

밤재배원에서 유살등 구조 및 램프의 종류가 해충 유인력에 미치는 영향

김영재 · 김현경¹ · 김길하^{1*}

충청남도 산림환경연구소, ¹충북대학교 농업생명환경대학 식물의학과

Effects of Light Trap Structure and Lamp Type on the Attraction of Chestnut Pests in an Orchard

Young-Jae Kim, Hyun Kyung Kim¹ and Gil-Hah Kim^{1*}

Chungcheongnam-do Institute of Forest Environment Research, Sejong 339-803, Republic of Korea

¹Department of Plant Medicine, College of Agriculture, Life and Environment Sciences, Chungbuk National University, Cheongju 361-763, Republic of Korea

ABSTRACT: The effects of insect capture were studied in a chestnut orchard using three different light traps (A, B, and C type) with various lamps. The mercury lamp trap captured 125 insect species, out of which 115 were chestnut pests. The B and C type light traps, comprising a Dulux-EL white lamp, were examined for their capturing ability. The type B trap attracted Coleopteran insects (83%), while type C captured Lepidopteran insects (73%). The mercury clarity lamp along with the type B light trap was most effective in attracting *Curculio sikkimensis* adults (mean, 9.8 adults), while the Dulux-EL lamp captured the highest number of *Dichocrocis punctiferalis* adults (mean, 10.2 adults) using the type C light trap. These results suggest that selection of the appropriate types of light traps and lamps based on the target pest species is critical in ensuring effective and eco-friendly control of the pest population.

Key words: Light trap, Lamp device, *Curculio sikkimensis*, *Dichocrocis punctiferalis*

초 록: 밤재배원에서 램프광선을 이용한 방제기기(A, B, C형)를 개발하여 램프의 종류에 따라 유인된 곤충의 포획력을 조사하였다. A형 기기에 서 수은 램프를 이용하여 포획된 곤충은 125종이었고, 이 중 밤나무 해충은 23종만을 중 동정하였다. B형과 C형의 기기에 콤팩트형광 램프를 부착하여 포획성능을 검정한 결과 B형기기에서는 딱정벌레류(83%), C형 기기에서는 나비류(73%)의 유인효과가 높은 것으로 나타났다. B형 기기를 이용한 밤바구미의 성충에 대한 램프의 유인 포획력을 조사한 결과에서는 수은투명 램프(평균 9.8마리)에서 유인포획 효과가 가장 높았다. C형 기기를 이용한 복숭아명나방의 성충에 대한 유인 포획력을 조사한 결과에서는 콤팩트형광 램프(평균 10.2마리)를 이용한 기기에서 포획수가 가장 많았다.

검색어: 유인등, 램프광선, 밤바구미, 복숭아명나방

밤재배원을 산림으로 간주하고 있는 우리나라에서는 밤나무에 발생하는 217종의 해충 중에 3대 종실해충인 밤바구미(*Curculio sikkimensis* Heller), 복숭아명나방(*Dichocrocis punctiferalis* Guenée)과 밤애기잎말이나방(*Cydia kurokoi* Amsel)이 밤나무에 많은 피해를 주고 있다(Lee and Jung, 1997).

밤바구미의 방제방법은 야외에서는 성충시기로 제한되어 있어 방제가 쉽지 않아 대부분 수확 후에 밤종실 속에 있는 알

과 유충을 대상으로 실시하고 있다. 국내에서 지금까지 밤바구미에 대한 생태연구와 더불어 방제연구는 화학적 방제로서 살충제의 탐색, 저장중인 밤에 인화농정제 또는 이류화탄소를 이용한 훈증, 훈증과 gamma 광선의 살충효과 비교 등과 같은 연구가 수행되었으며, 생물학적 방제법으로 곤충병원성 선충을 이용한 밤바구미와 복숭아명나방의 실용적인 방제에 대한 연구도 수행되었다(Shin et al., 1998; Choo et al., 2001; Kim et al., 2004; Kwon et al., 2004; Kim et al., 2008; Yoon et al., 2010). 복숭아명나방에 대해서는 주로 성충의 발생생태 및 피해정도, 성페로몬의 조성과 이를 이용한 대량 포획, 유아등을

*Corresponding author: khkim@chungbuk.ac.kr

Received March 26 2014; Revised May 20 2014

Accepted June 5 2014

사용한 복숭아명나방 발생예찰 등의 연구가 수행되었다(Choi, 1998; Kang et al., 2002, 2004).

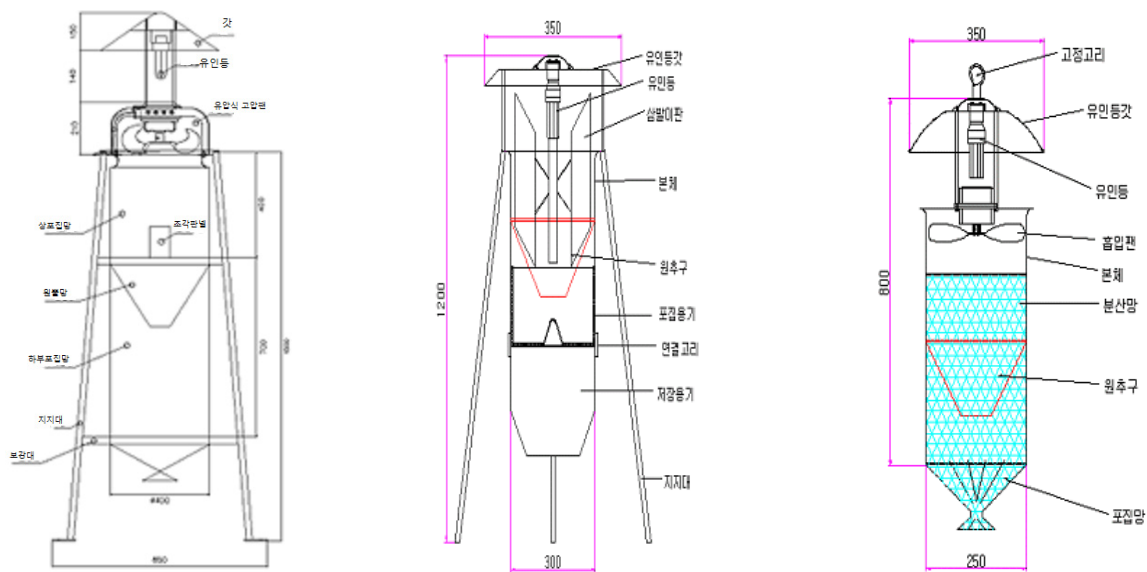
일선 재배농가에서는 밤나무해충 방제를 위해 자력방제를 수행하거나 정부가 항공기를 지원하여 약제비만 농민이 지불하는 방식으로 항공방제를 수행하고 있다. 하지만 사용되고 있는 약제가 고독성 약제인 페노에이트 분제를 비롯한 유기인계 합성농약에 의존하는 실정이므로 밤나무림 내의 천적감소는 물론 저항성 해충집단의 등장 등 대상해충을 구제하는 효과보다는 자연생태계의 파괴 등 부작용을 더 많이 초래하고 있다 (Shin et al., 1998). 그러므로 사용하는 약제에 대한 안정성이

우선적으로 고려되어야 할 것이다(Son et al., 2004). 따라서 밤 재배원과 수확 후 저장 전 약제에 의한 화학적 방제방법을 대체할 수 있는 보다 친환경적인 방제방법인 물리적 방제법을 개발하고자 본 연구를 수행하였다.

재료 및 방법

램프 광선을 이용한 밤재배원의 해충방제기기 개발

밤나무 주요해충인 밤바구미와 복숭아명나방의 방제를 위



(A) A Type

(B) B Type

(C) C Type



Part	A type	B type	C type
Lure	Lamp + Shade	Lamp + Shade	Lamp + Shade
Suction	Fan (plow type)	×	Fan
Motor	60 Hz	60 Hz	60 Hz
Collector	Net	Barrel (with pesticide)	Barrel + Net
Support	Rod	Seat	Hook
	Fan-Ground	Fanless-Ground	Fan-Air

Fig. 1. The design and manufacture of the light traps.

해 2005년에 A 형의 방제 기기를 제작하였다. 2006년에는 기기의 미흡한 점을 보완하고자 B 형과 C 형을 설계하였다(Fig. 1). A형 기기(팬-지상형)는 크게 유인부와 흡기부, 모터부, 포집부, 지지부로 구성하여 제작하였다. 유인부는 시중에서 램프를 부착 할 수 있는 소켓을 구입하여 부착하였고, 철재를 넓게 펴서 갓을 설치하였으며 흡기부는 유압식 고압팬(단상 220 V/4 P/74 W/0.39 Å, 풍량 2,900 m³/h)을 설치하였다. 팬의 날개는 쟁기형으로 케이스는 알루미늄 모터 케이스를 이용하였다. 모터부의 형식은 condenser run induction motor(전원 AC 220 V 60 Hz, 콘덴서: 1.5 µF 450 VAC, 극: 4 P, 전기적 특성: 0.39 Å, 74 W, 1,670 RPM, 기동전압: 176 V, 절연등급: E, 온도 보호 장치: 135 °C, 수명: 10,000 시간, 소음: 55 db max)를 사용하였다. 절연내력은 권선과 철심 간에 AC 1800 V를 1초간 가하여 이상이 없는 것과 절연저항이 권선과 철심 간에 DC 500 V를 가하여 100 MΩ 이상인 것을 사용하였다. 컨트롤 박스는 전자식 조도센서를 부착하였고 누전차단 스위치 및 단자대와 방수용 컨트롤 박스를 이용하였다. 포집부의 상부 포집망은 1 mm 크기의 폴리에틸렌(PE) 성분의 미세한 망(Ø 400 mm × 400 mm length)을 사용하였고 하부 포집망(Ø 400 × 700 mm length)도 같은 재질로 만들었다. 상부 포집망과 하부 포집망 사이는 원뿔(Ø 400 mm × 300 mm height × Ø 100 mm)모양으로 만들어 해충 탈출을 방지하였다. 지지부 지지대(Ø 26.5 mm × 1500 mm length)는 쇠파이프를 이용하였고 보강대(3T × 30 mm height × 430 mm length)는 지지대 하부에 연결하였다. 지지대 맨 아래 부분은 사각형 철제(3T × 30 mm × 30 mm)를 부착하여 지지역할을 견고하게 하였으며 도장은 흑색으로 전착도장을 하였다.

B형 기기(무팬-지상형)는 A형의 기기를 기본으로 팬을 제거하고 수집통을 첨가하여 본체(360 × 1200 × 260 mm), 갓(Ø 360 mm), 수집통(260 mm × 300 mm), 지지대, 안착대로 구성

하여 제작하였고, 재질은 A 형과 같다.

C형 기기(팬-공중형)는 A형기기와 유사하나 공중에 설치를 위하여 지지대 대신 갓걸이를 첨가하여 본체(400 mm × 1,000 mm × 260 mm), 팬(전압 220 V, 극: 4 P(모터), 44 W, 전류: 0.23 Å, 소음: 33 dB, 날개 200 mm), 갓(Ø 400 mm), 수집통(260 mm × 150 mm), 수집망(260 mm × 700 mm)으로 구성하였고 재질은 냉연압연강판으로 제작하였다.

A형기기를 이용한 밤재배원에서의 해충 유인램프 선발 및 포획곤충의 종류 탐색

주요 밤나무 해충 유인 시험에 사용된 램프는 오스람코리아에서 7종을 선발하여 구입하였다(Table 1). A 형 기기에 7종의 램프를 부착하여 램프별 밤재배원에서 포획된 해충 종 수를 확인하였다. 또한 수은(Mercury) 램프를 부착한 A형 기기에서 포획된 곤충 종을 동정하여 종별 포획비율을 조사하였다.

본 실험은 2005년 공주시 정안면 내촌리의 밤재배원에서 A형의 기기에 각각 7종의 램프를 부착 한 후 램프 빛이 서로 보이지 않는 곳에 설치하여 6월부터 10월까지 포획된 해충의 총 종 수를 조사하였다.

B형과 C형 기기의 포획성능 검증

A형 기기를 변형 제작한 B형과 C형 기기의 성능을 검증하기 위하여 A형 기기를 이용한 램프시험에서 가장 유인효과가 높은 컴팩트형광 램프 전구색(Dulux-EL warm white)을 부착하여 밤재배원 해충에 대한 포획력을 검증하였다. 유인포획 시간은 19시부터 24시까지 작동되도록 메인 스위치에 타이머를 부착하여 2006년 8월부터 9월까지 부여군 구룡면 현암리 밤재

Table 1. Characteristics of tested lamps

Lamp Name	Wp ^a	V	Max ^b (mm)	∅ ^c (mm)	Lumen ^d (l m)
Incandescent	100	220	110	60	1360
Halogen	60	220	88	50	760
Dulux-EL	15	220	141.5	52	900
Krypton	60	220	88	50	760
Metal Halide	35	220	100	19	3300
Mercury	100	220	190	126	3000
Sox	35	220	425	54	5750

^aBulb power in Watts.

^bLength of lamp.

^cWidth of lamp.

^dSpeed of light.

배원에 설치한 후 맑은 날에 포획되는 총 해충량(g)을 조사하였다. 포획력은 단순비교를 위해 무게로만 측정을 하였다. 시험은 총 20일간 수행하였다.

B형과 C형 기기를 이용한 밤바구미와 복숭아명나방에 대한 유인램프 선발시험

밤재배원에서 주요해충인 밤바구미와 복숭아명나방의 유인에 효과적인 램프를 선별하기 위하여 다양한 종류의 램프를 이용하였다.

밤바구미 성충에 대한 유인시험은 B형 기기에 9종의 램프(컴팩트형광 6종, 수은 2종, 메탈할라이드)를 이용하였다. 램프의 파장과 색상에 따른 해충의 유인효과를 알아보기 위해 수은(Mercury) 램프는 투명한 것과 형광물질이 입혀진 것을 이용하였고, 컴팩트형광(Delux-EL) 램프는 삼파장(주광색, 백색, 전구색)과 청색, 적색, 녹색 램프를 이용하였다.

복숭아명나방 성충의 유인효과가 우수한 램프를 선별하기 위하여 C형의 기기에는 7종의 램프(할로젠, 크립톤, 컴팩트형광, 저압나트륨, 수은, 백열, 메탈할라이드)를 부착하여 램프별 복숭아명나방의 포획수를 조사하여 램프의 유인력을 검정하였다. 본 실험은 2006년 공주시 정안면 내촌리의 밤재배원에서 B형과 C형의 기기를 이용하여 6월부터 10월까지 5반복 수행하였다.

결과 및 결론

A형 기기에서의 램프별 유인력 검정

A형 기기에 7종의 램프를 부착하여 유인포획 시험을 진행하였다(Fig. 2). 램프별로 유인되어 포획된 곤충 종수는 컴팩트형광(128종)에서 가장 많은 종의 곤충이 포획되었으며, 수은(125종) > 메탈할라이드(107종) > 할로젠(73종) > 크립톤(64종) > 백열(53종) > 저압나트륨(48종) 순으로 나타났다. 따라서 밤나무 주요해충의 방제에 유인력이 우수한 컴팩트형광 램프나 수은, 메탈할라이드 램프를 이용한다면 방제효과를 높일 수 있을

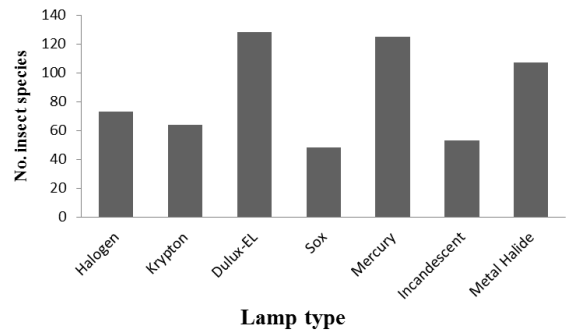


Fig. 2. Total number of captured insect pest species in chestnut orchards using various lamps with A type light trap. The type A is indicated a fan-ground.

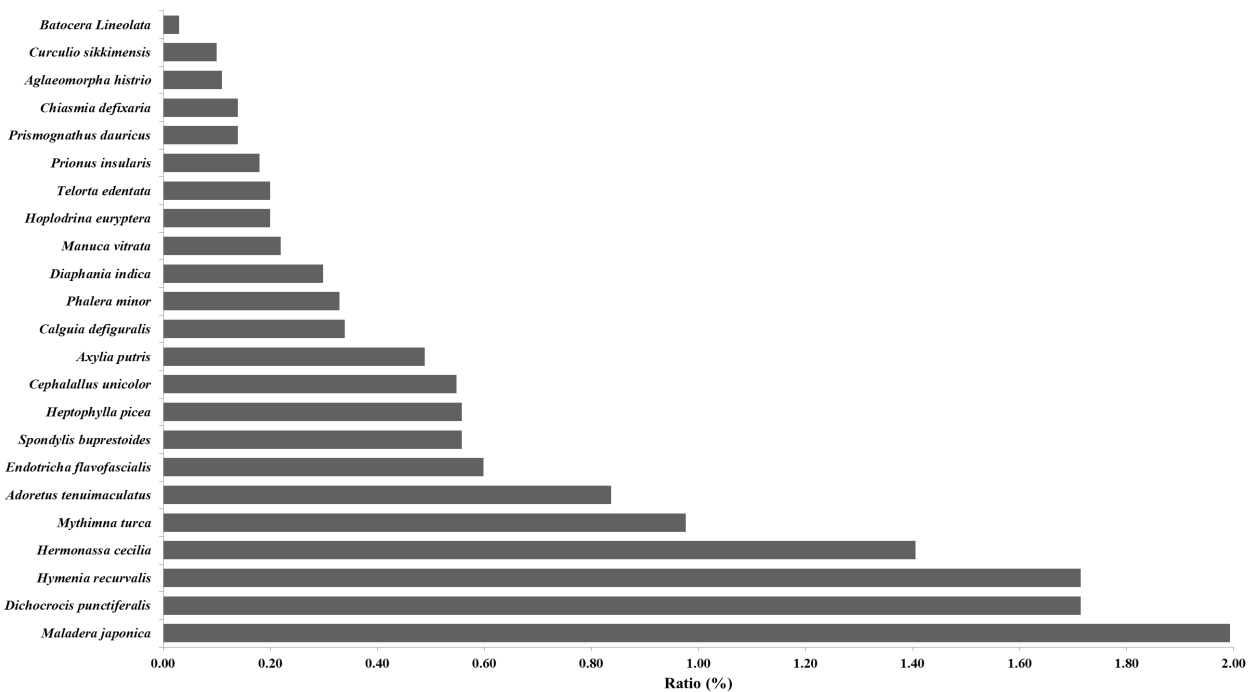


Fig. 3. Ratio of total captured pest species by mercury lamp with A type light trap in chestnut orchard. The type A is indicated fan-ground.

것으로 기대된다.

수은진공(mercury vapour) 램프를 부착한 유아등을 이용한 나비목 해충(*Helicoverpa armiger*와 *Agrotis ipsilon*)의 포획 연구(Nag and Nath, 1991; Yela and Holyoak, 1997)와 서로 다른 파장의 램프(blacklight, blacklight blue, cool white light 그리고 aquarium light)를 이용한 유아등으로 각각의 램프에 포획되는 곤충의 종류를 조사한 연구도 있었다(Nabli et al., 1999). 본 실험에서는 많은 종류의 곤충이 유인된 램프 중 하나인 수은 램프를 이용한 기기에서 포획된 125종에 대한 해충을 분류하였다. 산림청(Korea Forest Service, 1995)에서 밤나무류 해충 217종과 구실잣밤나무류 해충 25종을 구분한 것을 참고하였다. 포획된 곤충 중에서 종(species)까지 분류된 해충 23종의 포획 비율을 조사하였다(Fig. 3). A형기기에 포획된 곤충은 총 10,036마리였으나 이 중 밤나무류 해충이 아닌 흑명나방(19.32%)이 가장 많이 포획되었으나 제외하고 밤나무류 해충만을 선별

하여 발생 개체 수 대비 밤나무의 주요해충의 비율을 조사하였다. 우단풍뎅이(*Maladera japonica*), 복숭아명나방(*D. punctiferalis*), 흰띠명나방(*Hymenia recurvalis*), 점박이밤나방(*Hermonassa cecilia*), 쌍띠밤나방(*Mythimna turca*), 주둥무늬차색풍뎅이(*Adoretus tenuimaculatus*), 노랑꼬리뽕죽명나방(*Endotracha flavofascialis*), 검정하늘소(*Spondylis buprestoides*), 긴다색풍뎅이(*Heptophylla picea*), 넓적하늘소(*Cephalallus unicolor*), 짙은밤나방(*Axylia putris*), 통마디알락명나방(*Calguia defiguralis*), 붉은머리재주나방(*Phalera minor*), 목화바둑명나방(*Diaphania indica*), 콩명나방(*Maruca testuralis*), 주을밤나방(*Hoplodrina implacata*), 꼬마복숭아밤나방(*Telorta edentata*), 툭하늘소(*Prius insularis*), 다우리아사슴벌레(*Prismognathus dauricus*), 두줄점가지나뎅(*Chiasmia defixaria*), 흰무늬왕불나뎅(*Aglaeomorpha histrio*), 밤바구미(*C. sikkimensis*), 참나무하늘소(*Batocera lineolata*) 등 순으로 조사되었다. 이 중 3대 밤나무 주요해충인 복숭아명나방은 2번째로 높은 비율을 차지하였고 다양한 나방류의 유인 포획률이 우수하게 나타났는데 이는 조사에 사용된 A형 기기는 흡기부에 팬을 설치함으로써 상대적으로 날개가 큰 나방류들의 포획이 높은 것으로 생각된다. 이상의 결과로 유아등을 이용한 밤나무 주요해충의 유인으로 방제가 가능할 것으로 기대되며, 유인력이 우수한 콤팩트형광이나 수은 또는 메탈할라이드 램프를 이용하면 방제효과를 높일 수 있을 것으로 생각된다.

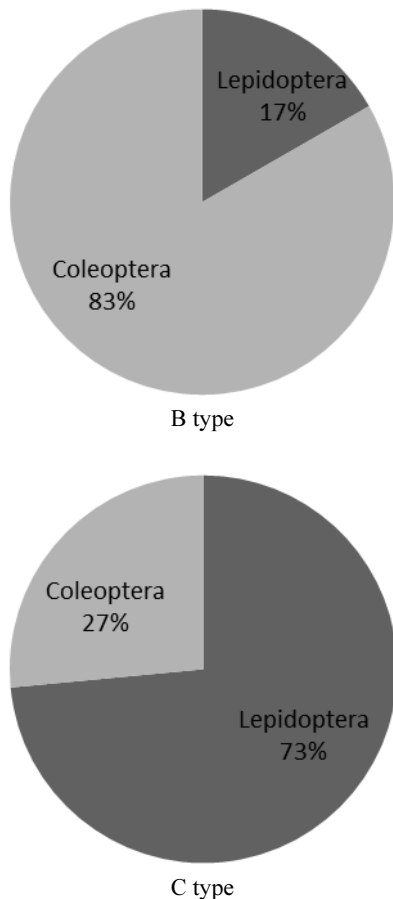


Fig. 4. Comparison of the number of insect pests captured using B and C type light traps with Dulux-EL warm white lamp in chestnut orchards. The type B and C are indicated fanless-ground and fan-air respectively.

기기별 포획 성능 검정

콤팩트형광 전구색 램프를 이용한 B형과 C형 기기에서 밤나무 해충의 유인포획 시험결과는 Fig. 4와 같다. B형 기기에서는 유인된 해충의 총 무게 중 딱정벌레류가 83% (259 g) 포획되어 높은 유인력을 나타냈으며, C형 기기에서는 나방류가 73% (208 g)으로 딱정벌레류 27% (75 g)보다 유인 포획량이 더 높게 나타났다. 이는 B형 기기는 팬을 없애고 안착지대과 수집통에 약품통을 부착하였고, C형은 A형과 같은 구조이나 갯위에 고리를 만들어 나무에 매달 수 있도록 설계된 것으로 나방류의 경우 팬에 의해 잘 빨려 들어가지만 딱정벌레류의 경우는 그렇지 않아 C형의 기기에서 나비류가 더 많이 포획된 것으로 생각되며, 팬이 없는 B형의 경우 약품통에 있는 살충제의 기화에 의해서 딱정벌레류를 포획하는 원리로 인해서 딱정벌레류가 더 많이 포획된 것이라 생각된다. 따라서 B형 기기는 밤바구미와 하늘소류 등의 방제에, C형 기기는 복숭아명나방과 밤애기잎말이나방 등 나방류의 방제에 적용할 수 있을 것으로 기대된다. 이는 방제 해충의 종류에 따라 기기를 선별하여 사용한다면 더욱 효과적인 방제효과가 나타날 수 있다는 것을 보여준다.

현재 유아등으로 나방류를 유인하여 포획하는 기기는 있으나 딱정벌레류인 밤바구미를 포획하기 위한 기기는 없는 실정이다. 그러나 우리나라 밤을 가장 많이 수입하고 있는 일본에서는 일부 자국 생산 억제사용을 권장하고 있고 현재 사용되는 훈증제도 언제까지 사용가능 할지 여부가 불투명한 상태에서 까다로운 수출조건과 소비자의 성향을 맞추기 위하여 친환경적 밤바구미의 방제방법 중 하나인 유아등의 활용 가능성이 높을 것으로 생각된다.

복숭아명나방에 대한 효과적인 유인램프선발

복숭아명나방에 대한 유인효과가 우수한 램프를 선발하기 위해 나비목에 높은 유인효과를 보인 C형 기기에 7종의 램프를 부착하여 유인력을 검정하였다(Fig. 5). 할로겐 램프에 유인되어 평균적으로 포획된 수는 3마리였고, 크립톤 램프는 2.6마리, 컴팩트형광 램프는 10.2마리, 저압나트륨 램프는 0.6마리, 수은 램프는 9.2마리, 백열 램프는 0.2마리, 메탈할라이드 램프는 9.4마리가 유인되어 포획되었다. 따라서 A형 기기와 마찬가지로 컴팩트형광 램프, 메탈할라이드 램프, 수은 램프가 복숭아명나방을 방제하는데 유용하게 이용될 수 있을 것이다. 이와 관련하여 Kim(2002)은 복숭아명나방 성충 발생 시기조사에서 수은 램프를 이용하여 공주, 부여, 청양 등 3지역에서 연간 2,454마리를 포획하여 유아등의 효과를 검정한 바 있다. 밤재배원에서의 복숭아명나방은 5월 하순부터 10월 초순까지 불규칙하게 발생되기 때문에 기기와 램프 광선을 이용하여 우화 최성기에 약제방제와 병행하여 방제한다면 그 피해를 줄일 수 있을 것으로 기대된다.

밤바구미에 대한 효과적인 유인램프 선발

B형 기기와 9종의 램프 광선을 이용하여 밤바구미 성충을 유인하여 포획한 총수를 조사하였다(Table 2). B형 기기에 수은투명(Mercury clarity) 램프를 부착하여 포획한 밤바구미의 총 수는 45마리로 평균 9.8마리가 포획되었다. 다른 램프에서의 평균 포획 수는 수은형광(Mercury fluoresce), 컴팩트형광 적색(Dulux-EL red), 컴팩트형광 청색과 녹색, 전구색(Dulux-EL blue, green, warm white), 컴팩트형광 주광색과 백색(Dulux-EL daylight, cool white) 램프순으로 유인 포획되었다.

유인 램프를 이용한 풍뎅이류의 분포를 알아보기 위하여 코스타리카의 열대림에서 진행된 조사에서는 수은진공(mercury-vapour) 램프와 백색광(cool white) 램프, 자외선(ultraviolet) 램프를 각각 부착한 유아등을 사용한 결과 크게 장수풍뎅이아과(Dynastinae)와 검정풍뎅이아과(Melolonthinae), 풍뎅이아

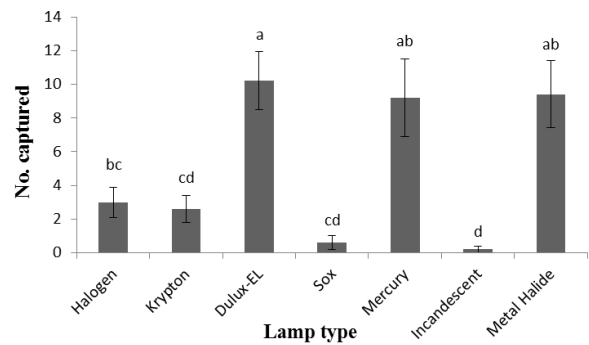


Fig. 5. Mean number of *D. punctiferalis* adults captured with a type C light trap. The mean numbers captured using various lamps were not significantly different when followed by the same letter ($P < 0.05$). Type C light trap is indicated fan-air.

Table 2. Number of captured *C. sikkimensis* adults using type B light trap with various lamps

Lamp	Color	No. captured/day (Mean±SE) ^a
Dulux-EL	Warm white	1.0 ± 0.32bc
Dulux-EL	Daylight	0.4 ± 0.25c
Dulux-EL	Cool white	0.2 ± 0.20c
Dulux-EL	Blue	1.0 ± 0.45bc
Dulux-EL	Green	1.0 ± 0.45bc
Dulux-EL	Red	1.6 ± 0.81bc
Mercury	Clarity	9.8 ± 1.86a
Mercury	Fluoresce	4.2 ± 1.59ab
Metal Halide	Warm white	0.2 ± 0.20c

^aThe means followed by the same letters within a column were not significantly different at $P < 0.05$ using Bonferroni test (SAS Institute, 2004). The type B is indicated fanless-ground.

과(Rutelinae)가 유인되었다고 한다(García-López et al., 2011). 그 중 수은진공과 자외선 램프에 많은 수의 풍뎅이류가 포획되었으나 포획시간을 고려하여 저자는 다양한 풍뎅이류의 포획을 위해서는 자외선 램프를 이용하기를 권유하였다. 본 실험 결과에서도 마찬가지로 수은램프가 높은 유인효과를 나타냈으므로, 밤재배원에서 밤바구미 방제를 위해서는 B형의 유아등에 수은램프를 사용한다면 효과적으로 밤바구미를 포획하여 방제 효과를 볼 수 있을 것으로 판단된다.

이상의 결과, 밤바구미와 복숭아명나방에 모두 유인력이 우수한 램프는 수은계통의 램프였다. 그러나 수은 램프의 단점은 기기에 안정기를 부착해야 하기 때문에 기기제작에 어려움이 있을 것으로 생각된다. 따라서 안정기가 없는 수은투명 램프가 개발되지 않은 현재 시점에서는 다음으로 높은 유인 포획 효과가 있었던 컴팩트형광 램프도 적당할 것으로 생각된다. 본 연구는 밤재배원에서 밤나무 해충을 방제하기 위해 램프선발에 와트, 볼트, 광속, 파장 등 다르게 선정하였지만 시중에서 많이 유통되는 램프를 이용한 것으로 밤 재배자들에게 도움을 주고자 수행하였고, 본 실험 결과가 산림분야의 병해충방제 연구의 기초자료로 이용될 수 있을 것으로 기대한다.

사 사

이 논문은 2013년도 충북대학교 학술연구지원사업의 연구비 지원에 의하여 연구되었음.

Literature Cited

- Choi, K.S., 1998. The Peach pyralid moth, *Dichocrocis punctiferalis* Guenee (Lepidoptera : Pyralidae), adults : circadian rhythms in activity and seasonal occurrence at chestnut orchards. Ph.D. Thesis. Seoul National University, Seoul. pp. 102.
- Choo, H.Y., Kim, H.H., Lee, D.W., Lee, S.M., Park, Y.M., Choo, Y.M., Kim, J.K., 2001. Practical utilization of entomopathogenic nematodes, *Steinernema carpocapsae* Pocheon Strain and *Heterorhabditis bacteriophora* Hamyang Strain for control of chestnut insect pests. Korean J. Appl. Entomol. 40, 69-76.
- García-López, A., Micó, E., Zumbado, M.A., Galante, E., 2011. Sampling scarab beetles in tropical forests: The effect of light source and night sampling periods. J. Insect Sci. 11, 1-14.
- Kang, C.H., Lee, K.C., Park, C.G., Lee, D.W., 2002. Seasonal occurrence pattern of peach pyralid moth, *Dichocrocis punctiferalis*, in fuyu persimmon orchards and fruit damage at harvesting time. Korean J. Appl. Entomol. 41, 107-112.
- Kang, C.H., Lee, S.M., Chung, Y.J., Choi, K.S., Park, C.G., 2004. Overwintering ecology of the peach pyralid moth, *Dichocrocis punctiferalis* in southern regions of Korea. Korean J. Appl. Entomol. 43, 201-209.
- Kim, Y.J., 2002. Study on the Development of Adult *Dichocrocis punctiferalis* Guenee in Chestnut Orchards in Chungcheongnam-do. M.S Thesis. Kongju National University, Kongju. pp. 21.
- Kim, Y.J., Han, J.B., Seo, D.K., Kim, Y.T., Park, B.K., Choi, K.S., Kim, C.S., Shin, S.C., Lee, S.G., Kim, G.H., 2004. Selection of insecticides for controlling chestnut curculio (*Curculio sikkimensis*). Korean J. Pestic. Sci. 8, 347-352.
- Kim, Y.J., Yoon, C., Shin, S.C., Choi, K.S., Kim, K.H., 2008. Seasonal Occurrence of the Larvae and Adults of Chestnut Weevil, *Curculio sikkimensis* (Coleoptera: Curculionidae). Korean J. Appl. Entomol. 47, 9-15.
- Korea Forest Service. 1995. List of forest pests. Korea Forest Service, Daejeon. pp. 89, 216-219.
- Kwon, J.H., Kwon, Y.J., Byun, M.W., Kim, K.S., 2004. Competitiveness of gamma-irradiation with fumigation for chestnut associated with quarantine and quality security. Radiat. Phys. Chem. 71, 41-44.
- Lee, B.Y., Jung, Y.J., 1997. Pest of trees in Korea. Sungandang. Paju, Korea. pp. 244-245.
- Nabli, H., Bailey, W.C., Necibi, S., 1999. Beneficial insect attraction to light traps with different wavelengths. Biol. Control 16, 185-188.
- Nag, A., Nath, P., 1991. Effect of moon light and lunar periodicity on the light trap catches of cutworm *Agrotis ipsilon* (Hufn.) moths. J. Appl. Entomol. 111, 358-360.
- Shin, S.C., Choi, K.S., Lee, S.M., Moon, I.S., Boo, K.S., Jung, J.K., Han, K.S., Jung, C.H., Park, J.W., 1998. Development of attractant(s) for the chestnut weevils, *Curculio* spp. Ministry of Agriculture and Forestry, Gwacheon. pp. 2-38.
- Son, C.H., Jang, W.H., Jang, C.S., 2004. Status of chestnut tree cultivation and policy direction. Rural economy, Korea Rural Economy Researcher. 27, 73-86.
- Yela, J.L., Holyoak, M., 1997. Effects of moonlight and meteorological factors on light and bait trap catches of noctuid moths (Lepidoptera: Noctuidae). Environ. Entomol. 26, 1283-1290.
- Yoon, C., Kim, K.H., Moon, S.R., Kim, Y.J., 2010. Measurement and Comparison of Morphology of Developmental Stages of Chestnut Weevil, *Curculio sikkimensis* (Coleoptera: Curculionidae). Korean J. Appl. Entomol. 49, 11-16.