

제지 부산물을 이용한 느타리버섯(*Pleurotus ostreatus*) 자실체 형성용 염가배지개발

조우식* · 윤영석 · 박선도 · 최부술
경상북도 농촌진흥원

Development of Cheap Substrate for Fruiting of *Pleurotus ostreatus* using Paper Sludge

Woo-sik Jo*, Yeong-seok Yun, Sun-do Park and Boo-sull Choi
Kyungbook Provincial Rural Development Administration

ABSTRACT: For 2 years (1993~1994), study on development of cheap medium for *Pleurotus ostreatus* revealed that paper sludge contain more CaO and similar T-C, T-N, P₂O₅, MgO but less K₂O than any other medium material in chemical property. Mixed treatment (rice straw+paper sludge 10, 30, 50%, cotton waste+paper sludge 10, 30, 50%, cotton waste+rice hull 20+paper sludge 10, 30, 50, 70%) is similar or fast a little in mycelial growth and is similar or fast 1~2 day in period of primordia formation than cotton waste medium, and in the yield to each medium type also increased but excepted in rice hull 20%+paper sludge 70%, especially mixed medium at 7 : 3 ratio of cotton waste and paper sludge is best treatment because it is increased to 21%. In economical analysis, mixed medium at 7 : 3 ratio of cotton waste and paper sludge is increased to 50% compared to cotton waste medium in relative income.

KEYWORDS: *Pleurotus ostreatus*, Paper sludge, Cotton waste, Medium

느타리버섯(*Pleurotus ostreatus*)은 송이과(Trichomataceae)에 속하는 식용버섯으로 우리나라를 비롯한 세계각국에 널리 분포되어 있는 균류로서 그 모양이 편평하고 부채꼴을 이루고 있다.

이 버섯의 국내생산 및 소비현황은 1993년도에 1,467,000평의 재배면적에서 57,000톤이 생산되어 소비되고 있으며(농촌진흥청, 1994), 일반채소류나 일부 버섯류에 비해서 높은 영양가와 향미를 가지고 있고, 고혈압, 당뇨병에도 효과(Chang and Miles, 1989)가 있으며, 특히 항암효과(Yoshioka 등, 1985) 등의 약리활성이 있다고 보고되어 있어서 건강식품으로 각광받고 있는 버섯이다.

자연계에서 느타리버섯은 버드나무, 포플라나무, 뽕나무, 호두나무, 오리나무등 활엽수의 줄기나 뿌

리를 파괴하여 주요구성물인 cellulose, lignin, monosaccharide 등을 탄소원으로 이용하는 사물기생 균이다.

느타리버섯의 인공재배 방식은 Flack(1917)에 의해 원목을 이용하여 재배하는 방법으로 시작되었으며, Block 등(1958)에 의해 톱밥을 이용한 재배가 시도되었다. 이 버섯은 사물기생균으로서 다양한 ligno-cellulose 폐기물에서의 재배가 가능하며, 바나나 줄기(Jandaik, 1974), 폐지, 밀짚, 옥수수속(Sivap-rakasan 등, 1981)등에서도 재배가 가능하다.

우리나라에서는 재래식 원목재배방법이 전파되어 원목재배를 해 왔는데, 원목값이 비싸고 재배가 어려울 뿐만 아니라 재배기간도 길어 비경제적이기 때문에 벗짚과 폐편을 이용한 재배방법(유재복, 1990)이 개발되어 생산이 이루어지고 있다.

벗짚을 이용한 느타리버섯의 재배연구로서 Huh-

*Corresponding author

nke(1973) 등은 여름 느타리버섯의 재배에 볏짚을 포함한 다양한 농산폐기물의 적합성에 대한 연구를 하였으며, 국내에서 박(1977) 등은 배지량과 종균재식량의 관계에 있어서 볏짚량을 90 kg/3.3 m² 사용하였을 때 종균량 8 kg/3.3 m²에서 높은 수확량을 얻었다고 보고하였다.

그리고, 정(1983)은 느타리버섯의 안전 다수확 재배를 위한 볏짚다발 배지 및 볏짚 퇴비 배지의 발효방법에 대하여 연구한 바 있다. 그러나, 볏짚을 이용한 재배는 인력이 많이 소모되어 생산원가가 상승하고 국내 느타리 재배면적의 지속적인 증가로 배지재료의 확보가 어려워지고 있다. 따라서, 본 연구는 볏짚 및 폐면기질에 대체할 수 있는 제지부산물의 사용가능성을 검토하기 위한 시험을 수행하여 몇가지 결과를 얻었기에 보고하는 바이다.

재료 및 방법

공시균주 및 배지

본 시험에 사용한 균주는 농기 201호와 사철느타리 버섯을 융합시킨 후 다시 2-1호를 융합시킨 *Pleurotus ostreatus*(ASI 2180)로서 일반적으로 원형 느타리라고 칭하는 것이며 농업기술연구소 균이과에서 분양받아 균사체 및 자실체 생산 실험의 균주로 사용하였으며, 균주 보존용배지는 Potato dextrose agar(PDA)를 사용하였다.

배지재료의 이화학적 조사

AOAC법에 준하여 배지의 일반 성분을 분석하였으며, C/N률은 농업기술연구소 토양이화학분석법(한기학, 1988)에 준하였는데 전탄수화물은 Tyurin 법(개량법)으로, 전질소는 Kjeldahl법으로 측정하였다.

재배기질 및 처리

실험에 사용된 기본배지의 종류는 2~3 cm 길이로 절단한 볏짚, 폐면, 김천의 유한김벌리 공장에서 생산된 일반폐기물로 구분되는 입자크기 3~5 mm인 고상의 제지부산물, 왕겨를 사용하였다. 처리내용은 볏짚+제지부산물 10, 30, 50%, 폐면+제지부산물 10, 30, 50%, 폐면+왕겨 20+제지부산물 10, 30, 50, 70%, 대조구로 폐면단용구 등 11처리를 두었다. 배지량은 3.3 m² 당 가수시중량 50 kg, 종균량은 3.3 m² 당 8 kg을 사용하였다.

Column tube를 이용한 균사체 배양실험

각각의 배지재료를 처리별로 고루 섞이도록 충분히 혼합하여 배지의 수분함량이 65% 정도가 되게 물을 가한 후, Column tube(길이: 30 cm, 내경: 1.7 cm)에 80 g씩 충전한 후 면전하여 121°C에서 1시간 살균하였다. Petri dish 상에 성장된 균사체를 폴크보오러로 punching 하여 column tube에 접종한 후, 25°C에서 배양하여 균사의 성장정도를 측정하였다.

자실체 생육 및 수량조사

배지재료를 각각의 처리별로 수분함량을 65%로 조절하여 60°C에서 4일간 살균한 다음 25°C로 식혀 종균을 접종하고 암조건에서 25°C로 25일간 배양하였다. 균사가 완전히 활착한 다음 비닐을 개방하여 18°C(±2°C), 조도 500 lux, 90% R.H.의 조건하에서 자실체 형성을 유도하고 수량은 갖의 직경이 5 cm 정도 자랐을 때 수확하여 무게를 측정하였다.

결과 및 고찰

배지재료의 이화학적

본 시험에 사용된 각 배지재료의 이화학적을 조

Table 1. Chemical compositions of various substrates (Unit : %)

Substrate	T-C	T-N	P ₂ O ₅	CaO	MgO	K ₂ O	Crude ash
Cotton waste	36.0	1.13	0.25	0.58	0.24	1.06	6.0
Paper sludge	27.4	0.81	0.32	6.16	0.54	0.09	15.6
Rice straw	30.1	0.97	0.20	0.16	0.19	0.91	17.8
Rice hull	43.8	0.76	0.22	0.05	trace	0.91	14.9

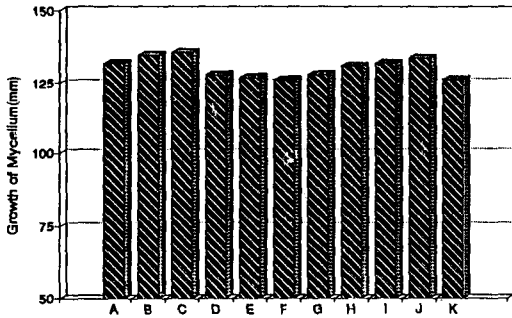


Fig. 1. Effect of mixed substrates on the mycelial growth of *Pleurotus ostreatus*.

A: rice straw+paper sludge 10%, B: rice straw+paper sludge 30%, C: rice straw+paper sludge 50%, D: cotton waste+paper sludge 10%, E: cotton waste+paper sludge 30%, F: cotton waste+paper sludge 50%, G: cotton waste+rice hull 20+paper sludge 10%, H: cotton waste+rice hull 20+paper sludge 30%, I: cotton waste+rice hull 20+paper sludge 50%, J: cotton waste+rice hull 20+paper sludge 70%, K: cotton waste
Culture was carried out at 25°C for 15 days.

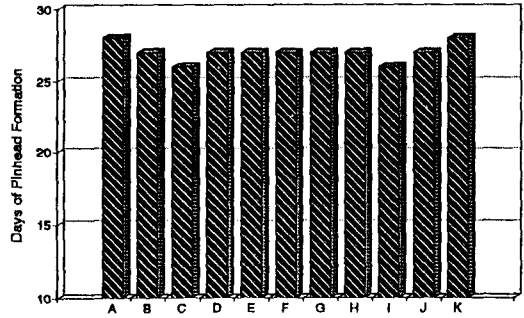


Fig. 2. Effect of mixed substrates on days for pinhead formation of *Pleurotus ostreatus*.

A: rice straw+paper sludge 10%, B: rice straw+paper sludge 30%, C: rice straw+paper sludge 50%, D: cotton waste+paper sludge 10%, E: cotton waste+paper sludge 30%, F: cotton waste+paper sludge 50%, G: cotton waste+rice hull 20+paper sludge 10%, H: cotton waste+rice hull 20+paper sludge 30%, I: cotton waste+rice hull 20+paper sludge 50%, J: cotton waste+rice hull 20+paper sludge 70%, K: cotton waste

사한 결과는 Table 1과 같았다. 제지부산물은 폐면, 볏짚, 왕겨보다 CaO의 함유량은 많았고, T-C, T-N, P₂O₅, MgO는 비슷하였으며 K₂O는 현저히 적었다.

이것은 상업적 재배에 있어서 제지부산물이 기본 배지로 사용하고 있는 볏짚, 폐면과 전탄소의 함량 등이 거의 비슷한 조성을 갖고 있어 기본배지로 사용하는 데는 문제점이 없는 것으로 생각되었다. 왕겨의 경우 T-C가 43.8%로 폐면 36.0%, 제지부산물 27.4%, 볏짚 30.1%에 비하여 훨씬 높게 나타났다.

자실체의 생육

제지부산물을 볏짚(RS), 폐면(CW), 왕겨(RH)에 혼합하여 원형느타리버섯의 자실체 형성 시험을 수행했을 때 column tube를 이용하여 25°C에서 15일간 *Pleurotus ostreatus*를 배양하여 균사의 생육도를 측정된 결과 볏짚+제지부산물 30, 볏짚+제지부산물 50% 처리와 폐면+왕겨 20+제지부산물 50%, 폐면+왕겨 20+제지부산물 70% 처리가 우수한 균사 생장을 나타내었고(Fig. 1), 그외의 처리는 대조구와 비슷하였다. 이 결과는 물성면에서 볏짚이 기질의 입자 간극을 제공함으로써 통기를 극대화시켜, 결

과적으로 볏짚과 제지부산물 두 배지의 적절한 혼합 사용이 영양적인 측면과 통기효과가 상호보완되어 균사생장에 도움을 주는 것으로 사료된다. 초발이 소요일수는 볏짚+제지부산물 10% 처리구를 제외 하고는 폐면단용처리구에 비해서 1~2일 정도 단축되는 것으로 나타났다(Fig. 2).

자실체의 수량

혼합처리별 자실체 생산량을 측정된 결과(Table 2), 폐면+제지부산물 30% 처리구에서 생산량이 43.8 kg/3.3 m²로 최대치를 나타내었다. 이 결과는 두가지 요인으로 분석해 볼 수 있는데, 첫째로, 자실체 생산에 있어서 최적 C : N ratio와 밀접한 관계(Wakita, 1955)가 있을 것으로 사료되며 둘째로, 입자가 작은 제지부산물의 함량 변화에 의한 통기성 조절의 결과로 추측된다. 결과적으로, 폐면과 제지부산물의 적절한 혼합 사용이 영양적인 측면과 통기효과가 상호보완되어서 자실체 형성에도 도움을 주는 것으로 사료된다.

경제성 분석

1993년도에 국내에서 57,000톤이 생산되어 소비

Table 2. Effect of mixed substrates on yield of fruitbodies of *Pleurotus ostreatus*

Division	RS+PS			CW+PS			CW+RH20+PS				CW
	10%	30%	50%	10%	30%	50%	10%	30%	50%	70%	
Yield kg/3.3 m ²	37.6	38.0	36.5	36.2	43.8	40.5	39.4	39.0	37.2	31.8	36.2
Yield index	104	105	101	100	121	112	109	108	103	88	100

CW: Cotton Waste, PS: Paper sludge, RS: Rice straw, RH: Rice hull

Table 3. Economical analysis among paper sludge treatment (Unit: 330 m²)

Substrate	Yield (kg)	Gross income (thousand won)	Management cost (thousand won)	Income (thousand won)	Relative income
CW	3,620	7,971	3,874	4,007	100
CW+PS 30%	4,370	9,622	3,613	6,009	150
CW+PS 50%	4,060	8,940	3,379	5,560	139

CW: Cotton waste 230 won/kg, PS: Paper sludge 63 won/kg

되고 있는 느타리버섯의 주요배지재료인 폐면은 우리나라에서 대략 12,000톤 생산되고 있으며 이 양은 약 20만평 밖에 재배할 수 없어 나머지 130만평은 폐면재배를 할 수 없게 되어, 자연히 국내에서 폐면 부족 현상이 있게 되고 가격이 점점 상승하여 문제가 되고 있다. 1994년 현재 폐면의 kg당 가격이 230원, 제지부산물이 63원으로 폐면단용구, 폐면+제지부산물 30%, 폐면+제지부산물 50% 3처리에 대해서 수량성 등을 종합해서 경제성을 분석한 결과 폐면+제지부산물 30% 처리의 소득지수가 150으로 폐면단용구에 비해서 50%나 높게 나타났다(Table 3).

적 요

느타리버섯 재배에 있어서 배지재료로 제지부산물의 사용 가능성을 검토한 결과 배지재료별 화학특성은 제지부산물이 폐면, 볏짚, 왕겨보다 CaO는 많았고, T-C, T-N, P₂O₅, MgO는 비슷하였으며 K₂O는 현저히 적었다. 균사생장은 혼합처리가 폐면단용보다 생장이 다소 빠르거나 비슷한 경향이였다. 초발이소요일수는 폐면단용보다 혼합처리가 비슷하거나 1~2일 정도 빠른 경향이였다. 배지종류별 수량은 폐면단용에 비해 폐면 10+왕겨 20+제지부산물 70% 처리를 제외하고는 증수되었으며, 특히

폐면+제지부산물 30% 혼합처리가 21% 증수되어 가장 우수하였다. 경제성분석결과 폐면단용보다 폐면+제지부산물 30% 혼합처리에서 소득지수가 50% 높게 나타났다.

參考文獻

- A.O.A.C. 1980. "Official methods of analysis," Association of Official Analytical Chemists. 13th. eds.
- Block, S.S., Taso, G. and Han, L. 1958. Production of mushrooms from sawdust. *J. Agric. Food. Chem.* 6: 923-927.
- Chang, S.T. and Miles, P.G. 1989. Mushroom Science in "Edible mushrooms and their cultivation". CRC press, Inc., 3-25.
- Falck, R. 1917. Über die Waldkultur des austernpilzes auf Laubholzstubben. *Z. Forest-Jagdwe* 49: 159-165.
- Huhnke, W. and Sengbusch, R.V. 1973. Nuenes vertahren der industriellen und nicht industriellen brutherstellung fur die produkton von fermentation substrate. *Der Champignon* 13: 11-17.
- Jandaik, C.L. 1974. Artificial cultivation of *Pleurotus sajor-caju* (Fr.) Singer. *Mush. J.* 22: 405.
- Sivaprakasam, K. and Kandaswamy, T.K. 1981. Waste materials for the cultivation of *Pleurotus sajor-casu*. *The Mushroom Journal* 101: 178-179.
- Wainwright, M. 1992. An Introduction to Fungal Bio-

- technology. Wiley. 139-142.
- Wakita, S. 1955. Biochemical studies of *Collybia velutipes*. part 2. Effect of sucrose/ NaNO_3 ratio on the growth of mycelium and fructification of fungus. *Agr. Chem. Soc. Japan* **28**(7): 577-580.
- Yoshioka, Y. and Tabeta, R. 1985. Antitumor polysaccharides from *P. ostreatus* (Fr.) Quel.; Isolation and structure of a β -glucan. *Carbohydrate Research* **140**: 93-100.
- Zadrazil, F. 1978. Cultivation of *Pleurotus*. in "The biology and cultivation of edible mushrooms," Eds. S.T. Chang and W.A. Hayes. Academic press. N.Y., 521-554.
- 김광희. 1995. 작목별기술대응방안. 농촌진흥청. pp. 72.
- 박영재. 1990. 영지, 표고, 느타리. 내외출판사. 152.
- 박용한, 장학길, 고승주. 1977. 느타리버섯(*Pleurotus ostreatus*) 재배에 있어서 배지량 및 종균재식량이 자실체 수량에 미치는 영향. *한국균학회지* **5**: 1-5.
- 유재복. 1990. 증보 실용 버섯재배. 선진문화사. pp. 102.
- 정환채. 1983. 느타리 버섯의 벗짚배지 발효방법에 관한 연구. *한국균학회지* **11**: 177-181.
- 차동열. 1989. 최신 버섯 재배기술. 상록사. pp. 11.
- 홍범식. 1992. 느타리 버섯 재배를 위한 기질 및 재배 방법의 개발. *한국균학회지* **20**: 354-359.
- 古川久彦. 1992.きのこ學. 共立出版株式會社. pp. 223-224.