

톱밥재배에 의한 화경버섯의 자실체 발생

가강현^{1*} · 박 현¹ · 허태철² · 박원철¹

¹국립산림과학원 바이오에너지연구과, ²영남산지보전협회

Formation of Fruiting Body of *Omphalotus japonicus* by Sawdust Cultivation

Kang-Hyeon Ka^{1*}, Hyun Park¹, Tae-Chul Hur² and Won-Chull Bak¹

¹Division of Bioenergy Research, Korea Forest Research Institute, 57 Hoegiro, Dongdaemungu, Seoul 130-712, Korea

²Youngnam Branch Office of KFCM, Korea Forest Conservation Movement, Daegu 702-110, Korea

(Received May 24, 2010. Accepted June 3, 2010)

ABSTRACT: *Omphalotus japonicus* is known to as a poisonous mushroom in East Asia, but Illudin S, bioluminescent compound, has been recently reported for an anticancer effect. The fungus is quite rare in natural condition in Korea. Therefore, we tried to cultivate in the mushroom on the sawdust cultivation to provide sufficient amount of mushroom for pharmaceutical study for the future. The mushroom could be harvested from all sawdust media used in this study, and the sawdust of *Pinus densiflora* was considered to be the best for mushroom cultivation with considering mushroom productivity and cultivation period. The mushroom was produced 43~80 g fresh weight per 600 g sawdust medium in average, and could be harvested one to three times during cultivation period.

KEYWORDS : *Omphalotus japonicus*, Poisonous mushroom, Sawdust cultivation

우리나라에서 화경버섯(*Omphalotus japonicus*(Kawam.) Kirchn. & O.K. Mill.)은 형광을 발하는 대표적인 버섯으로 경기도 광릉에서 처음 보고되었다(鏞木, 1940). 이 버섯은 주로 죽은 서어나무에서 발생하며 드물게는 죽은 졸참나무에서도 9월 중에 발생하고 있다. 일본에서는 여름과 가을에 활엽수 고목인 너도밤나무, 개서어나무, 물참나무, 졸참나무, 고로쇠나무, 서어나무, 분비나무에서 주로 발생하는 것으로 알려져 있다. 버섯 모양이 느타리와 유사하여 사람들이 잘못 알고 식용하여 버섯 중독 사고를 일으키는 대표적인 버섯중의 하나이다(金關 등, 1988). 그래서 북한에서는 ‘독느타리버섯’이라고도 한다(윤, 1978).

화경버섯의 독소물질은 형광을 발하는 lampteroflavin으로 1980년대 후반에 그 구조가 밝혀졌다(Isobe et al., 1988). 버섯 중독과 형광을 발하는 또 다른 성분은 Illudin S로 암세포의 생육을 억제하는 효과가 있는 것으로 최근 보고되어 이 물질과 합성물질에 대한 약학적인 연구가 이루어지고 있다(McMorris et al., 1999; Jaspers et al., 2002; Dick et al., 2004).

비록 화경버섯이 독버섯이지만, 독소물질인 Illudin S를 암세포 치료제로 활용할 수 있는 잠재적 가능성이 있다. 그러나, 우리나라에서는 이 버섯이 매우 희귀하여 더 많은 연구를 하기 어려운 실정이다. 따라서 화경버섯에 대한 재배법을 개발한다면, 약제 개발을 비롯한 다양한 연구분야의 재료로 제공될

수 있을 것이다. 이에 본 연구에서는 화경버섯을 다양한 톱밥 배지를 이용하여 재배를 시도한 결과를 보고하는 바이다.

배지 준비 및 버섯 발생: 화경버섯 균주(KACC 500549)는 2000년 농업과학기술원 응용미생물과에서 분양받았다. 균주는 PDA 배지에서 계대배양을 하면서 재배실험에 사용하였다. 사용한 톱밥은 신갈나무(*Quercus mongolica*), 굴참나무(*Q. variabilis*), 상수리나무(*Q. acutissima*), 물오리나무(*Alnus hirsuta*), 소나무(*Pinus densiflora*), 잣나무(*P. koraiensis*), 낙엽송(*Larix leptolepis*)이었다. 톱밥배지는 각각의 톱밥 80%, 미강 20%, 탄산칼슘 0.6%, 질산칼륨 0.4%, 설탕 1.5% 넣고 배합하고 수분함량을 65%로 맞춘 후 850 ml 배양병에 600 g씩 넣었다. 혼합한 톱밥배지는 121°C에서 1시간 멸균한 다음, 신갈나무 톱밥배지에서 자란 균을 한 시약 스푼씩(3g) 접종하여 25°C 배양실에서 배양하였다. 균사생장은 배양병에서 생장한 균사체의 길이로 측정하였다. 또한 배양병 내 표면에서 어린 버섯이 발생하면 바로 버섯 발생실로 옮겨 발생한 버섯을 생육하기 위해 17~18°C, 상대습도 95%의 조건에서 조절하였다. 버섯을 수확한 이후에도 지속적으로 4개월 동안 버섯 발생을 관찰하였으며, 각 처리는 5반복으로 실시하였다.

균사 생장 및 버섯 발생 : 배양병(길이 13 cm)에 화경버섯 균을 접종하여 18일간 배양한 후 균사체의 생장 길이를 측정

*Corresponding author <E-mail : kasymbio@forest.go.kr>

한 결과, 균사생장은 신갈나무 톱밥에서 12.8 cm로 자라 가장 빠른 것으로 나타났으며, 잣나무 톱밥에서는 9.2 cm로 가장 늦은 균사생장을 보여주었다(Table 1). 균 접종 후 21일째에는 거의 모든 톱밥배지에서 화경버섯의 균사생장이 완료 되었고, 25일째부터 원기형성이 관찰되었던 소나무, 잣나무, 낙엽송, 물오리나무 톱밥배지를 버섯 발생실로 옮겼다. 참나무류 톱밥 배지는 다른 처리에 비해 원기형성이 며칠 늦었다. 화경버섯 균사체는 초기에 백색으로 뻗어 자랐다. 배양병 입구 부분의 배지 표면은 균사체 덩어리를 만들고, 갈변화가

일어나고, 적갈색의 분비물을 내었다. 여러 개의 어린 원기들이 만들어지지만, 성숙에 까지 도달하는 자실체는 1~3개 정도 이었다. 원기가 형성되기 시작한 이후 배양병 표면에 다른 곰팡이류들이 오염되는 경우도 있었지만, 자실체가 정상적으로 성숙되는 데에 문제는 없었다. 중요한 점은 배양병에 다른 균의 오염 없이 화경버섯 균사체를 만연시키는 것이다. 버섯 발생실에서 처음 버섯 수확은 소나무와 물오리나무 6일, 잣나무와 낙엽송은 9일, 굴참나무는 21일, 상수리나무는 41일, 신갈나무는 61일 소요되었다(Fig. 1). 버섯 수확의 완료

Table 1. Characteristics of mycelial growth and fruiting body of *Omphalotus japonicus* on sawdust cultivation

Substrate plant species	Mycelial growth ^{a)} (cm/18 days)	Fruiting body						
		Harvest period (days)		Diameter of pileus (cm)	Total number of fruiting	Fresh weight of fruiting ^{a)} (g/fruiting)	Total fresh weight (g/bottle)	B.E. ^{b)} (%)
		First	Finish					
<i>Pinus densiflora</i>	11.5 ^{abc} ± 0.6	6	98	7.5 ± 2.4	16	25.7 ^b ± 10.3	71.3 ± 18.3	34
<i>P. koraiensis</i>	9.2 ^c ± 0.4	9	47	7.4 ± 2.9	11	31.9 ^b ± 12.2	56.2 ± 9.4	27
<i>Larix leptolepis</i>	10.9 ^b ± 1.3	9	82	6.9 ± 1.9	11	26.1 ^b ± 15.6	54.4 ± 23.1	26
<i>Quercus variabilis</i>	12.3 ^{ab} ± 0.3	21	84	7.6 ± 3.5	8	29.9 ^b ± 16.2	43.6 ± 6.6	21
<i>Q. acutissima</i>	12.3 ^a ± 0.3	41	89	9.1 ± 3.5	6	55.2 ^a ± 25.9	66.2 ± 43.5	32
<i>Q. mongolica</i>	11.2 ^{abc} ± 2.0	61	82	7.5 ± 2.5	9	49.0 ^a ± 25.3	75.8 ± 22.5	36
<i>Alnus hirsuta</i>	12.4 ^{ab} ± 0.5	6	111	6.5 ± 2.3	12	25.6 ^b ± 17.5	80.5 ± 29.3	38

^{a)}The different letters indicate that the values are significantly different at the 5% level.(mean ± SD).

^{b)}Biological efficiency was determined as the ratio of the weight of fresh mushrooms harvested per g dry substrate.

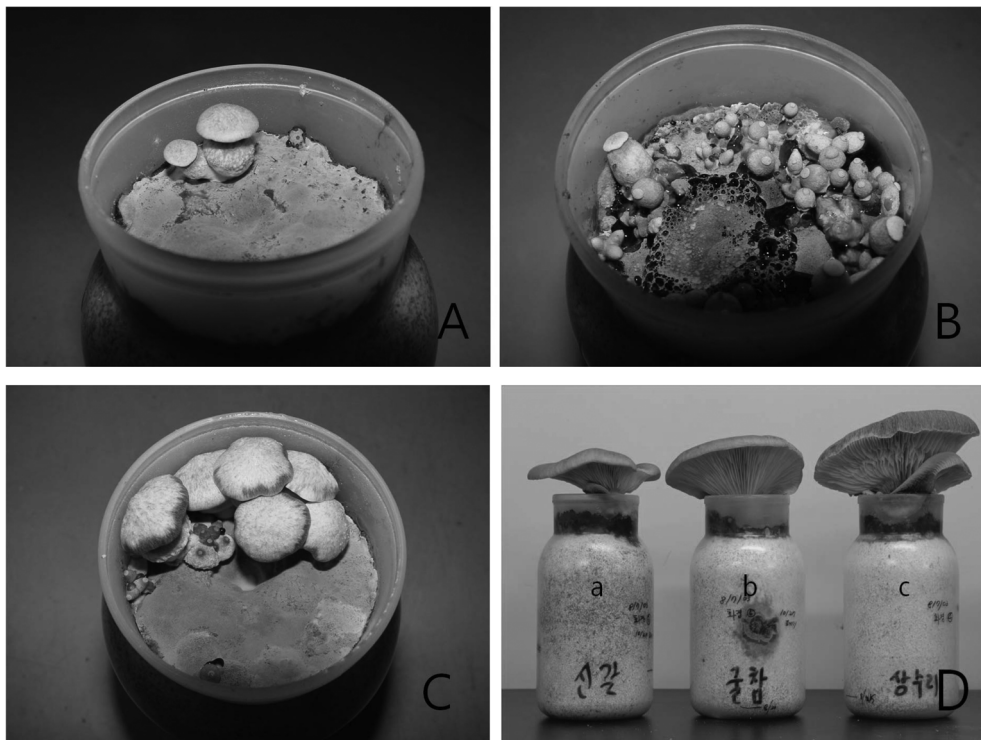


Fig. 1. Primordia and mature fruiting bodies of *Omphalotus japonicus* on sawdust cultivation. A: *Larix leptolepis*, B: *Pinus densiflora*, C: *Alnus hirsuta*, D: Mature mushrooms (a: *Quercus mongolica*, b: *Q. variabilis*, c: *Q. acutissima*)

일은 잣나무는 47일, 낙엽송과 신갈나무는 82일, 굴참나무는 84일, 상수리나무는 89일, 소나무는 98일, 물오리나무는 111일이었다.

수종별 배양병당 평균 버섯 생산량은 물오리나무 80 g, 신갈나무 75 g, 소나무 71 g, 상수리나무 66 g, 잣나무 56 g, 낙엽송 54 g, 굴참나무 43 g이었다. 즉, 600 g 배지당 생물학적 효율은 물오리나무 38%, 신갈나무 36%, 소나무 34%, 상수리나무 32%, 잣나무 27%, 낙엽송 26%, 굴참나무 21%로 나타났다 (Table 1). 버섯 발생실로 옮긴 시점에서 2달간에 전체 버섯 수확 비율은 잣나무는 100%, 소나무는 90%, 낙엽송은 75%, 물오리나무는 60%, 굴참나무는 24%, 상수리나무는 21%, 신갈나무는 0%를 차지하였다. 침엽수류 톱밥배지와 물오리나무는 원기발생이 되어 자실체 성숙 시 약 10일 정도 소요되었지만, 참나무류 톱밥배지는 원기형성이 되어 자실체 성숙 시 20일 이상 소요되었다. 신갈나무 톱밥배지는 다른 참나무류 톱밥배지에 비해 자실체 성숙기간이 훨씬 길었고, 2개월 이후에는 모든 배양병에서 버섯이 성숙되었다. 또한 배양병 1개당 환경버섯의 수확 횟수는 소나무 2~3회, 잣나무 1~2회, 낙엽송과 물오리나무 1~3회, 굴참나무, 상수리나무, 신갈나무 1~2회로 나타났다. 따라서 버섯 생산량과 재배 기간을 고려하면, 환경버섯은 소나무 톱밥배지를 이용하는 것이 가장 좋을 것으로 판단된다.

유(2003)는 환경버섯의 최적 배양온도가 30°C로 보고하여, 본 실험에서 균사생장은 25°C에서 수행하여 아마도 30°C에 균사배양을 하였다면, 균사생육 기간을 단축시킬 수 있을 것으로 추정되었다. 또한 환경버섯은 25°C 배양과정에서 배지 표면에 원기가 만들어진 이후 17~18°C의 발생실로 옮겼는데, 버섯 발생실의 온도를 이 온도조건보다 더 높게 조정해 보는 것도 고려해볼 필요가 있었다. 한편, 침엽수류 톱밥이 참나무류 톱밥보다 빠르게 발생되었으나, 600 g 배지당 생물학적 효율 측면을 고려했을 때에 신갈나무와 물오리나무의 버섯 생산량이 양호한 것으로 나타나 이들 톱밥배지에서의 조기 수확 방법을 찾는다면 보다 효율적인 환경버섯의 재배가 가능할 것으로 보인다.

적요

환경버섯은 동아시아 지역에서 독버섯으로 알려져 있지만, 최근에 Illudin S가 항암효과가 있는 것으로 보고되었다. 이 버섯은 자연조건에서 매우 드물게 발견되는 버섯이다. 그래서 우리는 미래에 약리학적 연구를 위해 충분한 양의 버섯을 얻고자 이에 대한 톱밥재배를 시도하였다. 버섯은 실험한 모든 톱밥배지에서 수확할 수 있었고, 버섯 생산성과 재배기간을 고려할 때 환경버섯의 재배는 소나무 톱밥배지를 이용하는 것이 가장 좋은 것으로 나타났다. 버섯은 600 g 배지당 평균 43~80 g이 생산되었고, 재배기간 동안 1~3회 버섯을 수확할 수 있었다.

참고문헌

- 유관희. 2003. 환경버섯의 배양조건에 따른 균사생장 및 섬유질 분해효소 활성에 관한 연구. 한국균학회지 31(1):14-21.
- 윤영범. 1978. 조선버섯도감. 과학백과사전출판사.
- 今關六也, 大谷吉雄, 本郷次雄. 1988. 日本のきのこ. 株式會社 山と溪谷社.
- 鏑木徳二. 1940. 鮮滿實用林業便覽. 朝鮮總督府林業試驗場刊行會.
- Dick, R. A., Yu, X. and Kensler, T. W. 2004. NADPH Alkenal/one oxidoreductase activity determines sensitivity of cancer cells to the chemotherapeutic alkylating agent Irofulven. *Clinical Cancer Research* 10:1492-1499.
- Isobe, M., Uyakul, D. and Goto, T. 1988. *Lampteromyces* bioluminescence-2 lampteroflavin, a light emitter in the luminous mushroom, *L. japonicus*. *Tetrahedron Letters* 29:1169-1172.
- Jaspers, N. G. J., Raams, A., Kelner, M. J., Ng, J. M. Y., Yamashita, Y. M., Takeda, S., McMorris, T. C. and Hoeijmakers, J. H. J. 2002. Anti-tumour compounds illudin S and Irofulven induce DNA lesions ignored by global repair and exclusively processed by transcription- and replication-coupled repair pathways. *DNA Repair* 1:1027-1038.
- McMorris, T. C., Elayadi, A. N., Yu, J. and Kelner, M. J. 1999. Metabolism of antitumor hydroxymethylacylfulvene by rat liver cytosol. *Drug Metabolism and Disposition* 27(9):983-985.