

## 병재배 폐톱밥을 이용한 양송이 복토재료 개발에 관한 연구

김홍규\* · 이희덕 · 김용균 · 한규홍 · 문창식 · 김홍기<sup>1</sup>

충남농촌진흥원, <sup>1</sup>충남대학교 농과대학

## Studies on the Development of Casing Materials Using Sawdust Bottle Culture in Cultivated Mushroom, *Agaricus bisporus*

Hong-Kyu Kim\*, He-Duck Lee, Yong-Gyun Kim,  
Gyu-Heng Han, Chang-Sik Moon and Hong-Gi Kim<sup>1</sup>

Chung-Nam Provincial RDA, Taejon, 305-313

<sup>1</sup>College of Agriculture, Chung-Nam National University, Taejon 305-764, Korea

**ABSTRACT:** After bottle culture of *Pleurotus ostreatus*, sawdust was taken out from the bottle and accumulated in the middle of March, and then composted. As the result, Y value was decreased rapidly 30 days after composting, and it was decreased slowly after 30 days. It is considered that 118 days is required for composting, however, it is possible to use for casing material after at least 48 days composting. The pH and total nitrogen content of sawdust based on composting period had tendency to increase as composting was processed. Total carbon and C/N rate had tendency to decrease as time went on. Based on the rate of 10, 30 and 50%, each sawdust was added to clay loam used as casing material for culturing *A. bisporus*. Among various treatments, the mycelial growth of *A. bisporus* was more favorable in the treatment of 30% sawdust than in the single treatment of clay loam. Based on the date necessary for primodium formation of *A. bisporus*, the primodium formation in the treatment of 30% sawdust was reduced to about 5 days as compared with that of any other treatments. When 30% sawdust was added to clay loam used as casing material for culturing *A. bisporus*, the yield of its fruiting body was increased to 28%.

**KEYWORDS:** *Agaricus bisporus*, Mycelial growth, Clay loam, Casing material, Composting

양송이 재배시 흙을 덮는 것, 즉 복토는 버섯 발생에 필수적인 요인이 됨은 물론 발생된 양송이를 지지하여 주고 뿌리로 부터 양분을 흡수하게하여 퇴비의 건조를 막아주며 또한 수분을 공급해 주기도 한다. 그리고 복토내 균사생장은 자실체의 형성을 도와주며 관수나 증발에 의한 습도의 변화를 막아 준다. 이와 같이 복토에 따라 수량과 품질에 많은 영향을 주기 때문에 우량한 복토로써 갖추어야 할 조건은 공기의 유통이 양호하고, 유기물 함량이 4~9% 함유되어 있으며, 보수력이 양호해야 한다. 또한 복토시 중압감을 주지 않을 정도로 가벼워야 한다.

Pizzer(1947)는 복토의 토성이 양송이 수량과 밀접한 관계가 있음을 언급하였고 복토 재료로서는

미사질 식양토와 식양토를 장려하였고, Flegg(1953)는 복토의 립자가 세립질이면 관수후 토양 립자가 멎어서 물리성이 나빠진다고 하였다. 양송이 재배에 가장 중요한 것은 복토의 토양 구조이다 (Edward와 Flegg, 1953). 그러나 자연 상태의 토양은 대부분이 구조가 부적합한 경우가 많다. 그러므로 이 구조를 개선시키기 위해서는 유기물의 첨가가 필요하다고 하였다. 유기질원의 구득이 곤란한 경우 폐상 퇴비와 식양토를 혼합하여 복토 재료로 이용할 때 보수력이 높아지며 가비중이 낮아지고 공극률이 증가하여 수량이 증가한다는 보고도 있다 (신 등, 1974; Wuest, 1974).

김(1974)은 우리나라의 복토재료로 식양토 60~80%에 토탄을 20~40% 범위로 배합한 복토재료가 수량이 높고 개산율이 낮다고 하였으나 우리나라에

\*Corresponding author

서는 서구 양송이 생산국에서 복토재료로 널리 이용되고 있는 토탄자원은 그양이 극히 적어 보통 전답의 흙을 이용함이 불가피한 실정이며 이에 따른 복토재료의 토성 및 이화학적 성질도 다양하고 수량의 변이도 크기 때문에 유기질원으로 병재배후 탈병한 톱밥을 부숙하여 양송이 복토 재료로 개발코자 본 시험을 수행하였다.

## 재료 및 방법

### 사용균주

양송이(*Agaricus bisporus*) 705호를 공시균주로 사용하였으며 종균은 25°C에서 시험관내 퇴비추출 배양기상에서 계대배양 보존된 양송이 균사를 접종원으로 소맥을 배지로 사용하여 조제되었다.

### 병재배 톱밥의 이화학적 성질

본 시험에 사용된 복토 유기질원의 재료는 애너타리 병재배후(미송톱밥 80%+미강 20%) 배지병속의 톱밥을 탈병하여 나오는 폐톱밥을 다시 부숙하였다. 사용된 배지의 이화학적 특성은 다음과 같다(Table 1).

### 퇴비화방법

병재배 톱밥의 퇴비화를 위하여 1.8m<sup>3</sup>(1.0m×1.0m×0.8m)의 정체식 시설을 하였다. 118일의 퇴비화 기간동안 퇴적더미의 뒤집기는 톱밥내부의 온도가 상승후 떨어지는 시점에서 뒤집기를 하였다. 퇴비화의 종료는 뒤집기를 하여도 더 이상 퇴적더미의 온도 상승이 없는 시기로 결정하였다(이, 1997).

### 분석항목

공시 재료의 총질소(T-N)는 kjeldahl법(Bremner and Mulvaney, 1982)으로 총탄소(T-C)는 tyurin

법으로 측정하였다. PH는 1:5법(Jackson, 1958)으로, 유기물은 전탄소에 Bemmelen 항수 1.74를 곱하여 유기물 함량으로 분석하였다. 색도(Y값)측정은 시료를 수분함량 10% 이하로 풍건후 1mm체를 통과할 수 있도록 잘게 분쇄한 후 색도계(hunter Lab model D25 optical sensor, Hunter Associates Laboratory, Inc.)로 측정하였다.

### 복토재료의 조성비율

병재배 폐톱밥을 4개월간 부숙시킨후 식양토에 10, 30, 50%씩 퇴적비로 첨가하여 복토 재료로 사용하였으며 폐톱밥 첨가에 따른 복토의 이화학적 성질의 변화가 자실체 수량에 미치는 영향을 조사하였다. 이때의 초발이 소요일수, 균사 생장길이, 균사밀도 및 수량은 농사시험 연구조사 기준('95농촌진흥청)에 준하여 조사하였고 품질의 상·중·하는 갖의 개열 유·무에 따라 상·중품과 하품으로 하였다. 상품은 갖의 직경이 3cm 이상으로 모양이 균일하고 중품은 갖의 직경이 3cm로 구분하여 표기하였다.

## 결과 및 고찰

### 부숙에 따른 색도(Y)의 변화

퇴비화 과정동안 톱밥더미는 점진적인 암색화 또는 흑색화가 나타난다. 이는 환원당과 아민족의 중합, 또는 리그닌과 질소성 화합물의 중합에 따른 부식의 생성 등에 기인한다(Stevenson, 1982). 그러므로 색도는 퇴비의 부숙도 평가를 위한 간이법으로 이용이 가능하며, Sugahara 등(1979)은 퇴적더미의 Y값이 11~13사이 일때를 퇴비의 완숙시기로 결정하였다. 퇴비화 과정중 Y값은 1차 뒤집기 시기인 퇴적 후 30일에 급격히 감소하여 그후 점진적으로 감소하였다. 따라서 부숙 소요 일수는 최소 48일로 판단된다(Fig. 1).

### 부숙에 따른 온도의 변화

퇴적더미의 퇴비화과정중 온도 변화는 미생물의 대사활성을 반영하는 가장 기본적인 자료이다(Poincelot, 1974; Miller, 1991). 톱밥 퇴적후 온도가 상승하기 시작하여 20일 전후에는 60°C 수준

Table 1. Physio-chemical characteristics of composting materials

Composting material	pH (1:5)	T-C	T-N	C/N ratio
Pine-sawdust	5.4	46.9	0.10	468.5
Rice-bran	6.9	45.9	1.96	23.4

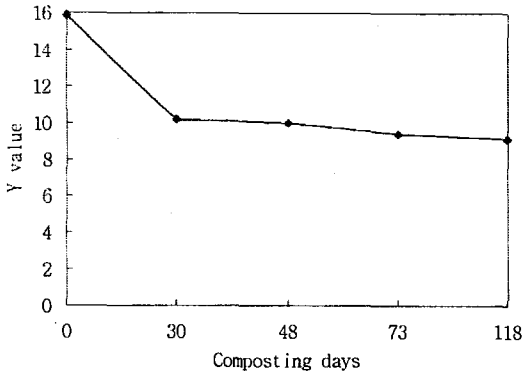


Fig. 1. Relationship between progress composting stage of sawdust and Y values.

까지 상승하였고 3차 뒤집기 시기인 70일 전후까지 50°C 이상의 고온을 유지하였으며 그후에는 퇴적더미의 온도가 점진적으로 감소하는 경향을 나타내었다(Fig. 2). 퇴비화 과정의 초기에는 분해가 용이한 탄수화물, 지방질 및 아미노산류가 풍부하므로 온도는 급격하게 상승하지만 분해가 용이한 이들 물질들이 고갈 되고, 상대적으로 난분해성의 물질들만 남게되면 퇴적물의 온도는 감소하기 시작한다(The Composting Council, 1993). 이러한 관점에서 Stickelberger(1975)는 퇴적물을 뒤집기 하여도 더 이상의 온도 변화가 없는 때를 퇴비의 안정화 시기로 평가하였다.

**부숙에 따른 pH의 변화**

퇴비화는 pH 3~11에 이르는 폭 넓은 범위에서 가능하지만, 대개 원료의 pH는 5.5~8.0 사이가 적절하다(Zucconi and de Bertol, 1987). 일반적

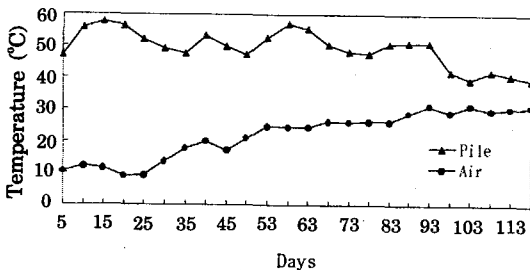


Fig. 2. Changes in temperature by composting stage. Turning times: 4 times (30, 48, 73 and 118 days).

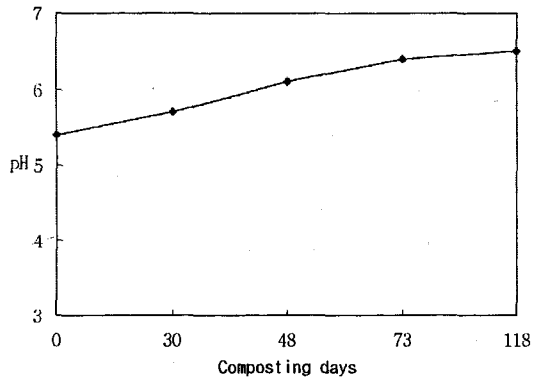


Fig. 3. Changes in pH by composting stage.

으로 최종 퇴비 제품은 pH 7~8범위의 산도를 나타내므로(Gray 등, 1971) Jann 등(1959)은 pH조사가 신속한 퇴비의 부숙도 판정법으로 이용 가능하다고 하였다. 퇴비화 초기에는 산을 생성하는 세균의 활성화로 pH가 감소하는 것으로 알려져 있지만(de Bertoldi 등, 1985), 경우에 따라서는 급격한 미생물 활성화에 따른 암모니아화로 퇴적 더미의 pH를 8.5수준까지 상승시키기도 한다(Miller, 1991). 본 시험에서는 퇴비화가 진행됨에 따라 pH는 점진적으로 상승하였고 초기 퇴적 더미의 pH 5.4에서 최종적으로 안정화된 pH는 6.5로 상승하였다(Fig. 3).

**부숙에 따른 총탄소, 총질소 및 탄질율의 변화**

탄질율은 전통적으로 퇴비의 부숙도와 품질을 판정하는 주요 인자로 이용되어 왔다(Morel 등, 1985). 퇴비화 과정중 탄소함량은 지속적으로 감소

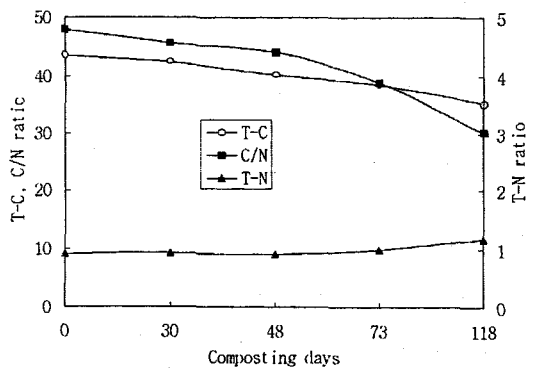


Fig. 4. Changes of T-N, T-C and C/N ratio in composting stage.

**Table 2.** Physio-chemical characteristics of casing materials

Casing soil	pH (1:5)	T-C (%)	T-N (%)	C/N ratio	OM (%)
CL 100%	6.7	2.78	0.14	34.3	4.8
CL 90%+SR 10%	6.9	3.39	0.15	38.7	5.8
CL 70%+SR 30%	7.3	4.49	0.23	33.9	7.7
CL 50%+SR 50%	7.3	6.39	0.33	36.4	11.0

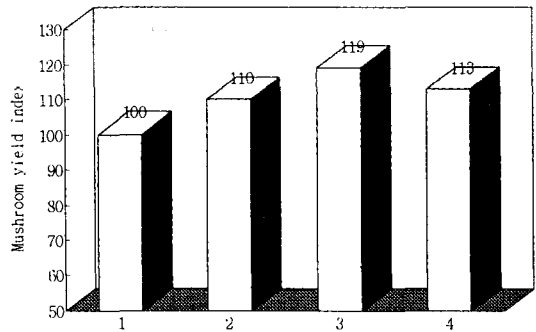
CL; Clay loam SR; Pine-sawdust plus Rice-bran compost.

하는 경향이었으며, 이는 미생물에 의한 유기물 분해에 따른 CO<sub>2</sub>와 수분의 손실에 기인한다(Levi-Minzi와 Riffaldi, 1988). 탄소의 감소 경향과는 대조적으로 퇴비화 과정 중 질소의 함량은 다소 증가하는 경향이였다. 결과적으로 퇴비화 과정중 점진적인 탄소의 감소와 질소의 증가로 탄질율은 꾸준히 감소하는 경향이였다(Fig. 4).

**병재배 톱밥 첨가 효과**

식양토에 병재배 톱밥을 10, 30, 50%로 각각 첨가하여 이화학적 성질을 분석해 본 결과 톱밥 첨가량이 증가함에 따라 총탄소, 총질소, 유기물함량이 증가되었다.

또한 식양토에 병재배 톱밥을 첨가하였을 때 균사생장이 촉진되고 수량이 증수되는 결과를 얻은 바 있어 식양토에 토탄 20%, 병재배 톱밥 30%를 첨가하여 복토로 사용한 결과 식양토 단용 처리에 비해 폐톱밥 30% 첨가시 초발이 소요일수가 3일 단축되고 균사생장 및 균사밀도가 양호하였다. 복토 재료에 따른 품질 비율은 식양토 단용 처리시 상품 비율이 높은 경향이였다. 따라서 앞으로 폐톱밥 첨가시 식양토 단용 복토 두께(2~3 cm)보다 더 두껍(3~4 cm)게 할 필요가 있다. 상자(49×38 cm) 재배시 수



**Fig. 5.** The effects additive sawdust on the yield of fruiting body of *Agaricus bisporus*.

Lane 1; CL=100%, Lane 2; CL:SR=90:10, Lane 3; CL:SR=70:30, Lane 4; CL:SR=50:50

량면에 있어서는 식양토 단용 처리보다 유기물 첨가시 28~30% 수량 증수 효과를 볼 수 있었다(Table 3). 이와 같은 결과는 식양토에 양송이 폐상 퇴비를 25~50% 첨가하였을 때 양송이 균사생장이 촉진되고 자실체 수량도 15~25% 증수된다고 보고한 연구 결과와 일치한다(신 등, 1974).

이는 우리나라 닭토양의 유기물 함량이 2~3%로서 대단히 낮은 것으로 보아 전체적으로 토양의 유기물 함량이 낮은 것으로 생각되며 병재배 톱밥을 첨가하여 복토의 유기물 함량을 증가시키므로써 이화학적 성질을 개선할 수 있었다. 식양토에 병재배 후 톱밥을 부숙하여 첨가할 때 양송이 수량이 증수된 것은 병재배 톱밥의 첨가로 유기물과 점토가 단립을 형성하여 공극율이 증가하고 보수력이 증가하는 등 이화학적 성질이 개선된데 기인되었다고 생각된다. 따라서 복토재료의 유기물원이 심히 부족한 우리나라의 실정으로 미루어 병재배 버섯의 부산물인 톱밥은 복토 제조시 유기물 공급원으로 활용이 기대된다.

**Table 3.** Mycelial growth of *Agaricus bisporus* and yield of its fruiting body by casing materials

Casing soil	*Days for initial pinheading	Mycelial growth (mm/20 days)	**Mycelial density	Quality (%)			Yield (kg/3.3m <sup>2</sup> )
				High	Middle	Low	
CL100%	45	89	++	63	21	16	19.0
CL70%+SR30%	40	95	+++	45	22	33	24.3
CL80%+Peat20%	41	98	+++	22	37	41	24.7

\*Pinheading: days from spawning, \*\*Mycelial density: ++: medium, +++: compact.

## 적 요

에너타리 병재배후 탈명한 톱밥을 3월 중순 퇴적하여 부숙시킨 결과 퇴적기간에 따른 폐톱밥의 부숙정도는 퇴적 30일후에 가장 컸으며 부숙 소요일수는 최소 48일이었다. 퇴적 기간에 따른 폐톱밥의 pH 및 총 질소 함량은 부숙이 진전됨에 따라 증가하는 경향이었고 총 탄소 및 C/N율은 시간이 경과함에 따라 감소하는 경향이였다. 식양토에 부숙이 완료된 톱밥을 부피 비율로 10, 30, 50%씩 첨가하여 복토 재료로 사용한 결과 30% 첨가시 식양토 단용 처리보다 *A. bisporus* 균사 생장이 촉진되고 초발이 소요일수가 5일 빠르며, 수량에 있어서도 28% 증수되었다

## 참고문헌

- 김동수. 1974. 복토재료의 이화학적 성질이 양송이 균사생장 및 수량에 미치는 영향, 농사시험 연구보고, 16: 73-78.
- 신관철, 차동열, 김동수. 1974. 폐상퇴비 활용에 관한 시험. 농사시험 연구평가서(병리, 곤충, 균이분과). 농업기술연구소. p. 114-120.
- 신천수, 신용화. 1973. 우리나라 담 토양의 유기물 함량에 관한 연구. 김영섭박사 회갑기념논문집. 17-23.
- 이인복. 1997. Alum 제지 슬러지의 퇴비화 방안과 시용시 작물생육 및 토양특성 변화. 충남대학교 박사학위논문.
- Bremner, J. M. and Mulavaney, C. S. 1982. Nitrogen-Total. In A. L. Page, R. H. Miller, and D. R. Keeney (eds.). Methods of soil analysis: Part 2. Chemical and microbiological properties. Agronomy No. 9 (part 2), American Society of Agronomy, Madison, Wisconsin. p. 595-624.
- De Bertol, Vallini, M. G., Pera, A. and Zucchini, F. 1985. Technological aspects of composting including modelling and microbiology. In J. K. R. Gasser (ed.). Composting of agricultural and other wastes. Elsevier Applied Science Publishers. London and N. Y. p. 27-41.
- Edwards, R. L. and Flegg, P. B. 1953. Experiments with artificial mixtures for casing mushroom beds. *Mush. Sci.* 2: 143-148.
- Flegg, P. B. 1953. Pore space and Related properties of casing materials. *Mushr. Sci.* 2: 151-154.
- Gray, K. R., Sherman, K. and Biddleston, J. 1971. A review of composting. Part I. Microbiology and biochemistry. *Process Biochem.* 6: 32-36.
- Jackson, M. L. 1958. Soil chemical analysis. Prentice-Hall, Inc. Englewood Cliffs, N.J.
- Jann, G. J., Howard, D. H. and Sale, A. J. 1959. Method for the determination of completion of composting. *Appl. Microbiol.* 7: 271-275.
- Levi-Minzi, R., Riffaldi, R. and Saviozzi, A. 1986. Organic matter and nutrients in fresh and mature farmyard. *Agricultural Wastes.* 16: 225-236.
- Miller, F. C. 1991. Biodegradation of solid wastes by composting. In A. M. Martin (ed.). Biological degradation of waste. Elsevier Applied Science, London. p. 1-30.
- Morel, J. L., Colin, F., Germon, J. C. and Justte, C. 1985. Methods for the evaluation of the maturity of municipal refuse compost. In J. K. R. Gasser (ed.). Composting of agricultural and other wastes. Elsevier Applied Science Publishers. London and N.Y. p. 56-72.
- Pizzier, N. H. and Leaver, W. E. 1947. Experiments with used for casing beds of the cultivated mushroom. *Psalliota Campretrisl. Ann. Apply. Biol.* 34: 44 (dited by Economic Botany 77-78).
- Stevenson, F. J. 1965. Gross chemical fraction of organic matter. IN C. A. Black (ed.). Methods of soil analysis: Part 2. Chemical and microbiological properties. Agronomy No. 9 (part 2), American Society of Agronomy, Madison, Wisconsin. p. 1409-1421.
- Stickelberger, D. 1975. Survey of city refuse composting. In Organic matters as fertilizers. Swedish International Development Authority. FAO. Soils Bull. 27. Rome. p. 185-209.
- Sugahara, K., Koga, S. and Inoko, A. 1984. Color change of straw during composting. *Soil Sci. Plant Nutr.* 30(2): 163-173.
- The Composting Council. 1993. Composting facility operating guide. The Composting Council, Alexandria, Virginia.
- Wuest, P. J. 1974. Knowing more about peat moss soil or spent compost for casing. *Mushroom News.* 22(11): 6.
- Zucchini, F. and de Bertol, M. 1987. compost specification for the production and characterization of compost from municipal solid waste. In de bertoldi M., Ferranti, M. P., Hermite, P. L. and F. Zucchini (eds.). Compost: Production, Quality, and use. Elsevier Applied Science, London. p. 30-50.