

장마철 표고(*Lentinula edodes*) 재배사내 발생 유해 진균류의 동정

정상욱¹ · 장은경¹ · 최선규² · 이원호² · 반승언^{1*}

¹장흥군버섯산업연구원, ²산림버섯연구센터

Identification of fungal species in oak mushroom cultivation houses during the rainy season

Sang-Wook Jeong¹, Eun-Gyeong Jang¹, Sun-Gyu Choi², Won-Ho Lee², and Seung-Eon Ban^{1*}

¹Jangheung Research Institute for Mushroom industry, Jangheung 59338, Korea

²Forest Mushroom Research Center, Yeosu 12653, Korea

ABSTRACT: We monitored the occurrence of fungal species on bed-logs inoculated with oak mushroom (*Lentinula edodes*) and the environmental conditions of temperature and humidity in the cultivation houses during monsoon. Six fungal species, viz., *Cladosporium* sp., *C. cladosporioides*, *C. anthropophilum*, Pleosporales sp., *Trichoderma harzianum*, and *Acremonium* sp., were identified from the cultivation houses located in Jangheung, Jeonnam province. This identification was confirmed by performing nucleotide sequence analysis of the internal transcribed spacer and 28S rDNA regions. Our study presents significant findings that can help in preventing fungal damage induced by inappropriate temperature and humidity in oak mushroom cultivation houses.

KEYWORDS: Bed-log, Fungi, *Lentinula edodes*, Mushroom culture environment, Oak mushroom

표고(*Lentinula edodes*)는 담자균문(Basidiomycota), 솔밭버섯과(Omphalotaceae), 표고속(*Lentinula*)에 속하며 (Kang *et al.*, 2004), 양송이(*Agaricus bisporus*), 목이(*Auricula auricula-judae*), 팽이(*Flammulina velutipes*), 느타리(*Pleurotus ostreatus*) 등과 함께 세계적으로 많이 재배되는 버섯이다(Jiang *et al.*, 2013). 국내 표고 생산량은

2018년 기준 약 22,255톤으로 생산액은 약 2,230억 원에 달한다(MAFRA, 2018).

표고는 원목을 이용하는 원목재배와 톱밥을 이용하는 톱밥배지재배 방식으로 재배되고 있다. 원목재배는 종균 접종 후 배양기간 동안 외부환경에 상시 노출되어 있기 때문에 병충해의 발생 위험이 크다. Farr *et al.* (1989)에 의하면 세계적으로 표고를 재배하는 참나무류에 발생하는 진균류는 1,000여종이 보고되어 있다. 특히 표고 재배에 피해를 주는 진균 중 하나인 *Trichoderma* spp.는 온도 15.0°C, 습도 40% 이상에서 급격하게 성장한다(Tokimoto and Komatsu, 1995; Badham, 1991). *Trichoderma* spp.는 표고와 비슷한 환경조건에서 장기간 생존할 수 있기 때문에 연중 주의가 필요하다(Kim *et al.*, 2012; Togashi *et al.*, 1997). 그러므로 온도, 습도, 광, 바람 등 재배사내 환경 및 버섯 발생에 영향을 미칠 수 있는 진균류의 발생을 체계적으로 확인하여 피해를 예방해야 한다.

따라서 본 연구에서는 표고 원목재배에서 온·습도 변화에 따른 진균류의 발생특성을 구명하기 위해 재배사내 온·습도를 측정하여 골목에 발생한 진균류를 조사한 결과를 보고하고자 한다.

본 연구에서는 갈참나무(*Quercus aliena*), 상수리나무

J. Mushrooms 2021 March, 19(1):66-70
<http://dx.doi.org/10.14480/JM.2021.19.1.66>
 Print ISSN 1738-0294, Online ISSN 2288-8853
 © The Korean Society of Mushroom Science

Sang-Wook Jeong(Researcher), Eun-Gyeong Jang(Senior researcher), Sun-Gyu Choi(Senior researcher), Won-Ho Lee(Senior researcher), Seung-Eon Ban(Senior researcher)

*Corresponding author

E-mail : mushroom@jmi.re.kr

Tel : +82-61-862-8840, Fax : +82-61-862-8847

Received December 3, 2020

Revised December 15, 2020

Accepted March 16, 2021

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.

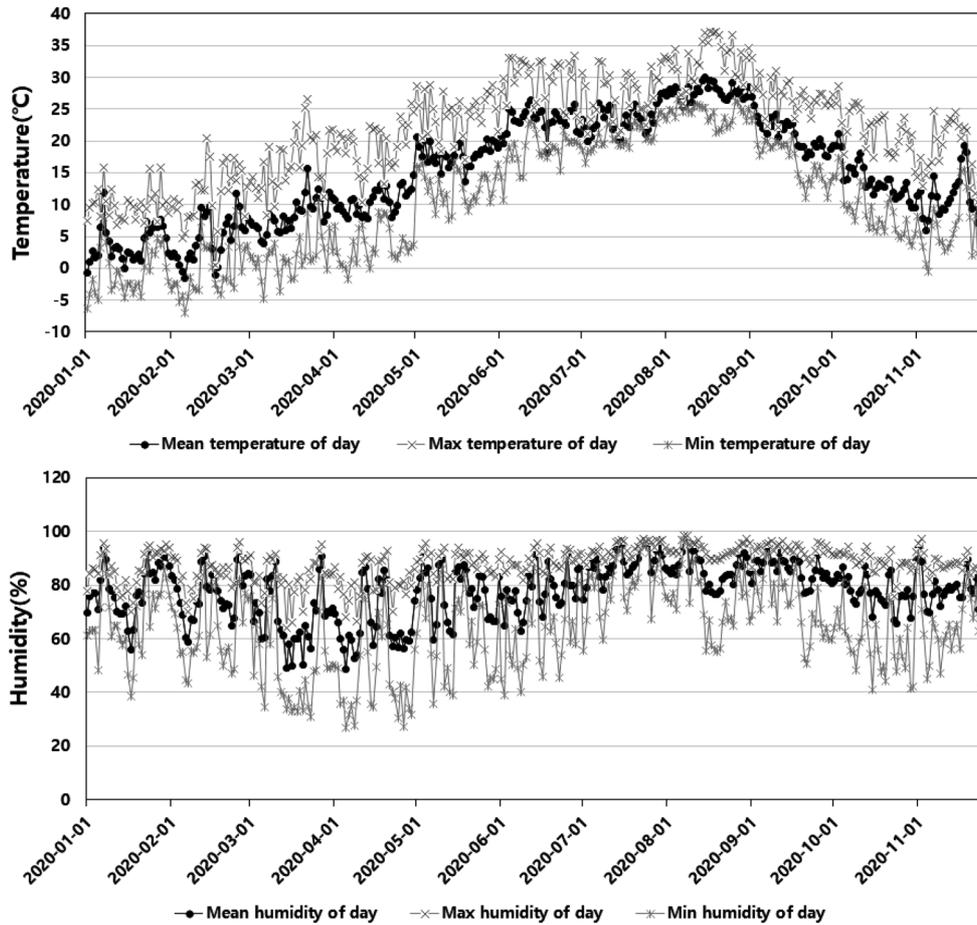


Fig. 1. Changes of temperature and humidity inside the oak mushroom cultivation houses throughout the year (2020-01-01~2020-11-25).

(*Q. acutissima*), 신갈나무(*Q. mongolica*)에 산조 303호 품종을 접종한 후 진균이 발생한 골목을 시험재료로 사용하였다.

재배사내 재배환경을 분석하기 위해 U23-003 HOBO Pro v2 2X Temperature Data Loggers(ONSET Computer

Corporation Bourne, MA, USA)장비를 사용하여 매 시간마다 측정된 온·습도 데이터를 HOBO ware software (Version 3.7.11)를 이용하여 분석하였다.

2020년 1월 1일부터 2020년 11월 25일까지 표고 재배사내 온·습도 변화를 측정된 결과 일평균온도는 -1.6~30.2°C,

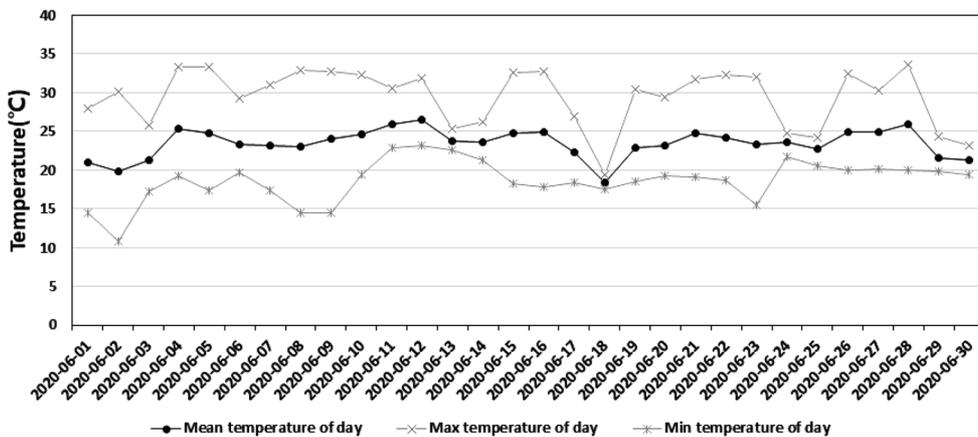


Fig. 2. Changes of temperature inside the oak mushroom cultivation houses in June(2020-06-01~2020-06-30).

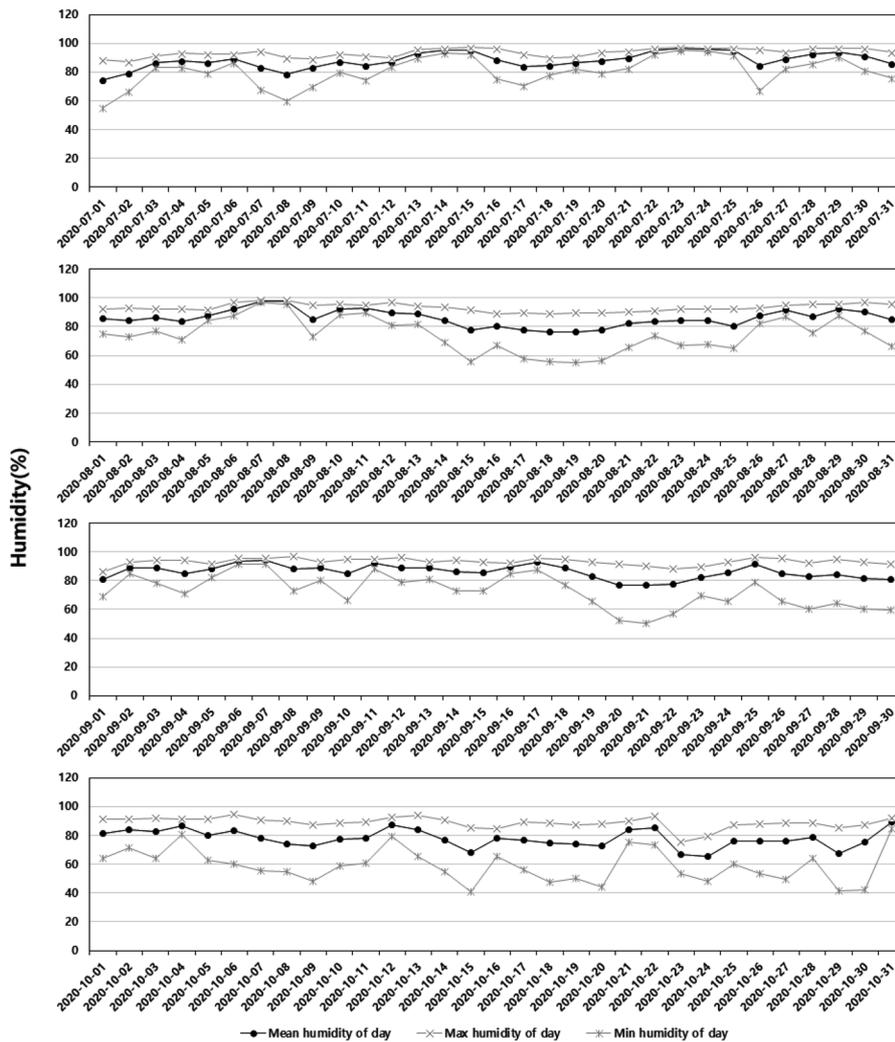


Fig. 3. Changes of humidity inside the oak mushroom cultivation houses from July to October(2020-07-01~2020-10-31).

일평균습도는 48.5~97.8%로 나타났다(Fig. 1). 산조 303호 품종의 생육 최저 온도인 10°C 이상으로 올라가는 6월 부터는 일평균 기온이 18.4~26.5°C로 확인되었다(Fig. 2). 표고 생장에 적합한 70.0% 이상의 습도를 유지하는 기간은 7월 2일부터 10월 15일로 나타났으며(Fig. 3), 5월 1일부터 10월 12일 사이에 재배사내 최고·저 온도는 14.0~30.1°C, 평균습도는 82.8%로 나타났다. 이러한 결과는 초여름에서 가을철 사이의 온·습도 조건이 진균류의 최적 생육환경과 맞아 이 시기에 표고 골목에 진균류가 다량 발생하여 급격한 피해를 주는 것으로 생각된다. 표고 원목재 배에서 진균류의 피해를 예방하기 위해서는 이 시기에 더욱더 철저한 재배적 관리가 필요하다.

표고골목에 피해를 주는 진균류를 수집·동정하기 위해 여름철 장마철 이후인 9월 1일부터 10월 9일 사이 2일 간격으로 골목의 수피 부분 및 중균접종 부위에서 발생하는 진균을 분리하였다(Fig. 4). 수집한 진균은 Potato Dextrose Agar(Difco, Detroit, MI, USA) 배지에서 5~7일 동안 25°C

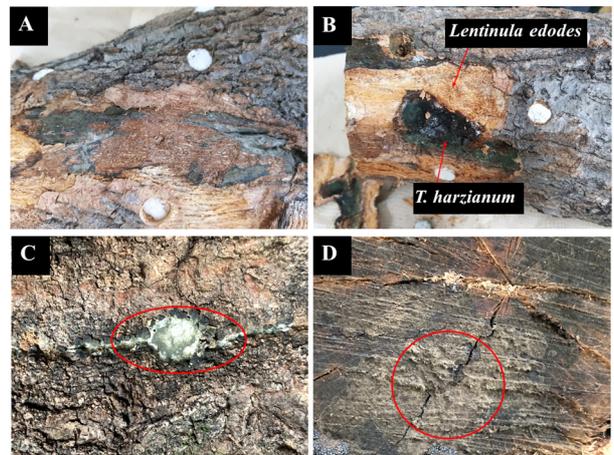


Fig. 4. Pictures of oak mushroom bed-log infected by *Trichoderma harzianum* and *Cladosporium* spp.. A, B : Inner bark infection of oak mushroom bed-log by *T. harzianum*, C, D : Outer bark infection of oak mushroom bed-log by *Cladosporium* spp.

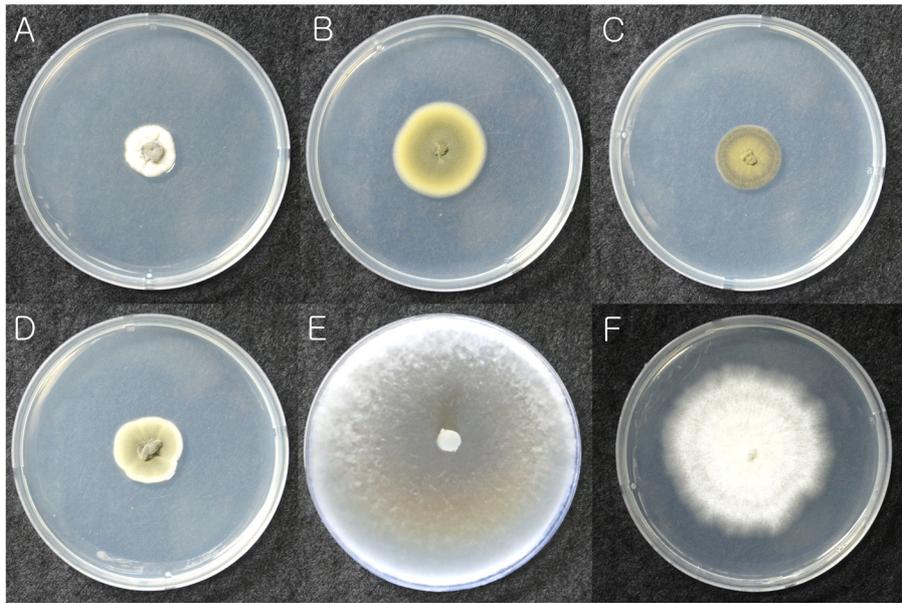


Fig. 5. Colony morphology of the six fungal species isolated from cultivation houses.

A: *Cladosporium* sp. B: *Cladosporium cladosporioides* C: *Cladosporium anthropophilum* D: Pleosporales sp. E: *Trichoderma harzianum* F: *Acremonium* sp.

로 배양한 후 발생한 단포자를 순수 분리하여 재배양하였다 (Fig. 5).

분리한 진균류는 ITS region, large subunit rDNA 유전자를 분석하고 동정하였다. PDA 배지에서 배양한 균사를 Drilling 방법에 따라 genomic DNA를 추출하였다(Kim *et al.*, 1999). 진균 동정에 사용된 유전자 부위는 internal transcribed spacer (ITS) region, large subunit rDNA(28S rDNA) 유전자로 각각의 primer를 사용하여 PCR을 수행하였다(White *et al.*, 1990; Vilgalys and Hester, 1990). 증폭된 PCR 산물은 Macrogen (Seoul, Korea)에 의뢰하여 염기서열을 분석하였으며, 염기서열은 미국 National Center for Biotechnology Information, NCBI (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov>)에서 BLAST를 이용하여 DNA 데이터베이스에 등록되어 있는 진균의 DNA와 비교하였다. 분리한 균주를 동정한 결과 *Cladosporium* sp., *C. cladosporioides*, *C. anthropophilum*, Pleosporales sp., *Trichoderma harzianum*, *Acremonium* sp.으로 확인되었다

(Table 1).

이중 *Trichoderma*의 경우 표고에 푸른곰팡이병을 유발하는 *T. harzianum*이 분리되었다. *T. harzianum*은 항진균 물질과 진균 효소를 생성하여 표고 균사체가 사멸되는 피해를 발생시킨다(Howell, 2003). 또한 인체 위해성을 가진 것으로 보고된 *C. cladosporioides*도 확인되었다. *Cladosporium* sp.는 인체에 피부, 손발톱 및 호흡기 감염을 일으킨다고 보고되었다(Hong *et al.*, 1999; Lee *et al.*, 2006). Pleosporales sp.는 양파를 비롯한 다양한 식물의 잎에 갈색 또는 보라색 반점을 일으키는 병을 유발한다. 표고 재배사내에서 분리된 진균류는 표고는 물론 인체, 과일, 식물에 영향을 미치는 종들이 다수 존재하는 것으로 나타났다.

표고 재배에서 진균류는 초여름부터 가을철 사이에 주로 발병한 후 연중 생존하여 표고골목에 큰 피해를 준다. 또한 한 번 발병한 진균류는 표고균과 생육조건이 비슷하기 때문에 방제가 어렵다. 따라서 진균류가 주로 발병하

Table 1. Molecular identification of the fungi isolates obtained in this study using ITS or 28S rDNA region sequences

Accession No.	Nucleotide sequence	Size (bp)	Strain No.	The closest taxa in GenBank	Identity (%)
A	ITS rDNA	561	LN834416	<i>Cladosporium</i> sp.	100
B	ITS rDNA	561	MG664763	<i>C. cladosporioides</i>	100
C	ITS rDNA	687	MF574171	<i>C. anthropophilum</i>	100
D	ITS rDNA	996	JF502448	Pleosporales sp.	100
E	ITS rDNA	1275	MF13025	<i>Trichoderma harzianum</i>	97
F	26S rDNA	1268	GU592010	<i>Acremonium</i> sp.	99

는 초여름부터 가을철 사이에 재배사내 적극적인 환기를 통해 온·습도를 낮추어 진균류의 피해를 최소화해야 한다. 그리고 이 시기뿐만 아니라 연중 재배사내 온·습도를 모니터링하여 유해 진균류가 발생할 수 있는 생육환경이 조성되지 않도록 사전에 예방해야 한다.

적 요

표고 재배사내 진균류의 발생특성을 분석하기 위해 골목에서 발생한 진균류를 분리·동정하고 재배사내 온·습도 환경을 분석하였다. 표고골목에서 발생한 진균을 분석한 결과 *Cladosporium* sp., *C. cladosporioides*, *C. anthropophilum*, Pleosporales sp., *Trichoderma harzianum*, *Acremonium* sp. 6종으로 확인되었다. 재배사내 환경을 조사한 결과는 5월 1일부터 10월 12일 사이에 재배사내 최고·저 온도가 14.0~30.1°C, 평균습도는 82.8%으로 나타났다. 이러한 결과는 표고 재배과정 중 진균류의 발생이 활발한 초여름부터 가을철 사이에 철저한 재배관리가 중요하며, 한번 발병한 진균류는 연중 재배사내 생존이 가능하기 때문에 주기적으로 모니터링하여 사전에 유해 진균류 발생에 유리한 생육환경을 예방해야 한다.

감사의 글

본 연구는 농림축산식품부의 재원으로 농림식품기술기획평가원의 Golden Seed 프로젝트 사업의 지원을 받아 연구되었음(213007-05-4-WTH31).

REFERENCES

Badham ER. 1991. Growth and competition between *Lentinus edodes* and *Trichoderma harzianum* on sawdust substrates. *Mycologia* 83: 455-463.
 Farr DF, Bills GF, Chamuris GP, Rossman AY. 1989. Fungi on plants and plant products in the United States. The American Phytopathological Society (APS) Press, St. Paul (Minnesota), USA.

Hong WP, Shin JH, Shin DH, Sul Y, Lee CJ, Suh SP, Ryang DW. 1999. Filamentous fungi isolated from hospital air and from clinical specimens. *Korean J Nosocomial Infect Control* 4: 17-25.
 Howell C. 2003. Mechanisms employed by *Trichoderma* species in the biological control of plant diseases: the history and evolution of current concepts. *Plant Dis* 87: 4-10.
 Jiang T, Feng L, Zheng X, Li J. 2013. Physicochemical responses and microbial characteristics of shiitake mushroom (*Lentinus edodes*) to gum arabic coating enriched with natamycin during storage. *Food Chem* 138: 1992-1997.
 Kang MY, Kim S, Yun HJ, Nam SH. 2004. Antioxidative activity of the extracts from browned oak mushroom (*Lentinus edodes*) with unmarketable quality. *Korean J Food Sci Technol* 36: 648-654.
 Kim CS, Park MS, Kim SC, Maekawa N, Yu SH. 2012. Identification of *Trichoderma*, a competitor of shiitake mushroom (*Lentinula edodes*), and competition between *Lentinula edodes* and *Trichoderma* species in Korea. *Plant Pathol J* 28: 137-148.
 Kim SH, Uzunovic A, Breuil C. 1999. Rapid detection of *Ophiostoma piceae* and *O. quercus* in stained wood by PCR. *Appl Environ Microbiol* 65: 287-290.
 Lee DK, Moon KC, Koh JK. 2006. Clinical and mycological studies on superficial fungal infection. *Korean J Med Mycol* 11: 54-63.
 Minister of agriculture, food and rural affairs. 2018. The production record of special crops.
 Togashi I, Gisusi S, Itoh K, Harada A. 1997. Distribution of airborne fungi in fruiting houses for the sawdust-based cultivation of *Lentinus edodes*. *J Hokkaido For Prod Res Inst* 11: 1-4.
 Tokimoto K. and Komatsu M. 1995. Selection and breeding of shiitake strains resistant to *Trichoderma* spp. *Can J Bot* 73: 962-966.
 Vilgalys R. and Hester M. 1990. Rapid genetic identification and mapping of enzymatically amplified ribosomal DNA from several *Cryptococcus* species. *J Bacteriol* 172: 4238-4246.
 White T, Bruns T, Lee S, Taylor J. 1990. Amplification and direct sequencing of fungal ribosomal RNA genes for phylogenetics. In M.A. Innis, D.H. Gelfand, J.J. Sninsky, & T.J. White (ed.), PCR protocols: a guide to methods and applications, Academic Press, Inc., New York. 18: 315-322.