

큰느타리버섯 폐배지 이용 배지 제조 및 적정 첨가비율

김민근* · 류재산 · 이영한 · 박정식¹ · 정지인² · 권진혁 · 노치웅 · 윤한대³

경상남도 농업기술 식물환경연구과, ¹농업과학기술 응용미생물과,
²진주산업대학교 작물생명과학과, ³경상대학교 응용환경생명화학부

The production of media and optimal additive rate using the cultivation media wastes of *Pleurotus eryngii*

Min-Keun Kim*, Jae-San Ryu, Young-Han Lee, Jeong-Sik Park¹, Ji-In Jung², Jin-Hyeuk Kwon, Chi-Wong Rho and Han-Dae Yun³

Department of Plant Environment Research, Gyeongnam Agricultural Research and Extension Services, Jinju 660-360, Korea,

¹Applied Microbiology Division, National Institute of Agricultural Science & Technology, RDA, Suwon 441-707, Korea

²Department of Crop Science and Biotechnology, Jinju National University, Jinju 660-758, Korea

³Division of Applied Life Science, Gyeongsang National University, Jinju 660-701, Korea

ABSTRACT : After bottle culture of *Pleurotus eryngii*, media were taken out the bottle and normally utilized compost. However, nutritional elements were remained in the waste media. This study was carried out to investigate the reusable possibility and the optimal additive rate of waste media in an artificial cultivation of *Pleurotus eryngii*. The pH had tendency to decrease as the waste media was added from 6.0 to 4.8. Based on the additive rate of 10, 20, 30, 40, and 50%, each treatment waste media was added to new media for culturing *Pleurotus eryngii*. Among various treatments, the mycelial growth and primordia formation of *Pleurotus eryngii* were more favorable in the addition of 10-30% waste media than in the addition of 40 and 50%. The yield of its fruiting body was increased slightly in the treatment of 10-30% waste media.

KEYWORDS : *Pleurotus eryngii*, Waste media

서 론

큰느타리버섯 (*Pleurotus eryngii*) 은 분류학적으로 담자균아문 (Basidiomycotina), 주름버섯목 (Agaricales), 느타리버섯과 (Pleurotaceae), 느타리버섯속 (*Pleurotus*) 에 속하는 사물기생균 (Zadrazil, 1978)으로 주로 아열대 지방이나 수목이 없는 초원지대, 남유럽, 중앙아시아, 및 북아프리카 등에 널리 분포하며 "King oyster mushroom" 이라고도 불린다. 큰느타리버섯의 인공재배에 관한 연구는 1958년 Kalmar에 의해 최초로 시도된 것으로 보고되어 있으며 국내의 경우 1997년부터 보고되기 시작 하였다 (김 등, 1997). 국내에 처음 도입되어 시험재배를 통해 농가 보급 된 후 경남, 경북, 전남지역을 중심으로 그 재배면적과 생산량은 급격히 증가 되었으며 2005년의 경우 전체 버섯 생산량의 26%를 차지할 정도로 대중적인 식용버섯으로 자리를 잡았다 (농림부, 2006). 이러한 결과는 큰느타리버섯의 재배기술을 향상 시켰을 뿐만 아니라 배지 재료에 있어서도 많은 변화를 가져 왔다. 처음 인공재배에 이

용된 배지의 경우 참나무 톱밥, 미강, 밀기울이 전부였으나 (김 등, 1997) 현재는 앞서 언급한 배지 이외에도 건비지, 콘코브, 비트밀, 가축용 배합사료 등 다양한 재료들을 이용하여 버섯을 재배하고 있는 실정이다. 또한 복합배지 형태로 판매되고 있는 상업용 배지의 경우 다양한 영양 배지의 혼합으로 매우 높은 영양 가치를 함유한 채 버섯재배에 이용되고 있다. 이러한 버섯배지의 대부분은 많은 양의 탄소원과 소량의 질소원으로 구성되어 있으며 일부 무기염 및 비타민 등의 미량성분들이 함유되어 있다. 탄소원의 경우 세포에 있어 에너지 공급원으로 세포물질합성의 전구체로서 역할을 하며, 질소원은 세포내 단백질 공급의 주재료로서 세포의 골격 구조 및 생물학적인 요구를 충족시키는데 있어 큰 역할을 담당하고 있다 (Ruihong, 2002 & Wainwright, 1992). 느타리버섯재배에 있어 단백질원과 질소원의 경우 전체 생육과정에서 2-10% 정도를 이용하며 (Mush world, 2004) 칼슘, 인, 마그네슘과 같은 무기성분의 경우는 버섯 균사 배양과정에서 효소의 촉매 작용 등에 관여하며 전체 생육과정에서의 이용 정도는 아주 소량인 것으로 확인 되고 있다. 이처럼 버섯 재배에 있어 균사가 이용하는 배지성분은 일부에 불과하며 대부분 많은

*Corresponding author: <mkkim@yahoo.co.kr>

양의 영양분을 함유한 채 퇴비화 과정을 거쳐 과수원이나 원예용 퇴비로 활용되고 있다. 이러한 형태의 버섯재배 방식은 배지 재료의 활용도를 낮추는 것뿐만 아니라 불안정한 배지공급 상황에 놓인 버섯재배 농가의 어려움을 가중시키는 것이라 할 수 있다. 이에 본 연구에서는 큰느타리버섯 재배농가에서 버섯 재배 후 발생하는 배지 (이하 "폐배지")와 처음 사용되는 배지 (이하 "새배지")의 일정 비율 혼합에 따른 균사 배양 및 자실체 생육특성비교를 통해 큰느타리버섯 폐배지의 적정 첨가 비율 및 재이용 방법을 제시하고자 한다.

재료 및 방법

공시균주 및 접종원

본 실험에 사용된 균주는 *Pleurotus eryngii* KNR 2312로서 경남농업기술원 버섯연구실에 보존 중인 균주를 이용 하였으며, MCM (Mushroom Complete Media) 배지에 계대배양하며 사용하였다. 접종원의 준비는 미송톱밥, 버드나무톱밥, 미강 및 밀기울을 60:40:20:20 (% , v/v)로 혼합하여 수분을 65% 내외로 조절한 뒤 250ml Erlenmeyer flask에 150g을 채워 넣고 다진 다음 121°C에서 60분간 살균하였다. 살균이 완료된 것은 크린벤치에서 상온까지 식힌 뒤 미리 접종하여 배양이 완료된 MCM 평판배지로부터 사방 1.0 cm 크기로 자른 다음 flask에 접종하고 24°C에서 22-25일 배양하였다. 또한 기계접종을 위해 동일 배지를 850ml polypropylene 병에 650±10g 으로 입병한 다음 121°C에서 90분간 살균하였다. 살균이 완료된 것은 냉장실에서 상온까지 냉장시킨 후 flask에서 톱밥배지에 배양이 완료된 균사체를 PP병당 10-15g씩 접종하고 23±1°C에서 25-28일 배양하여 평균적으로 사용하였다.

배지제조 및 접종

미송톱밥, 버드나무톱밥, 미강 및 밀기울을 60:20:10:10 (% , v/v) 수준으로 혼합하고 배지수분을 65% 내외로 조절한 뒤 121°C에서 90분간 살균하여 상온으로 냉각된 배지에 대해 앞에서 언급한 방법으로 만들어진 종균을 사용하여 접종하였다. 55일간의 배양 및 생육과정을 거쳐 탈병 되어진 배지를 수거한 뒤 1.5×1.5cm의 체를 이용하여 수확과정 중에 남겨진 버섯 잔재물 및 배지 덩어리 등을 제거한 폐배지를 새배지에 일정비율로 첨가하는데 이용 하였다. 한편, 새배지에 대한 폐배지 첨가 비율은 10, 20, 30, 40, 50% 수준으로 하였으며, 배지수분을 65% 내외로 조절하고 850ml polypropylene 병에 자동입병기를 사용하여 입병 작업 즉시 121°C에서 90분간 살균하여 상온으로 냉각 시킨 후 미리 배양해둔 톱밥종균을 병당 10 g 씩 접종하였다.

배지성분 분석

새배지와 폐배지 간의 일정비율 조합에 의해 만들어진 공

시배지를 농촌진흥청 토양 및 식물체 분석법 (2000)에 따라 음지에서 풍건하여 pH는 초자전극법 (배지:증류수=1:5, Jackson, 1958), 유기물은 회화법으로 분석하였다. 풍건된 시료는 90°C에서 24시간 건조시키고 willy mill을 사용하여 270 mesh로 분쇄하여 조제한 후 건물 0.5g 을 습식 분해하여 전질소 (T-N)는 Kjeldahl법, P₂O₅는 Vanadate법으로 spectrophotometer (Shimadzu UV-1650-PC, Japan)를 사용하여 380 nm에서 측정하였다. K₂O, CaO 및 MgO 함량은 원자흡광분광광도계 (Perkin-Elmer anaylst 300, USA)를 이용하여 K₂O는 766.9nm, CaO는 423.2nm, MgO는 285.2nm에서 흡광도를 측정하여 정량하였다.

배양특성 및 생육특성 조사

공시배지에 톱밥종균을 접종 한 뒤 23±1°C로 자동 조절되는 배양실에서 10일 간격으로 버섯균사 성장 길이를 조사하였다. 배양실에서 35일간 배양된 배지는 균굽기 후 발이실로 옮겨 실내온도 15±1°C, 상대습도 95~98%, 탄산가스농도1,500±100ppm의 조건에서 버섯 발이를 유도하였으며, 발이 이후에는 적정 생육조건인 실내온도 16±1°C, 상대습도 80~85%, 탄산가스농도 2,000±100 ppm에서 수확기까지 관리 하였다. 균굽기 뒤 원기형성 이후 어린 것이 형성된 기간을 초발이 소요일수로 하였으며, 균굽기 이후 자실체 수확이 될 때까지의 기간을 생육소요 일수로 나타내었다. 한편, 자실체 특성으로 대 길이, 대 두께, 갓 직경, 무게 등에 대한 조사도 함께 이루어 졌다. 회수율은 병무게에 대한 자실체 생체무게를 백분율로 나타내었다.

결과 및 고찰

폐배지 첨가에 따른 배지조합별 성분분석

폐배지 첨가수준별 공시배지에 대하여 살균후 배지의 성분 분석 결과는 표 1과 같다. 새배지와 폐배지 첨가수준별 유기물 함량에는 큰 차이가 없었으나 전질소 함량은 폐배지 첨가량이 증가 할수록 높아졌다. pH는 폐배지의 첨가량이 많아질수록 낮아지는 경향이였다. 한편, 폐배지가 첨가 될수록 무기성분 중 칼슘함량이 높아졌는데 이것은 폐배지의 칼슘 함량이 높는데 기인하며 버섯 균사에 포함되어 있는 영양 성분이 영향을 미치는 것으로 사료 된다. 그러나 나머지 무기성분의 경우 새배지와 폐배지 및 폐배지 첨가에 따른 함량변화는 크게 확인되지 않았다. 이러한 사실은 폐배지의 첨가를 통한 버섯배지 제조에 있어 조합배지의 pH 수준을 어느 정도 조절 할 경우 버섯의 배양 및 생육 등에 있어 큰느타리버섯 폐배지의 재활용 가능성이 있음을 보여 주는 것이라 할 수 있다.

폐배지 추출물에 대한 버섯 균사생장 저해 여부 시험

버섯의 배양 및 생육과정 중에 배지로 분비된 물질 등이

Table 1. Physical characteristics and chemical composition of media according to mixing ratio.

Media [♪]	pH (1:5)	T-N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	O.M (%)	Moisture (%)	C/N ratio
		----- (%) -----							
100:0	5.95	0.46	0.32	0.31	0.02	0.28	30.9	66.0	39.0
90:10	5.88	0.52	0.40	0.38	0.03	0.27	29.4	67.6	33.0
80:20	5.79	0.56	0.37	0.34	0.04	0.27	30.4	66.3	31.3
70:30	5.65	0.61	0.33	0.31	0.05	0.26	30.5	67.3	29.3
60:40	5.43	0.62	0.29	0.31	0.05	0.27	30.3	67.4	28.5
50:50	5.38	0.54	0.31	0.32	0.06	0.23	30.9	66.8	33.3
0:100	4.78	0.66	0.29	0.33	0.42	0.24	29.4	68.3	25.9

♪ Mixing ratio of new media: waste media (% , V/V)

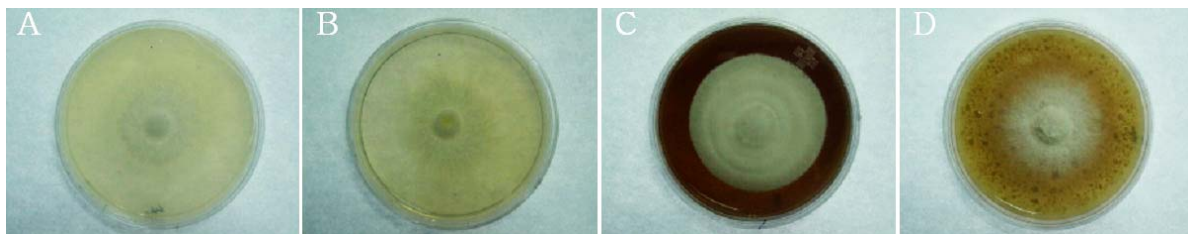


Fig. 1. Colonization of *Pleurotus eryngii* on agar plate. A, PDA; B MCM; C, Waste media extract; D, New media extract. It takes 7 days after incubation at 25 °C.

폐배지에 함유되어 있을 경우 접종 종균의 활착 능력 및 생장능력을 저하 시킬 수 있다는 가능성을 염두에 두고 수거된 폐배지의 열수 추출물을 이용하여 만들어진 고체배지에 큰느타리버섯 균을 접종하고 군사생장길이를 비교하였다. 그 결과 (그림 1), 군사생장직경은 MCM 배지에서 7일 동안에 61mm, 폐배지 추출물 배지에서 60mm로 폐배지 추출물 배지에서 큰느타리 버섯 군사생장 저해 여부는 확인되지 않았으며 군사밀도 또한 PDA나 MCM 배지보다 치밀하게 자라는 경향이었다. 이러한 사실은 큰느타리버섯 재배 후 발생하는 폐배지를 새배지와 혼합하여 재이용하더라도 폐배지로부터 유리된 성분들에 의한 버섯 군사 생육 저해 현상은 일어나지 않는다는 것을 보여주는 것이라 할 수 있다.

폐배지 첨가에 의해 제조된 배지의 배양특성

앞에서 언급한 방법으로 새배지에 대해 폐배지가 적절히 혼합된 배지에 톱밥종균을 접종한 뒤 23±1°C로 조절되는 배양실에서 35일간 배양하면서 10일 간격으로 군사 생장길이를 조사한 결과 (그림 2), 접종 후 10일의 군사생장률은 새배지 100%와 폐배지첨가배지 간에 큰 차이가 없었으나, 접종 20일 후의 군사생장률은 새배지 100%보다는 폐배지가 첨가배지에서 보다 나은 군사생장률을 보였다. 이것은 재배 과정 중에 연화된 폐배지 첨가에 의한 버섯군사의 양분 이용성이 증가되었을 뿐만 아니라 폐배지에 의한 공극 제공에 따른 배지 내 물리성 개선 효과로 사료된

다. 30일 이후 군사생장률의 경우 새배지 100%로 제조된 배지에 비해 폐배지 첨가비율이 많아질수록 약간씩 낮아지는 군사생장률을 나타내었지만 최종 배양기간인 35일 이전까지는 폐배지 100%로 제조된 배지를 제외하고는 모두 배양이 완료되는 것을 확인할 수 있었다. 폐배지를 활용한 배지제조에 있어 군사배양 능력을 폐배지 첨가의 1차 기준을 고려할 경우 50% 이내 (50%이상 폐배지 첨가에 대한 결과는 나타내지 않았음) 에서 폐배지 첨가가 이루어지는 것이 적당할 것으로 본다.

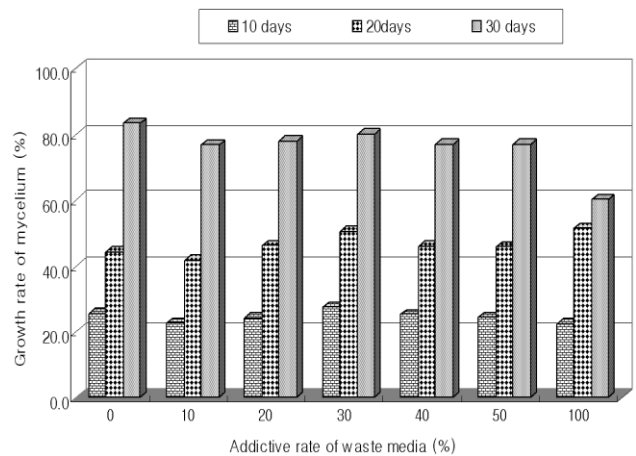


Fig. 2. Effects of additive of waste media on the mycelium growth of *Pleurotus eryngii*.

폐배지 첨가에 의해 제조된 배지의 버섯발이 특성

배양실에서 배양35일째에 균급기를 실시하고 실내온도 15±1℃, 상대습도 95~98%, 탄산가스농도 1,500±100 ppm으로 조절된 발이실에서 발이유도를 하면서 발이 및 그 이후 상태를 조사 하였으며 그 결과는 그림 3 및 표2 에 나타내었다. 폐배지 첨가량이 증가 할수록 발이 소요일수는 지연되는 경향을 보였으나 첨가량 30% 이내에서는 균급기 이후 10일 이내에 버섯발이가 모두 완료되었다. 그러나 폐배지가 50%이상 첨가된 경우에는 초발이 소요일수가 15일 이상으로 길어졌으며 (결과는 나타내지 않았음), 폐배지 100%로 제조된 배지의 경우 버섯발이가 정상적으로 이루어지지 못하였다. 이러한 결과로 볼 때 버섯의 정상적 발이 및 안정적 재배를 위해서는 폐배지의 첨가량이

30%이내가 적당할 것으로 사료 된다. 또한 버섯의 균사배양이 정상적으로 이루어지더라도 발이 및 생육에 있어서는 다른 요인들이 작용된다는 점을 생각할 때 추후 이에 대한 연구도 이루어져야 할 것으로 본다.

폐배지 첨가에 의해 제조된 배지의 생육 특성

발이 이후 실내온도 16±1℃, 상대습도 80~85%, 탄산가스농도 1,800±100 ppm로 조절되는 생육실에서 8-10 일간의 생육과정을 거쳐 갓이 완전 개열되기 전에 수확을 하고 자실체의 형태적 특징을 조사한 결과(표 2), 전체 생육소요일수는 평균 17.2일로서 폐배지를 첨가하지 않고 재배된 경우 (17.4일)와 큰 차이가 없었으며, 자실체의 형태 및 품질도 차이를 인정할 수 없었다. 자실체 수량 및 회

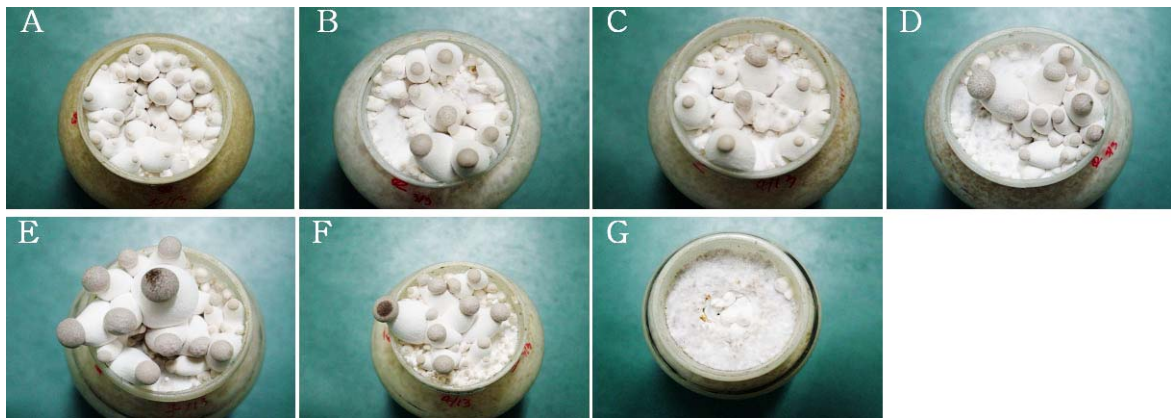


Fig. 3. Primordium formation and Fruiting. Addictive rate of waste media; 0% (A); 10% (B); 20% (C); 30% (D); 40%, (E); 50% (F); 100%, (G). It takes 13days after removed surface mycelium by mechanically scratching.

Table. 2. Effect of addictive waste media on fruitbody production of *Pleurotus eryngii*

Treatment	Pinhead formation (days)	Fritbody harvest (days)	Stipe length (mm)	Stipe diameter (mm)	Pileus diameter (mm)	Individual weight (g)	Quality (1-9)	Yield (g/bottle)	Yield ratio (%)	
F.C	100:0	9.2	17.6	74.0	26.5	40.2	38.2	3.0	101.5	15.6
	90:10	9.6	17.4	81.8	25.7	39.9	36.3	2.9	113.3	17.4
	80:20	9.4	17.1	83.3	25.1	39.3	38.9	3.2	113.7	17.5
	70:30	9.6	16.0	89.4	26.5	42.8	46.4	3.7	110.3	17.0
	60:40	10.0	17.3	86.7	26.1	41.8	43.2	3.6	100.2	15.4
	50:50	10.3	18.3	98.1	29.5	48.6	57.9	4.4	106.0	16.3
C.C	100:0	8.8	17.2	115.4	37.4	60.0	99.6	6.8	99.6	15.3
	10:90	9.9	18.2	102.9	40.8	62.3	106.4	6.8	106.4	16.4
	20:80	9.9	17.3	115.8	37.8	62.6	102.1	7.1	102.1	15.7
	30:70	9.6	16.8	103.4	42.0	65.4	102.0	6.8	100.9	15.5
	40:60	10.0	16.8	103.0	35.7	52.9	80.3	5.9	80.3	12.4
	50:50	10.2	17.3	113.0	37.4	60.2	92.1	6.3	92.1	14.2

♪ Mixing ratio of new media : waste media (% , V/V) F.C,Free Cultivation; C.C , Culling Cultivation

수율은 폐배지 첨가량 10-30% 까지는 새배지 100%에 비해 증가되는 경향을 보였으나, 40% 이상 첨가량이 많아질수록 약간씩 감소하는 경향이 있음을 감안할 때 폐배지의 적정 첨가량은 30%이내로 판단된다.

적 요

큰느타리버섯의 재배면적 및 생산량 증가에 따라 많은 양의 폐배지가 발생되고 있다는 사실을 염두에 두고 그 활용도를 높이고자 농가로부터 수거된 폐배지에 대해 성분분석 및 버섯균사에 대한 생육저해 여부를 확인한 뒤 버섯재배에 있어 폐배지의 적정첨가 비율을 결정하고 그에 따른 버섯의 배양특성 및 생육특성을 관찰하였다. 폐배지 성분분석 결과 pH는 새배지에 비해 낮아지는 경향을 보였고 총 질소 함량은 폐배지 첨가비율 많아질수록 높아지는 경향을 나타내었다. 버섯의 배양 및 생육과정 중 배지로 분비된 대사산물에 의해서 일어 날수 있는 버섯 균사생육저해현상을 조사하기 위해 폐배지 열수추출물을 이용하여 만들어진 고체배지에 버섯 균사를 접종한 결과 폐배지에 의한 버섯균사 저해현상은 확인되지 않았다. 폐배지 첨가에 따른 배양특성을 조사한 결과 첨가량이 증가할수록 균사생장률은 약간씩 낮아지는 경향을 나타내었으나 50% 이내로 폐배지가 첨가된 조건에서는 일반적인 배양기간 (35일) 내에 배양이 완료된다는 사실을 확인 할 수 있었다. 버섯의 발이특성을 조사한 결과에 있어서도 50% 이내로 폐배지가 첨가된 경우 평균 10일 이내에 발이가 완료되었으나 폐배지 100%로 제조된 배지에서는 정상적으로 발이가 되지 못하였다. 생육특성의 경우 평균 18일 이내에 수확이 완료되었으나 폐배지 첨가량이 30% 이상 일 경우 자실체

수량이 감소하였다. 이상의 결과를 요약하면 큰느타리버섯 재배농가에서 정상적으로 재배되고 발생하는 폐배지의 경우 버섯 잔재물이나 배지 덩어리 및 오염배지와 같은 이물질 제거한 뒤 10-30% 수준으로 새배지에 첨가하여 재활용 할 경우 정상적인 버섯의 배양 및 생육이 가능하였으며, 이러한 사실은 버섯 재배농가의 재료비 절감에 도움을 줄 수 있을 것을 기대된다.

감사의 글

본 연구는 국책기술개발연구과제 (과제번호 : 20070201030017) 및 산업자원부 지방기술 혁신사업 (RTI04-03-07) 지원 연구비로 수행된 연구결과의 일부로 연구비 지원에 감사드립니다.

참고문헌

- 김한경, 정종천, 석순자, 김광포, 차동렬, 문병주. 1997. *Pleurotus eryngii* 균의 인공재배 (II) - 자실체의 형태적 특성 및 재배조건에 관하여 -. 한국균학회지, 25(4) : 311-319.
- 농림부. 2006. 특용작물 실적.
- Mush world. 2004. Oyster mushroom cultivation. Heineart, Inc.
- Ruihong, Z., Xiujiu L., and Fadel, J. G. 2002. Oyster mushroom cultivation with rice and wheat straw. *Bioresource Technology*. 82 : 277-284.
- Wainwright, M. 1992. An introduction to fungal biotechnology. John Wiley & Sons, pp. 9-10.
- Zadrazil, F. 1978. Cultivation of *Pleurotus*. Pp 524. In: Chang, S. T. and Hayes, W. A. Eds. The cultivation of edible mushroom, Academic press, New York.