

# 콜레마니진디벌에 대한 LED 광원의 유인효과

함은혜\*, 남윤복, 전해정<sup>1</sup>, 박영균<sup>2</sup>, 임언택<sup>2</sup>, 이영수<sup>3</sup>

(주)오상킨섹트 생물자원연구소, <sup>1</sup>국립생태원 정책기획과, <sup>2</sup>안동대학교 식물의학과, <sup>3</sup>경기도농업기술원

## The Attractant Effects of LED Lights on *Aphidius colemani*

Eun Hye Ham\*, Yun Bok Nam, Hye Jeong Jun<sup>1</sup>, Young Gyun Park<sup>2</sup>, Un Taek Lim<sup>2</sup> and Young Su Lee<sup>3</sup>

Institute for Bioresources, Osangkinsect Co., Ltd., Namyangju 12090, Korea

<sup>1</sup>Department of Research Planning, National Institute of Ecology, Seocheon 33657, Korea

<sup>2</sup>Department of Plant Medicals, Andong National University, Andong 36729, Korea

<sup>3</sup>Gyeonggi-do Agricultural Research & Extension Services, Hwaseong 18388, Korea

**ABSTRACT:** In this study, we sought to determine an appropriate LED light source that can be applied for the quality control of *Aphidius colemani*. Four LED light sources (385, 405, 450, and 660 nm) were evaluated in a Y-tube experiment (choice test) using a 5,000-k white LED as a control. The 385 nm LED light source was found to have attractant effect on *A. colemani*. In a no-choice test (Y-tube experiment) evaluating the remaining three LED light sources (385, 405, and 450 nm), the attractiveness of these light sources for *A. colemani* was high in the order 450 nm > 385 nm > 405 nm light, with no statistically significant differences between 450 nm and 385 nm. Given that 385 nm LED illumination may cause skin damage, we selected 450 nm LEDs for application in a device used for the quality control of *A. colemani*, which we subsequently demonstrated to have an attraction rate of 87.4%. We believe the findings of this study will make a valuable contribution to the quality control of natural enemies.

**Key words:** *Aphidius colemani*, Attraction effect, LEDs, Quality control device, Natural enemy

**초록:** 본 연구는 콜레마니진디벌의 품질확인장치에 적용할 수 있는 LED 광원을 선별하기 위하여 수행되었다. 4개의 LED 광원(385, 405, 450, 및 660 nm)을 대조구로 5,000k 백색 LED를 사용하여 Y자관 시험에서 선택시험을 수행한 결과, 385 nm LED 광원만 콜레마니진디벌에 대한 유인효과가 있었다. 하지만 3개의 LED 광원(385, 405, 및 450 nm)과 대조구로 5,000k 백색 LED를 사용하여 비선택시험을 수행한 결과, 450 nm > 385 nm > 405 nm 광원 순으로 유인효과가 높았으나 450 nm와 385 nm 광원간 유의차는 없었다. UV-A에 속하는 385 nm LED 광원은 피부질환을 초래할 수 있는 우려가 있어 제외하였고, 최종 450 nm LED 광원을 콜레마니진디벌 품질확인장치에 적용할 광원으로 선별하였다. 450 nm LED 광원을 콜레마니진디벌 우화기구에 적용한 결과, 87.4%의 높은 유인효과를 확인 할 수 있었다. 이러한 결과는 천적 품질관리에 유용하게 활용될 수 있을 것으로 생각된다.

**검색어:** 콜레마니진디벌, 유인효과, LED 광원, 품질관리장치, 천적

일반적으로 소비자는 가격과 품질이 어느 정도 긍정적인 상관관계가 있다고 믿고 있으며, 이러한 믿음이 높은 소비자들은 가격보다는 품질을 더 중요하게 고려하기 때문에 품질 손실에 대한 민감성이 높다는 보고도 있다(Yang and Lee, 2017; Suk and Lee, 2019; KNERF, 2021). 생물적 방제 시장에서도 제품

의 가격과 품질의 관리는 경쟁적 압력으로 작용되고 있으며, 고 품질/효율 천적에 대한 수요는 안전 농산물에 대한 수요와 함께 꾸준히 증가하고 있다(KNERF, 2021). 농업 현장에서 사용되는 천적 곤충들은 실내 연속 사육에 의해 유전적 특성이 불건전 해지거나, 제품 포장 및 유통과정에서 활력이 떨어질 수 있으므로 생산 과정에서나 유통과정에서 엄격한 품질 유지/관리 시스템이 요구된다(KNERF, 2021). 천적의 해충방제 효과는 방제제로서의 생물적 특성뿐만 아니라 최종 소비자에게 전달되는 생물의 품질에 의해서도 좌우된다(Garzon and Beitia, 2009).

\*Corresponding author: hameunhye@hotmail.com

Received October 31 2022; Revised November 7 2022

Accepted November 17 2022

천적의 품질관리는 생산자에 의한 생산 공정 및 제품 관리와 소비자에 의한 제품의 품질을 확인하는 단계로 나누어 생각할 수 있으며, 이러한 일련의 과정은 통일된 표준의 방법으로 진행될 필요가 있다(Leppla, 2003; KNERF, 2021).

곤충 대량생산에서 품질관리의 필요성은 ‘Screwworm Sterile Insect Technique (SIT) program’이 진행되면서 대두되었다(Leppla and De Clercq, 2019). 이 SIT 프로그램은 1950년대부터 운영되었지만, 실패를 거듭하면서 품질이 떨어지는 곤충의 생산 및 방사가 원인임을 인지하게 되었다(Leppla and De Clercq, 2019). 그 이후, 해충 방제의 성공률을 제고하기 위하여 생물에 대한 품질관리 개념이 도입되었다(Leppla and De Clercq, 2019). Boller와 Chambers가 1977년 초파리 품질 관리에 대한 ‘Idea book’을 발간한 것을 계기로 본격적인 연구가 시작되었고, 이 저자들은 품질관리에 대한 다양한 학파를 모아 1980년 10월 13일에 IOBC (International Organization for Biological Control)의 ‘Global Mass Rearing and Quality Control Working Group’을 구성하였다(Parker et al., 2021; Leppla and De Clercq, 2019). 이후 그룹명은 ‘Mass Rearing and Quality Assurance (MRQA)’로 변경되었다. MRQA/IOBC는 2003년에 ‘Quality Control and Production of Biological Control Agents: Theory and Testing Procedures’를 발간하여, 현장에서 활용되고 있는 천적 26종의 품질관리를 위한 방법을 제시하였다(van Lenteren, 2003). 최근에는 새로운 천적류에 대한 품질 기준 안의 추가와 다양한 사용자 맞춤형 품질관리 기준의 구축이 필요하다는 의견들을 수렴하여, 2019년부터 2003년에 발간된 책자의 업데이트를 위한 작업을 진행중에 있다.

국내에서도 관련 산학연과 농업 현장에서는 천적의 품질을 빠르고 간편하게 확인할 수 있는 방안을 모색하고자 하는 시도가 지속되어 왔다. 2017년에 ‘Grower Guide: Quality Assurance of Biocontrol Products’의 번역서인 ‘천적 품질관리 매뉴얼’이, 2021년에 천적연구회 회원들이 MRQA/IOBC 자료를 참고하여 국내 실정에 맞는 기준과 방법을 일부 제시한 ‘천적 품질관리 지침서’가 발간되었다(Buitenbuis et al., 2017; KNERF, 2021). 이 책자에서 천적의 품질을 확인할 수 있는 다양한 방법들을 제시하고 있으나, 천적에 대해 익숙하지 않은 사람들에게는 여전히 쉬운 일은 아닐 것이다.

최근 일부 광원의 빛이나 파장에 따라 해충이나 천적이 유인되거나 기피되는 특성을 이용하여 곤충의 공간 분포를 인위적으로 조절하고자 하는 연구들이 진행되고 있다(Ogino et al., 2016; Gidske, 2020; Park and Lee, 2021; Park et al., 2021). Park and Lee (2021)는 담배가루이(*Bemisia tabaci*, 노린재목: 가루이과)의 밀도를 효과적으로 억제하기 위하여, UV-LED 광원

(385 nm)을 방제 현장에 적용하여 천적인 담배장님노린재(*Nesidiocoris tenuis*, 노린재목: 장님노린재과)의 정착을 향상시킬 수 있다고 보고한 바 있다. Park et al. (2021)은 UV-LED 광원(385 nm)이 미끌애꽃노린재(*Orius laevigatus*, 노린재목: 꽃노린재과)에게 유인효과가 있다고 보고하였고, Ogino et al. (2016)은 405 nm (violet)의 LED 광원이 애꽃노린재(*Orius sauteri*) 유인효과가 있다고 제시하였다. 또한, Gidske (2020)는 고추(*Capsicum annuum*, 가지목: 가지과)에 UV-LED를 처리하면 복숭아혹진딧물(*Myzus persicae*, 노린재목: 진딧물과)의 밀도를 억제할 수 있으나, 콜레마니진디벌(*Aphidius colemani*, 벌목: 고치벌과)의 기생활동에는 영향을 주지 않았다고 보고하였다.

콜레마니진디벌은 기주 해충을 탐색하는 능력이 뛰어나고, 저온에서도 양호한 비행 능력을 갖고 있는 기생성 천적으로, 1991년에 생물적 방제 인자로 처음 적용되었으며, 지중해이리응애(*Amblyseius swirskii*, 진드기목: 이리응애과) 다음으로 세계에서 두번째로 적용 빈도가 높은 우수한 천적으로 알려져 있다(RDA, 1998; van Lenteren, 2012). 본 연구에서는 2018년에 실시된 ‘천적 활용 실태조사’에서 국내 농업 현장에서 사용 빈도가 가장 높은(Ham and Yun, 2021) 콜레마니진디벌에 대한 LED 광원의 유인효과를 조사한 결과를 보고하고자 한다.

## 재료 및 방법

### 대상 천적

본 연구에 사용된 콜레마니진디벌은 1병에 500개 머미(mummy)가 들어있는 (주)오상킨섹트(한국) 제품이다. 콜레마니진디벌 머미는 뚜껑에 환기망(Ø 4 cm)이 부착된 사용 용기(주)에스피엘, 한국, 310102, 10 D × 4 H cm)에 100개씩 넣어 25 ± 2°C, 70 ± 5%, 16L: 8D로 설정된 실험실에서 우화를 유도하였다. 우화한 성충은 흡충기로 30마리씩 모아 사용하였다.

### LED 광원에 대한 콜레마니진디벌의 반응

LED 광원에 대한 콜레마니진디벌의 반응은 하나의 stem에 두개의 arm을 20 cm의 길이(arm 각도: 120°)로 제작한 Y자관(주)Skycare, 한국, Ø 4.5 cm)에서 선택시험과 비선택시험으로 확인하였다(Fig. 1). LED 처리에는, 국제조명위원회 CIE 분류에 의해 장파장 영역 UV-A (315~400 nm)에 속하는 385 nm와 가시광선 영역(400~780 nm)에 속하는 405 nm (violet), 450 nm (blue)와 660 nm (red)로 4개 광원이 사용되었으며, 대조구

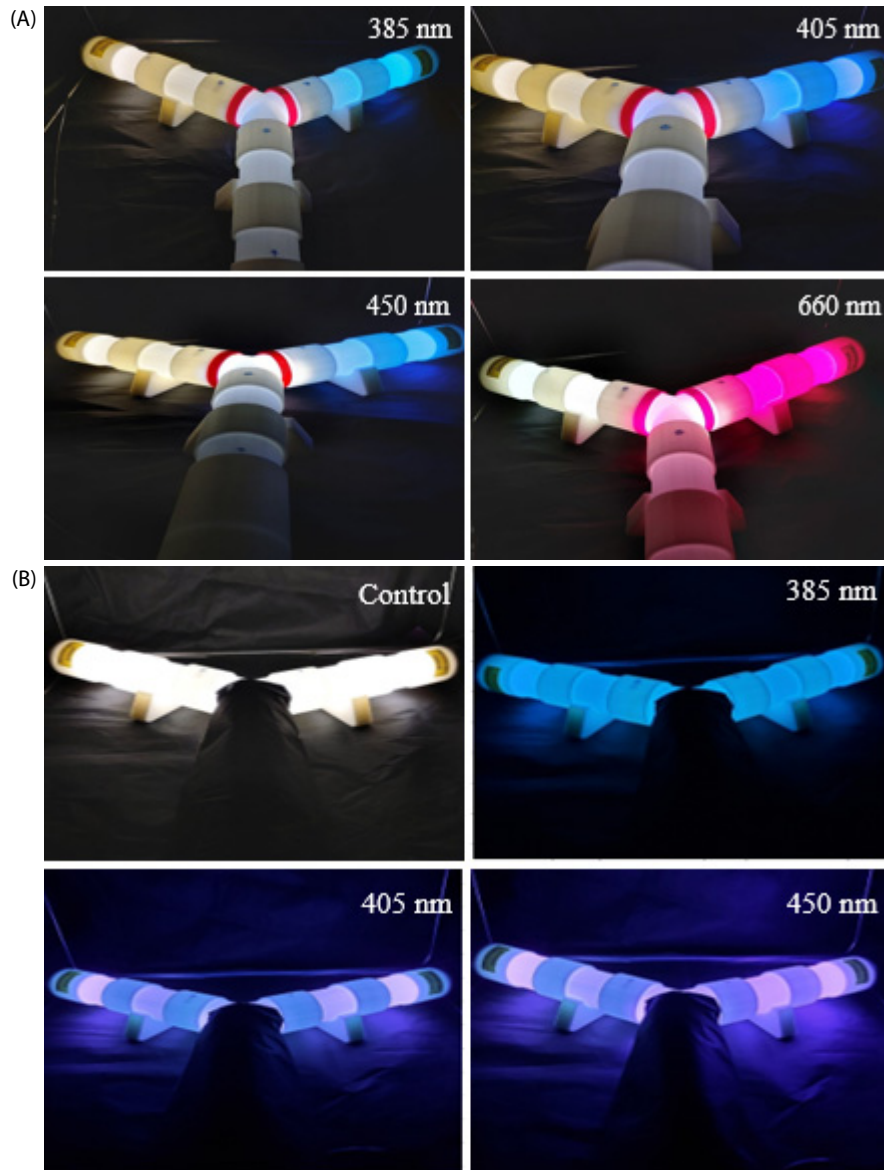


Fig. 1. Y-tube tests setup: (A) Choice test and (B) No-choice test.

로 5,000k 백색 LED를 사용하였다. Y자관 양 끝 부분에 황색의 종이 평판트랩(쥬그린아그로텍, 한국, 35 × 25 cm)을 높이 2.7 cm와 길이 15 cm로 잘라서 말아 넣고, LED 광원을 설치하였다. 방사 지점에 흡충기로 모은 콜레마니진디벌(≤ 2 days old) 30마리를 넣고, 30분 동안 각 광원을 조사하였다. 실험이 진행되는 동안 Y자관은 빛을 막아줄 수 있는 검은 천으로 덮어 다른 빛의 간섭을 최소화하였다. 광원 조사 후에 방사지점에 남아있는 진디벌은 무반응으로 계수하였고, Y자관의 중심부 통로에 위치해 있는 천적은 제외하고, 각 광원 쪽의 트랩에 부착된 개체만 광원에 유인된 것으로 계수하였다. 본 실험은 12반복 수행하였다.

비선택시험은 선택시험에서 유인 효과가 없었던 LED 광원은 제외하고 진행하였다. 대조구는 상기 실험과 동일하게 5,000k 백색 LED를 사용하였다. 천적 방사지점에서 17 cm가량의 통로는 검은 천으로 말아서 광원이 설치되어 있는 양쪽 끝으로의 유인력을 최대화하였다. Y자관 양 끝 부분에는 황색의 종이 평판트랩(쥬그린아그로텍, 한국, 35 × 25 cm)을 높이 2.7 cm와 길이 15 cm로 잘라서 말아 넣고, 양 쪽 끝에 동일한 LED 광원을 설치하였다. 방사 지점에 콜레마니진디벌(≤ 2 days old) 30마리를 넣고, 광원은 30분 동안 조사하였다. 이때, 외부 빛의 간섭을 제외시키기 위하여 Y자관은 빛이 투과되지 않는 검은 천으로 덮어두었다. 광원 조사 후에 방사지점에 머물러 있는 진디

별 개체수는 제외하고, 광원 쪽으로 이동한 개체만 광원에 유인된 것으로 계수하였다. 본 시험은 6반복 수행하였다.

### 선발된 LED 광원을 적용한 우화 기구의 콜레마니진디벌 유인효과

상기 실험에서 선발된 광원을 적용한 우화 기구의 콜레마니진디벌 유인효과를 5,000k 백색 LED를 적용한 대조구와 광원을 적용하지 않은 무처리구와 비교하였다(Fig. 2). 흡충기 용기(높이 7 cm)가 우화 기구 하단부 아래에 위치할 수 있도록, 오아시스(한국스미더시오아시스㈜, 한국, 23 × 11 × 8 cm)를 활용하였다. 흡충기 용기를 오아시스에 깊게 눌러 넣고, 위아래가 뚫린 투명한 원통형 용기(밑지름 6 cm, 윗지름 9 cm, 높이 10.5 cm)를 덮어두었다. 이때 원통형 용기의 상단에는 지름 10 cm로 자른 황색점착트랩을 덮고, 트랩 상단 5 cm에 각 광원을 설치하였다. 본 실험에서는 높이 15.5 cm의 삼각대를 이용해서 광원과 원통 용기의 거리를 조절하였다. 원통형 용기는 상단부터 3.5 cm 간격으로 상/중/하를 구분하여 표시하였다. 이후 120분 동안 광원을 조사하면서, 5분 간격으로 용기 내부의 각 위치별 콜레마니진디벌 수를 확인하였다. 각 처리구마다 콜레마니진디벌 성충(≤ 2 days old) 30마리씩 10반복 수행하였다.

### 통계분석

모든 실험결과는 one-way ANOVA test (SAS Institute, 2015)를 이용하여 분석하였으며, 각 분석 결과값의 통계적 차이는 Tukey's studentized range test로 검정하였다(Type I error = 0.05).

## 결과

### LED 광원에 대한 콜레마니진디벌의 반응

LED 광원에 대한 콜레마니진디벌의 반응을 Y자관에서 선택시험으로 확인한 결과(Fig. 3), 385 nm의 LED 광원(UV-A)이 대조구인 5,000k 백색 LED보다 콜레마니진디벌을 더 많이 유인하는 것을 확인 할 수 있었다( $df = 2,8; F = 109.1; P < 0.0001$ ). 이에 반해 붉은색을 띄는 660 nm의 LED 광원은 대조구인 5,000k 백색 LED보다 낮은 유인 효과를 확인할 수 있었다( $df = 2,8; F = 9.98; P = 0.0123$ ). 푸른빛을 띄는 450 nm LED 광원과 보랏빛의 405 nm LED 광원의 콜레마니진디벌 유인성은 대조구인 5,000k 백색 LED와 통계적인 유의차가 없었다(450 nm:  $df = 2,8; F = 3.09; P = 0.12$ , 405 nm:  $df = 2,8; F = 2.18; P = 0.1966$ ).

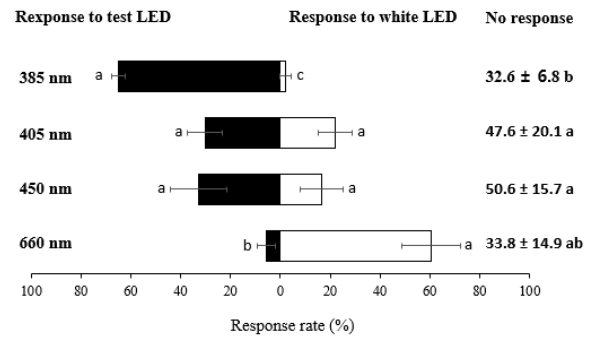


Fig. 3. Attraction (mean ± S.E.) of *Aphidius colemani* to LEDs of different wavelength and white LED light (5,000 K, control) in a Y-tube experiment (choice-test). For each wavelength, means of the test and control responses followed by the same lowercase letter do not differ significantly at  $\alpha = 0.05$ , as determined using Tukey's studentized range test.

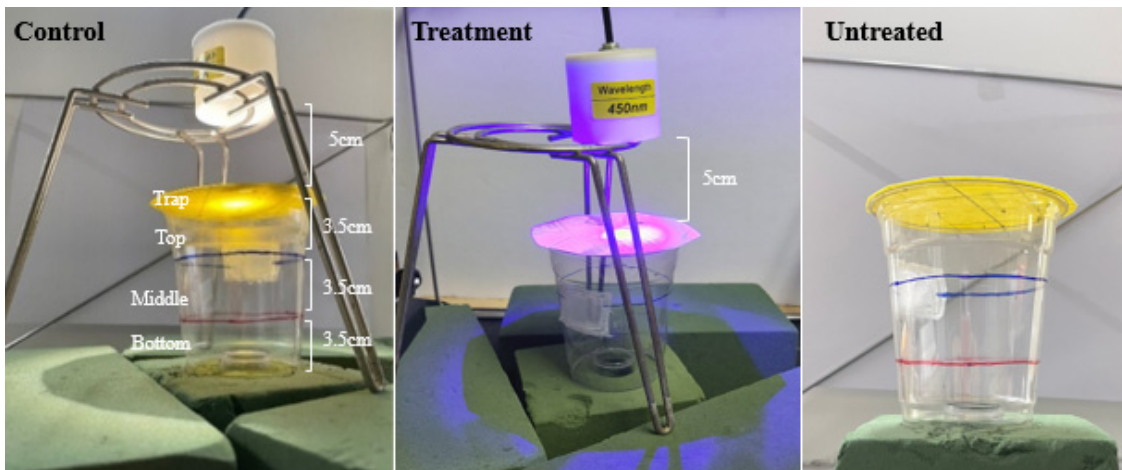


Fig. 2. The quality control device setup.

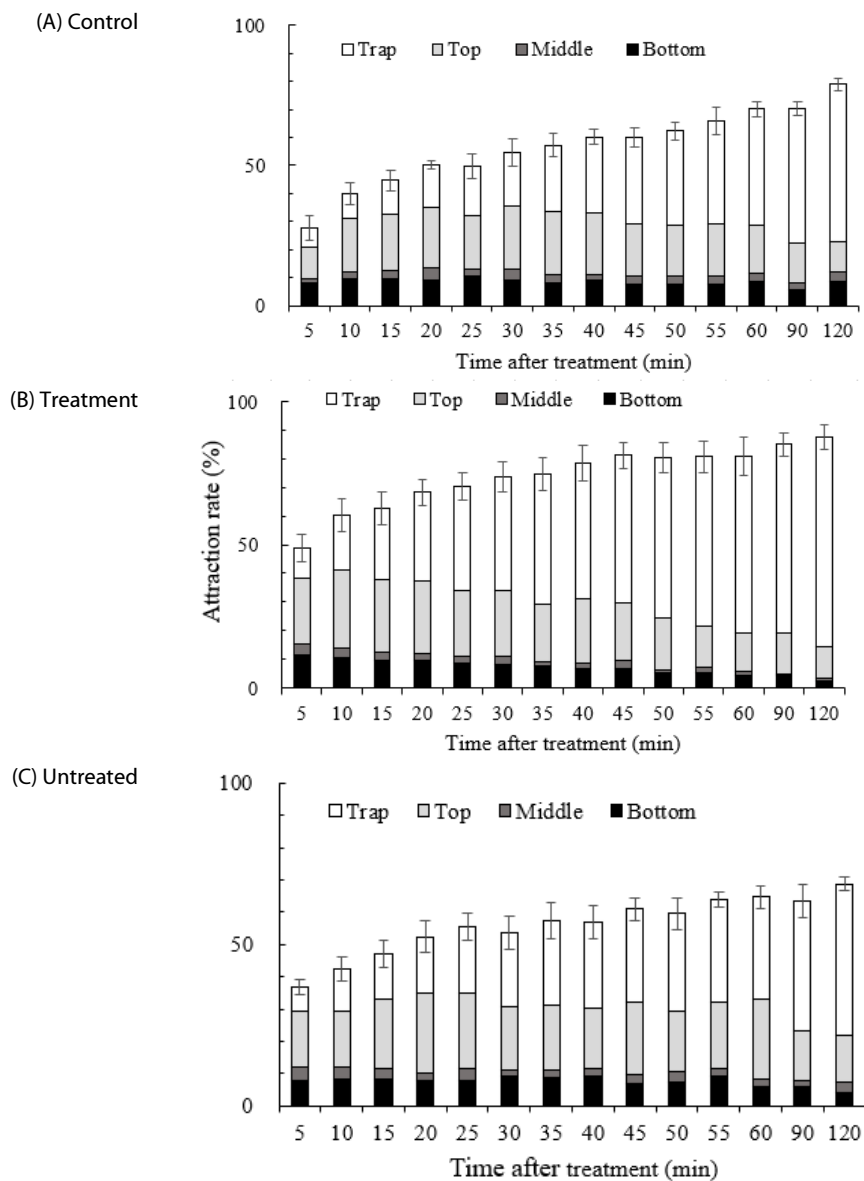
LED 광원에 대한 콜레마니진디벌의 반응을 Y자관에서 비 선택시험으로 5,000k 백색 LED와 비교한 결과(Table 1), 385 nm의 LED 광원(UV-A)과 푸른빛을 띄는 450 nm LED 광원에

서 콜레마니진디벌에 대한 높은 유인 효과를 확인할 수 있었다 ( $df = 3, 15; F = 5.36; P = 0.0142$ ).

**Table 1.** The rate of *Aphidius colemani* attraction (mean  $\pm$  S.E.) to LED light of three different wavelengths and white LED light (5,000 K, control) in a Y-tube experiment (no-choice test).

Attraction rate (%)	Wavelength*			
	Control	385 nm	405 nm	450 nm
	28.1 $\pm$ 9.9 b	54.2 $\pm$ 12.5 a	51.0 $\pm$ 12.0 ab	55.6 $\pm$ 9.9 a

\*Means followed by the same lowercase letter for different wavelengths are not significantly different, as determined using Tukey's studentized range test ( $\alpha = 0.05$ ).



**Fig. 4.** Rate of *Aphidius colemani* attraction (%) to (A) white LED light (5,000 K, control), (B) 450 nm LED light (treatment), and (C) without LED light (untreated) according to exposure time and container location. Error bars represent standard deviations.

**Table 2.** Rate of *Aphidius colemani* attraction (mean  $\pm$  S.D.) to two LED light sources of different wavelength and without a light source (untreated) according to exposure time

Time examined (min)	Control (White)	Treatment (450 nm)	Untreated (without light source)	F value	P value
5	32.4 $\pm$ 8.3 b	48.8 $\pm$ 12.0 a	38.0 $\pm$ 3.4 ab	4.66	0.0317
10	44.4 $\pm$ 7.6 b	60.8 $\pm$ 9.0 a	46.6 $\pm$ 10.2 ab	4.87	0.0284
15	49.4 $\pm$ 7.6 b	63.4 $\pm$ 8.5 a	49.6 $\pm$ 8.3 b	4.86	0.0285
20	53.2 $\pm$ 4.0 b	69.0 $\pm$ 6.9 a	54.0 $\pm$ 10.8 b	6.61	0.0116
25	58.0 $\pm$ 7.4 a	71.2 $\pm$ 9.6 a	58.2 $\pm$ 10.6 a	3.31	0.0717
30	61.0 $\pm$ 5.9 ab	74.0 $\pm$ 10.9 a	58.8 $\pm$ 9.3 b	4.21	0.0413
35	62.0 $\pm$ 7.6 ab	76.0 $\pm$ 11.1 a	59.4 $\pm$ 10.5 b	4.13	0.0431
40	64.2 $\pm$ 5.5 ab	78.8 $\pm$ 12.3 a	60.6 $\pm$ 7.9 b	5.71	0.0181
45	64.6 $\pm$ 4.7 b	81.6 $\pm$ 9.6 a	63.6 $\pm$ 7.8 b	8.75	0.0045
50	66.6 $\pm$ 5.9 ab	81.0 $\pm$ 9.7 a	63.0 $\pm$ 11.2 b	5.34	0.0219
55	71.2 $\pm$ 6.9 ab	81.0 $\pm$ 9.9 a	65.6 $\pm$ 5.6 b	5.15	0.0243
60	73.0 $\pm$ 4.1 a	81.0 $\pm$ 12.7 a	68.2 $\pm$ 8.4 a	2.54	0.1205
90	72.0 $\pm$ 3.7 b	85.4 $\pm$ 6.5 a	67.0 $\pm$ 11.0 b	7.62	0.0073
120	79.4 $\pm$ 3.4 ab	87.4 $\pm$ 9.5 a	70.4 $\pm$ 6.7 b	7.41	0.008

## 선발된 LED 광원을 적용한 우화 기구의 콜레마니진디벌 유인효과

상기 실험에서 선발된 450 nm LED 광원이 적용된 우화 기구를 이용하여 콜레마니진디벌에 대한 유인 효과를 확인한 결과, 처음 5분부터 무처리구나 대조구보다 10~16% 빠른 유인효과가 확인되었다(Fig. 4). 무처리구와 대조구 우화 기구안의 성충들은 실험이 진행되는 동안 용기 내부의 상/중/하 부위를 구분없이 비행하였으나, 처리구에서는 광원을 종료한 120분동안 광원에 유인되어 용기의 상단으로 이동한 개체는 다시 하단으로 이동하지 않았다. 실험 종료 후, 무처리구와 대조구의 방사지점에는 20~30%의 성충이 잔류하였으나, 처리구에서는 광원 조사 후 45분이 경과하였을 때 81.6%의 성충이 방사지점을 벗어났으며, 실험 종료시점에는 12.6%의 성충만 잔류하였다(Table 2).

## 고찰

일반적으로 곤충은 붉은 빛이나 가시광선보다 파장이 긴 적외선은 인지하지 못하는 것으로 알려져 있으며(Lim and Ben-Yakir, 2020), 붉은색을 띄는 650 nm LED 광원근처에서 담배장님노린재의 유인력이 감소된다고 보고된 바 있다(Park and Lee, 2021). Y자관에서 진행한 본 연구의 선택시험에서도 대조

구인 백색 LED에 비해 붉은색을 띄는 660 nm LED 광원에서 콜레마니진디벌의 유인되는 정도가 통계적으로 낮은 것이 확인되었다(Fig. 3). 같은 실험에서 푸른빛을 띄는 450 nm LED 광원과 보라빛의 405 nm LED 광원에서의 콜레마니진디벌 유인효과는 대조구인 백색 LED와 통계적인 차이를 확인할 수 없었으므로(Fig. 3), 각 광원 단독 적용의 콜레마니진디벌 유인 효과를 확인하기 위하여 비선택시험을 진행한 결과 385 nm의 LED 광원(UV-A)과 푸른빛을 띄는 450 nm LED 광원에서 콜레마니진디벌에 대한 높은 유인 효과를 확인할 수 있었다(Table 1). UV는 파장에 따라 UV-A (315~400nm), UV-B (280~315nm)와 UV-C (100~280nm)로 분류되며, 오존층에서 대부분 흡수되는 UV-C와 달리 지표에 도달하여 표피까지 침투하는 UV-B와 진피까지 침투하는 UV-A는 피부 장벽 손상, 활성산소종 발생, 전염증성 사이토카인 생성의 촉진을 통한 피부 DNA 손상과 같은 광노화와 더불어 홍반, 우울과 눈의 결막에도 심각한 손상을 초래할 수 있다는 보고가 있다(Lee et al., 2021; Kim and Uh, 2021). 일부 연구에서 UV-LED를 방제 현장에 적용하여 해충의 밀도를 억제한 보고가 있으나, 이들은 모두 일몰 시점의 일부 시간 동안 LED 광원을 적용하여, 농업 현장 작업자의 안정성이 문제되지 않았다(Ogino et al., 2016; Uehara et al., 2019; Park and Lee, 2021). 그러나 본 연구에서 선발된 광원은 천적의 품질을 확인하기 위한 장치에 적용되어 작업자에게 노출될 수 있기 때문에, 가시광선 영역에 속하는 푸른빛의

LED 광원(450 nm)을 콜레마니진디벌의 우화 기구에 적용할 최종 광원으로 선발하였다.

천적의 품질을 확인하기 위하여 광원을 활용한 사례는 이리 응애류의 개체수 확인을 위한 ‘응애추출기’가 유일하다(van Lenteren, 2003). 천적의 품질관리를 위해 발간된 자료에서도 진디벌류의 수량 및 우화율, 성비와 번식력 등을 확인하는 방법들이 제시되어 있으나, 광원이 활용되지는 않았다(van Lenteren, 2003; Buitenduis et al., 2017; KNERF, 2021). IOBC에서 제시한 진디벌류의 수량 및 우화율의 품질관리 항목 및 기준은 500 개 머미를 대상으로 7일 동안 확인하였을 때, 45% 이상의 성충이 출현하여야 한다고 제시되어 있다(van Lenteren, 2003). 이때 우화율 확인은 환기가 가능한 지름 9 cm와 높이 15 cm의 용기에서, 머미와 충진재가 놓여있는 하단을 매일 분리 및 새로운 용기를 결합시켜, 우화한 성충을 확인하는 방법으로 진행하고 있다. Vineland Research and Innovation Centre에서는 망으로 된 케이지 안에 천적 제품병을 열어 두고, 우화한 성충이 확인되면 일정 시간마다 흡충기로 성충을 수거하여 계수하는 방법을 제시한 바 있다(Buitenduis et al., 2017). 상기에서 제시한 우화율 조사 시, 우화한 성충이 충진재 부근을 배회하고 있는 경우, 충진재와 성충의 분리가 곤란한 경우가 종종 있다. 이러한 현상을 회피하기 위하여, 천적연구회에서는 머미를 테이프에 부착해서 용기의 벽면에 세워, 머미와 성충을 손쉽게 분리하는 방법을 소개하였다(KNERF, 2021). 천적연구회에서 제시한 진디벌류의 수량, 우화율의 품질관리 항목 및 기준은 제품 3병 이상을 대상으로 하며, 7일 동안 우화한 성충의 수는 제품 라벨에 표기된 마리수 이상이면서 우화율은 45% 이상은 되어야 한다고 제시하였다(KNERF, 2021). 이때, 우화율 확인은 충진재와 분리한 머미를 테이프에 부착시켜 가로 세로 7.2 cm와 높이 10 cm의 용기에 세워 두고 7일 동안 우화를 유도한 다음 우화한 성충을 잠시 냉동고에 넣었다가 뺀 후, 성충을 테이프에 부착시켜 계수한다고 제시하였다. 이렇듯 천적의 품질은 농업 현장의 해충방제 효과와 직결되므로 생산현장이나 농업현장에서의 천적의 품질 관리 및 확인을 위하여 다양한 방법들이 도출될 필요가 있다.

본 연구에서는 최종 선발된 LED 광원(450 nm)을 우화 기구에 세로로 적용하여 기존의 방법과 콜레마니진디벌에 대한 유인효과를 확인한 결과, 우화한 진디벌 70%를 유인하기 위해서 450 nm LED 광원을 조사하였을 때 20분, 백색 LED에서는 50분 이상, 및 무처리구에서 120분이 소요되었다(Table 2). 품질관리를 위한 작업자의 노동시간을 단축하면서, 효과적으로 우화율을 확인할 수 있는 본 연구의 결과를 활용하여 우화한 성충과 하단의 머미를 분리할 수 있는 장치를 고안하여 ‘기생성 천

적의 우화, 분리 및 비행 패턴 관리기’라는 기술명으로 특허를 등록(등록번호 제10-2408571호, 등록일자: 2022년 6월 9일)한 바 있다. 본 연구에서 선발된 LED 광원은 천적회사는 물론 농가 현장에서 천적의 품질 관리 및 확인을 위해 활용될 수 있을 것으로 기대된다.

## 사 사

본 연구는 농림축산식품부의 재원으로 작물바이러스 및 병해충대응산업화 기술개발사업(120082-3)으로 수행되었습니다.

## 저자 직책 & 역할

함은혜: (주)오상킨섹트, 과장, 실험설계 및 논문작성  
남윤복: (주)오상킨섹트, 연구원, 실험 수행 및 분석  
전혜정: 국립생태원, 연구원, 실험 수행 및 분석  
박영균: 안동대학교, 연구원, 기초연구 및 분석  
임언택: 안동대학교, 교수, 실험설계 및 분석  
이영수: 경기도농업기술원, 연구사, 실험설계 및 분석

모든 저자는 원고를 읽고 투고에 동의하였음.

## Literature Cited

- Buitenduis, R., Choi, S.U., Seo, G.W., Mun, Y.H., Lee, G.J., Lee, C.G., Ahn, M.S., 2017. Quality Assurance of Biocontrol products. Jeonbuk Agricultural Research & Extension Services. Iksan.
- Garzon, E., Beitia, F., 2009. Quality control in the production of beneficials used in biological control of pests: is it a real need? Pest Technol. 3, 22-24.
- Gidske, R., 2020. The effect of UV radiation on *Myzus persicae* and the biological control agent *Aphidius colemani*. Master's thesis. Norwegian University of Life Sciences, Ås, Norway. p. 48.
- Ham, E.H., Yun, S.H., 2021. Report on the development of mass production and field application system for natural enemies being used to control insect pests. Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs. Sejong.
- Kim, T.H., Uh, J.S., 2021. A study on the effect on UV exposure in coastal buildings. J. Korean Soc. Dis. Inf. 17, 195-205.
- KNERF, 2021. Quality control guidelines for natural enemies. Korean Natural Enemy Research Forum, Wanju.
- Lee, J.H., Chae, M.J., Choi, J.K., Kim, W.G., Park, M.Y., 2021. Photo-protective effect of AP collagen peptides on UV-induced skin aging. J. Korean Soc. Food. Sci. Nutr. 50, 119-127.
- Leppla, N.C., 2003. The history and mission of AMRQC. Pro-

- ceeding of the 10<sup>th</sup> workshop of the IOBC global working group on arthropod mass rearing and quality control. Montpellier, France.
- Leppla, N.C., De Clercq, P., 2019. History of the international organization for biological control global working group on mass rearing and quality assurance. *J. insect Sci.* 19, 1-12.
- Lim, U.T., Ben-Yakir, D., 2020. Visual sensory systems of predatory and parasitic arthropods. *Biocontrol Sci. Technol.* 30, 728-739.
- Ogino, T., Uehara, T., Muraji, M., Yamaguchi, T., Ichihashi, T., Suzuki, T., Kainoh, Y., Shimoda, M., 2016. Violet LED light enhances the recruitment of a thrip predator in open fields. *Sci. Rep.* 6, 32302.
- Park, Y.G., Lee, J.H., 2021. UV-LED lights enhance the establishment and biological control efficacy of *Nesidiocoris tenuis* (Reuter) (Hemiptera: Miridae). *PLoS ONE*. 16, 1-13.
- Park, Y.G., Lee, J.H., Lim, U.T., 2021. Comparison of attraction to LED wavelengths between two strains of *Orius laevigatus* (Fieber) (Hemiptera: Anthocoridae). *J. Asia-Pac. Entomol.* 24, 889-892.
- Parker, A.G., Vreysen, M.J.B., Bouyer, J., Calkins, C.O., 2021. Sterile insect quality control/assurance, in: Dyck, V.A., Hendrichs, J., Robinson, A.S. (Eds.), *Sterile insect technique: principles and practice in area-wide integrated pest management*. Second Edition. CRC Press, Florida, USA, pp. 400-405.
- RDA, 1998. *Natural enemy: understanding and utilizing*. Rural development administration. Suwon.
- SAS Institute, 2015. *The SAS System for Windows 9.4*. SAS Institute, Cary, NC.
- Suk, K.H., Lee, J.H., 2019. The effects of asymmetric loss aversion of price and quality on the price order effect. *J. Consumer Studies* 30, 1-19.
- Uehara, T., Ogino, T., Nakano, A., Tezuka, T., Yamaguchi, T., Kainoh, Y., Shimoda, M., 2019. Violet light is the most effective wavelength for recruiting the predatory bug *Nesidiocoris tenuis*. *BioControl*, 64, 139-147.
- van Lenteren, J.C., 2003. Need for quality control of mass-produced biological control agents, in: van Lenteren, J.C. (Ed.), *Quality control and production of biological control agents: theory and testing procedures*. CABI Publishing, Wallingford, Oxon, UK, pp. 1-18.
- van Lenteren, J.C., 2012. The state of commercial augmentative biological control: plenty of natural enemies, but a frustrating lack of uptake. *Biocontrol*. 57, 1-20.
- Yang, Y., Lee, H.S., 2017. The influence of self-construal, thinking style, and the temporal distance on price-quality judgment. *Korean J. Consumer and Advertising Psychol.* 18, 67-92.