

파장별 LED 광이 버섯파리의 유인에 미치는 영향

김형환* · 김동환 · 정영학¹ · 양창열 · 강택준 · 전성욱

국립원예특작과학원 원예특작환경과, ¹경상대학교 응용생명과학부, 농업생명과학연구원

Attract effect of mushroom flies with different wavelength of light emitting diode(LED)

Hyeong Hwan Kim*, Dong Hwan Kim, Young Hak Jung¹, Chang Yeol Yang, Taek Jun Kang and Sung Wook Jeon

Horticultural & Herbal Crop Environment Division, National Institute of Horticultural & Herbal Science, RDA, Suwon 441-440, Republic of Korea

¹Division of Applied Life Science (BK21+)/Institute of Agriculture and Life Sciences, Gyeongsang National University, Jinju, Gyeongnam 660-701, Republic of Korea

ABSTRACT: The attractions of *Lycoriella ingenua* to different LED light sources were investigated in the mushroom cultivations which were located in Yongin of Gyeonggi-do province and Buyeo of Chungcheongnam-do Province. The LED light sources which were used in the investigations were white, green, red, blue and orange. Numbers of *Lycoriella ingenua* to LED lights in Yongin and Buyeo were 132.9 and 3,272.5 to white LED source, 120.3 and 3,109.5 to green LED source, 105.5 and 1,910.1 to red LED source, 88.3 and 2,708.3 to blue LED source and 46.7 and 2,465.5 to orange LED source, respectively. The numbers of *Lycoriella ingenua* to LED light sources were 2.7~3.5 times higher than the ones of untreated.

KEYWORDS: *Agaricus bisporus*, Attract effect, LED, *Lycoriella ingenua*, Mushroom fly

서론

지구상에 서식하는 수많은 곤충들은 빛 자극에 대하여 반응을 나타내고 유인되어 이동하는 특성이 있다(Cloyd *et al*, 2007; Persson, 1971; Sivinski, 1998). 빛에 유인되는 이러한 반응에 곤충들은 빛의 특성이나 강도에 따라 차이를 보이며(Danilevskii, 1965; Menzel and Greggaris, 1985), 인위적인 빛의 광원에 유인되기도 한다(Kolligs,

2000; Vanninen and Johansen, 2005). 특히, 많은 파리목(Diptera)의 유충과 성충들은 강한 주광성 행동을 보이는 것으로 보고되어 있다(Glick and Hollingsworth, 1955; Jacob *et al*, 1977; Sivinski, 1998). 그래서 광트랩들이 버섯파리과(Mycetophilidae)에 속하는 종들을 채집하는데 이용되어 왔다(Mikolajczyk, 2001).

버섯파리는 우리나라에서 느타리, 양송이, 표고버섯 등 다양한 버섯재배지에 발생하여 피해를 주고 있는데 특히, 느타리와 양송이버섯과 같이 균상의 형태로 재배할 경우 발생과 피해가 더 많다. 양송이버섯은 배지원 자체가 버섯파리가 좋아하는 유기물 종류이며, 연중 재배를 하고 있기 때문에 피해는 해마다 증가하는 추세에 있다. 버섯파리에 의한 피해는 주로 유충이 균사나 배지를 가해하여 피해를 주지만, 성충은 상대적으로 직접적인 피해보다는 유기물이나 버섯 냄새에 유인되어 배지에 알을 산란한다. 또한 버섯파리 유충과 성충은 버섯이나 식물체에 병을 일으키는 포자를 매개하여 피해를 가중시키고 있다(Harris *et al*, 1996). 버섯파리 성충은 광주성을 띄며, 재배사에서 밝은 부위인 균상 가장자리와 출입구에 주로 산란한다(Brar and Sandhu, 1989; Lee, 1997). 그리고 버섯

J. Mushrooms 2014 December, 12(4):375-378
<http://dx.doi.org/10.14480/JM.2014.12.4.375>
 Print ISSN 1738-0294, Online ISSN 2288-8853
 © The Korean Society of Mushroom Science

*Corresponding author
 E-mail : hhkim8753@korea.kr
 Tel : +82-31-290-6227, Fax : +82-31-290-6259

Received November 10, 2014
 Revised December 26, 2014
 Accepted December 31, 2014

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.



Fig. 1. lights emitting diode(LED) lights and yellow sticky traps were used for attractions of *Lycoriella ingenua* in *Agaricus bisporus*. A; Red light(627 nm), B; Green light(528 nm), C; blue light(464 nm), D; Yellow light(590 nm), E; White light(No fixed wavelength)

파리 성충들은 높이 나는 행동 보다는 균상 배지위에서 짧은 거리를 날아다니는 것을 좋아하기 때문에 버섯파리가 발생하기 시작하면 짧은 시간에 밀도가 급격히 늘어나고 피해도 증가하는 경향을 보이고 있다.

버섯파리 성충을 유인하는 방법으로는 광 이외에 암컷의 성페로몬을 이용하여 수컷을 유인하는 방법도 있으며 (Frank and Dettner, 2008; Kostelc *et al.*, 1980), 황색 끈끈이트랩과 같이 색상을 이용하여 성충을 유인하는 방법들도 이용되고 있다(Ishitani *et al.*, 1997; Lee, 1997). 성페로몬은 버섯재배지에서 실제 활용할 수준은 아니며, 황색 끈끈이트랩은 성충의 유인 및 포살 효과는 나타내지만, 방제의 개념으로 적용하기에는 한계가 있다. 그러나 LED 광원은 버섯파리류가 원래 광에 유인이 잘 되는 것을 이용하기 때문에 양송이버섯이나 느타리버섯 재배지와 같이 균상의 형태로 버섯을 재배하는 재배사에서 버섯파리의 성충을 방제하는데 이용할 수 있을 것으로 생각된다.

따라서 본 연구는 양송이버섯 재배지에서 버섯파리의 성충을 유인 및 포살하기 위한 연구의 일환으로 LED 광원의 파장에 따른 버섯파리 유인력을 조사하기 위하여 수행하였다.

LED 광원에 따른 큰검정버섯파리의 유인수

큰검정버섯파리(*Lycoriella ingenua*)의 유인수 조사에 이용된 LED는 이쓰리솔루션(Incheon, Korea) 회사에서 제작하였으며, 청색광(464 nm), 적색광(627 nm), 녹색광(528 nm), 황색광(590 nm) 및 파장대가 광범위한 백색광의 형태로 이용하였다(Fig. 1). 무처리구는 용인과 부여의 농가에서 관행적으로 사용하는 광조건이었다. LED 광원은 부여와 용인의 양송이 재배사내의 3단 베드 아래쪽 즉, 아래쪽 베드로부터 30 cm 위쪽에 길이 1 m, 직경 4 cm로 5열로 설치하였다. 그리고 LED 광원 아래에 15×25 cm 황색 끈끈이트랩을 5개씩 7일 동안 설치한 후 버섯파리의 유인수를 조사하였다. LED 광원 이외에 시험에는 LED 광원과 광량조절기(DC12 V/100 W), 분전함(400×500), 전원공급기(DC12 V/350 W), 누전차단기(220 V/15A), 타이머(220 V/3A), 전원선(1.5 sq/2P100 m), 케이블타이[(200 mm)(100ea)]를 이용하였으며, 조사하는 7일 동안 24시간 LED 광을 켜두었다. 조사는 7일 동안 3회 실시하였다. 광원별

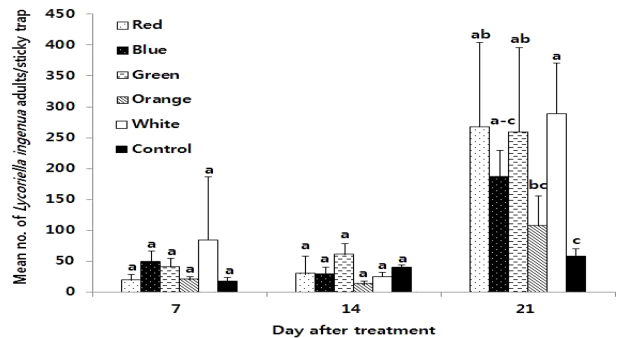


Fig. 2. Attract effect of mushroom fly, *Lycoriella ingenua* on different wavelength of lights emitting diode(LED) lights in *Agaricus bisporus* in Yongin. Means within a column followed by different letters are significantly different(Tukey's HSD test P<0.001).

큰검정버섯파리의 유인수 차이를 구하여 Tukey's HSD test 로 처리평균간 유의성 차이를 검정 하였다.

용인의 양송이 재배사에서 LED 광원별 큰검정버섯파리의 유인수를 7일씩 3회 조사한 평균 결과 백색광이 132.9마리, 녹색광이 120.3마리, 적색광이 105.5마리, 청색광이 88.3마리, 황색광이 46.7마리로 백색광에 큰검정버섯파리가 가장 많이 유인되었으나, 백색광, 녹색광, 적색광은 유의적인 차이를 보이지 않았다(Fig. 2). 이들 3가지 LED 광원들은 무처리 38.6마리에 비하여 2.7~3.4배 더 많은 큰검정버섯파리를 유인하였다. 부여의 양송이버섯 재배농가에서 LED 광원별 큰검정버섯파리 유인수 조사에서는 백색광이 3,272.5마리, 녹색광이 3,109.5마리, 청색광이 2,708.3마리, 황색광이 2,465.6마리, 적색광이 1,910.1마리로 백색광에서 가장 유인력이 좋았다(Fig. 3). 그러나 백색광, 녹색광, 청색광은 유의적인 차이를 보이지 않았으며, 무처리의 932.4마리 보다 2.9~3.5배 더 많이 유인되었다.

이와같이 LED 광원과 파장은 큰검정버섯파리와 같은 버섯파리의 성충을 효과적으로 유인하는 것을 관찰할 수 있었다. 이러한 결과들은 Liu *et al.*(2004)이 500lx (6 μmol·m⁻²s⁻¹)와 1,500lx (18 μmol·m⁻²s⁻¹) 빛의 세기는 버섯파리 *Bradysia paupera*의 수컷이 교미 행동이나 암컷 페로몬이 발산되는 곳으로 날아오르는 행동 등과 같은 이동성에 영향을 끼쳤다는 내용과 유사한 경향을 나타내

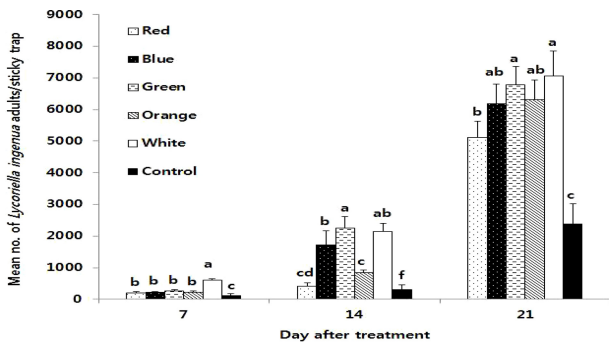


Fig. 3. Attract effect of mushroom fly, *Lycoriella ingenua* on different wavelength of lights emitting diode(LED) lights in *Agaricus bisporus* in Buyeo. Means within a column followed by different letters are significantly different(Tukey's HSD test $P < 0.001$).

었다. 또한 Chu *et al*(2004)이 비닐하우스에서 530nm 녹색 LED를 부착한 sticky trap에서 온실가루이, 담배가루이, 목화진딧물은 물론이고 버섯파리류인 작은뿌리파리도 더 많이 유인되었다고 보고 하였으며, 이집트에서는 적색 LED 광원이 파란색과 녹색 LED 광원보다 2배 많은 sand fly(*Phlebotomus papatasi*)를 유인한다고 하였다(Hoel *et al*, 2007).

LED광 파장은 큰검정버섯파리와 같은 버섯파리류의 유인력에도 효과적이지만, 버섯이나 과채류의 종류에 따라서 생육 및 성분을 향상시키는 영향을 준다고 하였다. 즉, 적색 LED 광원은 큰느타리버섯의 품질을 향상시켰으며(Kim *et al*, 2012), 꽃송이버섯의 배양에도 이용될 수 있을 것으로 보고하였다(Oh *et al*, 2013). 또한 녹색 LED 광원은 큰느타리버섯 재배시에 에르고스테롤 함량 및 항산화성분을 증가시켰으며(Jang *et al*, 2011), 표고 톱밥배지 재배시에는 녹색광이 형광등과 비교하여 31%의 증수 효과가 있었다(Baek *et al*, 2013). 한편 온실에서의 딸기 생육 시 부족한 태양광의 보충광원으로서 청색과 적색의 혼합 LED광을 사용하면 과실의 생산량과 유리당 함량을 증진시켰으며(Choi *et al*, 2013), LED 또는 형광등과 같은 인공광원이 파프리카 육묘에 이용될 경우 묘소질의 향상, 조기 수확 및 초기 수량의 증대가 기대된다고 하였다(Lee *et al*, 2012). 따라서 LED 광원의 서로 다른 파장은 버섯 및 과채류의 종류에 따라 생육에 차이를 보였다.

본 시험에서 LED 광원의 파장별로 버섯파리의 유인수를 조사하고, 예비시험으로 양송이버섯의 생육에 미치는 영향을 조사한 결과 백색광을 처리한 구에서는 무처리구에 비하여 수확은 3일 빨랐고 수확량은 약 15% 증수되는 것으로 조사되었다(자료없음). 이러한 결과들로 종합하면 LED 광원 중에서 백색광은 큰검정버섯파리의 유인력에도 효과적이지만, 양송이버섯의 생육 및 수확량도 증대시키기 때문에 양송이버섯 재배 시에는 백색 LED 광원을 사용하는 것이 적합 할 것으로 판단된다. 또한 백색광과 버

섯파리 유인력에서 유의적인 차이가 없었던 녹색광은 큰느타리버섯과 톱밥배지 표고버섯, 적색광은 큰느타리버섯과 꽃송이버섯 재배 시에 이용한다면 생육과 품질도 향상시키지만, 버섯파리의 유인 및 포살 효과도 볼 수 있을 것으로 생각된다.

적 요

양송이버섯 재배지에서 LED 광원의 파장에 따른 큰검정버섯파리(*Lycoriella ingenua*)의 유인력을 조사하였다. 시험은 용인과 부여의 양송이 재배지에서 수행되었으며, LED 광원은 백색광, 녹색광, 적색광, 청색광, 황색광을 이용하였다. LED 광원 파장별 버섯파리 유인수는 용인과 부여에서 백색광 132.9마리, 3,272.5마리, 녹색광 120.3마리, 3,109.5마리, 적색광 105.5마리, 1,910.1마리, 청색광 88.3마리, 2,708.3마리, 황색광 46.7마리, 2,465.6마리였다. LED 광원들은 무처리와 비교하여 2.7~3.5배 더 많은 큰검정버섯파리가 유인되었다.

감사의 말씀

이 연구는 농촌진흥청 국립원예특작과학원에서 수행된 기관과유사업(과제번호: PJ907036032014)의 지원에 의해서 시행한 연구 결과입니다.

References

Baek IS, Lee YH, Jang MJ, Jeoung YK, Lee HB, Chi JH. 2013. Effects of cultural characteristics of *Lentinula edodes* according to LED wavelength with sawdust substrate cultivation. *J. Mushroom Sci. Prod.* 11:226-229.

Brar, Ds, Sandhu GS. 1989. biology og sciarid fly, *Bradysia tritici*(COQ).(Diptera: Sciaridae) on temperate mushroom in the punjob (India). *Mushroom Science* XII (Part II). 831-842

Choi HG, Kwon JK, Moon BY, Kang NJ, Park KS, Cho MW, Kim YC. 2013. Effect of different light emitting diode (LED) lights on the growth characteristics and the phytochemical production of strawberry fruits during cultivation. *Kor. J. Hort. Sci. Technol.* 31:56-64.

Chu CC, Simmons AM, Chen TY, Alexander PJ, Henneberry TJ. 2004. Lime green light-emitting diode equipped yellow sticky card traps for monitoring whiteflies aphids and fungus gnats in greenhouse. *Entomollogia sinica.* 11:125-133

Cloyd RA, Dickinson A, Larson RA, Marley KA. 2007. Phototaxis of fugus gnat, *Bradysia* sp. nr *coprophila* (Lintner) (Diptera: Sciaridae), adults to different light intensities. *HortScience.* 42:1217-1220.

Danilevskii AS. 1965. Photoperiodism and seasonal development of insects. Oliver and Boyd, Edinburgh.

Frank J, Dettner K. 2008. Sex pheromones in three *Bradysia*

- species (Dipt., Sciaridae): novel bioassays with female body extracts and fractions. *J. Appl. Entomol.* 132:513-518.
- Glick PA, Hollingsworth JP. 1955. Response of moths of the pink bollworm and other cotton insects to certain ultraviolet and visible radiation. *J. Econ. Entomol.* 48:173-177.
- Harris RA, Gardner WA, Oetting RD. 1996. A review of the scientific literature on fungus gnats (Diptera: Sciaridae) in the genus *Bradysia*. *J. Entomol. Sci.* 31:252-276.
- Hoel DF, Butler JF, Fawaz EY, Watany N, El-Hossary SS, Villinski J. 2007. Response of phlebotomine sand flies to light-emitting diode-modified light traps in southern Egypt. *J. Vectol Ecol.* 32:302-308
- Ishitani ET, Gotoh T, Kawasaki T. 1997. Development of sticky light trap and attractiveness to mushroom-infesting sciarids, *Lycoriella mail*(Fitch) and *Bradysia paupera* Tuomikoski(Diptera: Sciaridae). *Jap. J. Appl. Ent. Zool.* 41:141-146
- Jacob KG, Willmund R, Folkers E, Fischbach KF, Spatz HC. 1977. T-maze phototaxis of *Drosophila melanogaster* and several mutants in the visual systems. *J. Comp. Physiol.* 116:209-225.
- Jang MJ, Lee YH, Kim JH, Ju YC. 2011. Effect of LED light on primordium formation, morphological properties, ergosterol content and antioxidant activity of fruit body in *Pleurotus eryngii*. *Kor. J. Mycol.* 39:175-179.
- Kim DH, Choi HJ, Jo WS, Moon KD. 2012. Quality characteristics of *Pleurotus eryngii* cultivated with different wavelength of LED lights. *Korean J. Food. Preserv.* 19:354-360.
- Kolligs D. 2000. Ecological effects of artificial light sources on noctumally active insects, in particular on butterflies (Lepidoptera). *Faunist.-Oekol. Mitteil.* Supplement 28:1-136.
- Kostelc JC, Girard JE, Hendry LB. 1980. Isolation and identification of a sex attractant of a mushroom-infesting sciarid fly. *J. Chem. Ecol.* 6:1-11.
- Lee HS. 1997. Effect of temperature and host fungi on the development of a mushroom-infesting sciarid fly, *bradysia* sp.(diptera:sciaridae). PH. D. Dissertation, Chonnam national University.
- Lee JS, Lee HI, Kim YH. 2012. Seedling quality and early yield after transplanting of paprika nursed under light-emitting diodes, fluorescent lamps and natural light. *J. Bio-Environ. Cont.* 21:220-227.
- Liu Y, Kono Y, Honda H. 2004. Effects of light intensity on reproductive behavior of male dark winged fungus gnat, *Bradysia paupera* (Diptera: Sciaridae). *Jpn. J. Appl. Entomol. Zool.* 48:151-154.
- Menzel R, Greggars U. 1985. Natural phototaxis and its relationship to colour vision in honeybees. *J. Comp. Physiol. [A]* 157:311-321.
- Mikolajczyk W. 2001. Mycetophilidae s.l. (Diptera) of linden-oak-hornbeam woods in the Bialowieza National Park. *Fragmenta Faunistica.* 44:341-351.
- Oh DS, Kim HS, Shim BS, Wui AJ, Yoon BS, Kim KW, Wang SJ. 2013. Effect of mycelial culture of cauliflower mushroom (*Sparassis crispa*) using LED lighting operation. *J. Mushroom Sci. Prod.* 11:24-31.
- Persson B. 1971. Influence of light of flight activity of noctuids (Lepidoptera) in south Sweden. *Entomol. Scand.* 2:215-232.
- Sivinski JM. 1998. Phototropism, bioluminescence, and the Diptera. *Fla. Enomol.* 81: 282-292.
- Vanninen, I, Johansen, NS. 2005. Artificial lighting (AL) and IPM in greenhouses. *Inter. Org. Biolog. Control/ Western Palacarctic Reg. Section Bull.* 28:295-304.