

송이버섯 biomass를 위한 균사체 배양 조건

김명욱¹ · 조영제^{2,*}

¹경북해양바이오 산업연구원, ²상주대학교 식품공학과

Culture Condition for Biomass of *Tricholoma matsutake*

Myung-Uk Kim¹ and Young-Je Cho^{2,*}

¹Gyeongbuk Institute for Marine Bio-Industry, Uljin 767-801, Korea

²Department of Food Engineering, Sangju National University, Sangju 742-711, Korea

Received July 26, 2006; Accepted September 20, 2006

For the purpose of application for biomass of *Tricholoma matsutake*, the optimum culture condition were determined. It was found that the optimum culture condition for spot culture of *Tricholoma matsutake* were pH 5.5 and 3% brown rice meal at 24°C for 35 days with MMN medium. And the optimum culture condition of bioreactor for biomass were 18°C and 60 days with PDMP broth.

Key words: Culture Condition, Biomass, Bioreactor, *Tricholoma matsutake*

서 론

송이버섯(*Tricholoma matsutake*)은 높은 가격의 버섯으로, 연간 5,000만불 이상 수출되어온 고소득 임산자원중의 하나로 송이버섯은 생체 상태에서 채취 후, 버섯의 신선도를 유지시키기 위하여 즉시 수출되어 3일 이내에 판매가 이루어지고 있다. 최근 국내산 송이버섯의 가격의 안정화를 위하여 버섯의 선도 연장을 위한 방법이 다각도로 연구되고 있으나, 장기 저장기간면에서는 크게 연장되지는 못한 단점을 가지고 있다.¹⁻⁴⁾ 최근, 송이버섯은 임산 부산물에서 높은 농가 소득원으로 각광을 받고, 단위 시간당 생산량 혹은 높은 농가 소득을 가져다주고 있으나, 우리나라 송이 대량 생산지역이 점차 북상하여 옮겨지고 있는 것으로 관찰되었다.^{5,6)} 또한 우리나라의 송이생산과 그 중요성에 비추어 볼 때에, 송이에 대한 기본적인 균에 관한 연구는 모두가 산발적이고 미진한 상태에 있는 것이 사실이다.

송이 균사는 소나무 뿌리에서 관찰되고, 식물과의 관계에서는 외생균근(*ectomycorrhizae*)으로 설명하고 있다.⁷⁻¹⁰⁾ 송이자체로부터 많은 균사들이 분리되어 연구되고 있지만, 아직 송이에 대한 인공 배양 기술은 거의 없는 실정이다. 또한, 인공적인 버섯 생산으로 송이는 많은 시도에도 불구하고 아직은 많은 문제점을 안고 있다.¹¹⁾ 다만, 일본에서는 여러 나라에서 송이 수입과 자국의 송이생산을 위하여 많은 연구가 진행되고 있는 것으로 보고 되고 있으나,¹²⁻¹⁸⁾ 공식적으로 인위적인 송이 생산은 아직 보고 되지 않고 있다.

따라서 본 연구에서는 송이버섯의 인공 배양을 위한 시도의 일환으로 송이버섯 균사체의 biomass를 위한 최적조건을 규명하였다.

재료 및 방법

시료. 송이버섯(*Tricholoma matsutake*)은 2005년 경북 상주시 소재의 재래시장에 구입하여 물로 세척한 후 물기를 제거하고 4°C 냉장고에 보관하면서 사용하였다.

Spot 접종 및 배양. Spot 접종은 송이버섯 시료를 EtOH로 표면을 화염 살균한 후 흰 속살을 조금만 잘라 내고 고체배지에 spot 접종하였다. 이때 사용된 고체 배지의 조성은 Table 1과 같으며, 25°C에서 30일간 incubator에서 배양하였다.

Biomass를 위한 균사체 starter 제조 및 bioreactor 배양. Spot 접종하여 배양된 배지의 균사체를 배지체로 잘게 자른 후, 자른 조각을 2~3개 50 ml의 액체 배지에 접종, 배양시켜 starter

Table 1. Composition of MMN medium

Ingredient	Content (g/l)
Malt extract	3
(NH ₄) ₂ HPO ₄	0.25
KH ₂ PO ₄	0.5
MgSO ₄	0.15
CaCl ₂	0.05
FeCl ₃	102
NaCl	0.025
Glucose	10
Thiamine · HCl	0.0001
Agar	15

*Corresponding author

Phone: 82-54-530-5265; Fax: 82-54-530-5269

E-mail: yjcho@sangju.ac.kr

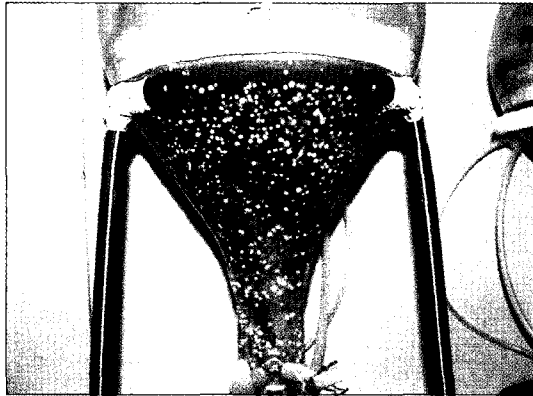


Fig. 1. Photography of bioreactor for biomass.

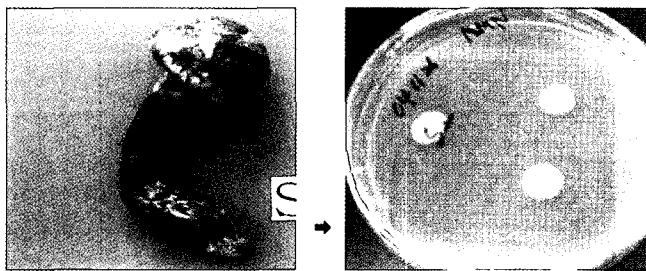


Fig. 2. Spot culture of *Tricholoma matsutake*.

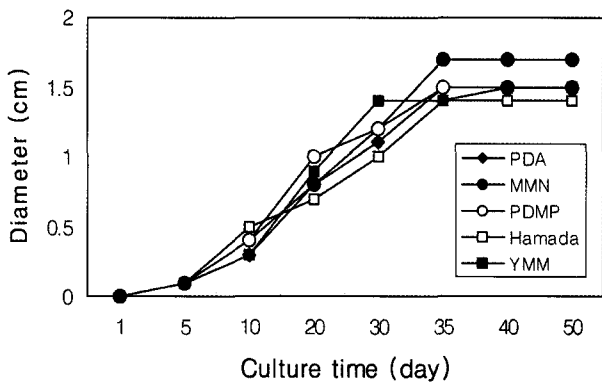


Fig. 3. Effect of various medium on culture of *Tricholoma matsutake*.

를 제조하고, starter 전량을 20 L의 reactor에 접종하였다. 접종된 bioreactor는 18°C 암실에서 50일 정도 Fig. 1과 같이 배양시켰으며, 생육정도는 배양이 끝난 후 bioreactor의 공기주입을

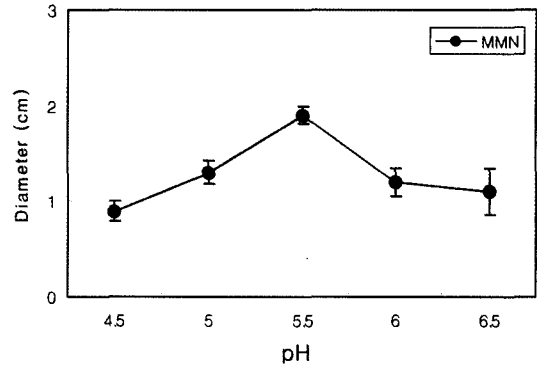


Fig. 5. Effect of pH on culture with MMN of *Trichloroma matsutake*.

멈추어 bioreactor안에 가라앉는 균사체의 부피를 높이(cm)단위로 측정하였다.

결과 및 고찰

송이버섯 균사체의 spot 배양. 송이버섯 시료를 이용하여 Table 1에 제시된 고체배지에 Fig. 2와 같이 흰색의 균사가 넓게 퍼진 상태의 균사체를 배양하였다.

송이버섯 균사체 spot 배양을 위한 최적조건

송이버섯 균사체 spot 배양에 미치는 각종 배지의 영향. 송이버섯 균사체의 배양에 이용될 수 있는 각종 고체배지를 제조하여 송이버섯 균사체 spot 배양을 위한 최적배지를 조사한 결과, Fig. 3과 같이 MMN배지를 사용하여 35일간 배양하였을 때 균사체의 diameter가 1.7 mm로 가장 크게 자라 최적의 배지임을 알 수 있었다.

송이버섯 균사체 배양에 미치는 pH의 영향. 송이버섯 균사체의 배양에 미치는 pH의 영향을 조사하기 위하여 MMN 배지의 pH를 4.5~6.5까지 다양하게 제조하여 spot 배양한 결과 Fig. 4와 5에서와 같이 pH 5.5에서 1.93 ± 0.09 mm의 크기로 가장 잘 자라는 것으로 확인되었다.

송이버섯 균사체 spot 배양에 미치는 탄소원의 영향. 탄소원이 송이버섯 균사체의 배양에 미치는 영향을 조사하기 위하여 현미를 0.5~4%까지 농도를 변화시키며 MMN배지에 첨가한 후 배양한 결과 Fig. 6 및 Table 2와 같이 현미 첨가 농도별 균사체 크기는 큰 차이는 관찰되지 않았으나 3%의 첨가농도에서 균사체의 diameter가 다소 큰 것으로 확인되었다.

송이버섯 균사체 spot 배양에 미치는 배양 시간의 영향.

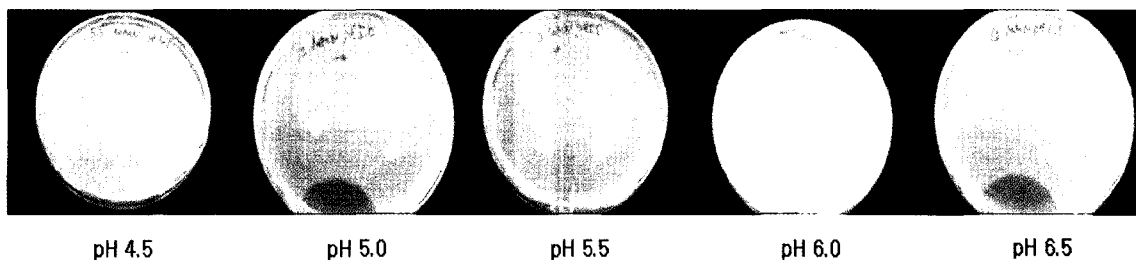


Fig. 4. Effect of pH on spot culture of *Tricholoma matsutake*.

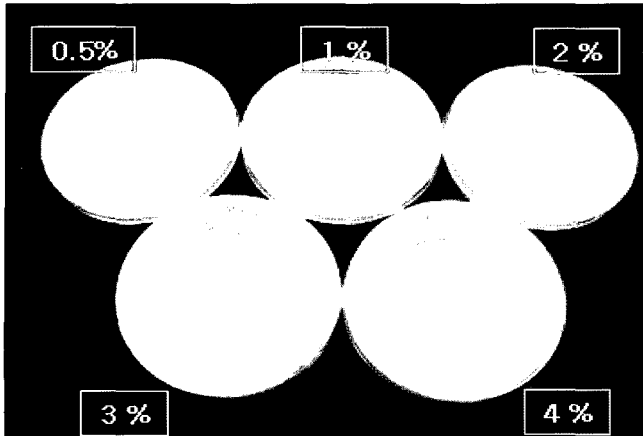


Fig. 6. Effect of brown rice meal on spot culture of *Trichloroma matsutake*.

Table 2. Effect of concentration of brown rice meal on culture of *Trichloroma matsutake*

Concentration of brown rice meal (%)	Diameter (mm)
0.5	1.25 ± 0.08
1.0	1.27 ± 0.11
2.0	1.28 ± 0.10
3.0	1.35 ± 0.13
4.0	1.26 ± 0.14

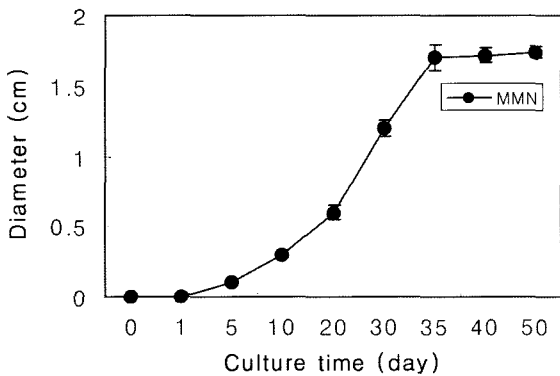


Fig. 7. Effect of culture time on culture with MMN of *Trichloroma matsutake*.

이버섯 균사체의 배양에 미치는 배양시간을 조사하기 위하여 MMN 배지에 균사체를 접종하고 50일간 배양시킨 결과, Fig. 7에서와 같이 35일 배양 시 1.7 ± 0.09 mm의 크기로 자랐으며, 이후 배양 50일까지 배양 균사체 크기의 변화는 크게 나타나지 않아 35일 배양이 최적인 것으로 판단하였다.

송이버섯 균사체 spot 배양에 미치는 배양 온도의 영향. 송이버섯 균사체 배양을 위한 최적 배양 온도를 조사하기 위하여 MMN 배지에 균사체를 접종하고 12~27°C까지 다양한 온도에서 배양시킨 결과, Fig. 8에서와 같이 24°C에서 배양하였을 때 2.5 ± 0.11 mm의 크기로 자라 최적 배양온도는 24°C로 판단하였다.

송이버섯 균사체 Biomass를 위한 bioreactor의 배양 최적조건
송이버섯 균사체 bioreactor의 배양에 미치는 각종 배지의 영향. 송이버섯 균사체의 bioreactor 배양에 이용될 수 있는 각종

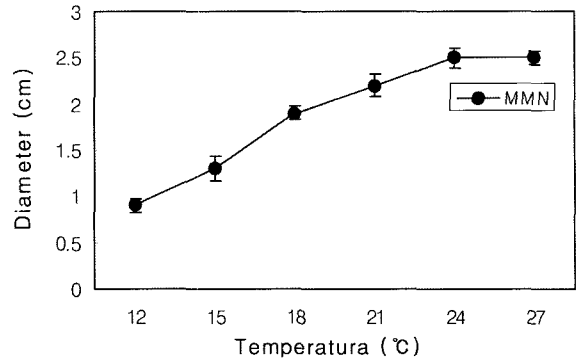


Fig. 8. Effect of temperature on culture with MMN of *Trichloroma matsutake*.

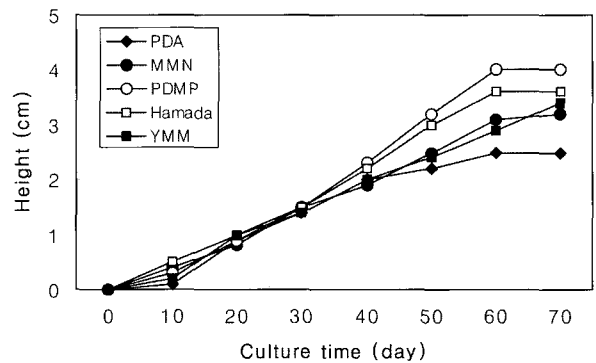


Fig. 9. Effect of various broth on culture of *Trichloroma matsutake*.

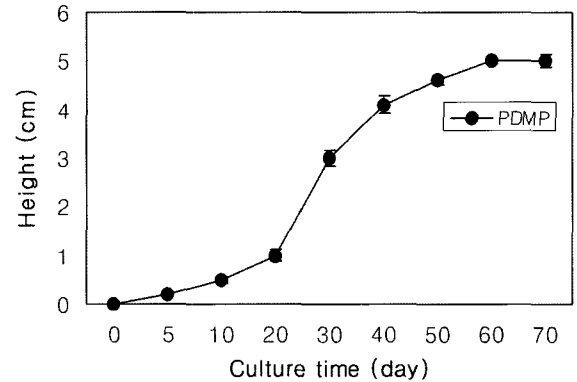


Fig. 10. Effect of culture time on culture with PDMP of *Trichloroma matsutake*.

액체배지를 제조하여 송이버섯 균사체 bioreactor 배양을 위한 최적배지를 조사한 결과, Fig. 9와 같이 PDMP 배지를 사용하여 60일간 배양하였을 때 침전 균사체의 높이가 4 cm로 액체 대량배양을 위한 최적 배지임을 알 수 있었다.

송이버섯 균사체 bioreactor의 배양에 미치는 배양 시간의 영향. 송이버섯 균사체의 bioreactor 배양에 미치는 배양시간을 조사하기 위하여 PDMP 배지에 균사체 starter를 접종하고 70일간 배양시킨 결과, Fig. 10에서와 같이 60일 배양 시 침전 균사체의 높이가 5.0 ± 0.06 cm로 액체 대량배양을 위한 최적 배양 시간임을 알 수 있었다.

송이버섯 균사체 bioreactor의 배양에 미치는 배양 온도의 영향. 송이버섯 균사체의 bioreactor 배양에 미치는 배양 온도를

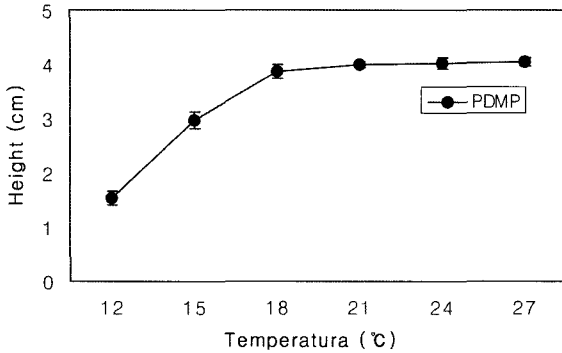


Fig. 11. Effect of temperature on culture with PDMP of *Tricholoma matsutake*.

조사하기 위하여 PDMP배지에 균사체 starter를 접종하고 12~27°C까지 다양한 온도에서 배양시킨 결과, Fig. 11에서와 같이 18°C까지는 온도가 올라감에 따라 균사체의 증식량이 증가하다가 18~27°C까지의 구간에서는 큰 차이를 나타내지 않았다. 따라서 대량배양 시 에너지 절약 차원에서 18°C까지 온도를 올려주는 것만으로도 reactor의 반응은 최적의 상태를 나타낼 수 있을 것이라 판단되었다.

초 록

송이버섯 균사체의 biomass를 위한 최적조건을 규명한 결과, 균사체 spot 배양을 위한 최적 조건은 MMN 배지를 사용하여 pH 5.5에서 탄소원으로 현미를 3% 첨가 하여 24°C에서 35일 배양 시 최적인 것으로 판단하였으며, 송이버섯 균사체 Biomass를 위한 bioreactor의 배양 최적조건은 PDMP배지를 사용하여 18°C에서 60일 배양 시 reactor의 반응은 최적의 상태를 나타낼 수 있을 것이라 판단되었다.

참고문헌

- Lopez, B. G., Varoquaux, P., Chambroy, Y., Bouqant, J., Bureau, G. and Pascat, B. (1992) Storage of common mushroom under controlled atmospheres. *Int. J. Food Sci. Technol.* **27**, 493-497.
- Kim, D. M., Baek, H. H., Yoon, H. H. and Kim, K. H. (1989) Effects of CO₂ concentration in CA conditions on the quality of shiitake mushroom (*Lentinus edodes*) during storage. *Korean J. Food. Sci. Technol.* **21**, 461-467.
- Burton, K. S. (1991) Modified atmosphere packing of mushrooms review and recent developments. p. 638. In: *Science and Cultivation of Edible Fungi*. Maher, M. J. (ed.). International Society for Mushroom Science (Edible Fungi Symposium).
- Lee, S. E., Kim, D. M. and Kim, K. H. (1991) Changes in quality of shiitake mushroom (*Lentinus edodes*) during modified atmosphere storage. *J. Korean Soc. Food Nutr.* **20**,

- 133-138.
5. Korean Forestry Reports (1981) Reports on the pine-mushroom in Korea. Forest research Institute, Seoul, Korea, 18, 44-46.
6. Korean Forestry Reports (1984) Proceedings of research and technique on the production of pine-mushroom. Forest research Institute, Seoul, Korea, 22, 58-65.
7. Ogawa, M. (1978) Microbial ecology of 'Shiro' in *Tricholoma matsutake* (*S. Ito et Imai*) Sing and its allied species. VII. *Tricholoma fulvocastaneum* Hongo in *Castanopsis cuspidata* forests. *Trans. Mycol. Soc. Japan* **19**, 37-46.
8. Ogawa, M. and Yambe, Y. (1980) Effects of Herbicide on the mycorrhizae of *Pinus densiflora* and soil Microorganism. Bulletin of the Forestry and Forest Products Research Institute No. 311. Ibaraki, Japan.
9. Ogawa, M., Kobayashi, T. F. and Fujita, H. (1980) On the primary stage in 'Shiro' formation of *Tricholoma matsutake*. *Trans. Mycol. Soc. Japan* **21**, 505-512.
10. Ohara, H. and Ogawa, M. (1982) Microbial ecology of 'Shiro' in *Tricholoma matsutake* and its allied species. XI. *Tricholoma caligatum* in *Cedrus libanotica* forests. *Trans. Mycol. Soc. Japan* **23**, 365-677.
11. Wang, Y., Sinclair, L., Hall, I. R. and Cole, A. L. J. (1995) *Boletus edulis sensu lato*: a new record for New Zealand. *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science* **23**, 227-231.
12. Ogawa, M. (1976) Microbial ecology of 'Shiro' in *Tricholoma matsutake* (*S. Ito et Imai*) Sing and its allied species. III. *Tricholoma matsutake* in *Picea glehnii* and *Picea glehnii-Abies sachalinensis* forests. *Trans. Mycol. Soc. Japan* **17**, 177-198.
13. Ogawa, M. (1977) Microbial ecology of 'Shiro' in *Tricholoma matsutake* (*S. Ito et Imai*) Sing and its allied species. IV. *Tricholoma matsutake* in *Tsuga diversifolia*. *Trans. Mycol. Soc. Japan* **18**, 20-33.
14. Ogawa, M. (1977) Microbial ecology of 'Shiro' in *Tricholoma matsutake* (*S. Ito et Imai*) Sing and its allied species. V. *Tricholoma matsutake* in *Tsuga sieboldii* forest. *Mycol. Soc. Japan* **18**, 34-46.
15. Ogawa, M. (1977) Microbial ecology of 'Shiro' in *Tricholoma matsutake* (*S. Ito et Imai*) Sing and its allied species. VI. *Tricholoma fulvocastaneum* in *Quercus serrata-Quercus acutissima* forest. *Trans. Mycol. Soc. Japan* **17**, 188-198.
16. Ogawa, M. (1977) Microbial ecology of mycorrhizal fungus, *Tricholoma matsutake* (*S. Ito et Imai*) Sing in Pine Forest. III. Fungal flora in shiro soil and on the mycorrhiza. Bulletin of the Government Forest Experiment Station No. 293. Tokyo, Japan.
17. Ogawa, M. (1979) Microbial ecology of 'Shiro' in *Tricholoma matsutake* (*S. Ito et Imai*) Sing and its allied species. IX. *Tricholoma ponderosum* in *Pseudotsuga menziesii-Tsuga heterophylla* and *Pinus contorta* forest. *Trans. Mycol. Soc. Japan* **20**, 370-382.
18. Ogawa, M. (1979) Microbial flora of *Pinus thunbergii* in Forest of Coastal Sand Dune. Bulletin of The Forestry and Forest products Reserch Insititute No. 305, Ibaraki, Japan. 107-124.