

양송이와 신령버섯 미이라병 (Mummy Disease)

정재은 · 김우재 · 차재순*
충북대학교 농생물학과

Characteristics of Mummy Disease on *Agaricus bisporus* and *A. blazei* in Korea

Jae-Eun Chung, Woo-Jae Kim and Jae-Soon Cha*

Department of Agricultural Biology, Chungbuk National University, Cheongju 361-763, Korea
(Received on August 20, 2002)

Mummy disease has been observed for a long time in the button mushroom, *Agaricus bisporus* farms in Korea, and severe mummy disease occurred on “Shinryung” mushroom, *A. blazei* recently. Typical symptoms of mummy disease were observed on the mushroom-cultivation beds infected; tilted caps of mushrooms, browning and lignified internal tissue of stipe, overdevelopment of mycelium around the base of the stipe, and mummified mushrooms. Electron micrographs prepared from internal tissue of stipe of the diseased mushrooms showed that many bacterial cells present inside hyphal cells of the diseased mushroom, which is one of the characteristics of mummy disease reported previously. Survey in Buyo, Chungnam showed that mummy disease occurred at 55% and 83% frequency on bottom mushroom (brown strain) and “Shinryung” mushroom cultivation during year 2000. It indicates that mummy disease is one of the major diseases for the mushrooms cultivation.

Keywords : mummy disease, *Agaricus bisporus*, *Agaricus blazei*, EM, bacteria

미이라(Mummy disease)병은 1935년에 미국 미조리(Missouri)주의 양송이(*Agaricus bisporus*) 재배농장에서 최초로 발견되었고, 1948년에 스위스, 1951년에 영국에서 발생이 보고된 이 후 전 세계의 양송이 재배농장에 발생하여 버섯의 수량과 품질에 크게 영향을 미치며 버섯 재배에서 심각한 경제적 손실을 야기시키는 것으로 보고되었다(Schisler 등, 1968). 우리나라에는 학술지에 공식적으로 보고되지는 않았지만(한국식물병리학회, 1998) 오랫동안 양송이 재배농가에서 발생한 것으로 알려져 있으며, 현재는 양송이(*Agaricus bisporus*)에서 뿐만 아니라 최근 재배가 늘고있는 아가리쿠스버섯 또는 신령버섯(*Agaricus blazei*)에서 발생하여 심각한 피해를 주고 있다. 이 논문에서는 우리나라 양송이와 신령버섯에서 발생하는 미이라병의 병징 및 발병상황을 정리하여 보고한다. 또한 버섯 재배자들 사이에서는 이 병을 “마미” 또는 “머미병”으로 부르고 있는데 영어로 mummy가 “미이라”라는 의미이므로 한글로 미이라병으로 부를 것을 제안한다.

우리나라 주요 양송이 생산지인 충남 보령, 부여 그리고 경북 경주, 건천 지역의 양송이 및 신령버섯 재배사에서 발생한 미이라병의 병징은 외국에서 보고된(Schisler 등, 1968; Betterley & Olson, 1989; Wuest & Zarkower, 1991) 것과 같음을 확인하였다. 병징은 병든 버섯의 대가 휘어지고 갓이 한쪽으로 기울어 있으며, 대의 기부가 부풀고, 기부에 균사체가 과도하게 성장하여 있다(Fig. 1A, C). 또한 버섯 대의 내부가 변색되고 목질화되어 있으며(Fig. 1B,D), 감염된 버섯은 썩지 않고 미이라로 된다(Fig. 1E). 병이 발생한 균상에서는 자실체형성이 지연되고 버섯발생이 안되거나, 균데균데 일부만 나오며, 버섯은 정상적으로 자라지 않고 작은 상태(button stage)로 된다. 병이 발생한 균상에서는 버섯을 수확할 수가 없다.

병든 양송이 대의 내부 조직을 분리하여 4% glutaraldehyde를 포함한 0.1 M cacodylate 완충액에서 두시간, 2% OsO₄를 포함한 0.1 M cacodylate 완충액에서 두시간 고정하고, 50, 70, 85, 95%의 acetone에서 각각 10분간씩 탈수시킨 후 포화상태의 uranyl acetate로 암조건에서 2시간 반응시킨다. 이 조직을 Epon 수지에 포매하고 박편을 만든 후 4% uranyl acetate와 lead citrate로 염색하고 건조시킨 후 투과전자현미경(Zeiss, ZEM201)으로 관찰하였

*Corresponding author
Phone)+82-43-261-2554, Fax)+82-43-271-4414
E-mail)jscha@chungbuk.ac.kr

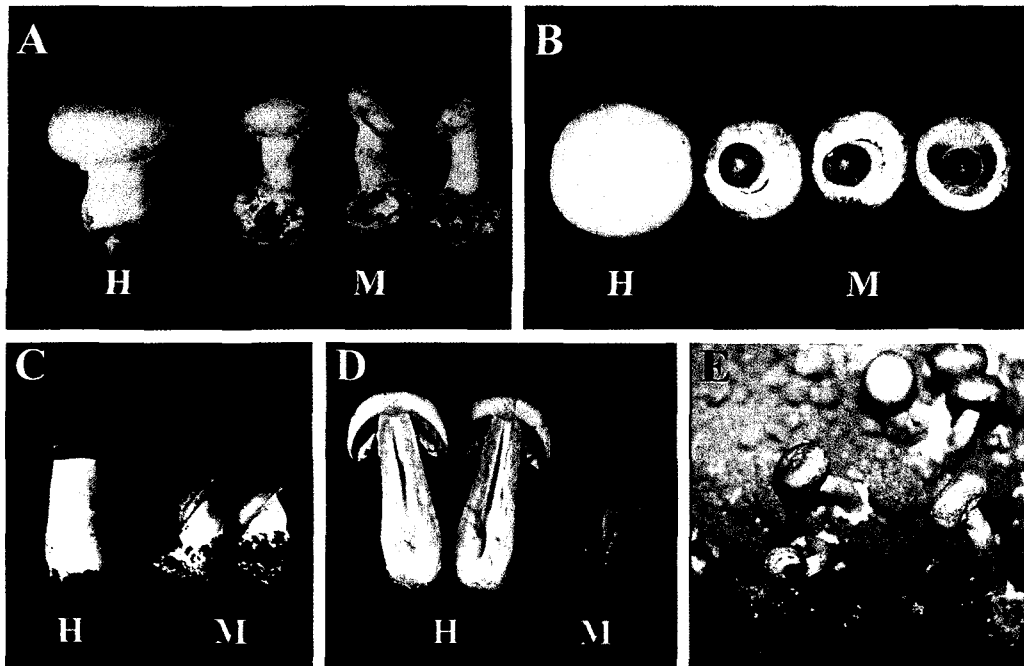


Fig. 1. Typical symptoms of mummy disease on button mushroom, *Agaricus bisporus* (A, B, E) and Shinryung mushroom, *A. blazei* (C, D). Tilted caps, curvature of stipe, and overdevelopment of mycelium around the base of stipe (A, C), brown discolored and lignified internal tissue of stipe (B, D), and mummified fruiting bodies on cultivation bed (E) were observed. H: healthy, M: mummy diseased.

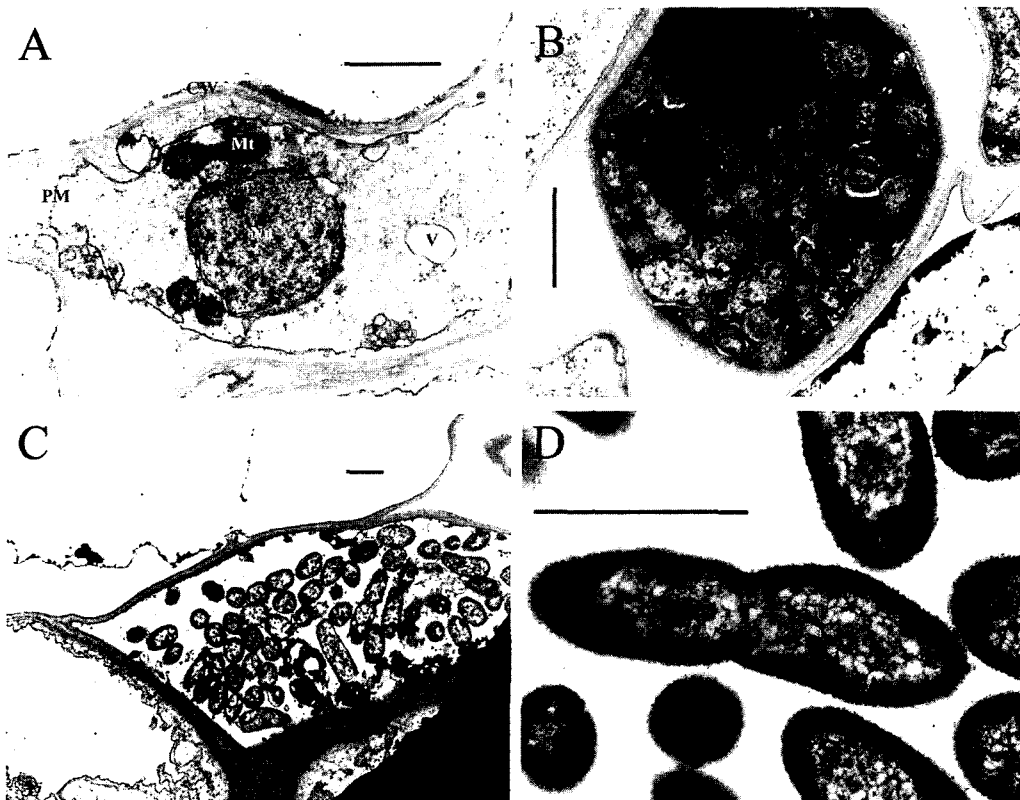


Fig. 2. Electron micrographs of internal tissue of stipe of healthy (A) and mummy-diseased (B, C, D) button mushroom. Size of scale bar is 1 μm . CW: cell wall, PM: plasma membrane, Mt: mitochondria, Nu: nucleus, V: vacuole.

다. 병든 버섯의 세포 내에는 세균이 꼭 차 있는 것이 관찰되었다(Fig. 2B,C,D). 이 세균은 건전한 버섯 세포에서는 관찰되지 않았다(Fig. 2A). Zaayen과 Waterreus(1974)는 미이라병에 걸린 양송이의 대를 전자현미경으로 관찰하여 버섯 균사 세포 내에 세균이 꼭 차있는 것을 발견하였다. 세균의 크기는 $0.4-0.7 \times 1.4-1.8 \mu\text{m}$ 로 관찰되었는데, 이들은 병원세균이 버섯 균사내부에서 병을 일으킬 가능성을 제시하였다. 우리의 연구에서 병든 양송이 세포에서 관찰된 세균도 Zaayen과 Waterreus이 관찰한 세균과 동일한 세균으로 생각되며 크기도 유사하였다.

우리나라 주요 양송이 재배지에서 채집한 병든 버섯에서 세균을 분리하고, 순수 분리된 세균을 Betterly와 Olson(1989)의 방법으로 곡립종균에 접종한 후 접종한 종균을 관행의 재배방법으로 버섯 상자를 이용하여 재배하면서 분리된 세균의 병원성을 검정하였다. 그런데 어떤 분리균도 미이라병을 발병시키지 못했으며 수량에도 영향을 미치지 않았다(Data not shown).

미이라병은 1930년대에 발견되었으나 오랫동안 병원균을 밝혀내지 못했으며, 최근 두 가지 세균이 병원균으로 보고되었지만 병원균에 대한 많은 의문점이 남아있다. 미이라병의 병원균을 동정하는데 가장 큰 어려움은 병든 버섯으로부터 분리한 세균, 곰팡이들을 버섯에 접종하였을 때 동일한 병징을 재현시킬 수 없었기 때문이다. Schisler 등(1968)의 연구에 의하면 발병초기 또는 병이 발생한 근처의 건전해 보이는 버섯으로부터 세균성갈색무늬병 병원균인 *Pseudomonas tolaasii*와 유사한 *Pseudomonas* spp. 균이 항상 분리되었고, 이 분리균을 종균에 접종하였을 때 접종한 상자의 약 30% 정도에서 병이 발생하여 이 세균을 병원균으로 동정하였다. 최근 Betterly & Olson(1989)와 Wuest & Zarkower(1991)는 *Pseudomonas fluorescens* biotype G(biovar V)와 *Pseudomonas aeruginosa*가 미이라병을 일으키는 병원균으로 각각 보고하였다. 그런데 이들 병원균을 이용한 접종실험에서도 병원균을 접종한 모든 접종구에서 병이 발생하는 것은 아니었다. 그 이유는 아직도 밝혀지지 않고 있는데, 아마도 병이 발생하는데 병원균이외에 다른 요인이 요구되거나, 세균이 병든 버섯균사내부에서 관찰된 것처럼 병을 일으키는데 병원세균이 균사내부로 침입해야한다면 그 과정에서 관여하는 요인 때문인 것으로 추측되고 있다. 이러한 보고를 종합해보면 미이라병의 병원균에 대해서는 아직도 정확하게 밝혀지지 않은 점이 많으며, 이를 밝히는 것은 앞으로의 큰 연구과제라 생각된다. 한편 양송이 또는 신령버섯의 미이라병은 곰팡이와 이에 병을 일으키는 병원세균과의 상호작용을 연구하는 좋은 연구재료라 할 수 있다.

Table 1. Mummy disease incidence at mushroom farms of *Agaricus bisporus* and *Agaricus blazei* in Buyo, Chungnam in 2000

Mushroom/Strain	Disease Incidence (%) ¹⁾	Disease Incidence Area ²⁾
<i>A. bisporus</i>		
505	0 (0/3)	0
705	55 (11/20)	3-30%
<i>A. blazei</i>		
	83 (5/6)	5-20%

¹⁾Number of disease incidence/number of cultivation.

²⁾% = disease incidence area/total bed area.

우리나라의 양송이 주재배지중 한 곳인 부여에 있는 15곳의 재배농장에서 2000년 한 해 동안 발생한 미이라병의 발생을 방문 조사한 결과(Table 1), 갈색종인 705호 품종의 경우 20회 재배중 11회에 미이라병이 발생하여 전체 재배의 약 55% 빈도로 이 병이 발생한 것으로 조사되었다. 신령버섯의 경우 총 6회 재배 중 5회에서 발생하여 발병빈도가 83%이었으며, 양송이 백색품종인 505호의 경우는 전체 3회 재배 중 한번도 병이 발생하지 않는 것으로 조사되었다. 재배횟수가 너무 적어서 결론을 내리기가 쉽지는 않지만 백색품종의 경우 병의 발생이 적다는 사실은 양송이 품종간 이 병의 발생빈도에 차이가 있을 수 있음을 암시하는 것이라 생각된다. 발병면적은 병이 발생한 재배사에서 전체 균상면적의 5-30%범위에서 병이 발생하는 것으로 조사되었다. 또한 병 발생시기는 3주기 이후에 크게 발생하는 것으로 조사되었다. 이러한 조사결과는 이 병이 우리나라 양송이 및 신령버섯에 높은 빈도로 발생하는 경제적으로 중요한 병임을 나타내는 결과이다.

양송이를 많이 재배하는 유럽 또는 미주에서도 이 병에 대해 많은 연구가 이루어지지 않는 이유는 그 곳에서 버섯재배법이 미이라병이 본격적으로 발생하는 3주기 이전에 재배를 마치는 방법으로 바뀌어 이 병에 의한 경제적인 피해가 크게 감소되었기 때문으로 생각된다. 그러나 우리나라에서는 양송이나 신령버섯의 재배가 한번 재배에서 오랫동안 수확하는 재배형태를 취하고 있어서 그 피해가 매우 심한 것으로 판단된다. 미이라병의 유일한 실용적 방제법은 균상에서 이 병이 더 이상 퍼지지 않도록 병 발생부위 약 2m 앞의 배지를 폭 15cm 이상으로 완전히 제거하는 방법이다. 그러나 이 방법은 병의 진전을 막는 방법이지 근본적인 병 방제법이라고는 할 수 없다. 이 병의 효과적인 방제법의 개발은 깊이 있는 연구를 통해 본 병의 병원균, 발병생태, 발병기작 등에 대한 의문점들이 먼저 밝혀져야 가능할 것으로 판단된다.

요 약

미이라병은 우리나라의 양송이 재배농가에서 오래 전부터 발생하였으며, 최근에는 신령버섯 재배사에서 심하게 발생하였다. 미이라병이 발생한 버섯재배 균상에서는 외국에서 보고된 전형적인 병징이 관찰되었다. 즉 버섯의 갓이 한쪽으로 기울어지고, 버섯의 대의 내부가 변색과 함께 목질화되며, 대의 기부에서 균사체가 과도성장하여 부풀고, 병든 버섯은 말라서 미이라가 된다. 병든 버섯의 대의 내부조직을 얻어 투과전자현미경으로 관찰한 결과, 이미 미이라병의 특징으로 보고된 바 있는 버섯균사세포내부에 많은 세균이 존재하는 것이 관찰되었다. 우리나라 주요 버섯재배지역인 충남 부여의 버섯재배농장에서 2000년 동안 미이라병의 발생을 조사한 결과 양송이의 갈색종 재배에서는 약 55%, 그리고 신령버섯 재배에서는 약 83%의 빈도로 이 병이 발생한 것으로 조사되었다. 이 결과는 미이라병이 양송이와 신령버섯 재배의 중요한 병임을 암시하고 있다.

감사의 글

양송이 및 신령버섯에서 병발생 현황을 조사하는데 도

움을 주신 부여 농업기술센터 명노영지도사님과 양송이 재배를 위해 퇴비배지와 복토를 제공해주신 부여군 홍귀선님에게 감사드린다.

참고문헌

- Betterley, D. A. and Olson, J. A. 1989. Isolation, characterization and studies of bacterial mummy disease of *Agaricus brunnescens*. *Mushroom Science* XII: 679-688.
- Schisler, L. C., Sinden, J. W. and Sigel, E. M. 1968. Etiology of mummy disease of cultivated mushrooms. *Phytopathology* 58: 944-948.
- Wuest, P. J. and Zarkower, P. A. 1991. Mummy disease of button mushrooms: Causation, crop loss, mycosphere implications. In: *Science and Cultivation of Edible Fungi*. by Maher ed. pp 397-401, Balkema.
- Zaayen, A. V. and Waterreus, H. A. J. I. 1974. Intracellular occurrence of bacteria in mummy-diseased mushrooms. *Phytopathology* 64: 1474-1475.
- 한국식물병리학회(편). 1998. 한국식물병목록집. 한국식물병리학회. p.436.