

큰느타리(*Pleurotus eryngii*)의 인공재배에 관한 연구

이대진* · 김광포 · 이병의¹

*허니머쉬연구소, ¹(주)오스코텍

Studies on Artificial Cultivation of *Pleurotus eryngii* (De Canolle ex Fries) Quel.

Dae-Jin Lee*, Kwang-Po Kim and Byung-Eui Lee¹

*Honeymush Research Center, Ipjang Cheonan, Chungam 330-820, Korea

¹OCT Inc. 2-17 Omok-ri, Seonggeo, Cheonan, Chungam 330-831, Korea

(Received September 23, 2003)

ABSTRACT: This study was carried out to investigate the artificial cultivation of *Pleurotus eryngii* on the optimal medium, vessel, periods of cultivation and the optimal method of pinheading for both yield and quality of fruiting body were also performed. The optimal composition of sawdust medium in polypropylene(PP) bottle was combination of sawdust(70%) and corncob(30%) but increased amount of corncob delayed the period of mycelial growth. The mycelial growth and the yield of fruiting body in the medium with beat pulp were worse than that without beat pulp. The optimal composition of nutrients for both yield and quality of fruit body turned out to be a combination of rice bran(12%), wheat bran(12%) and cottonseed cake(6%). Additions of zeolite, shell lime and bean curd dregs were not effective in mycelial growth and yield of fruit body. When testing size of PP bottle for cultivation, the larger of bottle mouth is, the more pinheading number found, but the number of available fruit body is not significantly different. The culture in 1100 ml- ϕ 75 mm bottle is the best in the yield and quality of fruit body than those in 555 ml- ϕ 50 mm, 850 ml- ϕ 58 mm, 850 ml- ϕ 65 mm and 1100 ml- ϕ 65 mm bottle. Using the PP bag for cultivation, a square shaped bag was better than a round shaped and black square shaped in mycelial growth and yield of fruit body. The most suitable period of incubation was 35 days after inoculation at $22\pm 2^{\circ}\text{C}$. When the incubation periods was decreased less than 35 days, the pileus formation and yields were very bad but a pinheading condition looked similar. For an optimal pinheading, turning upside down was better than standing and covering.

KEYWORDS: Corncob, Pinheading, *Pleurotus eryngii*, Vessel, Wheat bran

버섯은 고급, 건강식품으로 경제성장과 소득수준의 향상에 따라 매년 그 수요와 생산량이 증가되고 있다. 우리나라에서는 느타리, 표고, 팽이, 영지와 큰느타리 등이 전국 17,000여 농가에서 연간 167,000여 톤이 생산되고 있다(농림부, 2001).

큰느타리 [*Pleurotus eryngii* (De. Candolle ex Fries) Quel] 는 분류학적으로 주름버섯목, 느타리과, 느타리속에 속하는 사물기생균이다. 대부분의 느타리는 죽은 나무 그루터기나 가지에 부착하여 자연 서식하는 목재부후균이지만 큰느타리는 주로 유럽 남부, 중앙아시아, 북아프리카 및 러시아 남부(Stamets, 1993) 등의 아열대지방의 건조 초원지대에 자생하고 있다. 또한 산형과식물(Umbelliferae), 분과식물(Nyctaginaceae), 부처꽃과식물(Ammiaceae)종과 같은 초본식물의 뿌리에 기생하여 잘 발생하는 특성이 있다(Kreisel, 1955; Zadrazil, 1974; Bas *et al.*, 1988).

큰느타리는 육질이 치밀하여 씹는 맛이 자연송이와 비슷하고, 일반 느타리에 비해 대가 굵고 길며 저장성도 좋

아 옛부터 유럽에서도 “초원의 꿀맛버섯”(Boletus of the steppees; Eger, 1978), “King oyster mushroom”(Vasilkov, 1955)이라 하여 대중적 인기가 높았다. 우리나라에서는 야생으로 채집된 기록은 없으나 1997년 경부터 인공재배된 것이 “새송이”라는 상품명으로 시판되어 그 인기가 급증하고 있다(김 등, 1997).

큰느타리의 인공재배와 관련하여 1958년에 Kalmar가 최초로 야생버섯 순화재배시험에 성공하였고(Rajarithnam and Bano, 1987), 인도에서도 원목을 이용한 인공재배가 시도되었다(Zahooruddin, 1974). 프랑스에서는 Gailleux와 Diop(1974)가 온도와 광조건이 자실체의 원기형성과 생육에 미치는 영향을, 체코슬로바키아의 Dermar(1974)은 큰느타리버섯의 인공재배에 관하여 보고하였다.

큰느타리는 일반 느타리류에 비하여 줄기가 굵고 육질이 치밀하여 식미가 좋고 품질과 수량도 뛰어나 인공재배의 가치가 높으나, 다른 미생물에 대한 저항성이 약한 특성이 있다(Zadrazil, 1974).

큰느타리는 남유럽 시장에서 인기가 높아 이탈리아에서는 밀짚을 배지재료로 하여 저온살균하여 접종배양 후 지

*Corresponding author <E-mail: hmrc5331@hanmail.net>

면에 묻고 복토하는 자연재배방식으로 인공재배가 시작되었다(中山·鈴木, 1994). 대만에서는 1990년 볏짚을 재료로 하는 이탈리아의 재배법을 도입하였으나 생산이 불안정하여 자연재배방식을 포기하고, 1991년부터는 팽이버섯시설을 이용하여 큰느타리버섯의 공조재배화 기술을 개발한 것이 유효하여 본격적인 인공재배가 시작되었다(木村, 1999a). 병버섯재배가 발달한 일본은 1993년경 대만에서 균주를 도입하여 적극적으로 연구개발하고 다수의 신품종을 육성하여 안정된 인공재배의 가능성을 확립하고 있다(木村, 1999a).

외국의 인공재배법 개발 연구를 종합해 보면 배지재료인 밀짚의 발효처리와 광조건과 환기 등이 자실체 형성에 미치는 영향(Kamra and Zadrazil, 1986)과 ferulic 산 2.0×10^{-3} mol/l 농도에서 균사 성장을 촉진한다고 보고(Granetti, 1987)하였다. 버섯의 영양학적 가치와 화학적 구성(Coli *et al.*, 1991), 큰느타리의 생리, 생태적인 조건(Zervakis and Balis, 1991), 겨울철 유기물재료의 혼합사용 재배(Upadhyay *et al.*, 1991) 및 올리브 폐액과 퍼라이트 혼합 효과(Pompei *et al.*, 1994) 등이 보고된 바 있다. 일본에서도 愛知縣林業센터의 エリンギの栽培에 관한 연구보고(尺濱三, 1996)에 이어, 큰느타리의 영양원인 탄소원으로는 다른 버섯류와 달리 전분보다 포도당이, 질소원으로는 아미노산보다 저분자 단백질인 pectin이나 casamino acid 등이 좋고, 무기태인 질산태 질소는 생육을 저해하며, 탄소원과 질소원의 조합비는 C/N비 보다 NFE/CP비(가용성무질소물/조단백질)를 고려해야 한다는 것 등이 보고되었다(木村, 1999b). 또한 균사생육 적온은 20~30°C 범위이며 균사생장 및 균사 건물중 증가 최적온도는 27°C이고 29°C 이상이면 균사 생육이 급격히 저하되며, 배지의 적정 pH는 5.0~6.0이며, 주재료인 톱밥과 영양원의 배합은 용적비로 8 : 2가 적합하다고 알려져 있다(木村, 1999c).

한편 우리나라에서는 1995년 이후 이 버섯의 인공재배를 위한 다수의 연구가 진행되고 있는데 균사생장의 최적 배지는 Lilly 배지에서, 최적온도는 25~30°C, pH는 6.0이 가장 좋았고, 최적 탄소원은 단당류의 경우 glucose, 다당류에서는 dextrin이었으며, 최적농도는 glucose 3~4%, dextrin 5% 수준에서 균체량이 가장 많았고, 최적 질소원은 유기태 질소원인 casamino acid 0.12% 수준으로 밝혀졌다(김 등, 1997a). 또 김 등(1997b)은 톱밥인공재배한 자실체 및 포자의 형태를 조사하고, 참나무톱밥에 미강과 밀기울을 30% 혼합한 배지와 배지함수율 60~65%가 균사밀도와 자실체 발생이 좋았다고 보고하였다. 큰느타리버섯 병재배시 배지조성은 톱밥 : 미강 80 : 20(v/v)이, 발이 유기방법은 온도 16°C, 습도 95%, CO₂ 800 ppm, 피복발이가 발이와 수확량에 좋았다고 보고하였다(이 등, 1997a). 큰느타리버섯균의 균사생장은 DPB 배지에서 25°C, pH 5.0~6.0이 좋았고 영양원으로는 탄소원 Dextrin 9%, 질소원 Peptone 0.08%가 좋으며, 최적배지조성은 톱밥80% + 미강

10% + 밀기울10%였고, 후숙기간은 20~30일간, 균굽기는 중앙블록형, 발이방법은 병마개 반개폐가 좋았다(이 등, 1997b). 경남농업기술원에서는 1996부터 1999까지 4년간 일본의 사이신중균연구소의 古室(1995)와 함께 큰느타리버섯 재배기술 시험을 통하여 진주지방에서의 느타리버섯 간이시설을 이용한 고온기 무냉동재배는 6월에서 9월 상순까지 약 100일을 제외하고는 재배가 가능하며, 재배가능온도는 온도상승기와 온도하강기에 따라 다소 달라짐을 보고하였다(이 등, 1999). 김 등(1999)은 큰느타리 균주의 계대배양과 자실체 조직분리 균주의 활성화 및 누대배양 균주의 활성을 조사하여 조직분리시 크기가 50 g인 자실체의 갓부분 조직 단편이, 배양온도 20~25°C, pH 6~7이 좋았고, 계대배양 균주와의 오염을 차이와 누대 횟수별 수량성 차이에 유의성이 없다고 하였다. 강 등(2000)은 MYPA 배지에서 균사생장율과 밀도가 가장 높았으며, 최적온도는 25°C, 최적 pH는 6.0이었고, 최적배지조성은 탄소원으로 soluble starch 3%(w/v), 질소원으로 malt extract 0.25%(w/v), 무기염류 CaCl₂·2H₂O 0.05%(w/v)이었으며, 참나무톱밥에 미강과 밀기울 30%(v/v) 첨가와 배지함수율 70%가 좋았다고 보고하였다.

우리나라에 큰느타리가 처음 소개된 것은 1995년으로 일본의 사이신(サイシン)중균개발연구소에서 “에린기”(エリンギ)라는 이름으로 소개되어(金, 2000), 경남농업기술원, 농촌진흥청, 버섯시험장 및 대학 등에서 연구되고 있다. 그러나 대부분의 재배농가에서는 연작피해, 품종의 퇴화 및 국내 환경에 맞는 재배기술의 미확립 등으로 안정생산에 어려움을 겪고 있다.

본 연구에서는 인공재배를 위한 배지배합, 적정 재배용기, 적정배양기간 및 최적 발이방법 등을 검토하여 큰느타리 인공재배기술 확립에 기여코자 하였다.

재료 및 방법

공시균주 및 재배방법

실험에 사용된 균주는 일본에서 도입한 YA-4 균주로 연암축산원예대학 중균실험실에서 톱밥중균으로 제조하여 사용하였으며, 표준재배법은 연암축산원예대학 큰느타리버섯 표준재배법으로 하였다.

표준재배법은 배지 주재료(톱밥 등)와 영양제(미강 등)를 7 : 3(v/v)으로 혼합, 수분을 65%로 조절하여 재배용기에 배지량 65±3 g/100 ml을 충전하고, 120°C에서 70분간 살균하는 것이다. 살균 후 12시간 정도 냉각시킨 다음 종균 20 g/l를 100 ml병에 접종한다. 배양온도 22±2°C, 상대습도 75±5%, CO₂ 농도 4,000 ppm 이하의 환경에서 38일간 배양한다. 균굽기는 깊이깎기를 하고 발이온도 16~18°C, 상대습도 95~85%, CO₂ 농도 1,000 ppm 이하에서 10일간 발이시켜, 온도 14~17°C, 상대습도 85~75%, CO₂ 농도 600 ppm 이하로 7일 정도로 생육, 관리하는 것이다.

빛은 발이와 생육시 400 lux 정도의 조도로 낮에만 주었다. 실험에 사용된 재배용기는 적정용기 선발실험이나 봉지실험 이외에는 용량 1,100 ml-병구직경 ϕ 75 mm pp병을 사용하였다. 연암축산원예대학내 버섯 배양센터에서 배양한 배지를 경기도 안성시 미양면에 소재하는 큰노타리 재배농가의 버섯 재배사에서 실증 수행하였다.

배지배합 실험

주재료 선발: 병재배용 최적 주재료의 배합비를 알아보기 위하여 배합재료로서 톱밥, 콘코프, 비트펠프를 공시하였다.

배지 주재료인 톱밥 대응으로 사용되는 콘코프의 배합효과를 알아 보기 위한 실험에서는 톱밥 : 콘코프의 용적비를 100 : 0, 75 : 25, 50 : 50, 25 : 75와 0 : 100로 배합한 5처리구로 하였다.

콘코프의 보습력을 보강하기 위한 비트펠프의 혼합효과를 알아 보기 위한 실험에서는 콘코프 : 비트펠프의 용적비를 100 : 0, 75 : 25, 50 : 50, 25 : 75와 0 : 100로 배합한 5처리구로 하였다. 이들 실험에서 영양제는 모든 처리구 동일하게 병당 미강 50 g, 밀기울 50 g, 옥피분 25 g을 배합하였다. 시험구별로 균사 배양소요일수, 수확소요일수, 병당유효경수, 수확량, 품질등급 등을 조사 하였다. 시험구는 처리구당 완전임의배치 48반복으로 비교하였다.

영양제 선발 실험: 최적 배지를 개발하기 위한 영양제의 종류와 그 배합율을 구명하기 위하여 영양제로 미강, 밀기울, 면실박, 옥피분을 공시하였으며, 처리 내용은 Table 1과 같다. 시험구별로 균사 배양소요일수, 수확소요일수, 병당 유효경수, 품질등급 등을 조사하였고 시험구는 처리구당 48명씩 완전임의배치하였다.

보조첨가제 선발: 병재배용 배지 배합시 보조첨가제인 제오라이트, 패분, 건비지의 첨가 효과를 알아보기 위하여 “톱밥 49% + 콘코프 21% + 미강 12% + 밀기울 + 12% + 옥피분 6%(v/v)”를 기본배지로 하여, 무처리구, 패분 2 g/병, 건비지 10 g/병, 패분 2 g/병 + 건비지 10 g/병, 제오라이트 3 g/병 등 5가지를 첨가 처리하고 수확소요일수, 병당 유효경수, 품질등급, 병당 수량 등을 조사하였다.

시험구는 처리당 48명씩 완전임의배치하였다.

적정 재배용기 개발

병재배용 최적 PP용기 선발을 위해 병 용량과 병 입구 직경이 555 ml- ϕ 50 mm, 850 ml- ϕ 58 mm, 850 ml- ϕ 65 mm, 1100 ml- ϕ 65 mm와 1100 ml- ϕ 75 mm인 5종의 PP병에 “톱밥 49% + 콘코프 21% + 미강 12% + 밀기울 12% + 옥피분 6%(v/v)”을 배합하고, 용적 100 ml당 60 g(함수율 66%)의 배지를 충전하여 표준재배법에 의해 재배하고 수확 소요일수, 병당 유효경수, 품질등급, 병당수량 등을 조사하였다. 시험구는 처리당 32명씩 완전임의배치하였다.

pp봉지재배의 가능성을 알아보기 위한 실험에서는 공시 봉지로 원형봉지(ϕ 170 mm), 반투명 사각봉지(440×200×120 mm), 검정색 사각봉지(440×200×120 mm)를 사용하였다. 배지는 톱밥 49% + 콘코프 21% + 미강 12% + 밀기울 12% + 옥피분 6%(v/v)를 혼합하여 수분을 64%로 조절하였다. 배지 충전량은 원형봉지 1.2 kg, 사각봉지 2.5 kg로 하고, 배지 통기구멍은 원형봉지 1개, 사각봉지 6개로 하였으며, 부직포 filter를 부착하여 환기하였다. 재배법은 병재배와 동일하게 살균, 접종, 배양하였으나 균굽기는 하지 않았다. 배양기간, 배양상태, 발이상태, 수확량, 품질 등을 비교 조사하였다. 시험구 배치는 처리구당 완전 임의배치 12반복으로 하였다.

적정 배양기간 구명

병재배에서의 적정배양기간 구명을 위해 배양기간별로 (25일, 27일, 29일, 31일, 33일, 35일, 37일, 39일, 41일) 균굽기하고 발이상태, 수확량, 품질 등을 조사하였다. 시험구배치는 처리구당 완전임의배치 48반복으로 하였다.

최적 발이방법 구명

앞에 공시된 균주와 표준배지를 사용하였으며 배양된 병을 균굽기한 후, 무피복 정치, 피복 정치, 도치의 3가지 방법으로 발이를 유기시켜 발이상태, 수확량, 품질 등을 비교하였다. 피복 재료는 신문지를 사용하였다. 시험구 배치는 완전임의배치 48반복으로 하였다.

결과 및 고찰

적정 배지배합 개발

주재료 선발: 배지 주재료인 톱밥 대응으로 사용되는 콘코프의 배합효과를 알아보기 위한 실험 결과는 Table 2와 같다.

콘코프의 함량이 높아짐에 따라 수확 소요일수는 19~20일로 거의 비슷하였으며, 유효경수는 뚜렷한 차이가 있었으나, 균사배양기간은 2~3일 지연되는 경향을 보였다. 그러나 톱밥 : 콘코프 = 75 : 25%구가 100 : 0%구보다 수확량이 20% 정도 증수되었고, 톱밥 : 콘코프 = 0 : 100%구

Table 1. Combined rate (%) of main substrates and nutrients (v/v) for cultivation of *Pleurotus eryngii*

No. of treatments	Main substrate (70%)		Nutrients (30%)			
	Sawdust	Corn cob	Rice bran	Wheat bran	Cottonseed cake	Corn bran
1	49	21	12	12	0	6
2	49	21	0	15	15	0
3	49	21	15	0	15	0
4	49	21	30	0	0	0
5	49	21	0	30	0	0
6	49	21	12	12	6	0

가 톱밥 : 콘코프 = 100 : 0%구보다 평균 7 g 증수되었다. 이 결과는 팽이재배시 콘코프 25~50% 혼합배지에서 배양기간은 2~3일 지연되나 수확량이 증가되었다는 보고(山中, 1996)와 일치하는 것이다. 이것은 콘코프가 톱밥에 비해 단당류 함유량이 많고 또 질소분이 약 2.5배 많은 영양적인 요인과 입자크기가 톱밥에 비해 상대적으로 큰 물리적 요인 때문인 것으로 고찰되었다.

배지에 따른 버섯 품질을 비교 분석하기 위하여 시장에서 요구하는 상품(A, B등급)의 비율로 비교했을 때 콘코프 함량이 높아짐에 따라 상품율은 높아졌다. 그러나 병당 수확량이 감소하므로 경제성을 고려하면 톱밥 : 콘코프 혼합비율이 75 : 25(V/V)인 것을 주배지로 사용하는 것이 적합할 것으로 생각되었다.

木村(1999b)는 콘코프의 보습력이 51.2%로 낮고 대두피의 보습력은 73.5%로 높다고 했는데, 이 실험의 결과 앞으로는 보습력이 높은 대두피를 첨가하여 보습력이 낮은 콘코프의 단점을 보완할 필요가 있다고 사료되었다.

영양제를 동일하게 배합한 조건에서 콘코프와 비트펄프의 효과를 알아 본 실험 결과는 Table 3과 같다. 모든 처리구에서 비트펄프 함량이 많아짐에 따라 균사생장력이 급격히 저하됨을 볼 수 있었다. 배양일 40일을 기준으로 비트펄프 함량이 30% 이상인 모든 처리구에서 60% 이상 오염이 관찰되었고 균사생장도 크게 지연되었다.

버섯 수확량도 비트펄프 무첨가구가 126 g인데 비해 비트펄프 30% 배합구는 113 g, 60% 배합구 95 g, 70% 배합구 81 g, 100% 배합구는 40 g으로 감소되었다.

비트펄프는 보습력이 74.5%로 큰 장점이 있으나 배양 일수의 지연에 따라 수분량이 감소하면 부피가 감소하여 병과 배지 사이에 격리 현상이 크게 나타나고, pH가 낮아져 산성에 강한 잡균의 오염을 증가시키는 원인으로 작용하는 것으로 생각되었다. 이와 같은 실험결과로 볼 때 비트펄프의 주배지 사용은 부적당한 것으로 판단되었다.

영양제 선발: 병재배의 최적 주배지 선발 실험에서 얻은 활엽수 톱밥과 콘코프의 혼합비율이 70 : 30인 것을 공시배지로 하여 영양제 첨가효과를 검토한 결과는 Table 4와 같다.

미강 : 밀기울 : 면실박을 12 : 12 : 6(v/v)으로 혼합했을 때 수확량이 병당 평균 150±17 g으로 가장 많았고 품질 또한 A + B급이 87%로 높았으며, 미강 : 면실박을 15 : 15(v/v)로 혼합한 것은 수량이 142±18 g, 미강 : 밀기울 : 옥피를 12 : 12 : 6(V/V)으로 혼합한 것은 135±14 g으로 다소 낮았다. 밀기울과 면실박을 각각 15% 혼합했을 때의 수량은 95±12 g으로 가장 낮았다. 경제성있는 품질 등급 역시 영양제 단용보다 3가지 영양원을 혼합했을 때가 높았다.

이러한 결과는 배지의 영양제는 미강 단용보다 가용성 무질소물과 조단백질의 비율(NFE/CP)이 높은 밀기울과 함께 혼합하는 것이 효과적이라는 보고(木村, 1999a)와 일치하는 것이다. 그러나 참나무 톱밥에 미강과 밀기울을 30% 혼합하면 자실체의 발생은 좋으나 수확량은 밀기울 30% 처리구가 높고(김 등, 1997b) 참나무톱밥에 미강 20%(v/v)를 첨가하면 자실체 생산에 최적이라는 보고(강

Table 2. Effect of composition rate of corncob as a main cultivation medium on the growth of *Pleurotus eryngii*

Composition of medium (% , v/v)		Spawn run (days)	Days from stretch to harvest	Numbers of fruit-body/bottle	Fruiting yield ^a (g/bottle)	Grade of quality ^b (%)			
Sawdust	Corncob					A	B	C	D
100	0	28	19	1.8	113±13	41	20	23	12
75	25	28	19	2.4	135±18	39	26	16	12
50	50	29	19	1.8	125±21	46	24	18	11
25	75	31	20	1.6	121±17	66	12	8	10
0	100	35	20	1.6	120±14	43	36	7	10

^aYield was expressed with mean±standard deviation.

^bA: over than 70 g, B: 70~50 g, C: 50~30 g, D: 30~15 g/one body.

Table 3. Effect of composition of corncob and beat pulp as a main cultivation medium on the growth of *Pleurotus eryngii*

Composition of medium (% , v/v)		Spawn run (days)	Days from stretching to harvest	Numbers of fruit-body/bottle	Fruiting yield ^a (g/bottle)	Grade of quality ^b (%)			
comcob	beatpulp					A	B	C	D
100	0	35	20	1.8	126±9	39	38	13	8
70	30	longer than 40	25	1.4	113±12	56	20	10	12
50	50	longer than 40	25	1.4	95±21	65	17	11	9
30	70	longer than 40	25	2.2	81±26	40	31	14	13
0	100	longer than 40	25	1.7	40±37	45	0	0	55

^aYield was expressed with mean±standard deviation.

^bA: over 70 g, B: 70~50 g, C: 50~30 g, D: 30~15 g/body.

Table 4. Effect of mixing rate of nutrients on the growth of *Pleurotus eryngii* in addition to main cultivation medium

Composition of nutrients (30%, v/v)				Spawn run (days)	Days from stretching to harvest	Numbers of fruit-body/bottle	Fruiting yield ^b (g/bottle)	Grade of quality ^c (50%)			
RB ^a	WB	CC	CB					A	B	C	D
30	0	0	0	30	19	1.8	118±11	42	32	20	6
15	0	15	0	30	19	1.8	142±18	76	8	13	3
12	12	6	0	30	19	2.1	150±17	69	18	10	3
12	12	0	6	30	19	2.4	135±14	59	26	11	4
0	15	15	0	30	19	1.7	95±12	53	17	20	10
0	30	0	0	30	19	2.1	118±21	64	23	10	3

^aRB = Rice bran, WB = Wheat bran, CC = Cottonseed cake, CB = Corn bran.

^bYield was expressed with mean±standard deviation.

^cA: over 70 g, B: 70~50 g, C: 50~30 g, D: 30~15 g/ body.

등, 2000)와는 차이가 있는 결과이다. 이것은 톱밥입자의 크기와 보습성과 같은 배지의 물리성 차이와 재배관리의 차이에서 발생하는 것이라고 생각되었다.

현재 큰느타리재배에서 영양제로 사용되지 않고 있는 면실박이 미강과 혼합 사용되었을 때 매우 효과적이라는 이 실험의 결과는 특이하였다.

보조 첨가제 선발: 병재배의 최적 배지 선발을 위해 공시배지에 첨가제로 제오라이트, 패분 및 건비지를 첨가 효과를 조사한 결과는 Table 5와 같다.

첨가제의 첨가는 균사의 생육이나 자실체 생장에 거의 영향을 미치지 못하는 것으로 나타났다. 이 실험의 이러한 결과는 느타리나 팽이버섯의 톱밥재배에서 제오라이트는 보습력을 향상시키고, 패분은 pH를 조절시키며, 건비지는 보습력이 좋고 pH도 조절하여 효과적이라는 일반적인 인식과는 차이가 있는 결과이므로 앞으로 보다 면밀한 검토가 필요하다고 생각되었다.

적정 배지배합 개발을 위한 이상과 같은 실험들의 종합적인 결과로 보아, 큰느타리버섯의 병재배에 적합한 주배지로는 톱밥과 콘코프를 70 : 30(V/V) 으로 혼합하는 것이 가장 적당한 것으로 판단되었고, 영양원으로는 미강과 밀기울, 그리고 면실박을 각각 12 : 12 : 6으로 혼합하는 것이 수확량이 가장 많아 효과적인 것으로 나타났다. 그리고 첨가제는 균사의 생장이나 수확량에는 뚜렷한 영향을 미치지 못하는 것으로 나타났다.

적정 재배용기 개발 실험

PP병 크기별 비교 실험: 큰느타리버섯의 재배에 적합한 최적 용기 선발을 위하여 PP병의 용량과 병구의 직경 크기가 배양, 발이상태, 수확량과 품질에 미치는 영향을 구명한 결과는 Table 6과 같다.

용기에 따른 배양일수는 차이가 없었고, 발이정도는 병입구가 넓어짐에 따라 발이 개수는 증가하였으나 상품성 있는 유효갯수는 큰 차이가 없었다. 따라서 병당 수확량은 용량 1100 ml-병구직경 ϕ 75 mm병이 850 ml- ϕ 58 mm 병보다 약 20%, 1100 ml- ϕ 65 mm병보다 약 10% 정도 증수되어 1100 ml- ϕ 75 mm병이 가장 좋은 것으로 나타났다. 품질등급별 비율도 용기용량이나 병구직경이 큰 것이 우수하였다. 이러한 결과는 병용량과 병구직경이 큰 것이 수확량 및 품질도 우수하다는 팽이버섯의 결과(山本, 1998)와 일치하였다. 앞으로 큰느타리버섯 재배시에는 용량 1100 ml-병구직경 75 mm PP병을 사용하는 것이 좋을 것으로 판단되었다.

봉지 재배시험: 큰느타리버섯 재배시 재배용기로서 PP병 대신 PP봉지를 사용하여 재배한 결과는 Table 7과 같다.

1.2 kg들이 원형봉지재배는 2.5 kg들이 사각봉지보다 배양기간은 6일 정도 빨랐으나 발이 유기후 수확까지의 기간과 균사 치밀도는 봉지에 따른 차이가 없었다. 발이수는 발이면적이 넓은 사각봉지가 많았고, 유효경수와 수확

Table 5. Effect of mixing rate of additives on the growth of *Pleurotus eryngii* in addition to main cultivation medium

Additives (g/bottle)				Spawn run (days)	Days from stretching to harvest	No. of fruit-body/bottle	Fruiting yields ^a (g/bottle)	Degree of quality ^b (%)			
zeolite	shell lime	bean curd	dress					A	B	C	D
0	0	0	0	30	19	1.9	125±12	52	24	17	7
3	0	0	0	30	19	2.0	130±16	61	15	16	8
0	2	0	0	30	19	1.5	121±21	64	17	11	8
0	4	0	0	30	19	1.9	123±14	55	24	11	10
0	0	5	5	30	19	2.1	122±19	52	22	13	13
0	0	10	10	30	19	2	120±24	47	27	18	8

^aYield was expressed with mean±standard deviation.

^bA: over 70 g, B: 70~50 g, C: 50~30 g, D: 30~15 g/body.

Table 6. Characteristics and yield of fruit-body as affected by size of bottle in *Pleurotus eryngii*

Size of bottle ^a (ml-mm)	Weight of media (g/bottle)	Spawn run (days)	No. of pinheading	No. of fruit- body/bottle	Days to harvest	Fruiting yeilds ^b (g/bottle)	Degree of quality ^c (%)			
							A	B	C	D
555-50	380	30	170	1.5	16	71±9	11	14	36	39
850-58	510	30	215	1.7	16	92±12	37	21	19	23
580-65	550	30	230	1.5	16	98±11	35	24	11	30
1100-65	650	30	255	1.9	17	101±6	39	13	15	33
1100-75	660	30	270	1.8	17	112±16	45	14	11	30

^aVolume-diameter of bottle.^bYield was expressed with mean±standard deviation.^cA: over than 70 g, B: 70~50 g, C: 50~30 g, D: less than 30 g/one body.**Table 7.** Characteristics and yield of fruit-body as affected by type of PP bag in *Pleurotus eryngii*

Type of PP bag	Weight (kg/bag)	Spawn run (days)	Days to yeild	Mycelial density ^a	No. of Pinheading	No. of stipe	Fruiting yeilds ^b (g/bag)	Degree of quality ^c (%)			
								A	B	C	D
Round shape	1.2	34±2	9	++	82	2.2	234±12	40	13	17	30
Square shape	2.5	40±1	10	++	157	9.7	523±24	61	14	17	8
Black square shape	2.5	40±1	9	++	145	8.4	504±28	64	11	14	11

^a+++ : quit compact, ++: compact, +: thin.^bYield was expressed with mean±standard deviation.^cA: over 70 g, B: 70~50 g, C: 50~30 g, D: 30~15 g/body.

량 및 품질은 투명 사각봉지가 많고 우수하였다. 원형봉지에서 배양기간이 짧은 것은 배지 충전량의 차이 때문인 것으로 사료되었다.

3종의 봉지재배에서의 수확기간은 9~10일로 PP병 재배시의 수확기간 16~17일 보다 짧았는데 이는 봉지재배에서는 균굽기를 하지 않고 발이시키기 때문인 것으로 생각되었다. 특히 동일한 배지 충전량으로 환산하여 수확량을 비교하면 봉지재배의 수확량이 PP병 재배 보다 높게 나타났다. 또한 봉지재배에서는 병재배보다 자실체의 크기가 큰 것이 다수 관찰되었다.

한편 발이 유기시 배지 표면의 비닐을 완전 제거했을 때와 부분적으로 구멍을 내어 비교한 결과 전면 발이시키는 것이 수확량이 많게 나타났다. 부분 발이시에는 구멍(3 cm) 부위에서 원하는 자실체 발이 유도가 쉽지 않았다. 특정 부위에 미리 구멍을 뚫는 것보다는 원기 형성 후 발

이된 부위를 택해 구멍을 뚫는 것이 좋을 것으로 생각되었다.

적정배양기간 구멍: 큰느타리버섯의 적정 배양기간 구멍을 위한 시험결과는 Table 8과 같다.

접종 후 30일부터 42일까지 배양된 것은 수확량이 병당 평균 138~140 g으로 차이가 없었으나 품질면에서는 배양기간이 긴 것이 다소 우수하였다. 배양기간 24, 27일간 배양한 것은 외견상 배양이 완전히 되지 않았으나 재생 균사나 초기 발이상태는 30일 이상 배양된 것과 차이가 없었고, 수확량은 다소 적었고 기형인 자실체가 많았다. 특히 배양기간이 24일로 짧으면 갓이 형성되지 않는 것이 보였다. 이러한 결과는 25일 배양후 10일간 후숙기간을 두어 30~35일의 배양기간이 적정하다는 보고(木村, 1999b)와 비슷하나 45일이 적정하다는 보고(김 등, 2000)보다는 짧았다.

Table 8. Effect of incubation period for characteristics and yield of fruit-body in artificial cultivation of *Pleurotus eryngii*

Spawn run days	Mycelial density ^a	Pileus size (mm)	Length of stipe (mm)	No. of available stipe	Yields ^b (g/bottle)	Degree of quality ^c (%)			
						A	B	C	D
24	+	45	88	1.3	124±17	34	14	24	28
27	+	37	87	2	127±14	41	19	15	25
30	++	34	88	2.2	138±9	56	12	16	16
33	++	43	100	2	139±16	51	23	5	21
36	++	37	98	2.6	141±7	52	15	14	19
39	++	47	103	1.8	139±18	61	14	13	12
42	++	39	98	1.6	140±21	61	9	23	7

^a+++ : quite compact, ++: compact, +: thin.^bYield was expressed with mean±standard deviation.^cA: over than 70 g, B: 70~50 g, C: 50~30 g, D: less than 30 g/one body.

Table 9. Effect of water supply methods after stretching on artificial cultivation of *Pleurotus eryngii*

Method of water supply	Days from stretching to pinheading	No. of available stipe	Fruiting yields ^a (g/bottle)	Weight of a fruit body (gr)
Injection	9.2	6.5	122±16	18.8
Sprinkling	8.7	5.2	137±11	26.3
No supply	8.4	3.1	131±14	42.2

^aYield was expressed with ±standard deviation.

큰느타리버섯 재배에서 있어서는 앞으로 후숙기간을 단축시켜 발이에 들어가도 될 것으로 사료되지만 품종, 배지종류 및 배양환경에 따라 결과가 달라질 수 있으므로 이에 대한 검토가 계속되어야 할 것이다.

최적 발이 방법 구명: 균굽기 후 건조방지를 위한 주수 및 살수의 효과를 알아보기 위한 실험 결과는 Table 9와 같다.

균굽기 후 무처리구가 주수나 살수처리구보다 발이개체수가 적고 유효경수가 적어 품질이 우수하였다. 주수처리구의 수확량 감소는 과습에 의해 오염이 발생되었기 때문이었다. 살수처리한 것은 무처리보다 수확량은 약간 많았으나 품질면에서 상품은 적었다.

큰느타리버섯재배에서는 팽이버섯과는 달리 발이개체수를 적게하여 상품의 자실체를 많이 수확하는 것이 중요하므로 균굽기 후의 수분처리는 생략하는 것이 좋다고 생각되었다.

발이방법에 따른 수량과 품질 차이를 알아보기 위해 균굽기 후 무피복, 피복 및 도치 방법으로 발이시킨 결과는 Table 10과 같다.

도치 발이 시킨 경우와 신문지로 피복하여 정치 발이시킨 것이 무피복 정치 발이보다 발이 상태나 생산량이 좋은 것으로 나타났다. 그러나 신문지 피복시에는 과습으로 인하여 젖은 신문지가 병입구를 밀폐시킴으로서 기중균사가 만연되어 원기형성에 나쁜 결과를 가져온 경우가 있었고, 무피복 발이시에는 수분이 고여 세균의 감염이 많았다.

공시한 3가지 발이방법 중 도치법이 가장 좋은 결과를 보였으나 작업면에서 힘든 것이 단점이 있었다. 발이유기에 있어서 병을 반개폐하는 것이 좋다는 보고(이 등, 1997a)

가 있기는 하나 실제 작업상 도치방법보다 현실성이 없다고 사료되었다.

적 요

큰느타리버섯의 인공재배기술을 확립하기 위하여 균사생장이나 자실체 생장에 필요한 영양원과 수분 및 산소를 공급하는 최적 배지, 수확량과 품질 및 경영 효율을 좌우하는 최적 재배용기, 적절한 배양기간, 그리고 최적의 발이방법 등을 검토하였다.

배지의 주재료로서 톱밥 단일배지보다 톱밥+콘코프의 혼합배지에서 배양기간은 다소 지연되었으나 수확량과 품질이 좋았다. 톱밥과 콘코프의 배합비는 75:25(v/v)가 가장 좋았다. 배지 주재료로서 비트펄프의 배합은 균사생장이 저하되고 수확량도 감소되어 바람직하지 않았다. 배지 제조시 영양제로 미강과 밀기울 그리고 면실박을 각각 12:12:6(v/v)으로 혼합하면 수확량이 가장 많아 효과적이었고, 밀기울과 면실박을 각각 15% 혼합한 처리구는 수확량이 가장 낮았다. 배지 첨가제인 제오라이트, 패분과 건비지의 첨가는 유의한 효과가 없었다. 큰느타리 병재배시 polypropylene(PP) 병의 병구 직경이 크면 발이수는 많으나 유효갯수는 유의하게 증가하지 않았다. PP병의 용량이 클수록 수확량과 품질이 양호하였고 용량 1100 ml-병구직경 ϕ 75 mm가 가장 양호하였다. 큰느타리버섯의 봉지재배시 투명 사각봉지에서 균굽기하지 않는 전면(全面) 발생재배는 PP병재배보다 재배면적당 수확량이 다소 높게 나타났다. 발이상태는 24~42일간의 배양기간에 따른 차이가 없었으나, 배양기간이 짧으면 갯형성과 수확량이 불량하였다. 적정배양기간은 22±2°C 배양시 약 35일 정도이었다. 균굽기 후 무피복 정치, 피복 정치 및 도치법의 발이방법 중 도치법이 과습방지와 낙하균의 오염방지로 가장 양호하였다.

참고문헌

- 강미선, 강태수, 강안석, 손형락, 성재모. 2000. 큰느타리버섯 (*Pleurotus eryngii*)의 균사배양 및 인공재배에 관한 연구. 한국균학회지 28: 73-80.
 김태성, 이현욱, 이상대, 송근우. 1999. 큰느타리버섯 누대배양

Table 10. Effect of pinheading methods of standing, covering and turning upside down after stretching in artificial cultivation of *Pleurotus eryngii*

Method of pinheading	Days from stretching to harvest	No. of available stipe (No./bottle)	Fruiting yields ^a (g/bottle)	Degree of quality ^b (%)			
				A	B	C	D
Standing	18	1.5	113±18	40	13	17	30
Covering	18	1.4	120±14	47	23	10	20
Turning upside down	18	1.5	123±9	60	23	7	10

^aYield was expressed with mean±standard deviation.

^bA: over 70 g, B: 70~50 g, C: 50~30 g, D: less than 30 g/body.

- 균주 활성 및 생산력 검증 시험. 경남농업기술원 영농자료집.
- 김태성. 2000. 큰느타리버섯 병재배에서 균사생육과 자실체 품질 및 수량에 미치는 배양요인 연구. 경상대학교 대학원 1-2.
- 김한경, 정종천, 석순자, 김광포, 차동열, 문병주. 1997a. *Pleurotus eryngii*균의 인공재배(I). 한국균학회지 **25**(4): 305-310.
- _____, _____, _____, _____, _____. 1997b. *Pleurotus eryngii*균의 인공재배(II). 한국균학회지 **25**(4): 311-319.
- 농림부. 2001. 2000 특용작물생산실적.
- 이현옥, 김한경, 이홍수, 김광포, 조동진, 신현교, 차동열. 1997a. 큰느타리 병재배시 배지조성 및 발이유기방법에 따른 생육과 수량. 한국균학회소식 **9**(2): 39-40.
- _____, 김태성, 이상대, 이홍수, 송근우, 古室賢次, 송모열, 김천우. 1999. 새송이(큰느타리)버섯 재배기술 확립 시험. 경남농업진흥원. 1999년 과제평가회.
- 정인창, 박신, 박경숙, 하효철, 김선희, 권용일, 이재성. 1996. 느타리버섯 자실체 및 균사체 추출물의 항산화 효과. 한국식품학회지 **28**(3): 464-469.
- 古室賢次. 1995. 瓶버섯 尖端 栽培技術 및 施設現代化 方案. 95 경남농진심포지움. pp. 9-15.
- 山本次良. 1998. きのこ年鑑. 第3節 えのきたけ. 農村文化史. p. 167.
- 山中勝次. 1996. きのこ年鑑. 第3章 きのこ栽培の最新技術. p. 130.
- 木村榮一. 1999a. 基礎からのエリンギ栽培. 農村文化史. pp. 24-28.
- _____. 1999b. 基礎からのエリンギ栽培. 農村文化史. pp. 66-82.
- _____. 1999c. 基礎からのエリンギ栽培. 農村文化史. p. 144.
- 尺章三. 1996. エリンギの栽培に関する研究. 愛知縣林業報告33.
- 中山勝次, 鈴木久恵. 1994. 第6回きのこ技術集談會講演要旨集. p. 38.
- Bas, C., Kuyper, Th. W., Noordeloos, M. E. and Vellinga, E. C. 1988. Flora Agaricina Neerlandica; Critical monographs on families of agarics and boleti occurring in the Netherlands. p. 22.
- Boekhout, T. 1990. *Pleurotus*. Flora Agaricina Neerlandica **2**: 20-24.
- Coli, R., Granetti, B., Damiani, P. and Fidanza, F. 1991. Chemical composition and nutritive value of several strains of *Pleurotus eryngii*, *P. nebrodensis* and *P. ostreatus* grown in a greenhouse. Annali della Facolta di Agraria, Universita degli Studi di Perugia **42**: 847-859.
- Dermar, A. 1974. *Pleurotus eryngii* (DC. ex Fr.) Quel. in Slovakia. *Ceske Mykologie* **28**: 57-59.
- Eger, G. 1978. Biology and breeding of *Pleurotus*, in The Biology and Cultivation of edible Mushroom, Chang, S. T. and Hayes, W. A, Eds., Academic Press, New York.
- Gaillieux, R. and Diop, A. 1974. Reserches experimentales lur les conditions D,ambiance requises pour la fructification du *Pleurotus eryngii* et de *L,Agrocybe aegerita*. *Mushroom Sci.* **IX**(Part 1): 609-619.
- Granetti, B. 1987. Effectto stimolante dell'asido ferulico sulla crescita *in vitro* del micelio di alcuni ceppi di *Pleurotus eryngii*, *P. ferulae* e *P. nebrodensis*. Annali della Facolta di Agraria, Universita degli Stuo di Perugia **41**: 889-907.
- Kamra, D. N. and Zadrazil, F. 1986. Influence of gaseous phase, light and substrate pretreatment on fruit-body formation, lignin degradation and *in vitro* digestibility of wheat straw fermented with *Pleurotus* spp. *Agricultural Wastes* **18**(1): 1-17.
- Kreisel, H. 1955. Die Phytopathogenen Grossspilze Deutschlands (Jena).
- Pompei, R., Demontis, M. G., Sanjust, E., Renaldi, A., Ballero, M., Serra, G., Tonggioni, F. and Leoni, S. 1994. The use olive milling waste water for the culture of mushroom on perlite. *Acta Hort.* **361**: 179-185.
- Rajarathnam, S. and Bano, Z. 1987. *Pleurotus mushrooms*. Part 1A. Morphology, Lifecycle, Taxonomy, Breeding and Cultivation. *CRC Critical in Food Science and Nutrition.* **26**(2): 157-222.
- Starnets, P. 1993. Growing gourmet and medicinal mushrooms. Ten Speed Press. Hong Kong. pp. 304-308.
- Upadhyay, R. C. and Vijay, B. 1991. Cultivation of *Pleurotus* species during winter in India. *Mushroom Sci.* **VIII**(2): 533-536.
- Vasilkov, P. B. 1955. A briss der geographischen Verbreitung der Sowjetunion (Moskau-Leningrad).
- Zadrazil, F. 1974. The ecology and industrial production of *Pleurotus ostreatus*, *Pleurotus florida*, *Pleurotus cornucopiae*, and *Pleurotus eryngii*. *Mushroom Sci.* **IX**(Part 1): 621-655.
- Zahooruddin, A. 1974. A Cultivated *Pleurotus eryngii* for use in forest and uncultivable areas of temperate zone, *Mushroom J.* p. 28.
- Zervakis, G. and Balis, C. 1991. *Pleurotus* species of Greece: an evaluation of their morphological and physiological characteristics. *Mushroom Sci.* **VIII**(2): 537-544.