

## 버섯재배 후 탈병배지의 원예용 상토재료 이용성 검토

이찬중 · 정종천 · 전창성 · 김승환\*

농촌진흥청 국립원예특작과학원 버섯과

### Applicability of Spent Mushroom Media as Horticultural Nursery Media

Chan-Jung Lee, Jong-Chun Cheong, Chang-Sung Jhune, and Seung-Hwan Kim\*

Mushroom Research Division, National Institute of Horticultural & Herbal Science, RDA, Suwon 441-707, Korea

This study was carried out to investigate applicability of Spent Mushroom Media(SMM) as horticultural nursery media. After the mushroom has been harvested, the SMM contains a lot of organic material, different microorganism and high density of mushroom hypha. The pH, phosphate and exchangeable cation concentrations of SMM of *Flammulina velutipes* were higher than those of any other treatment. The CEC and NH<sub>4</sub>-N were the highest in SMM of bottle-cultivated oyster mushroom (*Pleurotus ostreatus*). Bacteria and fungi showed the highest density in SMM of *Flammulina velutipes*. Most dominant bacteria were *Microbacterium* sp., *Rhodococcus* sp. and *Agrobacterium* sp. in SMM of *Flammulina velutipes* and *Bacillus* sp., *Pseudomonas* sp., *Curtobacterium* sp. and *Microbacterium* sp. in that of *Pleurotus eryngii*. The SMM contained high density of mushroom hypha that inhibited germination of seed and growth of young seedlings. Therefore, composting process of the SMM is indispensable to decline of vitality of mushroom hypha. The SMM of *Flammulina velutipes* with 0~30% vermiculite showed high germination rate in red pepper and chinese cabbage seeds. SMM of *Pleurotus eryngii* with 20% vermiculite showed 100% germination rate in red pepper seeds, but chinese cabbage seeds nearly failed to germinate with 30% vermiculite. The growth of red pepper was increased according to increasing mixture ratio of vermiculite. Accordingly, we concluded that SMM of *Flammulina velutipes* contained 0~30% of vermiculite can be used to horticultural growth bed for red pepper.

**Key words:** Spent mushroom media, *Flammulina velutipes*, *Pleurotus eryngii*, *Pleurotus ostreatus*, Nursery bed

## 서 언

버섯의 소비량은 세계적으로 매년 약 12%씩 늘어나고 있으며 우리나라도 국민소득 증대와 함께 버섯 생산량과 소비량이 꾸준히 증가하고 있는 추세이다. 2005년 현재 우리나라의 버섯 재배농가는 8,305호이며, 재배면적은 13,589천m<sup>2</sup>, 생산량은 162천톤으로 전체 농가에서 차지하는 비중은 미미하지만(MFAFF, 2006), 생산액은 약 1조원으로 농림업 총생산액의 2.1%를 차지한다.

병재배 버섯류 (팽이, 큰느타리 등)의 병당 생산성은 증가 추세로 국제경쟁력이 높은 반면 주로 벚짚을 이용하여 버섯을 재배하는 양송이는 소비감소로 인한 가격 하락과 단위면적당 수확량 감소때문에 농가 수익이 악화되어 재배포기 농가가 다소 많아지고 있다. 버섯 병재배는 균상재배법에 비하여 재배 방법이 표

준화되어 있어서 사용하는 배지재료와 재배과정이 일정하며, 연중 작업이 매일 계속되므로 탈병배지의 물량도 일정하게 수집이 가능하다. 국내의 병재배 배지 생산 능력은 매일 200만병 수준으로 버섯 생산후에 발생하는 탈병배지의 배출량은 연간 약 26만톤으로 추정되며, 팽이버섯 재배량은 연간 225백만병이며 63천톤의 배지재료가 소요된다. 이러한 버섯재배 부산물이 퇴비나 유기질비료로 활용되지 못하고 재배사 주변에 방치됨으로써 버섯과리, 곰팡이, 세균 등의 서식처가 되어 버섯 재배농가에 심각한 피해를 주고 있으며, 침출수에 의한 수질 및 토양오염으로 환경에 나쁜 영향을 주고 있다.

버섯 재배 후 부산물에는 버섯 종류에 따라 60~80%에 달하는 미분해 양분과 버섯균이 분비한 각종 생리활성물질 및 버섯균사체 등이 혼합되어 있다(Buckerfield and Webster, 2001; 2002; Cheong et al., 2006). 현재 일부의 경우 버섯재배용 배지로 재활용하고 있지만, 대부분의 탈병배지는 가축분 퇴비화의

접 수 : 2009. 1. 15 수 리 : 2009. 3. 13

\*연락처 : Phone: +82438715506,

E-mail: lchanj@rda.go.kr

수분조절제로 이용하고 있으며 이들에 대한 활용성을 증대시키는 것이 시급한 실정이다. 현재 원예용 상토 원료로 사용하는 코코피트, 야자박 등은 대부분 외국에서 수입하여 사용하고 있으며, 육묘용 상토에 대한 국내 사용량의 급격한 증가는 상토원의 공급부족을 초래할 뿐 아니라, 유해원소가 다량함유된 저니토, 퇴비 및 하수슬러지 등 상토 원료로서 부적절한 폐기물이 상토재료로 사용될 가능성을 배제할 수 없다. 이러한 상토들은 육묘과정에서 작물에 큰 피해를 일으킬 소지가 있으며, 농경지로 유입될 경우 문제는 보다 심각하다고 하겠다.

따라서 본 시험은 버섯재배 후 발생하는 탈병배지에 대한 이화학적 특성과 원예작물의 유묘생육 효과를 검정하여 원예용 상토원료로서의 이용 가능성을 검토한 결과를 보고한다.

## 재료 및 방법

**공시재료 및 상토제조** 팽이버섯(*Flammulina velutipes*)과 큰느타리버섯(*Pleurotus eryngii*)의 탈병배지를 원예용 상토재료로서의 이용성 검토를 위하여 팽이버섯 탈병배지 8개업체 및 큰느타리버섯 탈병배지 11개 업체의 시료를 채취하여 시험 개시에 앞서 화학성분을 분석하였다. 그 후 화학성분 분석결과를 토대로 팽이버섯과 큰느타리버섯 탈병배지 공히 각각의 화학성분이 평균범위에 속하는 업체시료를 대표(팽이버섯 탈병배지 : 충북 음성 소재, 큰느타리버섯 : 전남 해남 소재)로 사용하였으며, 이들의 화학성 분석결과는 Table 1과 같았다.

한편, 이들 탈병배지를 상토원료로 직접 활용 가능 여부를 검토하기 위하여 먼저 배추를 공시하여 발아 실험을 실시하였다. 발아실험결과 직접사용이 불가능하다는 판단하에 팽이버섯과 큰느타리버섯의 탈병배지를 각각 45일간 퇴비화 과정을 거쳤다. 퇴비화 방법은 140×140×160cm 상자에 각각 탈병배지의 수분을 약 70%가 되도록 조절하여 퇴적하였으며, 45일간 4회 뒤집기를 실시하였다. 퇴비화 과정을 거친 팽이버섯과 큰느타리버섯의 탈병배지 퇴비 각각에 ① 버미큘라이트 0, 10, 20, 30% 혼합처리 상토, ② 시판 상토 원료인 코코피트: 피트모스: 펄라이트를 부피비로 80 : 15 : 5로 각각 혼합한 후 이를 0, 20, 40, 60, 100% 혼합처리 상토로 제조하여 작물 발아율 및 생육량 실험에 이용하였다. 특히 ①의 경우는 질소양분 공급원으로  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  230 mg/L을 첨가하였다.

**이화학적 특성 조사** 유기물 함량은 회화로에서 600°C로 2시간동안 회화하여 측정하였으며, 건조된 시료는 토양식물체 분석법에 준하여 무기성분 함량을

분석하였다 (RDA, 2000). 총질소함량은 Kjeldahl법, 인은 Vanadate법으로 분석하였으며 양이온은 ICP를 이용하여 분석하였다. 무기태 질소는 습시료 10 g을 2 M KCl 50 mL로 침출한 다음 침출액에 MgO 0.2~0.3 g을 첨가 후 증류하여 암모니아태 질소를 정량하였고, 질산태질소는 암모니아태 질소를 증류한 여액에 Devarda's alloy를 가하여 재증류하여 분석하였다.

**유묘 발아율 및 생육량 검정** 원예용상토 대체자재 사용가능성 검토를 위하여 시험작물은 고추(참파니, 농우바이오) 및 배추(장생 3호, 아시아종묘) 종자를 육묘상자에 파종하여 발아율 및 생육량을 조사하였다. 발아율은 고추파종 후 21일, 배추파종 후 10일에 조사하였고, 고추의 생육량은 파종 34일 후 초장, 생체중, 근중, 건중, T/R율, 엽록소 등을 조사하였다.

**미생물밀도 조사 및 우점미생물 동정** 폐상시기별 배지 내 미생물의 밀도는 희석평판법으로 조사하였다 (RDA, 2000). 시료 10 g을 멸균수 90 ml에 첨가하여 진탕배양기에서 200rpm으로 30분간 진탕하여  $10^2$ - $10^7$  배가 되도록 희석액을 만들고 이를 미생물수 측정에 사용하였다. 호기성 세균은 R2A agar (Kim and Whang 2002), 사상균은 Streptomycin-rose bengal agar (Martin, 1950), 방선균은 Starch casein agar (Küster and Williams, 1966)에 접종하여 30°C 항온기에 배양하면서 3일과 7일에 계수하였다. 미생물의 동정은 생균수 측정에 사용한 plate로부터 단일 colony를 분리한 후 16S rDNA 분석을 통하여 세균동정을 실시하였다 (Johnson, 1994).

## 결과 및 고찰

**버섯재배 후 탈병배지의 특성** 버섯 병재배에 사용되는 배지재료는 탄소원으로 각종 톱밥, 콘코브, 면실피, 비트펄프 등이 사용되고, 영양원으로는 미강, 밀기울, 면실피, 건비지 등이 주로 사용된다. 버섯 재배를 위해 이들 재료를 일정한 비율로 혼합하였을 때 C/N율은 25~35 : 1 정도이다(Cheong et al., 2007). 버섯재배 농가에서 채취한 탈병배지의 이화학적 및 미생물상을 조사한 결과 pH와 암모니아태질소는 팽이 부산물에서 가장 높았고, 양이온치환용량(CEC)은 느타리 탈병배지에서 9.5  $\text{cmol}^+ \text{kg}^{-1}$ 으로 가장 높았다. 배지내 수분 함량은 53.4~61.1%로 큰 차이가 없었으며, 질산태질소는 탈병배지 중 큰느타리 탈병배지에서 가장 높았고, 인산과 양이온 함량은 팽이 탈병배지가 다른 부산물에 비해 상대적으로 높았다 (Table 1). 탈병배지의 미생물 분포는 팽이재배 탈병배지에서 세균, 곰팡이 등의 밀도가 높았고 (Table 2), 16S rDNA 분석을 통

**Table 1. Chemical properties of spent mushroom media.**

SMM <sup>†</sup>	pH	Moisture	CEC	NH <sub>4</sub> -N	NO <sub>3</sub> -N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO	MgO
	1:5	%	cmole kg <sup>-1</sup>	mg kg <sup>-1</sup>	mg kg <sup>-1</sup>	----- % -----			
<i>Flammulina velutipes</i>	8.6	53.4	6.3	131	10	2.73	1.23	2.27	0.56
<i>Pleurotus eryngii</i>	7.2	57.7	8.6	35	92	2.03	1.09	1.57	0.43
Commercial media <sup>‡</sup>	7.8	63.7	9.5	14	tr.	0.52	0.80	1.53	0.36

<sup>†</sup> Spent Mushroom Media, <sup>‡</sup> Coco peat + Peat moss + Perlite(80 : 15 : 5)

**Table 2. Amount of microbial population in spent mushroom media.**

SMM	Aerobic bacteria (x 10 <sup>6</sup> cfu g <sup>-1</sup> )	Actinomycetes (x 10 <sup>5</sup> cfu g <sup>-1</sup> )	Fungi (x 10 <sup>4</sup> cfu g <sup>-1</sup> )
<i>Flammulina velutipes</i>	54.2	nd	3.8
<i>Pleurotus eryngii</i>	1.3	nd	0.1
Commercial media	122.0	nd	45.0

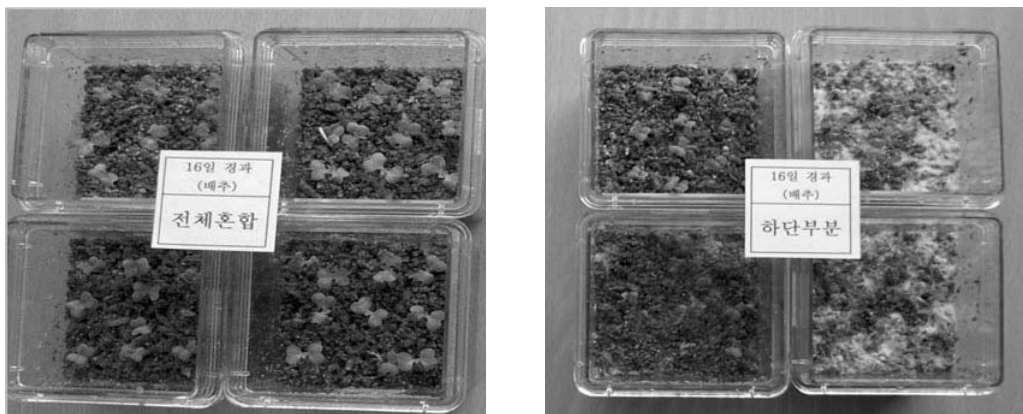
**Table 3. Dominant microbes identified in spent mushroom media.**

SMM	Genus
<i>Flammulina velutipes</i>	<i>Agrobacterium</i> sp., <i>Curtobacterium</i> sp., <i>Deftuvibacter</i> sp., <i>Microbacterium</i> sp., <i>Rhodococcus</i> sp.
<i>Pleurotus eryngii</i>	<i>Bacillus</i> sp., <i>Curtobacterium</i> sp., <i>Microbacterium</i> sp., <i>Plantibacter</i> sp., <i>Pseudomonas</i> sp.
Commercial media	<i>Curtobacterium</i> sp., <i>Labrys</i> sp., <i>Microbacterium</i> sp., <i>Mycobacterium</i> sp., <i>Nocardioides</i> sp., <i>Pimelobacter</i> sp., <i>Sphingobacterium</i> sp., <i>Stenotrophomonas</i> sp.

한 우점세균의 동정 결과 탈병배지의 종류에 따라 우점하는 균의 분포가 달랐으며, 팽이버섯 탈병배지의 경우 *Microbacterium*, *Rhodococcus*, *Agrobacterium*, 큰느타리버섯은 *Bacillus*, *Pseudomonas*, *Curtobacterium*, *Microbacterium*, *Plantibacter*속 등이 우점하였다 (Table 3). 이와 같이 탈병배지의 미생물 분포가 시판용 상토 원료 보다 단순한 것은 병재배 버섯의 경우 배지재료를 혼합한 후 잡균의 오염을 막기 위해 고압멸균 과정을 거쳐 버섯종균을 접종함으로써 기존 배지내에 존재하

는 미생물이 완전히 사멸하게 되고, 재배과정 중 제한된 미생물의 유입으로 단순한 미생물상을 형성하였을 것으로 생각된다. 또한 배지내에 병원성 미생물이 오염되어 있더라도 고압멸균에 의한 배지의 살균으로 유해미생물은 사멸하게 됨으로 이들 유해미생물의 오염에 대한 문제는 없을 것으로 판단된다.

**탈병배지의 퇴비화 및 이화학적 특성** 버섯재배 후 발생한 탈병배지의 원예용 상토 대체자재로의 가



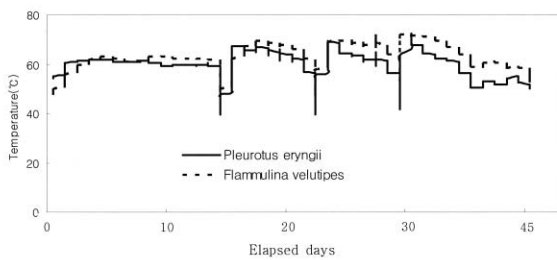
**Fig. 1. The photographs showing germination of chinese cabbage on spent mushroom media.**

**Table 4. Chemical properties of spent mushroom media after the fermenting process.**

SMM	pH	EC	CEC	T-N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO	MgO
	1:5	dS m <sup>-1</sup>	cmolc kg <sup>-1</sup>	----- % -----				
<i>Flammulina velutipes</i>	7.1	4.3	20.5	2.3	5.2	1.4	4.8	1.9
<i>Pleurotus eryngii</i>	7.1	5.4	19.3	1.7	6.1	1.4	3.9	2.0

**Table 5. Chemical properties of spent mushroom media on mixing ratio of commercial media.**

SMM	Mixture ratio	pH	EC	T-N	Av.P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Ex. cation		
						K	Ca	Mg
	%	1:5	dS m <sup>-1</sup>	%	mg kg <sup>-1</sup>	----- cmolc kg <sup>-1</sup> -----		
<i>Flammulina velutipes</i>	20	7.0	1.10	2.37	385	0.81	5.81	3.48
	40	7.1	2.99	1.20	1,577	3.47	7.14	5.62
	60	7.3	2.00	1.84	1,517	0.59	9.29	6.63
	10	7.7	3.93	3.15	3,089	0.88	11.82	10.40
<i>Pleurotus eryngii</i>	20	7.3	1.50	2.27	442	0.79	6.99	2.89
	40	6.7	1.66	1.40	2,835	5.31	8.43	5.26
	60	7.4	2.63	1.51	3,541	0.57	12.29	5.94
	100	7.4	2.81	2.74	4,385	6.43	15.19	7.89



**Fig. 2. Changes of temperature during the fermenting process of spent mushroom media.**

능성을 검토한 결과 버섯재배 배양병의 하단부에 위치한 탈병배지는 버섯균사 밀도가 높고, 활력을 가지고 있으므로 종자의 발아나 어린묘의 생육을 저해하였다 (Fig. 1). 따라서 이들 배지를 대상으로 퇴비화 과정을 거쳤다. Fig. 2은 퇴비화과정 중 온도변화를 나타낸 것으로 퇴비화 2일 후 60°C 이상으로 상승하였으며, 1차 교반 후 다시 70°C까지 증가하였다가 서서히 감소하였으며 4차 교반 후 50°C까지 감소하여 온도의 상승은 거의 없었다. 퇴비화 종료 후 탈병배지의 이화학성은 EC와 총질소 함량의 경우 큰느타리 부산물에서 높았고, pH와 CEC는 탈병배지간 차이가 없었다. 인산함량은 시판 원예용 상토원료 보다 버섯재배 탈병배지에서 높았고, 큰느타리버섯 보다는 팽이버섯 탈병배지에서 상대적으로 높았다 (Table 4). Nelson(1991)은 작물 생육에 적합한 혼합상토의 pH를 5.4~6.0으로 보고하였다. 본 실험에서 탈병배지를 사용하여 제조한 퇴비화된 상토의 pH는 7.1이었으며 시판

용상토와 혼합한 경우 pH 6.7~7.4로 보고된 pH 적정 범위 보다는 높았다 (Table 5). 또한 Gabriels et al. (1986)은 pH, EC, 다량원소 및 미량원소 함량 등을 포함하는 상토의 화학적 특성이 식물생육에 적합한 근권 환경의 양분을 결정하는 중요한 요인이기 때문에 상토의 적절한 화학성분이 매우 중요하다고 하였다.

**퇴비화된 탈병배지의 유묘효과 검정** 팽이와 큰느타리버섯 탈병배지를 각각 퇴비화한 후 상토의 이화학성과 물리성 개선을 위하여 무기성재료인 질석(vermiculite)을 일정한 비율 (0, 10, 20, 30%)로 혼합하고 고추와 배추에 대한 발아율을 조사한 결과는 Table 6과 같다. 팽이버섯 탈병배지를 이용한 상토는 질석의 혼합 유무에 상관없이 모든 처리 공이 높은 발아율을 보임에 따라 고추와 배추의 원예용상토로 사용이 가능할 것으로 판단된다. 그러나 큰느타리 탈병배지를 이용한 상토에서는 질석 20%를 혼합하였을 경우 고추의 발아율이 100%였으나, 배추의 경우는 질석을 30% 혼합할 경우 발아율은 10%로 매우 저조하였다.

한편, 퇴비화 된 팽이와 큰느타리 탈병배지를 시판용 상토원료와 혼합하여 종자의 발아율을 조사한 결과, 팽이버섯 탈병배지는 고추 및 배추에 대해 전처리 공히 94~100%의 발아율을 보여 육묘용 상토원료로 사용 가능성을 나타내었다. 반면, 큰느타리 탈병배지 퇴비의 경우 시판용 상토원료와 혼합시 20%정도 혼합시 발아율이 100%였으며, 40%이상 혼합의 경우 배



**Table 6. The germination rate of red pepper and chinese cabbage on the nursery bed according to the mixing ratio of spent mushroom media and vermiculite.**

Cultivar	SMM	Vermiculite mixing ratio (%)			
		0	10	20	30
Red pepper	<i>Flammulina velutipes</i>	100	100	100	100
	<i>Pleurotus eryngii</i>	2	0	100	100
Chinese cabbage	<i>Flammulina velutipes</i>	92	100	100	100
	<i>Pleurotus eryngii</i>	0	0	0	10

**Table 7. The germination rate of red pepper and chinese cabbage according to mixing ratio of spent mushroom media with commercial media.**

Cultivar	SMM	SMM vs CM <sup>†</sup> (ratio)				
		0 : 100	20 : 80	40 : 60	60 : 40	100 : 0
Red pepper	<i>Flammulina velutipes</i>	100	100	100	100	100
	<i>Pleurotus eryngii</i>	100	100	84	84	0
Chinese cabbage	<i>Flammulina velutipes</i>	100	100	100	96	94
	<i>Pleurotus eryngii</i>	100	100	88	36	0

<sup>†</sup> Commercial media

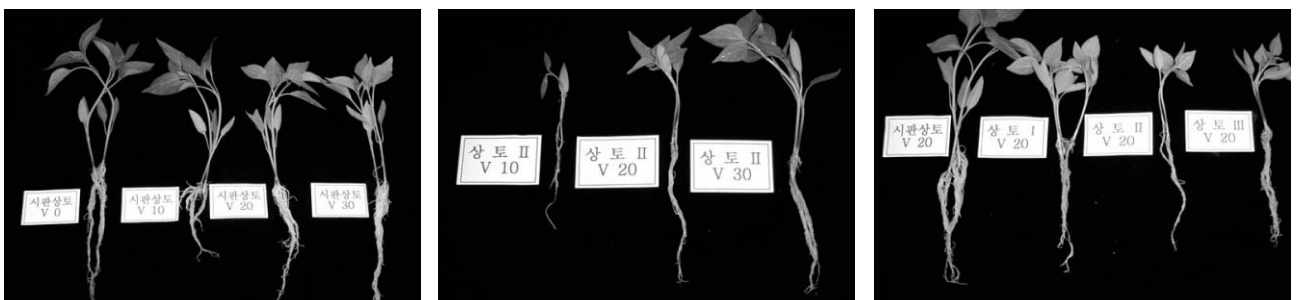
추와 고추의 발아율이 90% 이하로 낮아졌으며, 특히 배추의 경우 혼합비율이 증가함에 따라 발아율이 급격히 저조한 결과를 보였다. 따라서 큰느타리 탈병배지의 경우 금후 이에 대한 원인을 자세히 밝힐 필요성이 있다고 사료 된다 (Table 7).

고추 유묘의 생육을 조사하기 위해 제조상토에 질석을 0~30%비율로 혼합한 결과 팽이버섯과 큰느타리 탈병배지 모두 질석 혼합비율이 증가할수록 초장, 생체중 및 근중이 증가하였으며, 특히 큰느타리 탈병배지를 이용한 상토에서 생육증가가 뚜렷하였다

**Table 8. The growth of red pepper according to mixing ratio of spent mushroom media and vermiculite at nursery bed.**

SMM	Mixture ratio	Plant height	Fresh weight	Root length	Root weight	Top/Root ratio	Chlorophyll (SPAD-502)
	%	cm	g 100 Plants <sup>-1</sup>	cm	g 100 Plants <sup>-1</sup>		
<i>Flammulina velutipes</i>	0	6.5	26.1	8.1	12.1	2.4	30.5
	10	7.2	22.2	9.8	11.1	2.0	31.9
	20	9.3	49.9	13.6	15.7	3.2	34.6
	30	8.8	40.4	8.3	11.0	3.7	30.0
<i>Pleurotus eryngii</i>	0	- <sup>†</sup>	-	-	-	-	-
	10	5.8	7.7	5.6	2.0	3.7	29.2
	20	8.8	35.8	10.1	14.4	2.8	31.9
Commercial media	30	14.1	81.6	11.4	46.0	2.5	34.5
	0	16.2	143.2	14.0	38.9	3.8	46.1

<sup>†</sup> No growth



**Fig. 3. The photographs showing growth of red pepper according to mixing ratio of spent mushroom media and vermiculite.**

(Table 8, Fig. 3). 이상의 결과로서 퇴비화 과정을 거친 버섯재배 탈병배지는 질석이나, 시판용 상토원료 등을 일정한 비율 이상으로 혼합할 경우 육묘용 상토로 충분히 사용가능 할 것으로 생각된다. 그러나 이들 혼합상토에 대한 물리성, 유해증균속 및 병원성 미생물과 관련된 부분은 추후 면밀한 검토가 필요할 것으로 판단된다.

## 적 요

본 연구는 팽이버섯과 큰느타리버섯 재배 후 탈병배지를 대상으로 원예용 상토재료로서의 이용가능성을 검토하기 위하여 수행하였다. 탈병배지의 이화학적 성을 분석한 결과 팽이버섯 탈병배지에서 pH와 암모니아태 질소가 높았고, CEC는 느타리재배 탈병배지에서 높았다. 인산과 양이온 함량은 팽이버섯 탈병배지가 큰느타리 시료에 비해 상대적으로 높았다. 미생물 분포는 팽이버섯 탈병배지에서 *Microbacterium*, *Rhodococcus*, *Agrobacterium*, 큰느타리버섯은 *Bacillus*, *Pseudomonas*, *Curtobacterium*, *Microbacterium*, *Plantibacte*속 등이 우점하였다. 버섯재배 탈병배지를 퇴비화한 결과 시판용 상토원료보다 CEC는 낮았으나, 질소, 인산 및 양이온 함량은 오히려 높았다.

팽이와 큰느타리버섯 탈병배지를 퇴비화한 후 질석을 혼합하여 고추와 배추에 대한 발아율을 조사하였다. 팽이버섯 탈병배지는 질석 혼합 비율에 관계없이 고추와 배추의 발아율이 높았다. 그러나 큰느타리 탈병배지와 질석혼용시 질석 20% 이상 혼합시 고추의 발아율이 100%였으나, 10% 혼합의 경우는 발아가 전혀 되지 않았다. 특히 배추의 경우 질석 30%를 혼합하여도 10%의 발아율을 나타냄으로써 큰느타리재배 탈병배지는 배추재배용 상토원료로는 부적당할 것으로 판단되었다.

한편, 팽이버섯 탈병배지는 시판용 상토원료와 혼합할 경우 혼합비율에 관계없이 사용가능하다고 판단되나, 큰느타리 탈병배지의 경우는 시판용 상토원료와 20% 미만의 적은 양을 혼합할 경우 사용이 가능할 것으로 판단된다. 고추 육묘의 생육은 팽이버섯과 큰느타리 탈병배지 모두 질석 혼합비율이 증가할수록 초장, 생체중 및 근중이 증가하였으며, 특히 큰느타리 탈병배지를 이용한 상토에서 고추 육묘의 생육촉진 효과가 뚜렷하였다.

## 인 용 문 헌

- Buckerfield, J.C., and K.A. Webster. 2001. Responses to mulch continue: results from five years of field-trials. *The Australian Grapegrower and Winemaker*, 453:71-78.
- Buckerfield, J.C., and K.A. Webster. 2002. Organic matter management in vineyards: mulches for soil maintenance. *The Australian and New Zealand Grapegrower and Winemaker*, 461:26-30.
- Cheong, J.C., C.S. Jhune, S.H. Kim, K.Y. Jang, J.S. Park, J.C. Na, and M.H. Chun. 2006. Effect of the adding of *Flammulina velutipes* cultivation media wastes into chicken feed on the meat quality and production cost of broiler. *J. Korean Mycolo.* 34:2933.
- Cheong J.C., C.S. Jhune, C.J. Lee, S.H. Kim, J.G. Kwon, W.I. Kim, and J.B. Kim. 2007. Chemical Characteristics of Raw Materials for Mushroom Substrates and Stable Mushroom Cultivation. *Agro-Environment Research, NIAST, RDA* 870-887.
- Gabriels, R., O. Verdonck, and O. Mekers. 1986. Substrate requirement for pot plants in recirculating water culture. *Acta Hort.* 178:93-99.
- Jeong, P.G. 1995. Use of vermiculite in agriculture. *The Mineralogical Soc. of Kor.* 8:23-26.
- Johnson, J. L. 1994. Similarity analysis of rRNAs. p.683-700 In P. Gerhard, R. G. E. Murray, W. A. Wood, and N. R. Krieg (ed.) *Methods for general and molecular bacteriology*. American Society for Microbiology. Washington DC, USA.
- Kim, I.G., and Whang, K.S. 2002. The observation and a quantitative evaluation of viable but non-culturable bacteria in potable groundwater using epifluorescence microscopy. *The Korean Journal of Microbiology.* 38:180-185.
- Küster, E., and Williams, S.T. 1966. Selection of media for isolation of streptomycetes. *Nature(London)* 202:928-929.
- Martin, J.P. 1950. Use of acid. rose bengal and streptomycin in the plate method for estimating soil fungi. *Soil Sci.* 69:215-232.
- MFAFF, 2006. Actual yield of industrial product.
- Nelson, P.V. 1991. *Greenhouse operation and management*. p. 180. 4th ed. Prentice Hall. Englewood Cliff, N. J.
- RDA. 2000. *Methods for chemical analysis of soil and plant*. National Institute of Agricultural Science and Technology, RDA, Suwon, Korea.