

혼용자재 특성이 양송이 폐상배지를 이용한 퇴비제조에 미치는 영향

경기천 · 이희덕 · 정영필¹ · 장갑열² · 윤민호^{1*}

충남농업기술원 태안백합시험장, ¹충남대학교 생물환경화학과, ²국립원예특작과학원 버섯과

Influence on Composting of Waste Mushroom Bed from *Agaricus bisporus* by using Mixed Organic Materials

Ki-Cheon Kyung, Hee-duk Lee, Young-Pil Jung¹, Kab-Yeul Jang², and Min-Ho Yoon^{1*}

Tae-an Lily Experiment Station, Chungcheongnam-do Agricultural Research and Extension Services, Tae-an 357-952, Korea.

¹Department of Bio-Environmental Chemistry, College of Agriculture and Lifesciences, Chungnam National University, Daejeon 305-764, Korea.

²Mushroom Research Division, National Institute of Horticultural & Herbal Science, RDA, Suwon 441-706, Korea.

This study was conducted to select organic materials (OM) and nitrogen sources in composting of waste mushroom bed from *Agaricus bisporus*. We examined physio-chemical properties of the organic materials and the mixture ratio for preparing the wasted mushroom bed (M) compost. The carbon content of sawdust was higher than those of rice straw (R) as OM source and the nitrogen content was high in the order of fowl manure (F)>> pig manure (P)> cow manure (C). The compost was prepared to maintain the criteria of above 25% organic matter and then the change of their ingredients was estimated during the process of fermentation. The temperature of waste mushroom bed+pig manure+rice straw (MRP) treatment was varied fast throughout fermentation, on the other hand the temperature of waste mushroom bed+pig manure+sawdust (MSP) treatment was steadily elevated to the middle of composting. The pH of the compost was somewhat high to pH 8.5~9.0 at the early stage, but decreased to 7.5 at the end stage of composting. The content of OM after fermentation was decreased to the level of 19~21% in rice straw, but the sawdust treatment maintained 25~27% organic matter. The waste mushroom bed+fowl manure+rice straw (MRF) treatment, which contains 26.2% organic matter and 0.68% nitrogen, was the highest among them. The volume of compost was reduced to 50% by using rice straw as organic matter, but reduced to 30% by using the sawdust. The contents of heavy metal in the compost were suitable within the legal criteria. The number of microorganisms were higher in the rice straw than those in the sawdust. It was high in the order of fowl manure> pig manure> cow manure. The major groups consisted of aerobic bacteria, gram negative bacteria and *Bacillus* sp. and their populations after fermentation were increased to $1 \times 10^1 \sim 1 \times 10^2$ cfu g⁻¹ rather than those before fermentation. Therefore we concluded that the waste mushroom bed+fowl manure+sawdust (MSF 3:9:1 v/v/v) treatment was suitable combination for high organic matter and nitrogen source, and the periods of composting were 50~60 days.

Key words: Waste mushroom, *Agaricus bisporus*, Compost, Organic materials

서 언

양송이 재배농가는 2005년 농업통계에 따르면 전국 176 ha, 867농가에서 18,985톤이 생산되고 있으며 충남은 96 ha, 563농가에서 10,997톤이 생산되어 전국대비 58%를 차지하고 있다. 양송이 재배는 느타리 등 일반 균상재배 버섯과 달리 양송이 발효배지를 사용하는

데 양송이재배용 배지는 탄소원으로 볏짚과 미강, 질소원으로 요소와 계분 등을 첨가하여 미생물 발효에 필요로 하는 영양원을 배합한 다음 장기간 야적하면서 자연 발효에 의하여 만든다. 또한 양송이재배 시 흙을 덮는 것, 즉 복토는 버섯발생에 필수적인 요인이 됨은 물론 발생된 양송이를 지지하여 주고 뿌리로부터 양분을 흡수하며 퇴비의 건조를 막아주고 수분을 공급해 주기도 한다 (Kim et al, 1998). 팽이와 새송이 등의 버섯 폐배지는 많은 양의 미분해 배지성분과 버섯 균사체, 버섯균이 생산한 각종 생리활성물질 등이 함유되어 있어 가

접수 : 2010. 5. 12 수리 : 2010. 6. 1

*연락처 : Phone: +82428216733

E-mail: mhyoon@cnu.ac.kr

축의 사료 (Kwak et al., 2008), 양분공급원 및 토양의 물리성 개선 등의 다양한 효과가 있는 것으로 보고되어 있다 (NamGung, 1975; Park et al., 1981; Lee et al., 2009; Medina et al., 2009). 그러나 양송이 재배 후 발생하는 폐상배지는 다른 버섯 폐배지와 달리 질소, 인산 및 칼리 등 비료성분이 낮고 특히 유기물 함량이 낮다. 양송이폐상배지를 밭이나 하우스에 뿌렸을 때 토양 표면이 갈라지고 하얗게 변색되는 현상이 나타나는데, 그 원인은 양송이버섯 퇴비 제조 시 산도 (pH)를 올리기 위하여 다량의 석회를 혼용하였기 때문이라 사료된다. 따라서 양송이폐상배지를 장기간 연용해서 사용할 경우 토양산도의 큰 변화를 가져올 것으로 판단된다. 양송이 재배 후 복토와 함께 버려지는 폐상배지가 충남 부여군 일원에서는 연간 15,000톤이 활용되지 못하고 방치되어 있으며, 이로 인하여 폐배지에서 침출수와 악취가 발생하여 환경오염 문제를 야기하고 있다. 특히 폐배지는 양송이 재배농가 인근에 방치됨으로써 버섯파리 등 병충해가 발생하여 심각한 피해를 주고 있는 실정이다. 아울러 양송이 재배농가에서는 폐상배지 처리비용으로 60평 당 3~5만원을 지불하고 있다. 양송이폐상배지는 직접 사용하기 곤란하므로 퇴비화과정을 거쳐 활용하는 방안, 체로 걸러서 복토재료로 재활용하는 방안, 수도용 상토로 만들어 재활용하는 방안을 모색할 수 있다. 그러나 복토재료와 수도용 상토로 재활용하는 방법은 1년 이상 야적이 필요하고 버섯 유해세균을 없애기 위하여 스팀살균 등이 별도로 필요한 반면, 퇴비화는 양송이폐상배지를 수거하여 야적 없이 바로 이용이 가능하고 퇴비화 과정에서 발생하는 열로 인한 버섯유해세균의 제거가 가능하다. 따라서 본 연구에서는 양송이폐상배지를 재활용하기 위한 방안으로서 폐상배지를 이용한 퇴비의 제조방법과 그에 따른 생물학적 및 이화학적 성분을 분석하였기에 그 결과를 보고하고자 한다.

재료 및 방법

퇴비제조 본 실험에 사용한 주재료인 양송이폐상배지는 충남 부여군 석성면 양송이 재배농가에서 나온 폐상배지를 사용하였으며, 이때 혼용물질로써 질소원으로 돈분, 계분 및 우분, 탄소원으로 볏짚과 톱밥을 각각 사용하였다. 시험 처리구는 부피비율로 폐배지3:볏짚9:계분1 (MRF), 폐배지3:볏짚9:돈분1 (MRP), 폐배지3:볏짚9:우분2 (MRC), 폐배지3:톱밥9:계분1 (MSF), 폐배지3:톱밥9:돈분1 (MSP), 폐배지3:톱밥9:우분2 (MSC)의 6처리를 단구제로 시험하였다. 퇴비사는 한 구당 1 m×1.2 m×1.8 m (가로×세로×높이)로 7칸을 만들어 통풍시

설을 하였으며 송풍은 700m³ hr⁻¹의 송풍력으로 1일 1시간동안 실시하였다. 퇴비제조는 구당 최소 1 m³ 이상 되도록 하였으며 퇴비더미 높이를 1 m 이상으로 하여 만든 후 위에 비닐덮개로 덮어 수분증발을 막고 처리구에 별도의 온도계를 설치하였다. 퇴비 뒤집기는 50~60일의 퇴비화 기간 동안 10일 간격으로 3회 실시하였으며 뒤집기를 할 때 수분이 60~70% 수준이 되도록 조절하였다.

시료 분석

1) 퇴비성분분석

퇴비의 성분분석은 농촌진흥청 비료의 품질검사 방법 및 시료채취 기준 방법에 준하여 분석하였다. 시료 1 kg 정도를 채취하여 100 g 씩 3반복으로 건조기에서 100℃, 2시간 건조한 후 무게를 측정하여 건조 전 후 무게 차이로 가열 감량법으로 수분을 측정하였다. 시료는 분쇄기를 사용하여 분쇄하여 준비하였다. 공시 재료의 총 질소 (T-N)는 황산분해를 통한 Kjeldahl법 (Bremner and Mulvaney, 1982)으로, 유기물은 회화법으로 측정하였다. pH와 염농도는 퇴비와 증류수의 비를 1:5로 혼합하여 1시간동안 진탕한 후 pH meter (ORION Model 720A, USA)로 측정하였고, 전탄소는 유기물에 Bem-melen 항수 1.724를 나누어 탄소 함량으로 분석하였다. 인산, 칼리, 칼슘 및 마그네슘 등 무기이온과 중금속은 강산 분해 후 유도결합플라즈마 (ICP, Varian)를 사용하여 분석하였으며, 양이온치환용량 (CEC)은 1N-NH₄OAc (pH7.0)법으로 측정하였다.

2) 미생물수 측정

폐상 퇴비 중의 미생물상 밀도조사는 농촌진흥청 미생물 조사방법에 근거하여 시료 10 g을 멸균증류수 90 ml에 첨가하고 진탕 배양기에서 200 rpm으로 30분간 진탕하여 10²~10⁷배가 되도록 희석한 후 미생물 종류별 선택배지를 사용하여 희석 평판법에 의하여 생균수를 측정하였다 (토양화학분석법 1988). 호기성 세균은 R₂A agar, 사상균은 Rose bengal agar, 방선균은 starch casein agar, 형광성 *Pseudomonas*속은 P-1 agar를 사용하였다. *Bacillus*속은 희석액을 열수 80℃에서 10분간 처리 후 Yeast glucose agar배지에, 그리고 Gram 음성균은 Yeast glucose agar 배지에 0.1% 크리스탈 바이올렛 용액을 가한 배지를 사용하였으며 각 시료 당 미생물수는 3개의 페트리디쉬 (직경 8.5 cm)에 나타난 콜로니의 형태적 특징을 이용하여 각각 계수한 후 평균값을 콜로니형성수 (colony forming unit: CFU g⁻¹)로 산출하였다.

Table 1. Analysis of the contents used for preparing the compost with waste mushroom bed from *Agaricus bisporus*.

Materials	T-N	OM	C/N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	Moisture
	----- % -----							
M*	0.44	12.6	16.4	0.17	0.51	1.49	0.46	44.0
Sawdust	0.26	60.9	128.0	0.09	0.44	3.40	0.20	35.2
Rice straw	0.71	67.1	54.5	0.21	0.60	0.50	0.23	12.1
Pig manure	0.57	-	-	0.70	0.78	0.51	0.06	-
Cow manure	0.53	28.7	31.7	0.41	1.25	2.28	0.78	64.3
Fowl manure	1.77	36.9	12.1	1.33	0.72	1.27	0.42	24.7

* M : waste mushroom bed.

결과 및 고찰

양송이 폐상배지의 성분분석 본 시험에 사용한 시험재료인 양송이 폐상배지의 성분 분석 결과 (Table 1), 양송이 폐상배지는 질소, 인산 및 칼리 등 비료성분이 낮고, 특히 유기물 함량이 낮은 것으로 나타났다. 또한 벧짚이 톱밥보다 질소와 유기물성분이 높고 칼슘과 수분함량은 낮은 것으로 나타났으며, 질소성분은 계분>돈분>우분 순이었다.

퇴비화 과정 중 온도변화 퇴비화 과정 중 온도변화는 미생물의 대사활성을 나타내는 기본적인 자료이다 (Miller, 1991). 또한 퇴비화 속도는 C/N율에 영향을 받지만 초기수분함량도 중요한 요인으로 퇴비제조 시 초기수분은 60~70%로 맞추었다. 양송이폐상배지를 퇴비화 하는데 사용한 원료의 조합에 따른 온도 변화는 Fig. 1에서 보는 바와 같이 톱밥 퇴적 후 온도가 상승하기 시작하여 20일 전후에는 60℃ 수준까지 상승하였고 3차 뒤집기 시기인 30일 전후까지 50℃이상의 고온을 유지하였다. 그 후에는 퇴적더미의 온도가 점진적으로 감소하다가 40일 이후에는 퇴적물의 뒤집기로 인해 더 이상의 온도 변화가 없는 퇴비의 안정화시기에 도달하였다. 대체로 퇴비화 과정 초기에는 이분해성 물질인 탄수화물, 지방, 단백질 및 아미노산류의 급속한 분해로 온도가 급격히 상승한다. 그러나 분해가 용이한 이들 물질이 고갈되고 상대적으로 난분해성 물질들만 남게 되면 퇴비의 온도는 감소하게 된다 (Borken et al., 2002). 온도변화는 각 처리구마다 유사하게 나타났으나, 폐상배지에 돈분+벧짚 처리구에서 온도의 상승과 하락이 상대적으로 빠른 반면에 돈분+톱밥 처리구에서는 온도상승이 지속적으로 유지되는 경향을 보였다. 이 결과는 톱밥이 벧짚에 비해 미생물에 의한 분해가 늦게 진행되기 때문이라 생각된다.

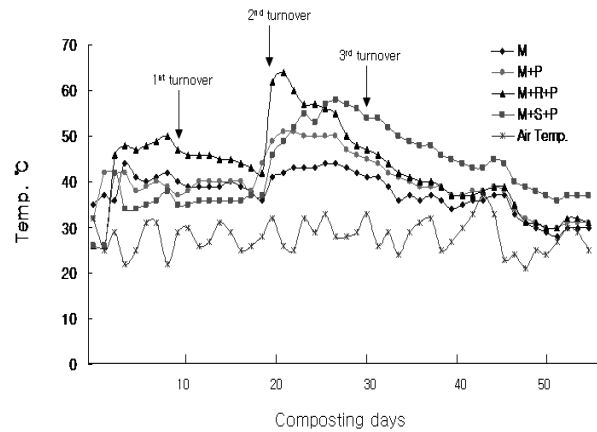


Fig. 1. Change of temperature in the treatments during composting with waste mushroom bed from *Agaricus bisporus*. (M: waste mushroom bed, S: sawdust, R: rice straw, P: pig manure).

퇴비화 과정 중 pH의 변화 퇴비 제조시 pH 변화가 중요한 것은 미생물의 활성과 직접 관련이 있기 때문이고, Jann 등 (1959)은 pH 변화가 퇴비의 부숙도 판정법으로 이용 가능하다고 하였다. 퇴비화는 pH 3~11에 이르는 폭 넓은 범위를 갖지만, 높은 pH에서는 미생물에 대한 pH 자체의 저해보다 필수원소의 불용화로 미생물 생육에 요구되는 영양분의 공급 부족이 나타나기 쉬워 대부분 퇴비자재의 pH는 5.5~8.0 사이가 적절하다. 세균은 pH 6.0~7.5, 균류는 5.5~8.0 범위에서 증식이 가능하나 일반적으로 퇴비화 초기에는 산을 생성하는 세균의 활성화로 pH가 약간 감소하는 것으로 알려져 있지만 (Riffaldi et al., 1986), 이후 온도 상승과 더불어 미생물 활성에 따른 유기태질소의 무기화 즉 암모니아태 질소함량이 상승함에 따라 pH를 8.5 수준까지 상승시키기도 한다 (Miller, 1991). 본 시험에서 퇴비 제조 시 pH 변화는 Fig. 2에서 보는 바와 같이 초기에 pH 8.5~9.0에서 퇴비화가 진행되면서 pH가 떨어져서 발효가 끝나는 시점인 40일 후의 pH는 7.0~7.5 수준을 보였다. 초기의 pH가 높았던 이유는

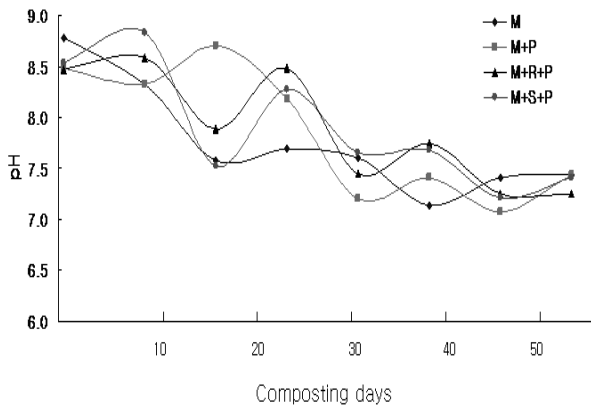


Fig. 2. Change of pH in the treatments during composting with waste mushroom bed from *Agaricus bisporus*. (M: waste mushroom bed, S: sawdust, R: rice straw, P: pig manure).

양송이 버섯 재배용 배지 제조 시 사용된 석회사용에 의한 것으로 추정된다.

퇴비의 성분변화 Table 2는 각 처리별 퇴비의 성분변화를 나타내었으며, 모든 처리구에서 유기물은 감소하고 질소, 인 및 칼리 등은 증가하는 경향을 보였다. 이는 퇴비화 과정 중 건물 손실에 의한 부피 감소로 상대적으로 농도가 증가한 것으로 판단된다. 탄소원으로 볏짚을 사용한 경우 퇴비제조 후 부피가 절반으로 줄어든 반면 톱밥은 30% 정도 줄어들었으며 질소원은 탄소원보다 차이는 적지만 우분 > 계분 > 돈분 순으로 부피가 줄어든 것으로 나타났다. 유기물함량의 변화는 다소 차

이를 보임에 따라 볏짚 처리구는 18~21% 수준이었고, 톱밥 처리구는 25~27% 수준을 유지하여 감소되는 정도 및 부피변화는 톱밥처리구가 볏짚 처리구 보다 큰 것으로 나타났다. 퇴비의 부숙도와 품질을 판정하는 주요 인자로 이용되어온 탄질 (C/N)율 (Morel, et al., 1985)의 경우 모든 처리구에서 시간경과와 더불어 감소하는 경향을 보였다. 이는 미생물에 의한 유기물 분해 시 CO₂와 수분의 손실에 기인하며 (Levi-Minzi, et al.,1986), 결과적으로 퇴비의 발효과정 중 점진적인 탄소의 감소와 부피 감소에 따른 질소의 증가로 탄질율은 꾸준히 감소하는 것을 알 수 있었다. 또한 중금속 함량은 모든 처리구에서 기준치 보다 낮은 것으로 나타났다 (Table 3).

미생물상 변화 퇴비화 과정은 미생물에 의한 섬유소, 단백질 및 지방 등 고분자 유기물의 분해과정으로 퇴비의 질은 퇴비에 함유된 영양성분 뿐만 아니라 세균류 및 진균류의 생균수에 크게 좌우된다. 토양에 사용된 퇴비 중의 미생물은 다양한 유기물과 무기물을 영양원으로 이용하여 토양 내 영양 불균형을 개선시키고, 산성토양의 중화, 불용성 P 및 Al의 가용화 등의 중요한 기능을 담당한다 (Borken et al., 2002; Kato and Miura; 2008). 양송이 폐상 퇴비의 미생물상을 조사한 결과 평균적으로 호기성 세균은 3.8×10^7 cfu g⁻¹, Gram 음성균은 1.8×10^7 cfu g⁻¹, *Bacillus* 속은 3.0×10^6 cfu g⁻¹, 형광성 *Pseudomonas* 는 2.1×10^4 cfu g⁻¹, 방선균은 7.2×10^4 cfu g⁻¹ 등으로 많은 유용미생물들이 분포되어 있었으며, 발효 후에는 방선균과 사상균을 제외하

Table 2. Change of the contents in the composts prepared with waste mushroom bed from *Agaricus bisporus*.

Treatments		T-N	OM	C/N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	Change of volume
		%							
MRP	* Before	0.43	25.1	58.3	0.23	0.46	1.47	0.38	100
	* After	0.70	19.4	27.7	0.40	0.63	1.91	0.48	48
MRC	Before	0.41	25.3	61.7	0.27	0.44	0.91	0.33	100
	After	0.54	21.2	39.2	0.31	0.62	1.38	0.45	62
MRF	Before	0.47	25.2	53.6	0.43	0.49	2.18	0.38	100
	After	0.74	18.9	25.5	0.99	0.91	3.72	0.62	54
MSP	Before	0.31	26.3	84.8	0.20	0.42	1.18	0.25	100
	After	0.59	24.9	42.2	0.13	0.35	1.19	0.30	72
MSC	Before	0.34	27.8	81.7	0.22	0.39	0.96	0.20	100
	After	0.52	25.9	49.8	0.19	0.36	1.14	0.25	75
MSF	Before	0.51	27.5	53.9	0.70	0.53	3.08	0.39	100
	After	0.68	26.2	38.5	0.57	0.57	2.73	0.49	70
Compost criteria		-	25>	50<	-	-	-	-	-

All treatments were combined with the ratio of waste mushroom bed (M): sawdust (S) or rice straw (R): pig manure (P) or fowl manure (F) or cow manure (C).

* Before and after the fermentation of the composts.

Table 3. Analysis of heavy metal ions on the compost prepared with waste mushroom bed from *Agaricus bisporus*.

Treatments	As	Cd	Pb	Cr	Cu	Zn	Ni
	----- mg kg ⁻¹ -----						
MRP	0.09	ND	15.2	13.0	7.8	40.4	7.9
MRC	0.07	ND	12.5	11.4	6.9	31.1	7.1
MRF	0.09	ND	11.5	9.7	20.4	72.9	6.4
MSP	0.06	ND	9.9	8.3	10.3	41.2	5.5
MSC	0.06	ND	6.6	10.0	18.9	58.2	6.1
MSF	0.08	ND	9.8	13.8	17.6	59.8	8.2
Compost criteria	50<	5<	150<	300<	500<	900<	50<

All treatments were combined with the ratio of waste mushroom bed (M): sawdust (S) or rice straw (R): pig manure (P) or fowl manure (F) or cow manure (C).

Table 4. Change of microbial population in the compost prepared with waste mushroom bed from *Agaricus bisporus*.

Treatments	Aerobic bacteria	Gram negative	Bacillus species	Fluorescence bacteria	Actiono-mycetes	Fungi	
	----- cfu g ⁻¹ -----						
MRP	Before	1.4 × 10 ⁷	1.2 × 10 ⁷	3.1 × 10 ⁶	1.1 × 10 ⁴	7.0 × 10 ⁴	1.5 × 10 ⁶
	After	2.3 × 10 ⁷	2.7 × 10 ⁷	5.8 × 10 ⁶	5.9 × 10 ⁴	3.1 × 10 ⁴	3.7 × 10 ⁵
MRC	Before	3.2 × 10 ⁷	2.0 × 10 ⁶	2.5 × 10 ⁶	7.3 × 10 ³	2.8 × 10 ⁵	1.9 × 10 ⁵
	After	7.4 × 10 ⁶	4.5 × 10 ⁶	1.0 × 10 ⁶	4.9 × 10 ⁴	1.7 × 10 ⁵	5.6 × 10 ⁵
MRF	Before	3.8 × 10 ⁷	3.2 × 10 ⁷	4.4 × 10 ⁶	1.7 × 10 ⁴	2.7 × 10 ⁵	5.4 × 10 ⁵
	After	6.0 × 10 ⁷	1.1 × 10 ⁸	8.7 × 10 ⁶	3.0 × 10 ⁵	8.0 × 10 ⁴	2.5 × 10 ³
MSP	Before	1.3 × 10 ⁷	7.6 × 10 ⁷	1.2 × 10 ⁶	4.8 × 10 ³	8.0 × 10 ³	1.6 × 10 ⁵
	After	1.1 × 10 ⁶	9.7 × 10 ⁶	5.2 × 10 ⁶	3.5 × 10 ⁴	1.3 × 10 ⁴	6.0 × 10 ³
MSC	Before	2.0 × 10 ⁶	1.0 × 10 ⁶	1.4 × 10 ⁶	6.3 × 10 ³	8.4 × 10 ⁴	2.9 × 10 ⁵
	After	4.4 × 10 ⁷	3.4 × 10 ⁶	3.0 × 10 ⁶	1.3 × 10 ⁴	7.0 × 10 ³	2.6 × 10 ⁴
MSF	Before	2.6 × 10 ⁷	1.3 × 10 ⁷	3.1 × 10 ⁶	2.1 × 10 ⁴	1.5 × 10 ⁴	8.6 × 10 ⁵
	After	7.5 × 10 ⁷	2.7 × 10 ⁷	7.0 × 10 ⁶	3.5 × 10 ⁴	9.6 × 10 ³	6.0 × 10 ³

All treatments were combined with the ratio of waste mushroom bed (M): sawdust (S) or rice straw (R): pig manure (P) or fowl manure (F) or cow manure (C).

대부분의 미생물들의 생균수가 퇴비 발효 전 보다 1×10¹ ~1×10² cfu g⁻¹ 수준으로 증가하는 경향을 보였다 (Table 4). 배합재료로 사용된 유기물원과 질소원에 따라서도 미생물의 개체수의 차이를 보였는데 탄소원의 경우 벧짚 처리구가 톱밥 처리구보다 전반적으로 개체수가 많았으며, 특히 호기성세균, Gram 음성균, *Bacillus* 등이 많았고, 질소원의 경우 계분 > 돈분 > 우분 순으로 미생물 개체수가 많은 것으로 나타났다. 퇴비화 과정에서 미생물의 분포 및 역할은 발효온도에 따라 달라지며 호기적인 퇴비화 과정에서는 발효초기에는 중온성 세균, 방선균 및 사상균류가 가장 중요한 역할을 하며, 퇴비화 시작 10일 전후에 온도가 상승함에 따라 고온성 세균류가 증가하는 것으로 알려져 있다 (Baker et al., 2003). 방선균 및 사상균의 생균수가 모든 처리구에서 감소한 결과는 퇴비화과정이 대기온도가 30℃이상 높은 고온기에 실시됨으로서 퇴비더미의 바깥층에 주로 서식하는 중온성 방선

균과 균류가 산소공급이 충분치 않거나 잦은 뒤집기로 바깥층이 불안정하여 증식이 억제 될 수 있다는 보고와 유사한 결과를 보였다 (Finstein and Morris, 1975). 이와 같이 양송이 폐상퇴비는 *Bacillus*, 형광성 *Pseudomonas* 및 방선균 등 많은 유용미생물들이 분포되어 있으므로 발효용 미생물 대체제, 토양 물리성 개선제 및 양분공급원으로써 활용가치가 있을 것으로 사료된다.

요 약

양송이 폐상배지의 퇴비 활용성을 검토하고자 유기물원 2종류, 질소원 3종류를 각각 혼용하여 퇴비화과정을 거쳐 퇴비의 이화학적 특성 및 미생물상의 변화를 조사하였다. 처리별 자재 혼용비율은 퇴비의 기준인 유기물 함량 25%이상 함유되도록 조절하였다. 유기물원은 톱밥이 벧짚보다 높았으며, 질소원은 계분 >> 돈분 > 우분 순

으로 높았다. 발효기간 동안 폐배지+돈분+뽕짚 처리구는 빠른 온도 변화를 보였으며, 폐배지3:톱밥9:돈분1 (MSP) 처리구는 발효 중간까지 온도상승이 지속적으로 유지되는 결과를 보였다. 또한 pH는 초기에 8.5~9.0으로 높게 유지되다가 종료시점에 7.5 수준으로 떨어지는 것으로 나타났다. 발효 후 유기물함량 변화는 뽕짚 처리구는 19~21% 수준으로 감소되었으나, 톱밥을 처리할 경우 25~27% 수준을 유지하였고, 그 중 폐배지3:톱밥9:계분1 (MSF)에서 유기물 26.2% 와, 질소 0.68%로 가장 높았다. 탄소원으로 뽕짚을 사용한 경우 퇴비제조 후 부피가 절반으로 줄어든 반면 톱밥은 30% 정도밖에 줄어들지 않았다. 퇴비 제조 후 미생물상 변화는 탄소원의 경우 뽕짚 처리구가 톱밥 처리구보다 전반적으로 개체수가 많았으며, 특히 호기성세균, Gram 음성균, *Bacillus* 등이 많았고, 질소원은 계분>돈분>우분 순으로 미생물 개체수가 많았다. 생균 수는 퇴비 발효 전 보다 $1 \times 10^1 \sim 1 \times 10^2$ cfu g⁻¹ 수준으로 증가하는 경향을 보였다. 따라서 양송이폐상배지를 이용한 퇴비 제조 시 폐배지3:톱밥9:계분1 (MSF 3:9:1 v/v/v) 처리에서 높은 유기물과 질소원으로 양질의 퇴비가 되었으며 퇴비발효기간은 50~60일이었다.

사 사

본 연구는 농촌진흥청 Agenda 로열티 경감기술 연구 개발사업 (2009년)의 연구지원으로 수행한 것 임.

인 용 문 헌

- Baker, M.B., B. Knop, S. Quiring, A. Beard, B. Lesikar, J. Sweeten, and R. Burns. 2002. Composting guide index. Prepared by The Texas Agricultural Extension Service Solid and Hazardous Waste Management Initiative Team. Chap I. The Decomposition process. <http://aggie-horticulture.tamu.edu/extension/compost/compost.html>.
- Borken, W., A. Muhs, and F. Beese. 2002. Changes in microbial and soil properties following compost treatment of degraded temperate forest soils. *Soil Biol. Biochem.* 34:403-412.
- Bremner, J.M. and C.S. Mulvaney. 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
- Finstein, M.S. and M.I. Morris. 1975. Microbiology of municipal solid waste composting. *Adv. Appl. Microbiol.* 19:113-151.
- Gray, K.R., K. Sherman, and J. Biddleston. 1971. A review of composting. Part 1. Microbiology and biochemistry. *Proc. Biochem.* 6:32-36.
- Jann, G.J., D.H. Howard, and A.J. Salle. 1959. Method for the determination of completion of composting. *Appl. Microbiol.* 7:271-275.
- Kato, K. and N. Miura. 2008. Effect of matured compost as a bulking and inoculating agent on the microbial community and maturity of cattle manure compost. *Bioresource Technol.* 99:3372-3380.
- Kim, H.K., H.D. Lee, Y.G. Kim, G.H. Han, C.S. Moon, and H.G. Kim. 1998. Studies on the development of casing materials using sawdust bottle culture in cultivated mushroom, *Agaricus bisporus*. *Kor. J. Mycol.* 26:51-55.
- Kwak, W.S., S.H. Jung, and Y.I. Kim. 2008. Broiler litter supplementation improves storage and feed-nutritional value of sawdust-based spent mushroom substrate. *Bioresource Technol.* 99:2947-2955.
- Lee, C.J., J.H. Cheong, C.S. Jhune, S.H. Kim, and H.S. Yu. 2009. Effect of spent mushroom compost on tomato growth after cultivation of button mushroom, *Agaricus bisporus*. *Korean J. Org. Agr.* 17:83-94.
- Levi-Minzi, R., R. Riffaldi, and A. Saviozzi. 1986. Organic matter and nutrients in fresh and mature farmyard. *Agricultural Wastes.* 16:225-236.
- Medina, E., C. Paredes, M.D. Perez-Murcia, M.A. Bustamante, and R. Moral. 2009. Spent mushroom substrates as component of growing media for germination and growth of horticultural plants. *Bioresource Technol.* 100:4227-4232.
- 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., F. Colin, J.C. Germon, and C. Justte. 1985. Methods for the evaluation of the maturity of municipal refuse compost. In J.K.R. Gasser (ed.). *Composting of agricultural and other wastes.*
- NamGung H. 1975. Studies on the compositional change of composts during mushroom cultivation. *J. Kor. Agr. Chem. Soc.* 18:203-218.
- Park J.S., G.C. Shin, G.P. Kim, and Y.H. Park. 1981. Studies on fermentation of compost and mushroom production of *Agaricus bisporus*(Lange) Sing. in the tunnel system. *Kor. J. Mycol.* 9:117-122.
- Riffaldi, R., R. Levi-Minzi, A. Pera, and De Bertoldi. 1986. Evaluation of compost maturity by means of chemical and microbial analyses. *Waste management & research: the journal of the International Solid Wastes and Public Cleansing Association, ISWA.* Academic Press. 4:387-396.
- 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.