

충남지역 양송이버섯 재배지 버섯파리 발생과 방제 실태

이병주^{1,*} · 이미애¹ · 김용균¹ · 아순계¹ · 이병의² · 서건식³

¹충청남도농업기술원 작물연구과

²순천향대학교 화학과

³한국농수산대학 버섯학과

Occurrence and control of mushroom flies during *Agaricus bisporus* cultivation in Chungnam, Korea

Byung-joo Lee^{1,*}, Mi-Ae Lee¹, Yong-Gyun Kim¹, Sun-Gye Lee¹, Byung-Eui Lee², and Geon-Sik Seo³

¹Crop Research Division, Chungcheongnam-do Agricultural Research & Extension Services, Yesan 340-861, Korea

²Industry Academy Cooperation Foundation, Soonchunghyang University, Asan 336-745, Korea

³Korea National College of Agricultural and Fishery, Chunju 560-500, Korea

ABSTRACT: Mushroom flies are one of the most serious threats to mushroom production and cultivation in Korea, and they cause significant losses in yield and quality. In this study, we investigated the occurrence and control of mushroom flies in farms where *Agaricus bisporus* was cultivated in Chungnam. The cultivation period was more than 7 years in the 32 mushroom farms examined; about 28% were environment-friendly cultivation farms, and 72% were conventional cultivation farms. Mushroom flies were a major pest in about 84% of the examined farms. Most of the mushroom flies were sciarids and phorids (71% and 24%, respectively). The adult flies were found throughout the year, but their occurrence was the highest in September when the temperature increased. In general, the occurrence of mushroom flies in the examined farms was high; however, insect nets and post-crop steaming programs used as basic control methods were not implemented properly. Our findings show that integrated pest management of mushroom flies is urgently required for *A. bisporus* cultivation in Korea.

KEYWORDS: *Agaricus bisporus*, Mushroom fly, Phorid, Post-crop steaming, Sciarid

서 론

세계적으로 가장 많은 양이 생산되는 양송이버섯(*Agaricus bisporus*)은 담자균류에 속하는 식용버섯으로 인도, 유럽과 북아메리카의 초원지에서 자생한다(Hood *et al.*, 2004).

양송이버섯은 단백질, 탄수화물, 각종 미량원소, 아미노산 및 비타민 등의 영양분이 풍부하고(Irazaqui *et al.*, 1997; Nasiri *et al.*, 2013), 면역력 강화 및 유방암 등에 대한 항암효과 등이 알려져 있다(Winer *et al.*, 2002; Kent *et al.*, 2003; Barros *et al.*, 2008; Jagadish *et al.*, 2009).

버섯파리는 파리목(Diptera)에 속하는 곤충으로 크게 네 가지 그룹 또는 계통으로 분류되는데 세시드(Cecidomyiidae), 포리드(Phoridae), 마이세토피필(Mycetophilidae), 그리고 시아리드(Sciaridae)로 알려져 있다. 이러한 버섯파리들은 우리나라를 포함해 거의 세계 모든 나라에서 발생하여 지속적인 문제를 발생시키는 해충이 되고 있다(Wyatt, 1963; Clift, 1979; White, 1985; Kim and Hwang, 1996; Erler *et al.*, 2011).

버섯파리는 우리나라 양송이뿐만 아니라 표고, 느타리 버섯 등에서 다량으로 발생하여 심각한 피해를 주고 있는 중요한 해충으로 알려져 있다(Kim *et al.*, 1999; Kim *et al.*, 2012; Shin *et al.*, 2012, Kwon *et al.*, 2013). 버섯파리에 의한 피해는 버섯재배 기간 즉 집중에서 수확까지의

J. Mushrooms 2016 September, 14(3):100-104
<http://dx.doi.org/10.14480/JM.2016.14.3.100>
 Print ISSN 1738-0294, Online ISSN 2288-8853
 © The Korean Society of Mushroom Science

*Corresponding author
 E-mail : byungjoo@korea.kr
 Tel : +41-635-6061

Received July 25, 2016
 Revised August 29, 2016
 Accepted September 19, 2016

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.

Table 1. The number and cultivation period of *Agaricus bisporus* farm houses in Chungnam area investigated in this study

Cultivation period	≤ 3 years	4-6 years	7-9 years	≥ 10 years	Total
No. of farm houses	1	2	5	25	32
% share	3.1	6.3	15.2	75.0	100

모든 단계에서 나타날 수 있다(Rinker *et al.*, 1993). 특히 시아리드 버섯파리에 의한 피해로는 버섯 생산량이 최대 70%까지도 감소될 수 있다는 보고도 있다(Beyer *et al.*, 1999). 버섯파리 유충은 배지에서 성장하는 버섯균사를 직접적으로 섭식하고 자실체를 직접 가해함으로써 버섯의 생육 및 수확량을 감소시키고 상품성을 크게 떨어뜨린다(Hussey and Gurney, 1968; Clift, 1979; White, 1985; Kiel, 2002; Kim *et al.*, 2012). 또한 성충은 병균, 선충, 응애 등 각종 오염원의 매개체로 간접적인 피해를 일으킨다(Clift, 1979; Clancy, 1981; Wetzels, 1981; Kim and Hwang, 1996; Shamshad, 2010).

충남지역의 부여와 보령은 우리나라의 양송이버섯 주생산지로서 전국 생산량의 약 80%를 차지하고 있다. 이렇게 집중되어 있는 양송이 생산은 산업적으로 배지, 종균, 복토, 판매, 가공 등의 연계성을 강화할 수 있는 조건이 되기도 하지만 병해충이 집중적으로 발생하는 조건이 되기도 한다. 따라서 본 연구는 충남지역 양송이버섯 주생산지인 부여와 보령에서의 농가별 시기별 버섯파리 발생 및 방제방법에 대한 실태조사를 통해 종합적인 방제기술을 개발하기 위한 기초자료로 활용하고자 수행하였다.

재료 및 방법

본 연구는 2013년 가을에서 2015년 봄까지 충남 양송이 주재배지역인 부여와 보령의 양송이 재배농가에서의 버섯파리의 종류, 시기별 발생밀도, 농가에서 사용되는 다양한 방제방법 등에 대한 현지방문조사로 수행되었다. 버섯파리 발생 종류 및 시기별 발생밀도에 대한 조사를 위해 황색평판트랩(황색끈끈이트랩) 소형(150×250 mm)을 재배사내에서 2 m 간격으로 설치하여 1주일 간격으로 조사하였다. 본 연구는 임의로 선정된 총 32농가를 대상으로 실시되었는데 농가의 재배기간은 대부분 10년 이상이 75%를 차지하였고 6년 이하의 농가는 9.4%에 불과하였다(Table 1). 이것은 이 지역 농가들의 오래된 양송이 재배역사를 잘 반영하고 있는 것으로 판단된다.

Table 2. The cultivation method of *Agaricus bisporus* farm houses in Chungnam area investigated in this study

Cultivation Method	Environmental friendly cultivation	Conventional cultivation	Total
No. of farm houses	9	23	32
% share	28.1	71.9	100

조사된 총 32농가 중 친환경재배 농가는 9농가로 28.1%였고 관행재배 농가수는 23농가로 71.9%를 차지하여 친환경재배가 늘어나는 경향은 분명하지만 아직까지는 많은 농가가 관행적인 방법으로 양송이를 재배하고 있는 현실을 보여주었다(Table 2).

결과 및 고찰

충남 양송이 주재배지역인 부여와 보령의 총 32농가에서 조사된 양송이 재배시 가장 심각한 피해를 주는 병해충으로는 버섯파리가 27농가 84.4%로 압도적으로 다수를 차지하였고 그 뒤를 이어 푸른곰팡이 3농가 9.4%, 응애 1농가 3.1% 순으로 조사되었다(Table 3). 이와 같은 결과에서 중요한 점은 친환경재배농가 및 관행재배농가 모두가 가장 심각한 피해를 주는 병해충으로 버섯파리를 지목했다는 점이다. 하지만 조사대상 농가 중에서 모든 친환경재배 농가에서 버섯파리를 주요병해충으로 선정하여 그 심각한 현황을 보여주고 있다. 따라서 양송이재배농가에서의 안정적 재배뿐 아니라 친환경재배를 확대하기 위해서는 버섯파리에 대한 친환경적 방제법 개발이 시급한 실정으로 판단된다.

충남 양송이 주재배지역인 부여와 보령지역의 양송이 재배농가에서 버섯파리 발생 종류는 Fig. 1과 같이 시아리드, 세시드, 포리드, 마이세토피 4종이 확인되었다. 시기별 발생밀도에 대한 조사는 평판트랩을 이용한 현지방문조사로 수행되었는데 양송이 재배사내에서 발생한 버섯파리의 수는 시아리드 569마리로 70.7%를 차지하여 가장

Table 3. The main pest and disease selected by farm houses as causing most serious damage in *Agaricus bisporus* cultivation

Pathogen/pest	Mushroom fly	Green mould	Mite	Others	Total
Environmental friendly	9	0	0	0	9
Conventional	18	3	1	1	23
% share	84.4	9.4	3.1	3.1	100

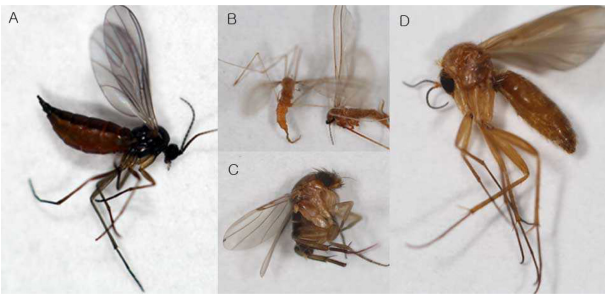


Fig. 1. Various mushroom flies captured at the farm houses of *Agaricus bisporus* cultivation in Chungnam area. A, Sciarid; B, Cecid; C, Phorid; D, Mycetophil

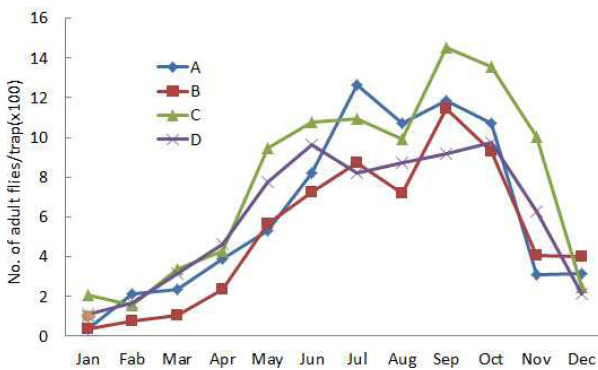


Fig. 2. Seasonal occurrence of mushroom flies at the different farm houses of *Agaricus bisporus* cultivation in Chungnam area.

많은 수가 출현하였다. 그 다음으로 포리드가 196마리 24.3%, 세시드가 16마리 2.0%, 마이세토피일이 7마리 0.9%를 차지하였으며 기타 버섯털파리붙이, 모기, 초파리 등 일반 해충 17마리가 유인되어 2.1%를 차지하였다(Table 4).

충남 양송이 주재배지역인 부여와 보령의 양송이 재배 농가에서 시기별로 버섯파리 발생밀도를 조사한 결과 Fig. 2에서 보듯 4농가에서 버섯파리 밀도가 커다란 차이를 보였는데 이것은 재배사의 위치조건, 재배조건, 재배방

식, 병충해 방제방식에 따라 많은 차이가 있었을 것이라고 추측된다. 일반적으로 보면 발생밀도가 4월부터 7월에 걸쳐 점차적으로 증가하였는데 이는 온도 상승에 따른 발생주기가 단축된 결과로 판단된다. 8월에 이르러서는 잠시 주춤하다가 9월에 버섯파리 발생이 최성기를 이루고 온도가 하강하는 10월부터 감소세가 뚜렷해지는 데 온도의 하강에 의해 영향을 받는 것으로 보였다. 이와 같은 결과는 시아리드 버섯파리가 10~24°C의 온도범위에서 가장 활동적이므로 가장 더운 여름기간 중 발생이 감소하였을 것으로 추측할 수 있다. 이와 달리 포리드 버섯파리는 비교적 공기 중 온도가 높고 건조한 배지조건을 좋아하는데 24~27°C의 범위에서 가장 활발하여 알에서 성충까지 약 15일 정도가 걸리는 반면 발이유도 및 수확기의 온도조건인 16~21°C의 범위에서는 소요일수가 50일로 늘어나는 경향이 있기 때문인 것으로 판단된다(Coles, 2002; Erler et al, 2011).

충남에서 양송이버섯을 재배하는 32농가에서의 농가별 버섯파리 발생수준은 Table 5와 같이 버섯파리의 발생이 매우 심각하였다. 버섯파리의 발생이 거의 없거나 적은 농가는 발견할 수 없었으며 대체로 심함 15농가 46.9%, 매우 심함 8농가 25.0%로 심한 농가가 약 72%를 차지하였다. 전체적으로 충남의 양송이 재배지에서 버섯파리의 발생은 보통이상으로 심각하거나 매우 심각한 수준으로 평가할 수 있었다.

조사대상 농가에서의 버섯파리 방제는 어떠한가에 대한 현지조사 결과는 Table 6과 같았다. 충남의 총 32 조사대상 농가 중에서 관행재배농가 수는 23농가였고 친환경재배농가 수는 9농가였으며 방제방법별로는 재배적 방제, 물리적 방제, 화학적 방제, 친환경재제, 천적 방제 등으로 분류하였다. 재배적 방제로는 재배사 및 주변관리, 수확후 배지에 대한 살균 여부 등을 조사하였는데 29농가가 차아염소산나트륨, 알코올, 물 등으로 입상전 소독, 주변환경 청결 등을 실시하였으나 수확후 배지를 살균해서 처리하는 농가는 없었다. 물리적 방제로는 방충망을 설치해서 사용하는 곳은 1농가에 불과하였고, 살충등과 포충기 5농

Table 4. The occurrence level of mushroom flies at farm houses of *Agaricus bisporus* cultivation in Chungnam area

Mushroom fly	Sciarid	Phorid	Cecid	Mycetophil	Others	Total
No. of adult flies/trap	569	196	16	7	17	805
% share	70.7	24.3	2.0	0.9	2.1	100

Table 5. The occurrence level of mushroom flies at farm houses of *Agaricus bisporus* cultivation in Chungnam area

Farm house	Occurrence level ^a					Total
	Very low	Low	Moderate	High	Very high	
Number	0	0	9	15	8	32
% share	0	0	28.1	46.9	25.0	100

^aVery low, ≤ 50 ; low, 51-200; moderate 201-500; high 501-900; very high, > 901 adult flies

Table 6. Various control method used for mushroom flies at the farm houses of *Agaricus bisporus* cultivation in Chungnam area

Control method		No. of farm houses
Cultural	Sanitation or disinfecting	29
	Post crop steaming	0
Physical	Screens	1
	Trapping	26
	Sticky card	7
Chemical	Diflubenzuron	17
	Teflubenzuron	9
Environmental friendly	pest control products ex. pyrethrin etc	8
Biological	Natural enemies ex. nematodes or mites	0

가, 평판트랩 7농가가 사용하는 것으로 조사되었다. 화학적 방제는 품목고시된 디밀린 또는 노플트 농약을 각각 17농가와 9농가에서 사용하였고, 제충국 등 친환경제제는 8농가에서 사용하였다. 선충 또는 응애 등의 천적을 활용한 천적방제 농가는 없는 것으로 조사되었다.

이상과 같은 농가별 버섯파리 방제 실태조사를 통해 보았을 때 평균적으로 3가지 방식을 종합적으로 사용하여 방제효과를 높이고자 하였으나, 방충망 또는 수확후 배지 살균 등을 제대로 수행하는 농가가 없었다는 현실은 왜 버섯파리가 가장 심각한 병해충으로 지목되는가에 대한 충분한 설명이 될 수 있을 것으로 생각된다. 이와 같은 조사결과는 앞으로 충남지역의 양송이 재배농가에 대한 종합적인 방제기술을 확립하기 위한 기초자료로 활용될 수 있을 것으로 기대된다.

적 요

버섯파리는 우리나라 버섯생산 및 재배에서 수량과 품질을 심각하게 감소시키는 매우 중요한 위협이다. 본 연구는 충남지역 양송이 재배지역에 대한 버섯파리 발생 및 방제 실태를 분석하기 위해 실시되었다. 총 조사대상 32농가의 재배기간은 대부분 7년 이상이었으며 친환경재배 및 관행재배 농가수는 각각 28과 72% 였다. 조사대상 농가의 약 84%가 다른 종류의 병해충에 비해 버섯파리를 가장 중요한 병해충으로 선택하였다. 버섯파리 중 시아리드가 71%, 포리드가 24%로 가장 많았으며 시기별로는 연중 발생하였으나 온도가 높아지는 9월에 발생빈도가 가장 높았다. 농가별 버섯파리 발생은 대부분 심한 편이었으나 방충망 및 수확후 배지에 대한 살균처리 등의 기초적인 관리가 이루어지지 않았다. 이와 같은 결과는 양송이 재배지역에서 버섯파리에 대한 종합적인 방제의 필요성이 매우 중요하고 시급함을 보여준다.

감사의 말씀

본 연구는 농림수산물기술평가원(IPET) GSP원예종자사업단 Golden Seed Project의 연구비 지원으로 수행된 연구결과이며, 연구비 지원에 감사드립니다.

참고문헌

Barros L, Falcao S, Baptista P, Freire C, Vilas-Boas M, Ferreira ICFR. 2008. Antioxidant activity of *Agaricus* sp. mushrooms by chemical, biochemical and electrochemical assays. *Food Chem.* 111:61-66.

Beyer DM, Fleischer S, Wuest PJ. 1999. Crop Profile for Mushrooms in Pennsylvania. NSF Center for Integrated Pest Management, USA.

Clancy G. 1981. Observations of mites associated with the low yielding crops of cultivated *Agaricus bisporus* in Australia. *Mushroom Sci.* 11:233-244.

Coles P. 2002. Pennsylvania Mushroom Integrated Pest Management Handbook. The Pennsylvania State University.

Clift AD. 1979. The pest status and control of insects and mites associated with cultivated mushrooms in Australia. *Mushroom J.* 75:113-116.

Erler F, Polat E, Demir H, Catal M, Tuna G. 2011. Control of mushroom sciarid fly *Lycoriella ingenua* populations with insect growth regulators applied by soil drench. *Ecotoxicology.* 104:839-844.

Hood IA, Beets PN, Kimberley MO, Gardner JE, Oliver GR, Pearce S. 2004. Colonisation of podocarp coarse woody debris by decomposer basidiomycete fungi in an indigenous forest in the central North Island of New Zealand. *Forest Ecol Manag.* 196:311-325.

Hussey NW, Gurney B. 1968. Biology and control of sciarid *Lycoriella auripila* Winn. (Diptera, Lycoriidae) in mushroom culture. *Ann Appl Biol.* 62:395-403.

Irazaqui FJ, Zalazar FE, Nores GA, Vides MA. 1997. *Agaricus bisporus* lectin binds mainly O-glycans but also N-glycans of human IgA subclasses. *Glycoconjugate J.* 14:313-319.

Jagadish LK, Krishnan VV, Shenbhagaraman R, Kaviyaran V. 2009. Comparative study on the antioxidant, anticancer and antimicrobial property of *Agaricus bisporus* (J. E. Lange) Imbach before and after boiling. *Afr J Biotechnol.* 8:654-661.

Kent D, Sheridan C, Tomkinson HA, White S, Hiscott P, Grierson I. 2003. Edible mushroom (*Agaricus bisporus*) lectin modulates human retinal pigment epithelial cell behaviour in vitro. *Exp Eye Res.* 76:213-219.

Kiel C. 2002. Arthropod pests: Pennsylvania Mushroom Intergrated Pest Management Handbook

Kim HH, Cho MR, Kang TJ, Ahn SJ, Jeon SW, Lee CJ, Cheong JC. 2012. Damage and biological control of dark winged fungus gnats, *Lycoriella ingenua* (Diptera: Sciaridae) in a shiitake cultivation. *J Mushroom Sci Prod.* 10:184-190.

Kim KJ, Hwang CY. 1996. An investigation of insect pest on the mushroom (*Lentinus edodes*, *Pleurotus ostreatus*) in south region of Korea. *Korean J Appl Entomol.* 35:45-51.

Kim SR, Choi KH, Cho ES, Yang WJ, Jin BR, Sohn HD. 1999. An investigation of the major dipteran pests on the oyster mushroom (*Pleurotus ostreatus*) in Korea. *Korean J Appl*

- Entomol* 38:41-46.
- Kwon SJ, Kim HH, Song JS, Cho MR, Kim DH, Yang CY, Kang TJ, Ahn SJ, Jeon SW. 2013. Molecular identification of fungus gnats from shiitake mushroom in Korea. *J Mushroom Sci Prod.* 11:201-207.
- Nasiri F, Tarzi BG, Bassiri AR, Hoseini SE, Aminafshar M. 2013. Comparative study on the main chemical composition of button mushroom's (*Agaricus bisporus*) cap and stipe. *J Food Biosci Technol.* 3:41-48.
- Rinker DL, Olthof THA, Daro J, Alm G. 1993. Effects of entomopathogenic nematodes on control of a mushroom – infesting sciarid fly and on mushroom production. *Bio Sci Tech.* 5:109-119.
- Shamshad A. 2010. The development of integrated pest management for the control of mushroom sciarid flies, *Lycoriella ingenua* (Dufour) and *Bradysia ocellaris* (Comstock), in cultivated mushrooms. *Pest Manag Sci.* 66:1063-1074.
- Shin SG, Lee HS, Lee SH. 2012. Dark winged fungus gnats (Diptera: Sciaridae) collected from shiitake mushroom in Korea. *J Asia-Pacific Entomol.* 15:174-181.
- Wetzel HA. 1981. Integrated pest management. *Mushroom News.* 29:29-33.
- White PF. 1985. Pests and pesticides. In *The Biology and Technology of the Cultivated Mushroom*, p279-293, ed. Flegg PB, Spencer DM, Wood DA. Wiley Publisher, Chichester
- Winer EP, Hudis C, Burstein HJ, Chlebowski RT, Ingle JN, Edge SB, Mamounas EP, Gralow J, Goldstein LJ, Pritchard KI. 2002. American society of clinical oncology technology assessment on the use of aromatase inhibitors as adjuvant therapy for women with hormone receptor-positive breast cancer: Status Report 2002. *J Clin Oncol.* 20:3317-3127.
- Wyatt IJ. 1963. Mushroom cecids. *Ann Rep Glasshouse Crops Res Inst.* 1962:75-76.