

野生버섯의 寄生菌인 이분지털곰팡이의 出現과 培養 特性¹
賈康茲² · 朴 賢² · 尹甲熙² · 朴元喆²

Occurrence of *Syzygites Megalocarpus* on Wild
Mushrooms and Its Cultural Characteristics¹

Kang-Hyeon Ka², Hyun Park², Kab-Hee Yoon² and Won-Chull Bak²

요 약

이분지털곰팡이(*Syzygites megalocarpus*)는 송이, 곁곁이그물버섯, 노란분말그물버섯, 냄새무당버섯, 암회색광대버섯아재비에서 출현하고 있었다. 이분지털곰팡이는 Malt Extract Agar, Mueller Hinton Medium, Potato Dextrose Agar에서 잘 자랐으며, 생육 최적온도는 23℃ 내외, 최적 pH는 6.0 이었다. PDA배지에서 이분지털곰팡이는 2일째에 NaCl이 포함되지 않은 대조구에 비하여 5% NaCl에서는 생장이 36.5% 억제되었고 8% 이상 NaCl에서는 생장이 거의 없었다. 그러나 5일째에는 10% NaCl에서도 1.1cm 성장을 하는 것으로 관찰되었다. 송이균은 NaCl의 농도가 증가할수록 생장이 감소되어 2.5%에는 거의 성장하지 않았다. 따라서 이분지털곰팡이는 고농도의 NaCl에서도 생육이 가능하므로 송이 버섯에서 발생한 이분지털곰팡이를 NaCl 처리로 방제하기는 어려울 것으로 판단되었다.

ABSTRACT

Syzygites megalocarpus occurred on the fruit bodies of *Tricholoma matsutake*, *Leccinum rugosiceps*, *Pulveroboletus ravenelii*, *Russula emetica*, and *Amanita pseudoporphyria* in the field. We could select Malt Extract Agar, Mueller Hinton Medium and Potato Dextrose Agar as optimal media among eight media. *Syzygites megalocarpus* showed an optimal temperature around 23℃ with optimal pH 6.0. Growth of *S. megalocarpus* on PDA was inhibited by 36.5% at 5% NaCl compared with without NaCl and did not grow at more than 8% NaCl in 2 days after inoculation. However, it grew 1.1 cm in 10% NaCl in 5 days after inoculation. Growth of *Tricholoma matsutake* on PDA was inhibited by increasing contraction of NaCl and did not nearly grow at 2.5% NaCl in 60 days after inoculation. Because *S. megalocarpus* grew at high concentration of NaCl, we concluded that NaCl should not use for controlling *S. megalocarpus* on the fruit body of *T. matsutake*.

Key words : *Syzygites megalocarpus*, medium, temperature, pH, NaCl

서 론

버섯은 자연계에서 분해자 역할뿐만 아니라 우리 식생활 음식재료중 하나로 각광을 받고 있다.

상업적으로 40종 여종이 재배되고 있고, 대표적인 것으로 양송이는 세계적으로 연간 1,590,000톤, 느타리는 917,000톤, 표고는 526,000톤이 생산되고(Chang, 1993), 송이는 일본에서 3,000톤

¹ 接受 2000年 10月 24日 Received on October 24, 2000.

² 林業研究院 化學微生物科 Division of Wood Chemistry and Microbiology, Korea Forest Research Institute, Seoul 130-012, Korea.

이상 수입되고 있다(農村文化社, 1999).

버섯이 재배되면서, 생산성을 감소시키는 버섯 병에 대한 관심이 높아지고 있다. 가장 널리 알려진 병원균은 양송이 재배에서 갈반병(*Verticillium fungicola*), 마이코곤병(*Mycogone perniciososa*), 연부병(*Hypomyces rosellus*) 등이 있고(Carlile and Watkinson, 1994), 느타리재배에서는 세균성병(*Pseudomonas* spp.), 표고재배에서는 *Trichoderma harzianum* 균이 일으키는 병들이 문제가 되고 있다(Gill, 1995; Badham, 1991).

자연 버섯에서 발생하는 버섯병은 우리 주변에서 쉽게 관찰할 수 있다. 병원균에 감염된 버섯은 색 변화, 기형, 쭈그러듦, 부풀림, 괴사, 분비물 등 여러 가지 병징으로 나타난다. *Sepedonium chrysospermum*은 그물버섯류와 주름버섯류의 버섯에서 발생하고, 집합균류에 속하는 *Spinellus*, *Syzygites*, *Dicranophora* 속 균도 버섯에 병을 일으킨다(Jeffries, 1985). *Nyctalis*속 균은 무당버섯속, 젓버섯속, 뽕나무버섯속, 피꼬리버섯속,

갈매기버섯속 등에서 병을 일으킨다(Carlile and Watkinson, 1994).

최근에 자연 버섯중 송이의 버섯 병원균으로 이분지털곰팡이(*Syzygites megalocarpus*)가 보고되었다(Ka, 등, 1999). 아직까지 문제가 발생하고 있지는 않지만, 이 균에 대한 대비는 필요할 것으로 생각되었다. 그래서 본 연구는 이분지털곰팡이의 야외에서 분포와 이 균의 배양 특성 및 이 병원균의 방제를 위하여 소금물 처리 효과를 조사한 결과이다.

재료 및 방법

1. 이분지털곰팡이의 분포

1998, 1999년 송이가 발생하는 9월 1일부터 10월 15일까지 강원도 홍천군 동면 노천리에서 이분지털곰팡이의 발생을 조사하였다. 이곳은 임업연구원의 송이 시험지로 약 70년생 소나무림이 70%를 차지하고 30%는 굴참나무가 서식하는 임지이

Table 1. Media components for plate culture of *Syzygites megalocarpus* (unit : g)

Components	Media	CSA	CMA	DA	LBA	MEA	MHM	OA	PDA
Beef, Infusion from							300		
Bacto Beef Extract				3					
Bacto Casamino acids, Technical							17.5		
Corn Meal, Infusion from			50						
Lima Beans, Infusion from					62.5				
Bacto Dextrin						2.75			
Bacto Dextrose				10					20
Bacto Glycerol						2.35			
Maltose, Technical						12.75			
Bacto Peptone						0.78			
Potatoes, Infusion from									200
Starch							1.5		
Bacto Tryptose				10					
Ammonium Sulfate								0.5	
Calcium Nitrate								1.0	
Dipotassium Phosphate		1							
Ferrous Sulfate		0.01						0.025	
Magnesium Sulfate		0.5						0.25	
Manganese Sulfate								0.0075	
Potassium Chloride		0.5							
Potassium Dihydrogen Phosphate									
Saccharose, Difco		30						20	
Sodium Chloride				5					
Sodium Nitrate		2							
Bacto Agar		15	15	15	15	15	17	15	15
Use per liter		49	17	43	23	33.6	38	37	39

었다(김현중 등, 1988). 조사면적은 시험지 약 0.4ha를 포함하여 1ha 내에서 야생버섯에서 이분지털곰팡이가 무슨 버섯에서 출현하는가를 조사하였다. 또한 강원도 고성군 현내면 봉화봉에서 버섯상을 조사('99. 7. 21)하면서 발견된 것도 포함시켰다. 이곳은 40년생 내외의 소나무 단순림 지역이었다.

버섯의 분류는 이지열(1988)과 박완희와 이호득(1991) 도감을 따랐다.

2. 배지별 배양특성 조사

이분지털곰팡이는 1998년 강원도 홍천지역 송이 버섯에 발생한 것을 분리, 임업연구원 군주번호 FRI 474로 등록된 균을 배양실험에 이용하였다. 사용배지는 모두 Difco사 제품으로 Czapek Solution Agar(CSA), Corn Meal Agar(CMA), Dextrose Agar(DA), Lima Bean Agar(LBA), Malt Extract Agar(MEA), Mueller Hinton Medium(MHM), Orchid Agar(OA), Potato Dextrose Agar(PDA) 를 이용하였다(Table 1). 이분지털곰팡이는 PDA 배지에서 3일간 자란 것을 5mm cork borer를 이용하여 1개씩 접종하였다. 배지의 pH는 5.5, 23℃ 암실에서 배양후 2일만에 측정하였다. 각 배지별 실험은 5반복 하였다.

3. 생리적 특성 조사

시험에 이용한 이분지털곰팡이는 98년 9월에 강원도 홍천에서 분리군주(FRI 474) 이다. 이분지털곰팡이의 최적온도와 최적 pH 범위를 알아보기 위하여 PDA 고체배지와 PDB (Potato Dextrose Broth, Difco) 액체배지에서 조사를 하였다. 고체배지는 petri-dish, 액체배지는 20cm × 3cm(φ) 시험관에 배지를 40ml 넣어 사용하였다. 이분지털곰팡이는 PDA 배지에서 3일간 자란 것을 직경 5mm cork borer 이용하여 1개씩 접종하였다. 온도범위는 17, 20, 25, 30, 35, 40℃로 5반복하여 조사하였고, pH 범위는 3, 4, 5, 6, 7, 8로, 4반복하여 조사하였다. 배양은 23℃, 암배양 하였다. 고체배지에 접종한 것은 2일 후에 측정하였고, 액체배지는 접종 6일 후에 측정하였다. 건조중량은 유리봉으로 균사체를 건져서 흡습지에서 배지를 제거 후에 65℃에서 2일간 건조 후 측정하였다.

NaCl에서 균사생장은 기본배지를 PDA로 하여 NaCl를 0, 0.5, 1.0, 1.5, 2.0, 2.5, 5.0, 6, 7,

8, 9, 10, 20% 농도로 처리하여 접종후 2일과 5일만에 측정하였다. 송이균의 생장은 FRI 431 균주를 이용하여 NaCl를 0, 0.5, 1, 1.5, 2, 2.5% 농도로 처리후 60일만에 측정하였다.

결과 및 고찰

1. 이분지털곰팡이의 분포

홍천 시험지 주변에서 이분지털곰팡이는 *Tricholoma matsutake*(송이), *Leccinum rugosiceps*(겉겉이그물버섯), *Pulveroboletus ravenelii*(노랑분말그물버섯), *Russula emetica*(냄새무당버섯)에서 기생하고 있었고, 강원도 고성군 현내면 봉화봉에서는 *Amanita pseudoporphyria*(암회색광대버섯아재비)에서 기생하였다(Figure 1). 이분지털곰팡이는 *Amanita citrina*(애광대버섯), *A. rubescens*(붉은점박이광대버섯), *Leccinum scabrum*(거친겉겉이그물버섯), *Boletus*, *Calvatia*, *Lactarius*, *Russula*, *Scleroderma* 의 자실체에서 발생하는 것으로 알려져 있다(Ellis and Ellis, 1988). 이분지털곰팡이는 열대아시아지역에서는 표고 버섯을 공격하는 것으로 알려져 있으나(Jeffries and Young, 1994), 국내에서는 송이에서 보고된 바가 있고(Ka 등, 1999), 그 이외 버섯에서는 보고된 바가 없다.

본 조사에서는 송이와 함께 4종의 버섯에서 새로이 이분지털곰팡이가 발견되었다. 특히 *Pulveroboletus*속에서 이분지털곰팡이가 발생하는 것은 새로운 보고로서 우리나라의 다른 버섯에서도 관찰될 것으로 생각되며, 앞으로 더 많은 분포조사가 필요한 것으로 여겨진다.

송이에서 이분지털곰팡이는 1998년에 홍천 시험지에서 355개 송이중 12개, 즉 3%가 발견되었고, 1999년에는 255개 송이중 2개로 약 1%가 발견되었다. 그 이외의 버섯에서는 2 혹은 3개로 매우 적게 발견되었다.

2. 배지별 생장조사

이분지털곰팡이는 8가지 배지중 MEA, MHM, PDA 배지에서 생장이 양호하였고, CSA, CMA, OA 배지에서는 균사조밀도가 매우 낮아 사용배지로는 부적합하였다(Figure 2). 접종 2일째에 MHM 배지는 모두 샤페 전체(φ 8.5cm)를 덮었다. PDA 배지에서는 2일째에 접종 중앙부근에서 옅은 검은색이 나타났고, 3일째에 모든 배지에서 나

Figure 1. *Syzygites megalocarpus* showed on the fruit bodies of several wild mushrooms

타났다. 또한 3일째에 PDA와 MHM 배지에서는 포자낭병이 발생하기 시작하였다.

생장이 낮은 배지는 CSA와 OA로 무기성물과 설탕이 들어간 합성배지이고, 5일째가 되어야

petri - dish 전체를 덮었고 균사밀도도 매우 낮았다. 생장이 빠르고 균사 조밀도가 높은 배지는 MEA, MHM, PDA로 고분자 성분이 풍부한 배지임을 알 수 있었다(Table 1). 앞으로 어떠한 성

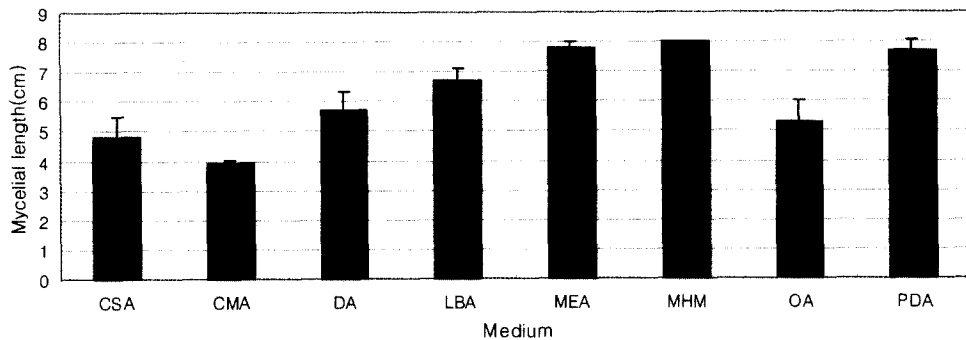


Figure 2. Mycelial growth of *Syzygites megalocarpus* strain FRI 474 on various media in 2 days after inoculation

분이 생장에 영향을 주는지는 검토할 필요성이 있었다.

3. 생리적 특성

1) 온도

이분지털곰팡이는 17~27℃ 범위에서 생장을 하였으나, 30℃에서는 전혀 생장을 하지 않았다 (Figure 3). 최적 온도는 23~25℃ 범위 이었다. Hesseltine(1957)는 이분지털곰팡이가 적온이 26℃이고 32℃에서 생장 정지를 관찰하였으나, 본 실험에서는 생육적온은 비슷하나, 27℃에서도 생장을 하였고 30℃에서 생장을 못하는 것으로 보아 30℃ 이상에서는 사멸하는 것으로 유추할 수 있었다.

송이의 생장적온이 23℃ 내외임을 고려할 때 송이와 같은 온도 범위에서 성장하므로 송이에 이분지털곰팡이가 발생하였을 경우 온도처리에 의한 방제는 어려울 것으로 판단되었다.

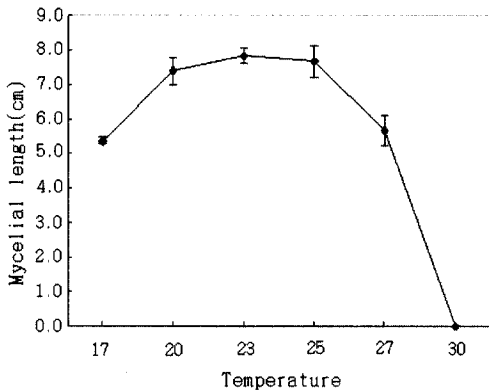


Fig. 3. Mycelial growth of *Syzygites megalocarpus* strain FRI 474 on various temperature ranges in 2 days after inoculation

2) pH

이분지털곰팡이는 pH 3~pH 8 범위에서 생장을 하였고, 최적 pH는 pH 6 이었다(Figure 4). 송이균의 최적 pH는 5~6 범위로 이분지털곰팡이도 비슷한 성장 pH 범위를 가지고 있었다(김등, 1998). Dennis(1985)는 대부분의 외생균균은 약산성 조건에서 생장이 양호하고 pH 7 이상에서는 생장이 느린 것으로 보고하고 있다. 송이도 외생균균의 한 종류로 Dennis 연구결과와 비슷하였고, 이분지털곰팡이도 약산성에서

최적 pH 범위를 가지고 있었다. 산도를 조절 한 이분지털곰팡이 방제는 어려울 것으로 판단되었다.

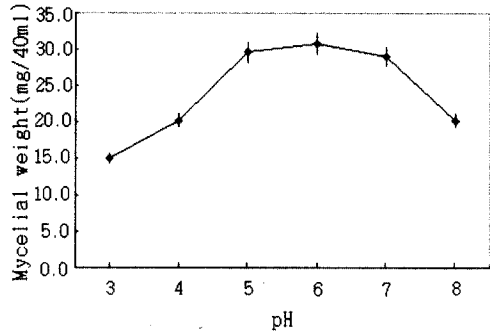


Fig. 4. Mycelial growth of *Syzygites megalocarpus* strain FRI 474 on various pH ranges in 6 days after inoculation

3) NaCl 처리 효과

송이 버섯에 이분지털곰팡이가 발생하였을 경우, 농약을 사용하여 버섯 기생균을 방제하는 것은 효과가 있을 수도 있지만, 버섯을 식용하는데는 인체에 직접적으로 해로운 영향을 배제할 수 없다. 그래서, 송이 버섯에 이분지털곰팡이가 발생하였을 경우, 이분지털곰팡이를 제거하기 위한 시도로 인체에 무해한 NaCl을 이용하여 성장저지 농도를 조사하였다.

이분지털곰팡이는 NaCl 농도 2%까지는 생장에 영향을 주지 않았지만, 2.5% 이상에서 생장이 감소경향이 있었다(Figure 5). 8% 이상 소금물에서는 2일째까지는 생장을 거의 못하였다. 그러나 10% NaCl에서 4~5일째부터 생장이 시작되어 5일째에 1.1cm 크기까지 생장을 하였다. 20% NaCl에서는 5일째까지도 전혀 생장을 하지 않았다. 송이균은 NaCl의 농도가 증가할수록 생장이 감소하였고 2.5%에서는 거의 성장하지 않았다(Figure 6). 만약 이분지털곰팡이가 발생하였을 경우 20% NaCl을 이용하게 되면 이분지털곰팡이를 억제시킬 수 있으나, 송이 버섯은 생장을 못하고 버섯을 너무 짜게 만들어 식용하기가 어려울 것으로 판단되었다. 그래서 이분지털곰팡이가 송이 버섯에 발생시 NaCl 처리보다는 바로 제거시키는 것이 바람직하였다.

대부분 *Tricoloma* 속 균은 1% NaCl에서 생장을 못하는 것으로 알려져 있어(Hutchison, 1989),

이분지털곰팡이의 생장을 감소시키는 5% NaCl를 송이 버섯에 처리시 송이의 생장은 억제되므로 버섯의 정상적인 생장을 못할 것으로 판단되었다.

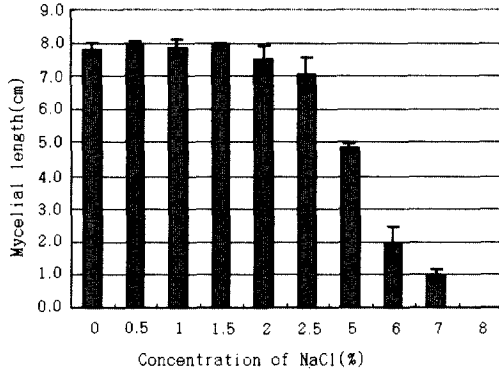


Fig. 5. Mycelial growth of *Syzygites megalocarpus* strain FRI 474 against NaCl solution in 2 days after inoculation.

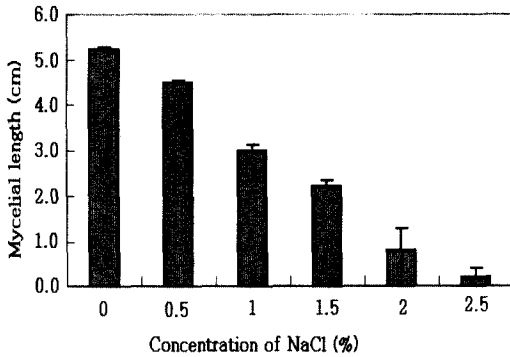


Fig. 6. Mycelial growth of *Tricholoma matsutake* strain FRI 431 against NaCl solution in 60 days after inoculation.

인용 문헌

1. 김현중 외 13명. 1998. 송이 발생에찰에 의한 환경관리기술개발. 농림부 특정연구과제. 289pp.

2. 박완희·이호득. 1991. 한국의 버섯. 교학사.
 3. 이지열. 1988. 원색한국버섯도감. 아카데미서적.
 4. 農村文化社. 1999. '99年版きのこガイドブック.
 5. Badham, E. R. 1991. Growth and competition between *Lentinus edodes* and *Trichoderma harzianum* on sawdust substrates. *Mycologia* 83(4) : 455-563.
 6. Carlile, M. J. and S. C. Watkinson. 1994. *The Fungi*. Academic Press. p.365-366.
 7. Chang, S. T. 1993. Mushroom biology : The impact on mushroom production and mushroom products. pp.3-20. In : *Mushroom Biology and Mushroom Products*. Eds. by Chang, S. T., J. A. Busweel and S. W. Chiu. Nam Fung Printing Co., Ltd.
 8. Dennis, J. J. 1985. Effect of pH and temperature on in vitro growth of ectomycorrhizal fungi : Informaton Report BC-X-273, Pacific Forestry Centre, Canada. 19pp.
 9. Ellis, M. B. and J. P. Ellis. 1988. *Microfungi on Miscellaneous Substrates*. Timber Press pp.244.
 10. Gill, W. M. 1995. Bacterial diseases of *Agaricus* mushrooms. Rep. Tottori. Mycol. Inst. 33 : 34-55.
 11. Hesseltine, C. W. 1957. The genus *Syzygites* (Mucoraceae). *Lloydia* 20 : 228-237.
 12. Hutchison, L. J. 1990. Studies on the systematics ectomycorrhizal fungi in axenic culture. IV. The effect of some selected fungitoxic compounds upon linear growth. *Can. J. Bot.* 68 : 2172-2178.
 13. Jeffries, P. 1985. Mycoparasitism within the Zygomycetes. *Bot. J. Linn. Soc.* 91 : 135-150.
 14. Jeffries, P. and T. W. K. Young. 1994. *Interfungal Parasitic Relationships*. CAB International. pp.296.
 15. Ka, K. H., H. Park, H. J. Kim and M. W. Lee. 1999. *Syzygites megalocarpus* (Mucorales) : A necrotrophic mycoparasite of *Tricholoma matsutake*. *Kor. J. Mycology* 27 : 345-348.