

표고 톱밥재배에서 검정날개버섯파리 *Lycoriella ingenua* (Diptera: Sciaridae)의 피해와 생물적 방제

김형환^{1*}, 조명래¹, 강택준¹, 안승준¹, 이찬중², 정종천²
¹국립원예특작과학원 원예특작환경과, ²국립원예특작과학원 버섯과

Damage and biological control of dark winged fungus gnats, *Lycoriella ingenua* (Diptera: Sciaridae) in a shiitake cultivation

Hyeong-Hwan Kim^{1*}, Myoung-Rae Cho¹, Taek-Jun Kang¹, Seung-Joon Ahn¹, Sung-Wook Jeon¹,
Chan-Jung Lee² and Jong-Chun Cheong²

¹Horticultural & Herbal Crop Environment Division, NIHHS, RDA, Suwon 441-440

²Mushroom Research Division, NIHHS, RDA, Eumseong 369-873

(Received December 5, 2012, Revised December 15, 2012, Accepted December 19, 2012)

ABSTRACT: Monitorings and management experiment of adult *Lycoriella ingenua* (Diptera: Sciaridae) in artificial sawdust grown shiitake mushroom cultivation were carried out by using yellow sticky traps and *Hypoaspis aculeifer* (Acari: Laelapidae) at Hwaseong, Buyeo and Cheongwon in 2012. The larvae of *L. ingenua* reduced commercial value of the mushroom by direct eating or retarding the growth of mushroom by spongifying the sawdust medium. The number of *L. ingenua* caught by traps showed the highest peak in late september resulting in 127.5~1,025.7, 87.4~743.6 and 133.7~650.4 individuals per trap in Hwaseong, Buyeo and Cheongwon, respectively. Damage rate of fruiting bodies in shiitake mushroom by *L. ingenua* were 7.7~30.3% in Hwaseong, 6.7~25.3% in Buyeo and 5.3~26.0% in Cheongwon and showed the highest peak in late september. *L. ingenua* were effectively controlled when 30.3 individuals of *H. aculeifer* per m² inoculated for three time with 7 to 14 days of interval. In Hwaseong, Buyeo and Cheongwon, density of *L. ingenua* which were caught on the yellow sticky traps were 168.2, 126.1, 132.5 individuals, respectively. And, damage rate of fruiting bodies by *L. ingenua* were 5.9%, 5.5% and 5.4% respectively. Both of the *L. ingenua* density and damage rate of mushroom reduced more than 60% in all experimental site in contrast to the control treatment.

KEYWORDS : Artificial awdust bed, *Hypoaspis aculeifer*, *Lycoriella ingenua*, Shiitake

서론

톱밥배지 표고버섯은 참나무를 이용한 원목재배보다 재배 면적은 적지만, 활엽수 자원을 거의 100% 이용할 수 있고 재배기간이 짧으며 수확량도 2~3배에 달하는 장점이 있어 최근 재배면적이 늘어나고 있다(김 등, 2001). 표고버섯에서 발생하여 피해를 주는 주요 해충으로는 버섯파리, 응애, 털두꺼비하늘소, 선충류가 있다(Hyssey, 1972, 김과 황, 1996). 톱밥배지 표고버섯에서 발생하는 버섯파리는 *Lycoriella ingenua*, *Bradysia difformis*, *Bradysia longimentula*, *Bradysia trispinifera*, *Leptosciarella (Leptosina) subdentata*, *Scatopsciara camptospina* 및 *Xylosciara inornata* 등 7종이 보고되었으며 이 중에서 *L. ingenua*와 *B.*

*difformis*가 우점종이다(Shin 등., 2012). 특히 *L. ingenua*는 톱밥배지 표고버섯에서 발생하여 배지를 가해하여 스폰지화 하여 균사체의 생육을 저해하거나, 균사체 및 자실체 조직을 직접 가해하여 수확량을 저하시킨다.

톱밥배지 표고버섯 재배지에서 *L. ingenua*는 연중 발생하고 있지만 농가에서는 이렇다할 방제 방법이 없다. 다만 김 등(2001)이 톱밥재배 표고버섯에서 피해를 주는 긴수염 버섯파리(*Lycoriella mali*)의 방제를 위하여 benfuracarb, fenthion, furathiocarb를 선발하였다. 그러나 농약잔류의 문제가 있어 이용에 주의를 해야한다고 하였다. 이와같이 표고버섯 재배에서 농약의 사용은 농약잔류와 저항성의 문제와 함께 버섯이 자연 및 건강식품이라는 점에서 Bt제(Cantwell와 Cantelo, 1984, Choi 등., 1996), 곤충병원성 선충(김 등, 2001) 등 생물적 방제에 대한 연구의 필요성이 제기되고 있다.

* Corresponding author (hhkim8753@korea.kr)

따라서 본 연구는 톱밥배지 표고버섯 재배지에서 우점종인 *L. ingenua*의 발생과 피해실태를 조사하고, 이를 토대로 국내 토착 천적인 아큐레이퍼응애(*Hypoaspis aculeifer*)를 이용하여 생물학적 방제 가능성을 알아보기 위하여 수행되었다.

재료 및 방법

검정날개버섯파리 *Lycoriella ingenua*의 발생과 피해 조사

검정날개버섯파리 *L. ingenua*의 발생 및 피해는 2012년 경기도 화성시 양감면 정문리, 충남 부여군 규암면 진변리, 충남 청원군 미원면 기암1리의 톱밥배지 표고버섯 재배농가에서 조사하였다. 이들 세 곳의 농가는 2월~10월까지 표고버섯을 재배하고 있었다. 경기도 화성시 농가는 1동이 165㎡ 면적으로 10동을 재배하고 있었고, 충남 부여군 농가는 1동이 330㎡로 3동을 재배하고 있었으며 충남 청원군 농가는 1동이 330㎡로 4동을 재배하고 있었다. 각 지역의 재배사는 온도와 습도조절 공조시설이 없어 차광망, 스프링클러 및 출입문 개폐 등을 통해 평균 온도는 27±7℃, 습도는 80±15%를 유지하고 있었다. *L. ingenua*의 발생조사는 각 농가마다 1개의 동을 고정조사구로 정하고 황색 끈끈이트랩(150×250mm, 그린아그로텍)을 2m 간격으로 10개 끈끈이트랩을 작업에 지장을 주지 않도록 양쪽 측장에 설치하였다. 그리고 10~22일 간격으로 농가를 방문하여 끈끈이트랩을 교체하면서 유인된 성충의 마리수를 조사하였다. 피해는 유충으로 인하여 자실체 갓 내부에 피해를 받은 것을 조사하였으며, 각 농가의 1개 동에서 임의로 100개의 자실체를 1반복으로 3반복 조사하여 피해율을 산정하였다.

아큐레이퍼응애를 이용한 *Lycoriella ingenua*의 포장 방제효과 조사

2012년 현재 버섯파리의 생물적 방제를 위하여 국내에서 이용할 수 있는 것은 Bt제, 곤충병원성 선충, 아큐레이퍼응애(*Hypoaspis aculeifer*)가 있는데 본 시험에서는 이 중에서 원예작물 재배지의 토양 및 육묘장의 상토에서 작은뿌리파리의 생물적 방제제로 이용되는 토착 천적 아큐레이퍼응애를 사용하였다. 천적 제품은 한 병(1,000ml)에 아큐레이퍼응애 약충과 성충이 10,000마리가 들어있는 제품을 동부팜세레스(주)에서 구입하여 방제에 사용하였다. 각 시험포장에서 아큐레이퍼응애는 제품 구입시 표준처리밀도인 ㎡ 당 30.3마리로 처리하였다. 처리일은 화성, 부여, 청원의 농가에서 동일한 날짜에 이루어졌으며, 그 날짜는 8월 3일, 8월 11일, 8월 20일이었다. 처리방법은 제품을 구입하여 뚜껑을 열고 병안의 내용물을 조금씩 손위에 올려놓고 배지위에 골고루 뿌

려주었다. 끈끈이트랩과 자실체의 피해수 조사방법과 조사일은 발생 및 피해 조사와 동일하였다. 재배사 내의 환경관리는 농가에서 일반적으로 관리하는 상태에서 시험을 수행하였다. 각 지역의 재배사는 온도와 습도조절 공조시설이 없어 차광망, 스프링클러 및 출입문 개폐 등을 통해 평균 온도는 27±7℃, 습도는 80±15%를 유지하고 있었다. 아큐레이퍼응애의 방제효과는 황색 끈끈이트랩을 이용하여 *L. ingenua*의 성충 유인수와 자실체의 피해율을 조사하여 무처리구와 비교하였다.

결과

검정날개버섯파리 *Lycoriella ingenua*의 발생과 피해

톱밥배지 표고버섯 재배지에서 황색 끈끈이트랩을 이용한 *L. ingenua*의 성충 유인수를 조사한 결과 화성에서는 트랩 당 127.5~1,025.7마리가 발생하였으며, 발생최성기는 9월 26일이었다. 부여에서는 트랩 당 87.4~743.6마리로 발생최성기는 화성과 같이 9월 26일었고, 청원에서는 트랩 당 133.7~650.4마리로 동일한 발생최성기를 보였다(Fig. 1). 화성, 부여 및 청원의 지역간 *L. ingenua*의 성충 유인수는 부여와 청원은 트랩 당 성충 유인수가 유사하였으나, 화성에서는 두 지역과 달리 성충의 발생밀도가 높았다. 지역별 *L. ingenua*의 성충 유인수는 다소 차이를 보였지만, 발생최성기는 9월 하순으로 동일하였다. 톱밥배지 표고버섯은 일반적으로 3월에서 10월까지 재배되고 있으며 본 조사에서와 같이 9월 중 *L. ingenua*의 밀도가 발생최성기를 보이므로 이 기간 중 재배 시에는 버섯파리의 관리에 만전을 기해야 하겠다.

*L. ingenua*을 비롯한 톱밥배지 표고버섯 재배지에 발생하는 버섯파리류는 유충이 자실체를 직접 가해하여 상품성

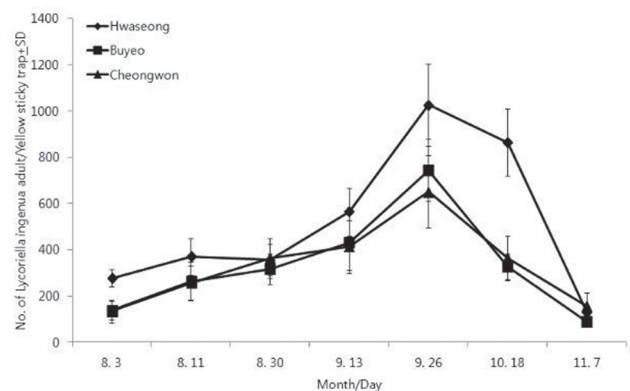


Fig. 1. Mean number of *Lycoriella ingenua* adult attracted to yellow sticky trap in the artificial sawdust beds of a shiitake cultivation in Hwaseong, Buyeo, and Cheongwon.

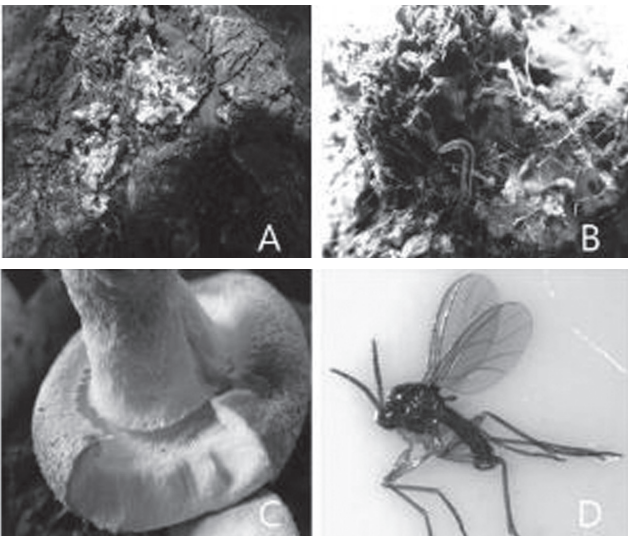


Fig. 2. Damage, larva and adult of *Lycoriella ingenua* in artificial sawdust bed of a shiitake Cultivation (A–D). (A) Damage of larvae infected sawdust bed. (B) Larvae on the sawdust bed. (C) Damage of shiitake fruit body by larvae. (D) Adult on the sticky trap.

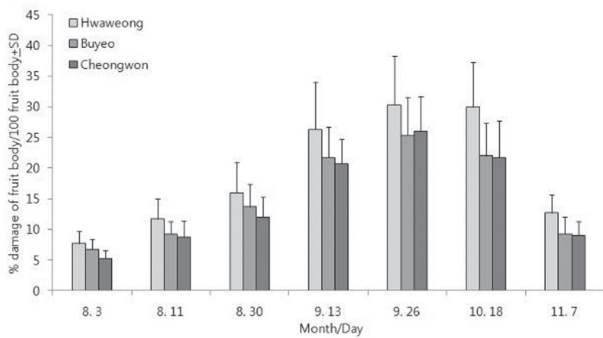


Fig. 3. Mean percentage damage of fruit body by *Lycoriella ingenua* larva in the artificial sawdust beds of a shiitake cultivation in Hwaseong, Buyeo, and Cheongwon.

을 떨어뜨리거나, 배지 속에서 유충이 서식하면서 배지의 영양분을 먹고 심하면 배지를 스펀지화하여 표고버섯 자실체의 성장을 둔화시키는 피해를 유발하였다(Fig. 2). 그리고 다른 버섯과 달리 표고버섯에서 나타나는 간접적인 피해로는 갓 안쪽의 자실체를 가해하던 유충이 수확과정에서 발견이 되지않고 제품화 된 이후에 소비자가 구입하는 과정에서 유충이 관찰되어 제품이 전면 반환되는 피해도 발생하고 있었다(Fig. 2). 조사시기별 표고버섯 자실체의 피해율은 화성에서 7.7~30.3%로 전체 조사기간의 평균이 19.2%였으며 8월 30일에서 10월 18일까지는 평균 피해율보다 높았고, 9월 26일에 30.3%로 가장 높았다(Fig. 3). 부여에서의 피해율은 6.7~25.3%로 평균 15.4%를 나타내었으며 9월 13일에서 10월 18일까지는 평균 피해율보다 높았고, 9월 26일에 25.3%

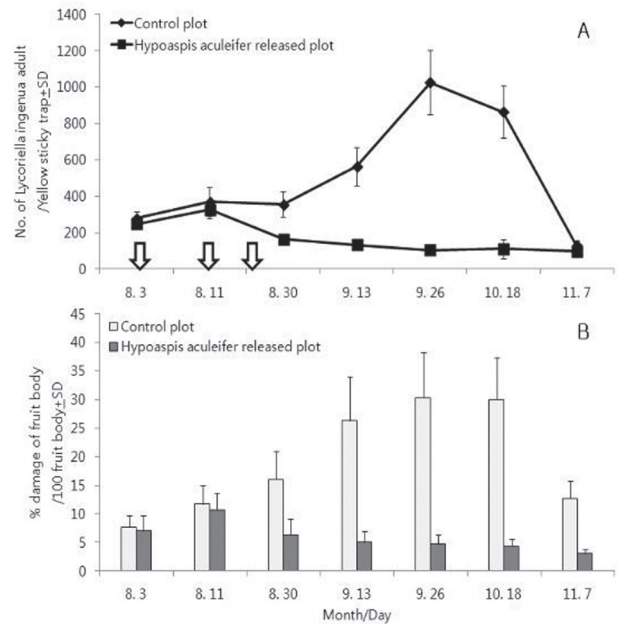


Fig. 4. Mean number of *Lycoriella ingenua* adult attracted to yellow sticky trap(A) and percentage damage of a fruit body(B) in the artificial sawdust beds of a shiitake cultivation in Hwaseong. The arrows represent treatment of *Hypoaspis aculeifer* nymph and adult.

로 가장 높았다. 청원에서의 피해율은 5.3~26.0%로 평균 14.8%를 나타내었으며 9월 13일에서 10월 18일까지는 평균 피해율보다 높았고, 9월 26일에 26.0%로 가장 높았다. 따라서 세 지역의 표고버섯 자실체 피해율은 *L. ingenua*의 성충 유인수가 가장 많았던 시기와 일치하였으며 *L. ingenua*의 성충 발생밀도와 자실체 피해율간에는 밀접한 관계가 있었다.

아큐레이퍼응애를 이용한 *Lycoriella ingenua*의 포장 방제효과 조사

톱밥배지 표고버섯을 재배하는 화성, 부여, 청원에서 *L. ingenua* 등 버섯파리의 유충을 포식하는 토착 천적인 아큐레이퍼응애의 방제효과를 조사하였다. 화성의 표고버섯 재배농가에서는 무처리구의 황색 끈끈이트랩의 성충 유인수가 평균 511.7마리(127.5~1,025.7마리)였으나, 아큐레이퍼응애 처리구는 평균 168.2마리(96.7~132.7마리)로 무처리구에 비하여 적었다(Fig. 4). 또한 표고버섯 자실체의 피해율도 무처리구는 7.7~30.3%로 평균 19.2%였으나, 아큐레이퍼응애 처리구는 3.0~10.7%로 평균 5.9%로 무처리구와 천적 처리구간에 차이를 보였다(Fig. 4). 부여의 표고버섯 재배농가에서는 무처리구의 황색 끈끈이트랩의 성충 유인수가 평균 329.2마리(87.4~743.6마리)였으나, 아큐레이퍼응애 처

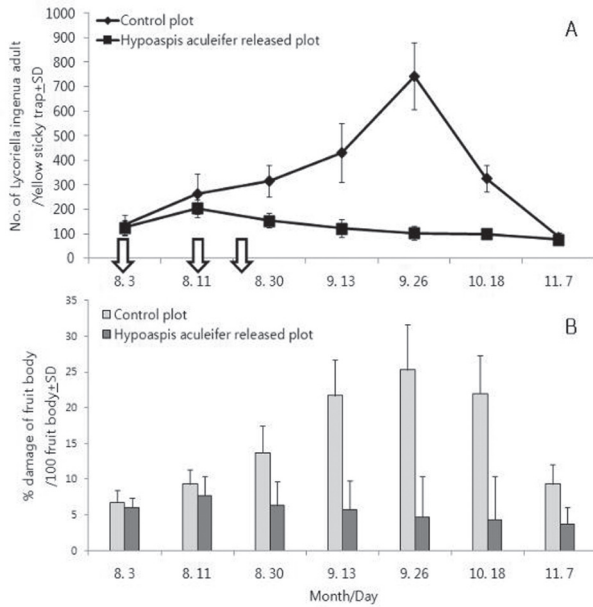


Fig. 5. Mean number of *Lycoriella ingenua* adult attracted to yellow sticky trap(A) and percentage damage of a fruit body(B) in the artificial sawdust beds of a shiitake cultivation in Buyeo. The arrows represent treatment of *Hypoaspis aculeifer* nymph and adult.

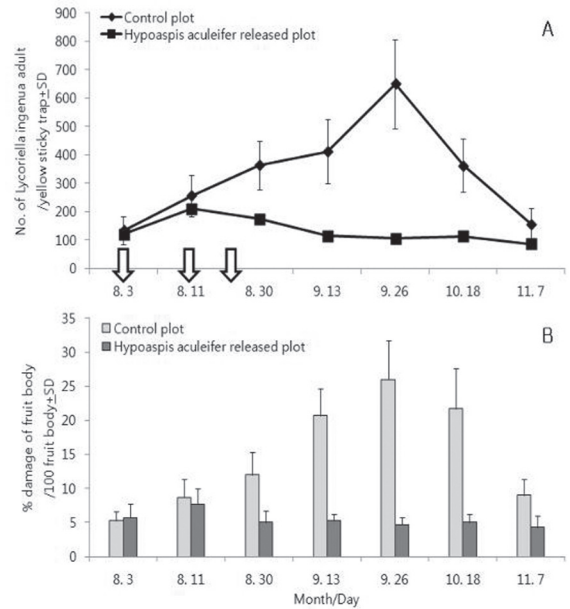


Fig. 6. Mean number of *Lycoriella ingenua* adult attracted to yellow sticky trap(A) and percentage damage of a fruit body(B) in the artificial sawdust beds of a shiitake cultivation in Cheongwon. The arrows represent treatment of *Hypoaspis aculeifer* nymph and adult.

리구는 평균 126.1마리(76.3~203.5마리)로 무처리구에 비하여 적었다(Fig. 5). 그리고 자실체의 피해율도 무처리구는 6.7~25.3%로 평균 15.4%였으나, 아쿠레이퍼응에 처리구는 3.7~7.7%로 평균 5.5%를 나타내어 무처리구에 비하여 피해율이 낮았다(Fig. 5). 청원의 표고버섯 재배농가에서는 무처리구의 황색 끈끈이트랩의 성충 유인수가 133.7~650.4마리로 평균 333.7마리였으나, 아쿠레이퍼응에 처리구는 87.2~210.6마리로 평균 132.5마리를 나타내어 무처리구에 비하여 적었다(Fig. 6). 자실체의 피해율은 무처리구가 5.3~26.0%로 평균 14.8%였으나, 아쿠레이퍼응에 처리구는 4.3~7.7%로 평균 5.4%를 나타내어 무처리구에 비하여 피해율이 낮았다(Fig. 6).

고찰

표고버섯 톱밥재배는 기존의 시설하우스를 이용할 수 있어 투자비가 절감되고 원목재배에 비하여 수확기간을 1년 이상 단축시킬 수 있으며 생산량도 크게 늘어 농가 소득 증대에 일조를 하고 있다. 또한 표고버섯 원목재배는 여름철에 생산량이 줄거나, 재배를 하더라도 품질이 저하되는 단점이 있지만, 톱밥재배는 생산량이 떨어지지 않고 안전하게 재배할

수 있어 소득증대를 꾀할 수도 있다. 이와같은 장점들로 인하여 최근에는 표고버섯 원목재배에서 톱밥재배로 전환하는 농가들이 늘고 있으나 버섯파리와 같은 해충들의 피해도 많아지고 있다. 특히, 톱밥배지 표고버섯 재배지의 시설환경과 관리적인 측면도 *L. ingenua* 등의 버섯파리의 발생과 피해의 증가를 부추기고 있다. 즉, 표고버섯 재배사는 햇빛을 차단하기 위하여 검은색 차광망이 연중 설치되어 있고, 자실체의 생육을 촉진시키기 위하여 자주 스프링클러로 관수를 하기 때문에 시설내의 배지와 바닥에 습기가 많으며 배지 자체가 참나무의 톱밥을 발효하여 짙겨 등과 혼합되어 있어 발생 환경과 먹이조건이 버섯파리가 가장 선호하는 조건하에서 재배되고 있기 때문이다.

톱밥재배 표고버섯에 발생하는 버섯파리는 *Lycoriella ingenua*, *Bradysia difformis* 등 7종이 보고될 만큼 최근 심각한 피해가 나타나고 있다(Shin 등, 2012). 그러나 현재로서는 표고버섯에서 버섯파리 방제용으로 등록된 약제는 없다(KCPA, 2012). 그리고 느타리버섯, 양송이에 등록된 약제도 teflubenzuron SP, cyromazine WP, diflubenzuron SP 등 3종류가 있는데 향후 표고버섯에 발생하는 버섯파리의 방제에 우선 적용할 수 있는 약제들이다. 그러나 농가에서는 잔류독성 및 약제에 대한 저항성 등의 문제로 살충제의 사용시기가 제한적이라 버섯파리의 방제에 많은 어려움이 있

다(김과 김; 1981, 전 등, 1990; 이 등, 2002). 따라서 방제 약제가 다양하지 못하고 사용시기에 제약이 많으며 효과가 떨어지는 점들로 인하여 향후 표고버섯 톱밥재배지에서 *L. ingenua* 등의 버섯파리류의 발생과 피해는 많아지고 전국적으로 확산이 우려된다. 실제로 본 조사에서와 같이 톱밥배지로 표고버섯을 재배하는 경기도 화성, 충남 부여와 청원에서 우점하여 발생하고 있던 *L. ingenua*의 성충수를 조사한 결과 황색 끈끈이트랩 당 화성에서 127.5~1,025.7마리, 부여에서 87.4~743.6마리, 청원에서 133.7~650.4마리가 발생하고 있었으며 발생최성기는 9월 26일이었다. 자실체의 피해율도 화성에서 7.7~30.3%, 부여에서 6.7~25.3%, 청원에서 5.3~26.0%였다. 이와같은 *L. ingenua*의 성충 발생밀도와 피해 경향은 육묘장에서 버섯파리의 일종인 작은뿌리파리(*Bradysia difformis*)가 4월~6월, 9월~3월에 성충의 발생밀도와 수박의 유묘 피해율이 증가한다는 보고와 일치하였다(김 등, 2000). 또한 느타리버섯에 발생하여 피해를 주는 긴수염버섯파리(*Lycoriella mali*)도 3월~6월 하순, 가을재배시에 발생밀도와 피해가 많았다고 하였다(이 등, 1999). 한편 *L. ingenua*는 톱밥배지 표고버섯 재배지에서 유충이 배지에 발생하여 가해함으로써 피해가 심해지면 배지가 스폰지화되어 균사체의 생육을 저해하거나, 균사체 및 자실체의 조직을 직접 가해하여 수확량을 저하시켰다. 이러한 피해증상은 느타리버섯에서 발생하여 유충이 균사를 끊어먹음으로써 균사 결합을 파괴하고 배지로 파고 들어가 수량 감소와 품질저하를 유발하는 긴수염버섯파리와 유사하였다(이 등, 1999). 특히, 긴수염버섯파리와 같이 배지와 균사 및 자실체를 직접 가해하여 수확량의 감소를 초래하는 *L. ingenua*의 발생과 피해가 9월~10월에 집중되는 경향은 가을재배 톱밥배지 표고버섯이 가격을 높게 받을 수 있는 시기인 추석 전에 생산을 집중시키는 점과의 상황을 감안한다면 농가에 끼치는 경제적 피해는 더욱더 가중된다고 할 수 있다.

표고 톱밥배지 재배지에서 다양한 버섯파리가 발생하고 피해를 주고 있음에도 불구하고 현재로서는 발생밀도를 효과적으로 감소시킬 수 있는 수단이 없는 실정이다. 버섯파리의 적용약제를 늘리는 것도 우선적인 해결책이지만, 최근 표고버섯이 건강 및 기능성식품이라는 인식으로 인하여 살충제 사용은 한계가 있다. 현재 농가에서 관행적으로 사용하는 살충제를 대체하고 친환경적으로 버섯파리를 방제할 수 있는 수단이 필요한데 이를 만족시킬 수 있는 것이 토양서식성 해충의 천적인 아쿠레이퍼응애이다. 본 시험에서 화성, 부여, 청원에서 아쿠레이퍼응애를 m^2 당 30.3마리 밀도로 7~14일 사이의 간격으로 3회 처리한 결과 화성의 표고재배 농가에서는 무처리구와 비교하여 성충 유인수와 자실체 피해율이 각각 67.1%, 69.3%, 부여에서는 61.7%, 64.3%, 청원에서는 60.3%, 63.5%가 감소하였다. 지금까지 국내에서

는 표고버섯 재배지에서 버섯파리를 생물적 방제한 사례는 없다. 다만 느타리버섯 재배지에서 긴수염버섯파리와 버섯혹파리(*Mycophila speyeri*)를 생물적 방제하기 위하여 Bt제(Choi 등, 1996)와 곤충병원성 선충(김 등, 2001; 김 등, 2004)을 이용한 경우가 있다. 또한 원예작물 재배지에서는 육묘장, 초화류 및 포인세티아 재배지에서 피해가 많은 작은뿌리파리를 생물학적으로 방제하기 위하여 곤충병원성 선충(*Steinernema carpocapsae*)를 이용하여 우수한 효과를 거둔바 있다(김 등, 2003; 김 등, 2004; 전 등, 2007). 외국에서는 토양서식성 포식응애, *Geolaelaps* sp. nr. *aculeifer*를 방사하여 버섯파리의 일종인 *Bradysia* 속 파리 유충과 성충수를 10주 동안 성공적으로 감소시켰으며(Gillespie and Quiring, 1990), 갯파리 일종인 *Scatella tenuicosta*에 아쿠레이퍼응애를 이용하여 2~3주 후에 84~100%의 방제효과를 나타내었다(Vänninen and Koskula, 2004). 또한 아쿠레이퍼응애와 유사한 뿌리이리응애가 일반 토양보다는 상토가 공극이 넓기 때문에 표층으로부터 2~12cm 깊이까지 침입하는 활발한 행동과 높은 포식력으로 버섯파리 일종인 *L. ingenua*와 *Megaselia halterata*의 밀도감소 효과가 높았다고 하였다(Jess와 Bingham, 2004; Jess와 Schweizer, 2009). 따라서 톱밥재배 표고버섯에서 톱밥배지가 일반토양 보다 공극이 넓고 배지가 비닐에 싸여 있지만 배지의 아래쪽으로 이동이 용이하며 배지와 배지사이드 활발하게 이동할 수 있는 장점이 있는 버섯파리의 포식성 천적인 아쿠레이퍼응애를 활용한다면 효과적으로 버섯파리의 밀도를 낮출 수 있으리라 생각된다. 이상의 결과를 종합하면 톱밥배지 표고버섯 재배지에서 발생밀도도 높고, 자실체의 피해율도 20%로 경제적으로 심각한 피해를 주고 있는 검정날개버섯파리 *L. ingenua*를 아쿠레이퍼응애를 이용하면 발생밀도도 줄이고, 자실체의 피해율을 5% 이내로 줄일 수 있어 표고버섯 재배농가에서 아쿠레이퍼응애를 적극적으로 이용할 것이 기대된다.

적 요

톱밥배지 표고버섯 재배지에서 황색 끈끈이트랩을 이용한 *Lycoriella ingenua*의 성충 유인수를 조사한 결과 9월 26일에 화성에서는 트랩 당 127.5~1,025.7마리, 부여에서는 87.4~743.6마리, 청원에서는 133.7~650.4마리로 세 지역에서 9월 하순에 발생최성기를 보였다. *L. ingenua*는 유충이 자실체를 직접 가해하여 상품성을 떨어뜨리거나, 배지 속에서 유충이 서식하면서 배지의 영양분을 먹고 심하면 배지를 스폰지화하여 표고버섯 자실체의 성장을 저하시키는 피해 증상을 나타내었다. *L. ingenua*의 표고버섯 자실체의 피해

울은 화성에서 7.7~30.3%, 부여에서는 6.7~25.3%, 청원에서는 5.3~26.0%로 세 지역에서 9월 하순에 피해가 많았다. 톱밥배지 표고버섯을 재배하는 화성, 부여, 청원에서 천적인 아쿠레이퍼응애를 이용하여 *L. ingenua*의 방제효과를 알아본 결과 m² 당 아쿠레이퍼응애의 약충과 성충을 30.3마리 밀도로 7~14일 간격으로 3회 처리하여 우수한 방제효과를 얻었다. 화성의 표고재배 농가에서는 아쿠레이퍼응애 처리구에서 *L. ingenua*의 성충 유인수가 끈끈이트랩 당 평균 168.2마리, 자실체 피해율은 평균 5.9%로 무처리구와 비교하여 각각 67.1%, 69.3%가 감소되었다. 부여와 청원의 표고재배 농가에서는 끈끈이트랩 당 성충 유인수가 각각 평균 126.1마리, 132.5마리였고 자실체의 피해율은 5.5%, 5.4%로 성충 유인수는 무처리구와 비교하여 각각 61.7%, 60.3%, 자실체 피해율은 64.3%, 63.5%가 감소되었다.

감사의 말씀

이 연구는 2012년도 농촌진흥청 국립원예특작과학원의 원예특작시험연구비(PJ907036022012)로 수행된 연구결과입니다. 시험연구에 많은 도움을 준 최영준, 유하빈과 화성, 부여, 청원의 표고버섯 재배농가에 감사드립니다.

참고문헌

김규진, 황창연. 1996. 한국 남부 표고버섯 및 느타리버섯 재배지에 분포된 해충상에 관한 연구. 한국응용곤충학회지 35 : 45-51.

김길하, 유정수, 구창덕, 이상길, 박지두. 2001. 표고 톱밥배지에서 긴수염버섯파리 (*Lycoriella mali*)의 방제약제 선발. 한국농약과학회지 5 : 62-66.

김태산, 김광포. 1981. 버섯파리 방제약제 선발시험. 시험연구보고서(농업기술연구소 생물부). 660-671.

김형환, 전홍용, 조명래, 양창열, 추호렬, 이흥수, 이혜경. 2004. 초화류의 작은뿌리파리 피해 및 방제. 원예과학기술지 22 : 351-357.

김형환, 추호렬, 이동운, 이흥수, 전홍용, 하판정. 2004. 느타리버섯 재배사에서 한국산 *Steinernema*와 *Heterorhabditis*를 이용한 버섯혹파리(*Mycophila speyeri*)의 생물적 방제. 한국응용곤충학회지 45 : 233-239.

김형환, 추호렬, 이동운, 이상명, 전홍용, 조명래, 임명순. 2003. 작은뿌리파리에 대한 한국산 곤충병원성 선충의 방제 효과와 상토에서의 지속성. 한국원예학회지 44 : 393-401.

김형환, 추호렬, 이흥수, 박정규, 이동운, 진병래, 추영무. 2001. 곤충병원성 선충을 이용한 느타리버섯 해충, 긴수염버섯파리(*Lycoriella mali*)의 생물적 방제. 한국응용곤충학회지 40 : 59-67.

김형환, 추호렬, 이흥수, 조성래, 신현열, 박정규, 추영무. 2000. 육묘장내 작은뿌리파리의 발생과 피해. 한국응용곤충학회지 39 : 89-97.

이수희, 임은경, 최광호, 이재필, 이현욱, 김익수, 문병주. 2002. 느타리 재배에서 버섯파리의 생물학적 방제를 위한 곤충병원성 세균의 분리 및 동정. 한국균학회지 30 : 44-49.

이흥수, 김형환, 박정규, 신현열. 1999. 버섯재배사에서 긴수염버섯파리, *Lycoriella mali*의 발생양상. 한국균학회지 27 : 420-423.

전창성, 유창현, 차동렬. 1990. 디밀린수화제 처리에 따른 느타리 버섯파리 방제 효과에 관한 연구. 농진청. 농시논문집 32 : 58-63.

전홍용, 김형환, 정재아, 강택준, 양창열. 2007. 작은뿌리파리에 의한 포인세티아의 피해실태와 총채가시응애를 이용한 방제. 원예과학기술지 25 : 468-473.

Cantwell, G. E. and Cantelo, W. W. 1984. Effectiveness of *Bacillus thuringiensis* var. *israelensis* in controlling a sciarid fly, *Lycoriella mali*, in mushroom compost. J. Econ. Entomol. 77 : 473-475.

Choi, K. H., Park, H. C., Park, H. W., Jin, B. R., Kang, S. K. and Shon, H. D. 1996. A study on the biological control of sciarid fly (*Lycoriella* sp.) using *Bacillus thuringiensis*. Korea J. Life Sci, 6 : 293-298.

Gillespie, D. R. and Quiring, M. J. 1990. Biological control of fungus gnats, *Bradysia* spp. (Diptera: Sciaridae), and western flower thrips, *Frankliniella occidentalis* (Pergande) (Thysanoptera: Thripidae), in greenhouses using a soil-dwelling predatory mite, *Geolaelaps* sp. nr. *aculeifer* (Canestrini) (Acari: Laelapidae). Can. Entomol. 122 : 975-983.

Hussey, N. W. 1972. Pest in perspective. Mushroom Science VIII, 183-192.

Jess, S. and Bingham, J. F. W. 2004. Biological control of sciarid and phorid pests of mushroom with predatory mites from the genus *Hypoaspis* (Acari: Hypoaspidae) and the entomopathogenic nematode *Steinernema feltiae*. Bull. of Entomol. Res. 94 : 159-167.

Jess, S. and Schweizer, H. 2009. Biological control

- of *Lycoriella ingenua* (Diptera: Sciaridae) in commercial mushroom (*Agaricus bisporus*) cultivation : a comparison between *Hypoaspis miles* and *Steinernema feltiae*. Pest Manag. Sci, 65 : 1195–1200.
- KCPA, 2012. User's manual of pesticides. Korea Crop Protection Association.
- Shin, S. G., Lee, H. S. and Lee, S. H. 2012. Dark winged fungus gnats (Diptera: Sciaridae) collected from shiitake mushroom in Korea. J. Asia-Pacific Entomol, 15 : 174–181.
- Vänninen, I. and Koskula, H. 2004. Biocontrol of the shore fly *Scatella tenuicosta* with *Hypoaspis miles* and *H. aculeifer* in peat pots. BioCon, 49 : 137–152.