>남부식물환경연구소, <sup>3</sup>신구대학교 원예디자인학과

## Optimal Composition of Sex Attractant for Monitoring Adults of *Spodoptera litura* (Lepidoptera: Noctuidae) in Korea

Chung Ryul Jung\*, Kyung Saeng Boo<sup>1</sup>, Soondo Bae<sup>2</sup> and Kyeong Sik Han<sup>3</sup>

Forest Medicinal Resources Research Center, National Institute of Forest Science, Yeongju 36040, Korea

<sup>1</sup>College of Agriculture and Life Sciences, Seoul National University, Seoul 08826, Korea

<sup>2</sup>Nambu Plant Environment Research, Haman 52019, Korea

<sup>3</sup>Department of Smart Gardening, Shingu College, Seongnam 13174, Korea

**ABSTRACT:** This study was conducted to determine the optimal composition of sex attractant for monitoring adults of the tobacco cutworm, *Spodoptera litura*, in Korea. Lures of different compositions from the two sex pheromone components the female, (Z,E)-9,11-tetradecadienyl acetate (Z9E11-14:Ac) and (Z,E)-9,12-tetradecadienyl acetate (Z9E12-14:Ac), were compared for male attraction using synthetic chemicals, rubber septa, and funnel traps in soybean and peanut fields. After sequential tests were conducted using three sets of the two components different ranges from 5:5 to 10:1, from 9:1 to 99:1, and from 9:1 to 39:1, the 19:1 ratio was identified as the most efficient composition. However, *S. litura* males were barely caught in the trap of the Z9E11-14Ac single component lure. The results show that both the sex attractant compounds are necessary for monitoring adults *S. litura* males. The higher the pheromone amount in the dispenser in the range from 0.1 to 10 mg, the more males were attracted. Furthermore, the trap height of 1.5 m was optimal for male capture.

**Key words:** *Spodoptera litura*, sex attractant, (Z,E)-9,11-tetradecadienyl acetate, (Z,E)-9,12-tetradecadienyl acetate, composition

**초록:** 본 연구는 담배거세미나방 국내 개체군의 예찰에 필요한 성유인제의 최적 조성을 찾기 위해 수행하였다. 담배거세미나방 암컷 성충에서 알려진 두 성페로몬 성분인 (Z,E)-9,11-tetradecadienyl acetate, (Z,E)-9,12-tetradecadienyl acetate를 5.5 ~ 10.0 및 9:1 ~ 99.1, 9:1 ~ 39:1 비율 사이에 여러 조성으로 만들어 고무격막 방출제에 담아 펀넬트랩을 이용하여 콩과 땅콩포장에서 수컷 성충에 대한 유인력을 비교한 결과, 두 성분의 19:1 비율이 가장 적절한 유인 조성으로 결정하였다. 그러나 Z9E11-14:Ac 단독 성분 미끼에는 수컷 성충이 거의 유인되지 않았다. 이 결과는 담배거세미나방 성충 예찰용의 성유인제 구성에는 두 성페로몬 화합물이 반드시 필요한 성분임을 나타낸다. 미끼에 담긴 성페로몬은 0.1 ~ 10 mg 사이에서 함량이 증가할수록 유인된 수가 많았다. 적절한 트랩 설치 높이는 1.5 m로 결정하였다.

**검색어:** 담배거세미나방, 성유인제, (Z,E)-9,11-tetradecadienyl acetate, (Z,E)-9,12-tetradecadienyl acetate, 조성

담배거세미나방은 나비목(Lepidoptera) 밤나방과(Noctuidae)에 속하며 중동을 포함한 아시아 대부분의 국가와 러시아, 오세

아니아 대륙에서 열대, 아열대 및 온대에 걸쳐 폭넓은 지역에서 발생하는 해충이다(Kononenko et al., 1998; CABI website, N.D.). 담배거세미나방은 31개 과에 걸쳐 약 70종을 기주식물로 삼고 있으며, 전체 약 140종의 식물에서 발견되는 것으로 알려져 있다(CABI website, N.D.). 국내에서는 대부분의 발작물을 가해 하는데 방제하기가 어려운 대표적인 해충으로 알려져 있다

\*Corresponding author: crjung92@korea.kr

Received February 11 2022; Revised February 16 2022

Accepted February 23 2022

(Cho et al., 1996; Bae et al., 2003).

담배거세미나방의 성페로몬은 일본 연구자들이 처음으로 일본 개체군의 암컷 성페로몬샘 추출물에서 (*Z,E*)-9,11-tetradecadienyl acetate (Z9E11-14:Ac)와 (*Z,E*)-9,12-tetradecadienyl acetate (Z9E12-14:Ac)를 주요 페로몬 성분으로 분리 및 동정하였고(Tamaki et al., 1973), 야외 유인실험을 통해 두 성분의 최적 비율로 8:2부터 39:1까지의 범위를 제시하였으며 10:1 비율을 대표로 'litlure'라고 명명하였다(Yushima et al., 1974). 한편, 실내실험의 수컷 반응검정을 통해 두 성분의 최적 비율을 9:1로 제시하기도 하였다(Tamaki and Yushima, 1974). 이후 Tamaki et al. (1976)은 미고미 암컷에서 방출된 화합물을 분석하여 (*Z*)-9-tetradecenyl acetate (Z9-14:Ac)과 (*E*)-11-tetradecenyl acetate (E11-14:Ac)의 단일 이중결합의 두 아세테이트 화합물을 성페로몬 성분으로 추가 동정하였으나, 이 두 성분을 이미 밝혀진 두 성분(10:1 비율)에 더해도 유인력 강화효과를 나타내지 않는다고 보고하였다. 중국 연구자들은 중국 개체군 암컷의 성페로몬샘 추출물에서 일본 개체군에서 밝혀진 것과 동일한 4종류(Z9E11-14:Ac, Z9E12-14:Ac, Z9-14:Ac 및 E11-14:Ac)를 동정하였다(Sun et al., 2002). 이후 풍동실험을 통해 성분별 역할을 검정하여 보조성분인 Z9E12-14:Ac는 주 성분인 Z9E11-14:Ac의 활성을 증가시킬 수 있지만, 필요 이상의 양을 포함시키면 수컷이 방출원으로 접근하는 행동과 가는 털뭉치(hairpencils) 돌출행동을 오히려 크게 억제한다고 하였다(Sun et al., 2003). 같은 보고에서 Z9-14:Ac와 E11-14:Ac는 수컷 행동에 아무런 영향을 미치지 않으며 Z9E11-14:Ac와 Z9E12-14:Ac의 혼합물에 Z9-14:Ac가 많은 함량으로 섞이면 역시 수컷 행동을 억제한다고 하였다. 야외검정에서는 두 성분의 9:1 비율을 중국 개체군의 유인을 위한 적정 조성으로 제시하였다(Sun et al., 2003). 하지만, 이후 수행한 페로몬의 유인력을 강화시킬 수 있는 식물냄새에 관한 연구에서는 두 성분의 10:1 비율을 사용하기도 하였다(Shen et al., 2009). 대만의 야외조사에서는 10:1의 비율(Yan et al., 1976)이 효과적이라고 보고하였다. 일본, 중국 및 대만에서 보고된 각 지역 개체군의 성페로몬 조성을 비교하면 Z9E11-14:Ac와 Z9E12-14:Ac의 비율을 9:1 또는 10:1로 정리할 수 있다.

현재까지 담배거세미나방 국내 개체군의 성페로몬 성분을 분리, 동정한 연구 결과는 없다. 담배거세미나방을 적절하게 관리하기 위해서는 성페로몬을 이용한 예찰기술 개발이 무엇보다 중요하다. 이에 본 연구에서는 본격적으로 국내 개체군의 성페로몬을 동정하기에 앞서, 기존 연구에서 알려진 담배거세미나방의 두 주요 성페로몬 성분인 Z9E11-14:Ac와 Z9E12-14:Ac를 이용하여 국내 개체군을 대상으로 예찰과 대량포획에 사용

할 수 있는 성유인제의 조성을 구명하였다. 또 이에 더해, 미끼 내 성페로몬 함량과 트랩 설치 높이에 따른 유인성을 검정하였다.

## 재료 및 방법

### 페로몬 성분 및 고무격막 세척

담배거세미나방의 야외 유인실험에 사용한 2종류의 페로몬 성분은 Pherobank B.V. (Wijk bij Duurstede, The Netherlands)에서 구입하였다. 성페로몬 성분의 방출에 영향을 줄 수 있는 고무격막(직경 9 mm, IPM Technologies, Inc., OR, USA)의 불순물을 제거하기 위해 고무격막을 디클로로메탄( $\text{CH}_2\text{Cl}_2$ , Merck KGaA, Darmstadt, Germany)에 24시간 동안 담가 불순물을 용출시키고 용매를 제거한 후 3일 동안 후드 안에서 건조시켜 사용하였다(Heath et al., 1986).

### 최적 조성 및 함량 조사

첫 번째로, 담배거세미나방 성페로몬 두 성분인 Z9E11-14:Ac와 Z9E12-14:Ac의 적정비율을 넓은 범위에서 찾기 위해 5:5, 6:4, 7:3, 8:2, 9:1 및 10:1의 조성을 이용하여 수컷 성충에 대한 유인력을 비교하였다. 두 성분의 전체 함량을 1 mg으로 하여 헥산(hexane, Merck, Germany)에서 녹였고 향산화제인 butylated hydroxytoluene (Sigma-Aldrich, Inc., St. Louis, USA)를 전체 함량의 5%로 추가한 용액을 고무격막에 흡수시켜 미끼로 제조하였다. 대조구로는 헥산만을 처리한 고무격막을 미끼로 사용하였다. 미끼를 장치한 핀넬트랩(Biobest B.V., Westerlo, Belgium)을 1.5 m 높이로 설치하여 담배거세미나방의 유인수를 조사하였다. 트랩은 처리조성들 사이에 최소 10 m를 두어 설치하였고, 이를 3반복으로 설치하여 조사하였다. 본 조사는 2000년 7월 7일부터 8월 2일 사이에 경남 밀양의 땅콩 포장과 2000년 6월 18일부터 30일 사이에 경기 수원 의왕의 콩 포장에서 실시하였다. 트랩은 설치 후 2주마다 조사하였고, 조사 때마다 모든 트랩을 시계방향으로 옆의 트랩 위치로 이동시켜 주었다. 짧은 기간의 조사에서는 한번만 조사하였다. 트랩 내부에는 포획된 담배거세미나방 수컷 성충이 탈출하는 것을 방지하면서 빠른 치사를 유도하기 위해 DDVP가 처리된 Vaportape II®(Hercon Environmental Corp., Emigsville, PA, USA)을 넣어 주었다.

두 번째로, 담배거세미나방 성페로몬 주성분의 최적 비율을 결정하기 위해 보조성분인 Z9E12-14:Ac의 비율을 1로 고정하고, 주성분인 Z9E11-14:Ac의 함량비율을 증가시켜 9:1, 10:1, 19:1, 39:1, 79:1 및 99:1 비율을 비교하였다. 이때 모든 조성의

미끼는 성페로몬 전체 함량을 1 mg으로 동일하게 처리하였다. 본 조사는 밀양의 땅콩 포장에서 2000년 8월 2일부터 9월 4일 사이에 실시하였고, 처리방법은 앞과 같았다.

세 번째로, 주성분의 적정비율을 재확인하기 위해 9:1, 10:1, 19:1 및 39:1 비율을 비교하였다. 실험은 2000년 9월 5일부터 9월 26일까지 밀양의 땅콩 포장에서 앞의 조사와 동일한 방식으로 실시하였다.

미끼에 흡수시킨 성페로몬 함량에 대한 유인력을 알기 위해, 먼저 성분을 19:1의 비율로 고정하고 전체 함량을 0.1, 0.5, 1과 2 mg으로 흡수시킨 미끼의 유인력을 비교하였다. 이어 1, 2, 5 및 10 mg으로 조제한 성페로몬 유인제의 유인력을 비교하였다. 두 실험은 밀양의 땅콩 포장에서 각각 2000년 8월 2일과 9월 4일, 9월 5일과 9월 26일 사이에 실시하였고 트랩 설치는 조성 비교실험과 동일하게 처리하였다.

### 최적 트랩 설치 높이 조사

성페로몬 트랩 설치 높이에 따른 담배겨세미나방 포획의 효율성을 조사하기 위해 두 성분의 19:1 비율, 1 mg으로 조제한 유인제를 넣은 펀넬트랩을 0.5, 1 및 1.5 m 높이로 설치하였다. 직경 3 cm의 PVC를 사용하여 'ㄱ' 모양으로 만든 후 철사를 이용하여 유인제가 들어간 펀넬트랩을 땅콩 포장에 설치하였다. 트랩 높이는 지상에서 성페로몬 유인제 투입구까지의 높이로 결정하였다.

### 통계분석

SAS 프로그램(SAS, 1996)의 PROC GLM을 이용하여 분산 분석을 통해 평균간 차이의 유의성 분석을 하고, 평균간 서열은 95% 신뢰수준에서 던컨 다중검정(Duncan's multiple range test, DMRT)으로 평가하였다.

### 결과 및 고찰

#### 최적 조성 및 함량

경기 수원외의 콩 포장 및 경남 밀양의 땅콩 포장에 설치한 성페로몬 조성별(주성분:보조성분 = 5:5~10:0) 담배겨세미나방 유인수를 조사한 결과, 두 성분 중 주성분인 Z9E11-14:Ac의 비율이 증가할수록 유인된 포획수는 땅콩과 콩 모두에서 증가한 경향을 나타냈다. 주성분 비율이 낮은 다른 비율보다는 8:2 및 9:1의 비율에서 많이 유인되었으며, 이 두 비율 간에 통계적인

유의차는 없었다. 주성분만 단독으로 처리한 유인제(10:0)에서는 두 지역 모두 유인된 개체수가 급격히 감소하여 담배겨세미나방이 전혀 포획되지 않은 대조구 트랩의 결과와 통계적으로 유의한 차이를 나타내지 않았다(Fig. 1). 이상의 결과는 일본(Yushima et al., 1974)과 중국(Sun et al., 2003) 개체군에서 제시한 것과 마찬가지로 국내 담배겨세미나방 개체군에서도 성유인제로 Z9E11-14:Ac가 주성분으로, Z9E12-14:Ac가 보조성분으로 작동하며 두 성분이 모두 필수성분으로 기능을 한다는 것을 명확하게 나타내었다.

일반적으로 성페로몬의 주성분은 먼 거리의 같은 종 개체를 불러 모으며, 보조성분은 교미할 상대가 같은 종이 맞는지 확인하는 역할을 하는 것으로 알려져 있다(Mozuraitis and Buda., 2013; Uehara et al., 2015; Chen et al., 2018a). 본 연구에서도 보조성분인 Z9E12-14:Ac의 유무에 따라 담배겨세미나방 유인

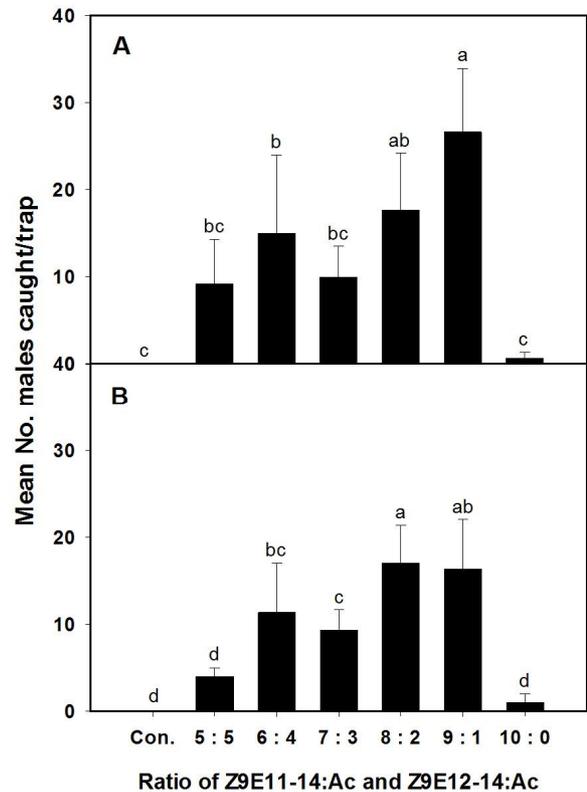


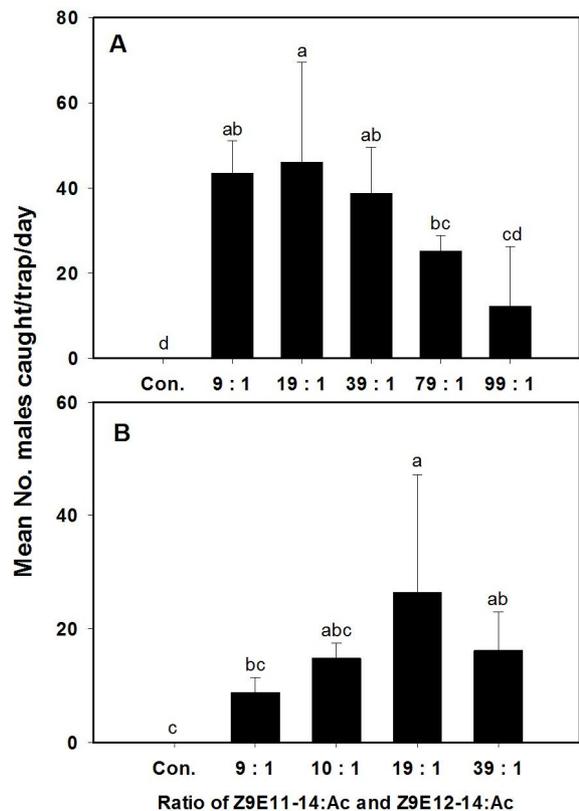
Fig. 1. Mean number of *Spodoptera litura* male moths caught in the funnel trap baited with different ratios of the two sex pheromone components, Z9E11-14:Ac and Z9E12-14:Ac, at a peanut, Milyang (A) and a soybean field, Suwon (B). The amount of pheromone formulated in a treatment trap was 1 mg, and only hexane was used in the control trap (Con.). The monitoring was performed from July 7 to August 2 in Milyang and from June 18 to 30 in Suwon, 2000, respectively. Three for each treatment were replicated. Different letters above the standard deviation bars represent significant difference among means in each composition ratio at Type I error = 0.05.

에 영향이 있다는 것과 주성분인 Z9E11-14:Ac만 처리한 유인제에서 포획 개체수가 급격하게 감소한 것을 확인하였다(Fig. 1). 같은 속(Genus)에 속하는 종들은 일반적으로 페로몬 성분을 공유한다. 따라서 특정 대상 종의 페로몬트랩을 설치한 후 트랩에 유인된 개체를 확인해 보면 대상 종 이외에도 근연종 또는 유사종도 같이 포획된다(Jung et al., 2020). 따라서 근연종 또는 유사종의 유인을 되도록 억제하면서 예찰의 정확도를 높이기 위해서는 대상 종의 보조성분을 이용하여 해결할 수도 있다. Jung et al. (2003, 2014)은 파밤나방(*Spodoptera exigua*)의 보조성분[(Z)-11-hexadecenyl acetate (Z11-16:Ac)]을 이용한 국내 개체군의 유인력 상승효과와 복숭아순나방(*Grapholita molesta*)(Lepidoptera: Tortricidae)의 보조성분을 이용한 복숭아순나방불이(*G. dimorpha*)의 유인 억제를 제시하였다. 본 연구에서, 담배겨세미나방 트랩에 유인된 모든 개체들의 전수조사를 통해 근연종 또는 유사종의 유인이 없음을 확인하였다. 이 관찰 결과는 본 연구의 조성이 담배겨세미나방 수컷에 대해 고도의 특이성을 갖는 성유인제로 작동할 수 있다는 것을 나타내었다.

이러 주성분의 비율을 정확하게 결정하기 위해 두 성분을 9:1부터 99:1까지 조성을 달리하여 처리하였을 때, 19:1 비율에서 가장 많은 유인수를 나타냈었고 이후 39:1 비율부터 99:1 사이에는 주성분 함량이 증가할수록 감소추세를 나타냈다. 79:1 비율은 19:1 비율과 비교해 유인력이 유의하게 감소하였고, 대조구와 유의한 차이를 나타내지 않아 이 비율에서의 유인력 감소현상은 뚜렷하였다. 9:1과 39:1 사이에는 유의한 차이가 나타나지 않았다(Fig. 2A). 따라서 9:1과 39:1의 비율 사이에 10:1의 비율을 추가하여 다시 유인력 검정을 하였는데, Fig. 2A의 결과와 유사하게 10:1과 39:1 사이의 비율에서 유의한 차이는 없었지만 19:1 비율에서 유인수가 가장 많았다. 이 경우 9:1 비율은 19:1 비율과 비교해 유인력이 유의하게 낮게 나타났다(Fig. 2B). 이 연구결과는 두 성분의 5:5부터 39:1 비율 사이에서 진행된 일본 개체군의 야외 유인력 검정에서 19:1과 39:1은 유인력이 거의 동등하였고 8:2와 9:1 비율은 앞의 비율들에 비해 약 79%의 유인력으로 나타난 결과(Yushima et al., 1974)와 크게 다르지 않다. 따라서 본 연구에서는 두 반복 실험을 통해 공통적으로 두 성분의 19:1 비율이 가장 뛰어난 유인력을 나타낸 결과를 기준으로 이 비율을 국내 개체군에 대한 최적 성유인제 조성으로 결정하였다. 하지만, 일본에서 실제 포획수에 차이가 있었음에도 9:1과 39:1 비율 사이를 모두 적절한 유인조성으로 제시(Yushima et al., 1974)한 이후, 최근까지 일본이나 중국에서 담배겨세미나방 미끼로 두 성분의 10:1 비율(Shen et al., 2009; Tojo et al., 2013; Otuka et al., 2020) 혹은 9:1 비율(Chen

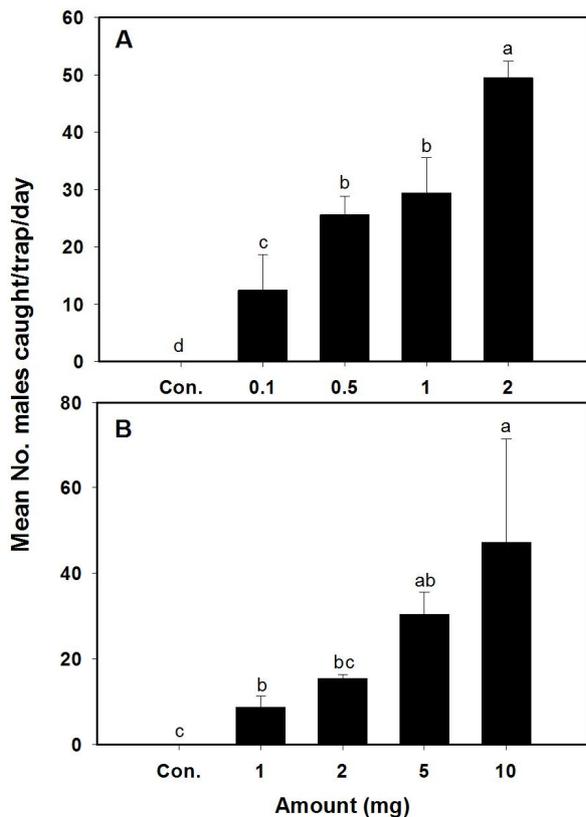
et al., 2018b)을 사용하는 이유는 알기 어렵다. 이는 현재 사용하고 있는 조성으로 목적에 필요한 충분한 포획수를 얻을 수 있거나 다른 종의 해충이 거의 유인되지 않아 조성에 관해 추가적인 검토를 하지 않았던 것으로 짐작된다. 따라서 본 연구에서 제시한 조성 및 다른 비교 조성을 사용하여 담배겨세미나방의 연중발생을 조사하여 첫 발생시기의 탐지 혹은 성충 발생양상의 차이 등을 비교할 수 있다. 또한 대량포획과 같은 직접방제를 시도하여 본 연구에서 제시한 조성의 유효성을 더 정밀하게 판단할 필요가 있을 것이다.

주성분과 보조성분 비율을 19:1로 고정하고 전체 함량을 0.1~10 mg까지 다르게 조제하여 성페로몬 유인제 함량에 따른 유인효과를 조사한 결과, 전체 함량이 증가할수록 유인된 담배겨세미나방의 수는 증가하였다(Fig. 3). 이와 유사한 결과로 Tanaka and Yabuki (1988)의 연구 결과에서도 나타났다. 이와 관련하여 Biobest B.V.에서 구입한 예찰용 유인제(2 mg)와 대량포획용



**Fig. 2.** Mean number of *S. litura* male moths caught in the funnel trap baited with different ratios of the two sex pheromone components, Z9E11-14:Ac and Z9E12-14:Ac, a peanut field, Milyang. The amount of pheromone formulated in a treatment trap was 1 mg. The monitoring was performed from August 2 to September 4 (A) and September 5 to 26 (B), 2000, respectively. Three trap for each treatment were replicated. Different letters above the standard deviation bars represent significant difference among means in each composition ratio at Type I error = 0.05.

으로 사용 가능한 일본 Takeda Pharmaceutical Co. (Tokyo, Japan)의 유인제[5 mg, Z9E11-14:Ac (4.55 mg)와 Z9E12-14:Ac (0.45 mg)]를 대조구로 사용하여 포획수를 조사한 결과, 국내에서 조제한 유인제보다 유인력이 저조하였다(Jung C.R., unpublished observation). 한편, 호주와 미국에서는 핵과류의 주요 해충인 코드린나방(*Cydia pomonella*)(Lepidoptera: Tortricidae) 방제를 위한 교미교란제 처리 포장에서 예찰을 위해 10 mg의 유인제를 사용한다(Vickers et al., 1998; Knight et al., 2007; Il'ichev et al., 2009). 다른 사례로, 열대거세미나방(*Spodoptera frugiperda*)의 크기는 담배거세미나방과 비슷하여 함량 증가에 따라 유인수도 증가할 수도 있겠지만, 0.3 mg과 1.0 mg을 이용한 유인에서 1.0 mg보다는 오히려 0.3 mg에서 더 많이 유인되었다(Seo et al., 2020). 본 연구의 결과만으로 담배거세미나방 예찰용 성유인제에 필요한 함량을 단정적으로 규정하는 것은 어렵다. 이는 처음 처리한 양이 시간이 지나면서 포함된 양이

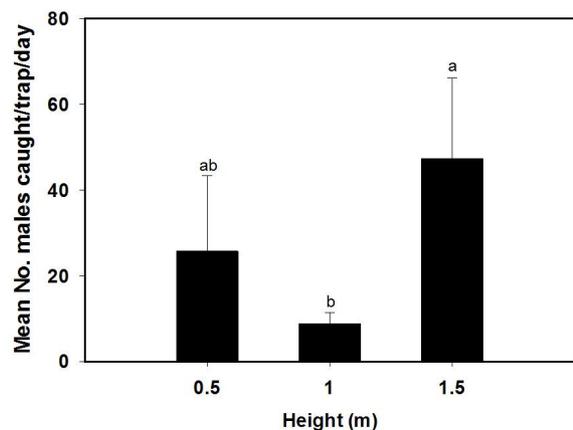


**Fig. 3.** Attraction of *S. litura* male moths to the funnel trap baited with different amounts of sex attractant a peanut field, Milyang. The 19:1 ratio of Z9E11-14:Ac and Z9E12-14:Ac was adopted for a lure in all treatments. The monitoring was performed from August 2 to September 4 (A) and September 5 to 26 (B), 2000, respectively. Three trap for each treatment were replicated. Different letters above the standard deviation bars represent significant difference among means in each composition ratio at Type I error = 0.05.

감소하는 것이 일반적인 현상이다. 실제 사용하는 입장에서는 미끼에서 방출되는 성유인제 성분이 조성의 변화없이 어느 기간까지 동등한 유인력을 지속할 수 있는지에 더 관심을 두어야 하기 때문이다. 여기에는 반응하는 곤충의 감각수준이나 유인제 사용 지점의 다른 생물적, 비생물적 요인들이 관여할 수도 있다. 또 성유인제를 사용하는 목적에 따라 경제적으로 비용을 줄일 수 있는 방식으로 처리해야 한다. 따라서 이와 관련된 내용을 세밀하게 밝힐 필요가 있다.

### 트랩 설치 높이 조사

경남 밀양의 땅콩 재배지 내 담배거세미나방 수컷은 1.5 m 높이의 성페로몬 유인제 트랩에서 더 많이 유인되었으며, 1.0 m 높이보다는 오히려 0.5 m 높이 트랩에서 더 많이 포획되었다 (Fig. 4). 이러한 결과는 조사 당시 땅콩의 지상부 최대 평균 높이는 약 60 cm으로 땅콩 포장에서 우화하는 성충이 더 낮은 트랩에 더 빨리 유인되었거나, 앞에서 방출된 녹색휘발물질이 유인에 영향을 주었을 가능성도 있었던 것이 원인으로 짐작된다. 한편, 1.5 m 트랩의 유인수가 높았던 것은 바람의 영향으로 페로몬 성분이 멀리 퍼져나가 땅콩 포장과 주변에 분포하고 있던 수컷 성충들이 더 넓은 범위에서 유인되었기 때문으로 짐작된다. 효율적인 예찰을 위한 트랩의 최적 높이로 일본과 대만에서는 각각 1.0 m (Oyama, 1974; Yushima et al., 1975; Sato and Fujiwara, 1978) 또는 1.5 m (Tang and Su, 1988; Lee, 1989)로 보고하였고, 중국에서는 1.0~1.5 m라고 하였다(Xiao et al., 2010).



**Fig. 4.** Attraction of *S. litura* male moths to the funnel trap at different heights at a peanut field, Milyang. One mg of sex pheromone formulated with the 19:1 ratio of Z9E11-14:Ac and Z9E12-14Ac was adopted for all treatments. The monitoring was performed from September 2 to 26, 2000. Three trap for each treatment were replicated. Different letters above the standard deviation bars represent significant difference among means in each composition ratio at Type I error = 0.05.

다른 밤나방과는 달리 담배겨세미나방의 성페로몬 연구는 부진한 편이다. 최근 외래해충인 열대겨세미나방의 국내 침입으로 이 해충의 예찰을 위한 페로몬 조성 연구가 진행 중으로 (Lee et al., 2020; Seo et al., 2020), *Spodoptera*속에서 속하는 국내 광식성 해충의 예찰 및 대량포획을 위한 최적 함량, 트랩 설치 높이 등 많은 연구가 필요할 것으로 판단된다.

이상의 고찰을 통해 국내 개체군에서 직접 담배겨세미나방 성페로몬 성분들을 정밀하게 동정하기 전까지는 본 연구 결과에 의존하여 예찰용 미끼로 Z9E11-14:Ac과 Z9E12-14:Ac의 19:1 비율을 사용할 것을 제안한다. 트랩 설치 높이는 대상작물에 따라 다를 수 있지만 일반적으로 1.5 m 높이로 설치할 것을 권한다. 미끼에 포함시킬 성페로몬 함량도 본 연구 결과만으로는 결정할 수 없지만, 일반적으로 사용하는 함량인 1 mg을 권한다.

## 사 사

채소 및 발작물을 가해하는 나방류 해충에 대한 성페로몬 동정, 활용 및 예찰방법이 필요하여 진행하였으며, 故 부경생 교수님의 지도하에 본 연구를 추진하였습니다. 다시 한번 故 부경생 교수님께 깊이 감사드립니다.

## 저자 직책 & 역할

정충렬: 국립산림과학원, 연구사; 실험수행, 자료 분석 및 논문 작성

故 부경생: 서울대학교, 교수; 연구 디자인, 자료 분석 및 검토  
배순도: 남부식물환경연구소, 연구소장; 실험수행 및 자료 분석

한경식: 신구대학교, 교수; 자료 분석 및 검토

모든 저자는 원고를 읽고 투고에 동의하였음.

## Literature Cited

Bae, S.D., Choi, B.R., Song, Y.H., Kim, H.J., 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, 225-231. CABI website, N.D. <https://www.cabi.org> (accessed on 15 January, 2022).

Chen, Q.H., Zhu, F., Tian, Z., Zhang, W. M., Guo, R., Liu, W., Pan, L., Du, Y., 2018a. Minor components play an important role in

interspecific recognition of insects: A basis to pheromone based electronic monitoring tools for rice pests. Insects 9, 192. doi: 10.3390/insects9040192

Chen, Y., Chen, X., Chen, Y., Wei, H., Lin, S., Tian, H., Lin, T., Zhao, J., Gu, X., 2018b. Preparation, characterisation, and controlled release of sex pheromone-loaded MPEG-PCL diblock copolymer micelles for *Spodoptera litura* (Lepidoptera: Noctuidae). PLoS ONE 13, e0203062. doi: 10.1371/journal.pone.0203062

Cho, J.R., Song, W.R., Hwang, S.Y., Kim, H.S., Lee, J.O., 1996. Age-related susceptibility of *Spodoptera litura* larvae to some insecticides. Korean J. Appl. Entomol. 35, 249-253.

Heath, R.R., Teal, P.E.A., Tumlinson, J.H., Mengelkoch, L.J., 1986. Prediction of release ratios of multicomponents pheromones from rubber septa. J. Chem. Ecol. 12, 2133-2143.

Il'ichev, A.L., van de Ven, R., Williams, D.G., Penfold, N., 2009. Monitoring codling moth *Cydia pomonella* L. (Lepidoptera: Tortricidae) in Victorian pome fruit orchards with pear ester. Gen. Appl. Entomol. 38, 57-64.

Jung, C.R., Kim, S.H., Kim, Y., 2014. Enhancement of species-specific attraction by addition of a minor component of sex pheromone gland of *Grapholita dimorpha*. Korean J. Appl. Entomol. 53, 239-246.

Jung, C.R., Park, Y.J., Boo, K.S., 2003. Optimal sex pheromone composition for monitoring *Spodoptera exigua* (Lepidoptera: Noctuidae) in Korea. J. Asia-Pac. Entomol. 6, 178-182.

Jung, J.K., Kim, E.Y., Kim, I.H., Seo, B.Y., 2020. Species identification of noctuid potential pests of soybean and maize, and estimation of their annual adult emergence in Suwon, Korea. Korean J. Appl. Entomol. 59, 97-107.

Knight, A.L. 2007. Influence of within-orchard trap placement on catch of codling moth (Lepidoptera: Tortricidae) in sex pheromone-treated orchards. Environ. Entomol. 36, 425-432.

Kononenko, V.S., Ahn, S.B., Ronkay, L., 1998. Illustrated catalogue of Noctuidae in Korea (Lepidoptera), Insect of Korea 3, Jung-haengsa, Seoul.

Lee, G.S., Seo, B.Y., Lee, J., Kim, H., Song, J.H., Lee, W., 2020. First report of the fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* (Smith, 1979) (Lepidoptera, Noctuidae), a new migratory pest in Korea. Korean J. Appl. Entomol. 59, 73-78.

Lee, S.C., 1989. Survey on the population dynamics and control of *Spodoptera litura* in legumes by using sex pheromone. Chinese J. Entomol. 9, 27-36.

Mozuraitis, R., Buda, V., 2013. Intra- and interspecific activities of semiochemicals from the sex pheromone gland of the welsh clearwing, *Synanthedon scoliaeformis*. J. Chem. Ecol. 39, 1066-1069.

Otuka, A., Matsumura, M., Tokuda, M., 2020. Dispersal of the common cutworm, *Spodoptera litura*, monitored by searchlight trap and relationship with occurrence of soybean leaf damage. Insects 11, 427. doi: 10.3390/insects11070427

Oyama, K., 1974. Effects of virgin female traps on mating behavior

- of *Spodoptera litura* (F.) (Lepidoptera: Noctuidae). Jap. J. Appl. Entomol. Zool. 18, 9-13.
- SAS, 1996. Statistical Analysis System. SAS System for Windows Version 6.12. SAS Institute Inc, Cary NC 27513, USA.
- Sato, Y., Fujiwara, H., 1978. A dry pheromone trap for capturing males of *Spodoptera litura* (F.). Appl. Entomol. Zool. 13, 185-189.
- Seo, B.Y., Jung, J.K., Lee, G.S., Yang, C.Y., Cho, R., Kim, Y.P., 2020. Sex pheromone trapping of *Spodoptera frugiperda* (Noctuidae: Lepidoptera) in Korea and the distribution of intraspecies-specific single nucleotide polymorphisms in the cytochrome c oxidase subunit I (CO I). Korean J. Appl. Entomol. 59, 271-231.
- Shen, Y.L., Gao, Y., Du, Y.J., 2009. The synergism of plant volatile compounds and sex pheromones of the tobacco cutworm, *Spodoptera litura* (Lepidoptera: Noctuidae). Acta Entomol. Sin. 52, 1290-1297.
- Sun, F., Du, J.W., Chen, T.H., 2003. The behavioral responses of *Spodoptera litura* (F.) males to the female sex pheromone in wind tunnel and field trapping tests. Acta Entomol. Sin. 46, 126-130.
- Sun, F., Hu, Y.Y., Du, J.W., 2002. The sex pheromone communication system of *Spodoptera litura* (Fabricius). Acta Entomol. Sin. 45, 404-407.
- Tamaki, Y., Noguchi, H., Yushima, T., 1973. Sex pheromone of *Spodoptera litura* (F.) (Lepidoptera: Noctuidae): Isolation, identification and synthesis. Appl. Entomol. Zool. 8, 200-203.
- Tamaki, Y., Osawa, T., Yushima, T., Noguchi, H., 1976. Sex pheromone and related compounds secreted by virgin females of *Spodoptera litura* (F.). Jpn. J. Appl. Entomol. Zool. 20, 81-86.
- Tamaki, Y., Yushima, T., 1974. Biological activity of the synthesized sex pheromone and its geometrical isomers of *Spodoptera litura* (F.). (Lepidoptera: Noctuidae). Appl. Entomol. Zool. 9, 73-79.
- Tanaka, F., Yabuki, S., 1988. Mass trapping method for common cutworm, *Spodoptera litura* (Fabricius), population by application of synthetic sex pheromones. Bull. Okayama Pref. Agric. Exp. Sta. 6, 12-19.
- Tang, L.C., Su, T.H., 1988. Field trials of the synthetic sex pheromone of *Spodoptera litura* (F.). I. Mass-trapping of males. Chinese J. Entomol. 8, 11-22.
- Tojo, S., Ryuda, M., Fukuda, T., Matsunaga, T., Choi, D.R., Otuka, A., 2013. Overseas migration of the common cutworm, *Spodoptera litura* (Lepidoptera: Noctuidae), from May to mid-July in East Asia. Appl. Entomol. Zool. 48, 131-140.
- Uehara, T., Naka, H., Matsuyama, S., Ando, T., Honda, H., 2015. Identification of the sex pheromone of the diurnal hawk moth, *Hemaris affinis*. J. Chem. Ecol. 41, 9-14.
- Vickers, R.A., Thwaite, W.G., Williams, D.G., Nicholas, A.H., 1998. Control of codling moth in small plots by mating disruption: alone and with limited insecticide. Entomol. Exp. Appl. 86, 229-239.
- Xiao, L., Bai, L., Liu, Y., Shi, X., Tan, Y., 2010. Effects of different factors on traps with sex pheromone of *Spodoptera litura*. Acta Phytophylacica Sin. 37, 365-369.
- Yan, L.C., Chow, Y.S., Lee, M.Y., Chang, Y.C., 1976. Study on the effectiveness of *Spodoptera litura* sex pheromone in Taiwan. Sci. Agric. 24, 173-176.
- Yushima, T., Tamaki, Y., Kamano, S., Oyama, M., 1974. Field evaluation of a synthetic sex pheromone, "Litlure", as an attractant for males of *Spodoptera litura* (F.) (Lepidoptera: Noctuidae). Appl. Entomol. Zool. 9, 147-152.
- Yushima, T., Tamaki, Y., Kamano, S., Oyama, O., 1975. Suppression of mating of the armyworm moth, *Spodoptera litura* (F.), by a component of its sex pheromone. Appl. Entomol. Zool. 10, 237-239.