

## Attractive Effects Efficiency of LED Trap on Controlling *Plutella xylostella* Adults in Greenhouse

Jun-Hwan Park · Sang-Min Lee · Sang-Guei Lee\* · Hoi-Seon Lee\*

### LED 트랩을 이용한 온실내 배추좀나방에 대한 유인효과

박준환 · 이상민 · 이상계\* · 이희선\*

Received: 6 March 2014 / Accepted: 7 April 2014 / Published Online: 30 September 2014  
© The Korean Society for Applied Biological Chemistry 2014

**Abstract** This study was conducted to determine the attractive effects of *Plutella xylostella* adults to light emitting diode (LED) trap in greenhouse and compared with those of no light trap and black-light which is typically used in commercial luring lamp. The green LED trap captured more *P. xylostella* when compared with black-light trap, whereas the no light trap was a little attractive to *P. xylostella* adults. These results indicated that the green LED traps could be used for environmental insect pest control.

**Keywords** attractive effect · environmental insect pest control · light-emitting diode trap · *Plutella xylostella*

J.-H. Park · H.-S. Lee  
Department of Bioenvironmental Chemistry and Institute of Agricultural Science & Technology, College of Agriculture & Life Science, Chonbuk National University, Jeonju 561-756, Republic of Korea

S.-M. Lee  
Jeonju Hanil High School, Jeonju 560-818, Republic of Korea

S.-G. Lee  
Crop Protection Division, Department of Crop Life Safety, National Academy of Agriculture Science, Wanju-gun 565-851, Republic of Korea

\*Corresponding authors (H.-S. Lee: hoiseon@jbnu.ac.kr)  
(S.-G. Lee: sglee@rda.go.kr)

This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

배추좀나방(*Plutella xylostella*)은 나비목 집나방과에 속하며 배추, 무, 양배추, 유채 등 십자화과 작물에 대하여 전세계적으로 피해를 주고 있는 주요 식엽성 해충이며, 세계적으로 연간 10 억불 이상의 방제비용이 들고 있는 주요 해충이다(Talekar 과 Shelton, 1993). 현재까지 배추좀나방을 방제하기 위한 방법으로 다양한 화학 방제법을 사용해 왔으나 각종 합성약제의 연용과 오남용 등으로 인한 환경오염 및 대상 해충의 저항성 발달이 전세계적으로 보고되고 있다(Tabashnik, 1994; Yang 등, 2002). 이러한 화학적 방제법의 문제점을 해결하고자 다양한 친환경 해충방제법 (예: 합성 페로몬 트랩, 접착트랩, 스트레스 음파 등) 개발에 관한 연구가 진행되고 있다(Yang 등, 2003; Bae 등, 2007; Park 등, 2011; Kim 등, 2012; Yang 등, 2013).

일반적으로 곤충은 350–700 nm 범위의 빛 파장을 인지하고 반응하며 빛에 대한 곤충 눈의 반응은 파장과 광자 밀도(photon flux density)에 따라 영향을 받는다(Land, 1997). 따라서 기존 광원과 비교하여 고효율, 선택적인 파장 조절, 긴 수명 및 낮은 발열 등과 같은 이점을 가진 LED(light emitting diode)를 이용한 친환경적 해충방제를 연구가 주목되고 있다(Yeh과 Chung, 2009; Kim과 Lee, 2012). 본 연구팀의 이전 연구에서 LED에 대한 배추좀나방의 행동반응 실내 실험결과 배추좀나방은 광에 대해 주광성 행동반응을 나타냈으며, 기존광원보다 높은 유인활성을 나타내었다(Cho 와 Lee, 2012). 따라서 본 연구는 이전 연구 결과를 바탕으로 제작된 LED 트랩의 시설재배지내 이용 가능성을 검토하기 위해 온실에서 실증실험을 실시하였다.

본 연구에 사용한 배추좀나방은 국립농업과학원 농업과학원 농업생물부로부터 분양 받아 온도 25±1°C, 상대습도 50±5% 및 광주기 16L:8D 조건하의 향온향습실에서 배추묘종을 기주로 이용하여 누대 사육하였다.

배추좀나방 행동반응 실험에 사용된 green LED (520 nm) 및 BLB는 씨엘라이트(Ciel light, Korea)사에서 구입하였으며, Kim 과 Lee (2012)에 의해 고안된 실험용 모빌형 포집장치에 착안하여 본 연구 환경에 맞게 수정 및 보완하여 제작한 트랩을 사

용하였다. 제작된 LED 트랩은 약제를 처리하지 않은 배추 모종이 재배된 세동의 온실(100 m<sup>2</sup>)에 각각 2개씩 빛의 확산 범위 및 간섭효과를 고려하여 설치하였으며, 높이는 일반적으로 예찰에 이용되는 작물 높이에 설치하였다. 실험구로 사용된 온실 A동에는 green LED 트랩과 B동에 BLB LED 트랩을 각각 작동시켰으며, 대조구로 사용된 온실 C동에는 광원장치를 장치를 장착하지 않은 트랩만 설치하였다. 각 장치에는 곤충을 포집하기 위한 투명한 sticky를 부착하여 사용하였다. LED 트랩은 빛의 확산 범위 및 간섭효과를 고려하여 설치하였으며, 높이는 일반적 예찰에 이용되는 작물 높이에 위치시킨 후에 배추 줄나방 성충 약 500마리를 방사하여 기주에 정착할 수 있도록 하고 일주일간 LED 트랩을 작동시켰다. LED 트랩의 가동시간은 24시간으로 설정하여 작동시켰으며, 이후 포획된 배추줄나방 성충 개체수를 파악하여 유인효과를 검증하였다. 각각의 LED 트랩에 얻어진 결과를 SPSS(ver. 18, SPSS INC., USA)를 이용하여 평균±표준오차 또는 백분율(%)로 결과값을 나타내었다. 또한 분산분석(ANOVA)을 이용하여 결과 값의 유의성을 검증하였으며, 사후검정으로는 Tukey's HSD test를 사용하였다.

본 연구팀의 이전연구에서 배추줄나방의 LED 파장에 따른 행동반응을 조사하기 위하여 blue (470 nm), green (520 nm), yellow (590 nm), red (625 nm), UV (365 nm), IR (730 nm) LED를 이용하여 주광성 행동반응을 관찰한 결과 green LED가 가장 뛰어난 유인활성을 나타내었다(Cho와 Lee, 2012). 이 결과를 바탕으로 시설재배지내 배추줄나방을 효과적으로 방제하기 위해 개발된 해충포집장치에 실제 실험에서 가장 활성이 뛰어난 green LED를 장착하여 실험하였다.

이들의 생리활성을 비교하기 위해 신쿄(Sankyo Denki Co. Ltd., Japan)에서 구입한 black-light를 사용하였고, 음성대조구로는 광원을 설치하지 않은 트랩만 설치된 온실에서 실험을 실시하였다(Table 1). 실험 결과 배추줄나방은 green LED 트랩에서 가장 높은 유인활성을 나타내었다. 반면, 현재 시중에서 널리 사용되고 있는 black-light의 경우, 광원이 설치되지 않은 대조구와 비교하여 배추줄나방에 대한 유인 활성은 나타내었으나, green LED 보다는 적은 개체수가 포획되었으며 광원을 설치하지 않은 트랩에서는 포획되는 배추줄나방 개체수 변화가 거의 일어나지 않았다. 이는 실제 검정에 있어서 배추줄나방 성충이 green LED에서 우수한 유인활성을 나타낸다는 연구결과와 유사한 결과(Cho와 Lee, 2012)를 보여주었다. Green LED와 black-light 모두 시험을 진행한 7일 중 1일 째 가장 높은 배추줄나방의 유인 활성을 나타내었으며, 시간이 경과함에 따라 유인되는 배추줄나방 성충의 개체수는 감소하였다. 이는 초기에 green LED와 black-light가 배추줄나방 성충의 시각적 시스템에 영향을 주게 되어 높은 유인활성을 나타내는 반면, 시간이 지남에 시각적 반응을 둔감하게 하여 초기 반응보다 유인활성이 감소되는 것으로 보이며, 또한 시간이 지남에 따라 포획된 배추줄나방 성충의 개체수 감소는 해충의 생활사에 의한 배추줄나방 성충개체의 자연 감소로 사료된다. 본 연구결과에서 광원이 장착되지 않은 트랩에서는 배추줄나방 성충에 대한 유인활성이 나타나지 않았다. 따라서 본 실험결과는 LED 광원의 유인활성에 의한 배추줄나방 개체 밀도 감소임을 알 수 있었다.

이전 연구에서 일반적으로 나비목(Lepidoptera) 해충들이 자외선 영역의 빛에 대해 강한 유인 활성을 나타낸다고 보고되었지만(Langevelde 등, 2011), 본 연구에 사용된 배추줄나방 성충

**Table 1** Attraction effects of three types of traps against *Plutella xylostella* adults in the greenhouse condition<sup>1)</sup>

Day	Number of insects / trap / day (means±SEM) <sup>2)</sup>		
	No light	Black light	Green LED
1 day	0±0.0b	48.0±1.5b	85.4±1.2a
2 day	0±0.0b	35.7±2.2b	77.5±1.5a
3 day	0.6±0.5b	33.0±1.6b	73.5±1.5a
4 day	1.0±0.5b	25.0±2.3b	60.5±1.7a
5 day	1.3±0.5b	17.4±1.5b	50.5±0.5a
6 day	1.0±0.5b	17.2±0.8b	35.0±3.0a
7 day	1.5±0.5b	14.5±2.0b	10.5±0.5a

<sup>1)</sup>Each value is the average of 3 determinations with 500 adult insects per replication.

<sup>2)</sup>Means followed by the same letter in same row are not significantly different ( $p=0.05$ ).

에 대해서는 자외선 영역의 빛을 방출하는 black-light 보다 520 nm 영역의 green LED가 더 높은 유인 활성을 나타내었다. 이와 유사하게 나비목(Lepidoptera) 해충의 일종인 담배거세미나방에 대해서도 green LED가 가장 높은 유인 활성을 나타낸다고 보고되어 있다(Yang 등, 2012). 또한, green LED는 나비목(Lepidoptera) 해충뿐만 아니라, 시설재배지내에서 주요해충으로 알려져 있는 목화진딧물(*Aphis gossypii*), 작은뿌리파리(*Bradysia coprophila*), 매미충(*Empoasca* spp.), 온실가루이(*Trialeurodes vaporariorum*)에 대해서도 green LED 광원에서 가장 높은 유인활성을 나타낸다고 보고된 바 있다(Chen 등, 2004; Chu 등, 2004).

본 연구에서 제시한 green LED 광원은 온실내 실험을 통해 효과적으로 배추줄나방 성충을 유인할 뿐만 아니라 상업적으로 널리 이용되던 black-light 광원 보다 우수한 유인활성을 나타내었으며, 이는 기존에 black-light를 이용한 해충트랩을 대체하여 시설재배지내에서의 친환경적 해충방제에 적용 가능성을 시사하였다.

## 초 록

배추줄나방에 대한 light emitting diode (LED) 트랩의 시설재배지내 이용가능성을 평가하기 위해 LED 트랩의 유인활성을 광원이 장착되지 않은 no light 트랩과 상업적 대조구인 black-light 트랩과 비교하였다. 그 결과 green LED 트랩에서 가장 높은 유인활성을 나타내었으며, 상업적 대조구로 사용된 black-light의 경우 광원이 설치되지 않은 no light와 비교하여 유인활성을 나타내었으나 green LED 보다 낮은 활성을 나타내었다. 이러한 결과를 바탕으로 green LED 트랩이 시설재배지내에서 친환경적 해충방제법으로의 가능성을 보여주었다.

**Keywords** 배추줄나방 · 유인활성 · light emitting diode 트랩

**감사의 글** 본 논문은 농촌진흥청 연구사업(세부과제명: 농식품 저장시설내 LED 광원을 이용한 저극해충용 방제기술 개발, 세부과제번호: PJ01004501)의 지원에 의해 이루어진 것임.

## References

- Bae SD, Kim HJ, Lee GH, and Park ST (2007) Seasonal occurrence of tobacco cutworm, *Spodoptera exigua* (Hubner) using sex pheromone traps at different locations and regions in yeongnam district. *Korean J Appl Entomol* **46**, 27–35.
- Chen TY, Chu CC, and Henneberry TJ (2004) Monitoring and trapping insects on poinsettia with yellow sticky card traps equipped with light emitting diodes. *HortTechnology* **14**, 337–41.
- Cho KS and Lee HS (2012) Visual preference of diamondback moth, *plutella xylostella*, to light-emitting diodes. *J Appl Biol Chem* **55**, 681–4.
- Chu CC, Simmons AM, and Chen TY (2004) Lime green light-emitting diode equipped yellow sticky card traps for monitoring whiteflies, aphids and fungus gnats in greenhouses *Entomologia sinica* **11**, 125–33
- Kim MG and Lee HS (2012) Attraction effects of LED trap to *Spodoptera exigua* adults in the greenhouse. *J Appl Biol Chem* **55**, 273–5.
- Land MS (1997) Visual acuity in insects. *Ann Rev Entomol* **42**, 147–77.
- Langevelde FV, Ettema JA, Donners M, Wallisdevries MF, and Froenendijk D (2011) Effect of spectral composition of artificial light on the attraction of moths. *Biol Conserv* **144**, 2274–81.
- Park JA, Seok J, Parasad SV, and Kim Y (2011) Sound stress alters physiological processes in digestion and immunity and enhances insecticide susceptibility of *Spodoptera exigua*. *Korea J Appl Entomol* **50**, 39–46.
- Tabashnik BE (1994) Evolution of resistance to *Bacillus thuringiensis*. *Ann Rev Entomol* **39**, 47–79.
- Talekar NS and Shelton AM (1993) Biology, ecology, and management of the diamondback moth. *Ann Rev Entomol* **38**, 275–301.
- Yang JY, Cho KS, Chung NH, Kim CH, Suh JW, and Lee HS (2013) Constituents of volatile compounds derived from *Melaleuca alternifolia* leaf oil and acaricidal toxicities against house dust mites. *J Korean Soc Appl Biol Chem* **56**, 91–4.
- Yang JY, Kim MG, and Lee HS (2012) Phototactic behavior: attractive effects of *Spodoptera litura* (Lepidoptera: Noctuidae), tobacco cutworm, to high-power light-emitting diodes. *J Appl Biol Chem* **55**, 809–11.
- Yang YC, Lee SG, Lee HK, Kim MK, Lee SH, and Lee HS (2002) A piperidine amide extracted from *Piper longum* L. fruit show activity against *Aedes aegypti* mosquito larvae. *J Agric Food Chem* **50**, 3765–7.
- Yang YC, Lim MY, and Lee HS (2003) Emodin isolated from *Cassia obtusifolia* (Leguminosae) seed shows larvicidal activity against three mosquito species. *J Agric Food Chem* **51**, 7629–31.
- Yeh N and Chung JP (2009) High-brightness LEDs-energy efficient lighting sources and their potential in indoor cultivation. *Renew Sust Energy Rev* **13**, 2175–80.