

## 느타리 버섯(*Pleurotus sajor-caju*) 재배를 위한 기질 및 재배방법의 개발

홍범식 · 김세진<sup>1)</sup> · 송치현<sup>2)</sup> · 황세영<sup>3)</sup> · 양한철<sup>4)</sup>

고려대학교 식량공학과,

<sup>1)</sup>(주)종근당,

<sup>2)</sup>대구대학교 생물공학과,

<sup>3)</sup>고려대학교 생물공학과

<sup>4)</sup>고려대학교 생물공학연구소

## Development of Substrate and Cultural Method for the Cultivation of *Pleurotus sajor-caju*

B.S. Hong, S.J. Kim<sup>1)</sup>, C.H. Song<sup>2)</sup>, S.Y. Hwang<sup>3)</sup>, H.C. Yang<sup>4)</sup>

Dept. of Food Science and Industry, Korea University, Chochiwon, Chungnam 330-800

<sup>1)</sup>Chong Kun Dang Co., 410 Shindorim-Dong, Guro-Gu, Seoul 150-070

<sup>2)</sup>Dept. of Biotechnology, Deagu University, Kyungsan, Kyung Buk 713-830

<sup>3)</sup>Dept. of Biotechnology, and <sup>4)</sup>Institute of Biotechnology and Korea University,  
Seoul 136-701, Korea

**ABSTRACT:** The effect of the addition of various vegetable oils on the mycelial growth was studied. Most vegetable oils were proved to be stimulative for the mycelial growth, and the best mycelial growth (12 mg/ml) was obtained with the addition of cotton seed oil. Several agricultural wastes, i.e., rice straw, peanut hull, sawdust, rice hull, cocoa hull, coffee waste and beer waste were employed as substrates for sporophore production of *P. sajor-caju*. The biological efficiency(BE) for sporophore productions of rice straw and peanut hull were 36.4% and 32.6%, respectively. The highest yield of sporophore was obtained from the mixture of rice straw (50%) and beer waste (50%)(BE 109.6%) followed by peanut hull (50%) and beer waste (50%)(BE; 74.5%).

**KEYWORDS:** *Pleurotus sajor-caju*, Rice straw, Beer waste, Medium development.

느타리버섯은 송이과(Trichomataceae)에 속하는 식용버섯으로 우리나라를 비롯한 세계각국에 널리 분포되어 있는 균류로서 그 모양이 편평하고 부채꼴을 이루고 있다. 이 버섯의 국내생산 및 소비현황은 1988년도에 832,346평의 재배면적에서 29,386톤이 생산되어 소비되고 있으며(차 등, 1988), 일반 채소류나 일부 버섯류에 비하여 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 수요가 증가 추세에 있다.

느타리 버섯의 인공재배 방식은 Falck(1917)에

의해 원목을 이용하여 재배하는 방법으로 시작되었으며, Block 등(1958)에 의해 톱밥을 이용한 재배가 시도되었다. 이 버섯은 사물 기생균으로서 다양한 ligno-cellulose 폐기물에서의 재배가 가능하며, 바나나 줄기(Jandaik, 1974), 폐지, 밀짚, 옥수수 속(Sivaprakasam 등, 1981) 등에서도 재배가 가능하다.

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

벗짚을 이용한 느타리 버섯의 재배연구로써 Huh-

nke(1973) 등은 여름느타리버섯의 재배에 볏짚을 포함한 다양한 농산 폐기물의 적합성에 대한 연구를 하였으며, Bano(1982) 등은 볏짚에 질소원으로써 4.4%의 horsegram powder와 2.2%의 yeast mud를 첨가하였을 때에 최대 수확량을 얻었다고 보고하였다. 국내에서 박(1988) 등은 배지량과 종균재식량의 관계에 있어서 볏짚량을 90 kg/3.3 m<sup>2</sup> 사용하였을 때 종균량 8 kg/3.3 m<sup>2</sup>에서 높은 수확량을 얻었다고 보고하였다. 그리고 정(1983)은 느타리 버섯의 안전 다수확 재배를 위한 볏짚다발 배지 및 볏짚퇴비 배지의 발효 방법에 대하여 연구한 바 있다.

그러나 볏짚을 이용한 재배는 인력이 많이 소모되어 생산원가가 상승하고 농약잔유물에 의한 영향이 있을 것으로 사료되며, 특히 Open system의 재배방식을 이용하기 때문에 자동화 및 오염의 문제점이 있다. 따라서, 본 연구에서는 농산폐기물과 산업폐기물을 이용하여 느타리 버섯의 일종인 *Pleurotus sajor-caju*를 polypropylene bag을 이용한 close system을 도입하여 재배함으로써 오염을 극소화시키고 동시에 수확량을 높이기 위한 첨가제로 균사체 배양에서의 lipid 첨가효과에 대한 연구를 함으로써 버섯재배의 산업화에 기초자료를 제공함에 그 목적이 있다.

## 재료 및 방법

**사용균주** : *Pleurotus sajor-caju* 27(PL27)(Nair 등, 1989)을 균사체 및 자실체 생산 실험의 균주로 사용하였으며 보관용배지는 PDA 및 Macaya-Lizano medium(1974)을 사용하였다.

**균사체 생산 배양조건** : *P. sajor-caju*를 PDA배지의 petri dish 중앙부에 접종한 후, 25°C에서 10일간 배양한 다음 콜크보오리(diameter:8mm)로 한천배지상의 균사를 punching하여 이들 disk를 기본배지(starch 15g/L, ammonium tartrate 1.04g/L, DL-serine 1.19g/L, KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> 1.5g/L, CaCl<sub>2</sub> 0.6g/L, thiamine HCl 3×10<sup>-4</sup>g/L, MgSO<sub>4</sub> 3.0g/L, FeSO<sub>4</sub> 0.02g/L, ZnSO<sub>4</sub> 0.03g/L, MnSO<sub>4</sub> 0.05g/L, pH 4.5)100 ml에 접종한 후 25°C에서 15일간 회전진탕배양(120 rpm)하여 균사체를 형성하였다.

**Oil 첨가효과** : 식물성 oil인 coconut oil, soybean oil, rice bran oil, corn oil, olive oil, cotton seed

oil을 기본배지 100 ml에 각각 2 ml씩 첨가한 후 25°C에서 15일간 배양하였다.

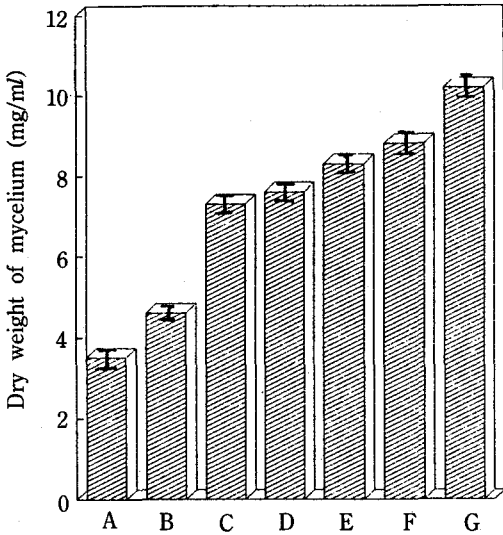
**농산 폐기물의 일반성분 분석** : AOAC법에 준하여 수분, 회분, 조섬유 성분분석을 하였으며, 조단백질은 semi-micro Kjeldahl법으로 조지방은 Soxhlet법으로 측정하였다.

**Column tube를 이용한 균사체 배양 실험** : 각각의 농산 폐기물을 건조후 Miller로 파쇄한 다음 수분을 65%로 조화시켜 column tube(길이 : 30 cm, 내경 : 1.7 cm)에 충전한후 면전하여 121°C에서 1시간 살균하였다. petri dish 상에 성장된 균사체를 콜크보오리로 punching 하여 column tube에 접종한 후, 25°C에서 배양하여 균사의 생육도를 측정하였다.

**농산 폐기물을 이용한 자실체 형성 실험** : 각각의 농산 폐기물 즉, 볏짚, 땅콩박, 왕겨, 커피박, 톱밥, 맥주박, 코코아박 등을 수분함량을 65%로 조화하여 살균이 가능한 polypropylene bag에 충전한 후 121°C에서 2시간 살균한 다음 25°C로 식혀 종균을 접종하고 암조건에서 25°C로 배양하여 균사가 완전히 활착한 다음(15 days) bag을 개방하여 20°C(±2°C), 조도 500 lux, 90% R.H.의 조건하에서 자실체를 형성하여, 그 결과를 biological efficiency(wet weight of sporophore/dry weight of substrate)×100로 나타내었다 (Nair 등, 1989).

## 결과 및 고찰

**균사체 성장에 oil 첨가효과** : *P. sajor-caju*의 균사체 성장에 있어서의 oil의 첨가효과를 검토한 결과 (Table1, Fig. 1), 대부분의 식물성 oil이 균사체 성장에 좋은 효과를 보였는데, 이것은 lipid가 세포막에 incorporation되어 membrane permeability에 영향을 주어 영양분의 흡수를 용이하게 하는 것으로 사료된다(Song 등, 1989). 식물성 oil이 *L. edodes*와 *P. sajor-caju*의 균사체 성장에 stimulatory effect (Nair 등, 1989 ; Schisler 등, 1967 ; Song 등, 1989)를 실제로 상업적인 재배에서도 응용하여 rice bran이나 safflower oil을 기질에 첨가하고 있다. 이들의 주요성분은 불포화지방산인 oleic acid와 linoleic acid인데 이 지방산들이 자실체형성 및 균사체 성장에 stimulator로 작용한다고 보고된 바 있다 (Nair 등, 1989). *Agaricus bisporus*, *Suillus lakei*,



**Fig. 1.** Effect of vegetable oils on the mycelial growth of *P. sajor-caju*; A: control(unsupplemented), B: coconut oil, C: soybean oil, D: rice bran oil, E: corn oil, F: olive oil and G:cotton seed oil. Culture was carried out at 25°C for 15 days. Bar indicates standard deviation.

*Boletus mirabilis*, *Fuscoboletinus orhraceoroseus*, *Lecaninum aurantiacum* Bull.과 같은 담자균류에서도 식물성 오일이 자실체형성에 stimulatory effect가 있다고 보고(Schisler 등, 1967)되었는데, Fig. 1과 같이 대부분의 식물성 오일이 좋은 생장을 보였으며 cotton seed oil에 의해서 최대생장을 보였다. 이 결과는 cotton seed oil의 주 fatty acid가 oleic acid, linoleic acid, palmitic acid로써 growth stimulator로 작용하기 때문인 것으로 사료된다. Cotton seed oil의 농도별 효과를 검토해 본 결과(Table 1), 배지 100 ml에 2.5 ml를 첨가하였을 때에 최대생장을 보였다. 따라서 *Pleurotus sajor-caju*의 재배기질로는 lipid

**Table 1.** Dry weight of mycelium of *Pleurotus sajor-caju* grown in a newsynthetic medium supplemented with cotton seed oil<sup>a</sup>

Concentration of cotton seed oil (ml/100 ml) <sup>b</sup>	Dry weight of mycelium
0	4.60 ± 0.34 <sup>c</sup>
0.1	5.82 ± 0.18
0.5	8.74 ± 0.47
1.0	9.93 ± 0.50
1.5	13.49 ± 0.35
2.0	15.73 ± 0.41
2.5	19.92 ± 0.14
3.0	13.66 ± 0.25

<sup>a</sup>Culture was carried out at 25°C for 15 days.

<sup>b</sup>Cotton seed oil was added prior to autoclaving.

<sup>c</sup>± SD (3 replicates)

함량이 적절히 포함된 기질을 선택하여 사용함으로써 균사체 및 자실체 생장에 촉진효과가 있을 것으로 기대되며 상업적인 버섯재배에도 응용될 수 있을 것이라고 사료된다.

농산 폐기물을 이용한 자실체 형성 실험

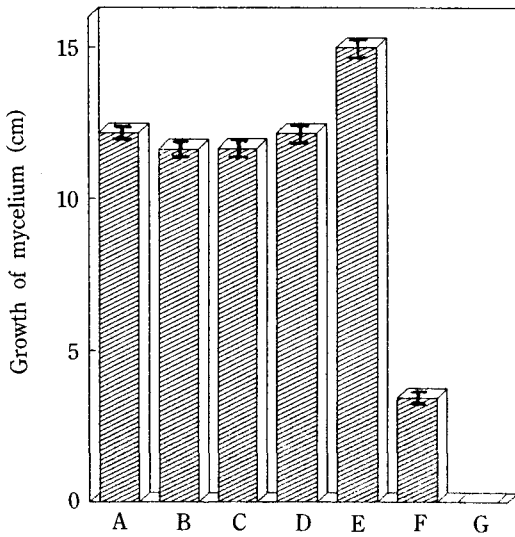
일반성분 분석: 수집한 폐기물의 일반성분(Table 2)을 분석한 결과 조섬유의 함량은 땅콩박과 톱밥이 가장 높았으며 조지방의 함량은 커피박이 28.5%로 가장 높았고, 조단백질은 맥주박이 16.35%로 가장 높았다.

자실체형성 실험: 폐기물을 이용하여 *P. sajor-caju*의 자실체형성 실험을 해 본 결과(Table 3), 기존의 기질로 사용되고 있는 볏짚이 biological efficiency가 36.4%였으며 땅콩박은 32.6%이었고, 왕겨는 우수한 균사 성장(Fig. 2)에도 불구하고 14.4%로 나타났는데 배지의 성분 분석 결과(Table 2) 질소

**Table 2.** Composition of commercial substrates for *P. sajor-caju*

(Dry weight basis) (%)

Substrate	Moisture	Crude protein	Crude fat	Crude ash	Crude fiber
Rice straw	11.35	5.13	1.02	8.99	40.10
Coffee waste	5.65	10.35	28.50	0.13	30.77
Rice hull	7.95	1.70	1.20	12.46	51.71
Peanut hull	8.90	8.10	1.41	3.29	56.75
Beer waste	10.27	16.43	3.63	3.77	25.96
Sawdust(mixed)	13.12	1.54	0.64	1.18	56.58



**Fig. 2.** Mycelial growth *P. sajor-caju* on the crushed substrate. A:rice straw, B: peanut hull, C: sawdust, D: coffee waste, E: rice hull, F: beer waste and G: cocoa hull. Culture was carried out at 25°C for 20 days. Bar indicates standard deviation.

원의 함량이 상대적으로 낮기 때문에 자실체 형성 조건에 적당하지 않는 것으로 사료되며, 커피박, 톱밥, 맥주박, 코코아박은 자실체 형성이 미약하였는데 이는 커피박과 톱밥의 경우에는 충분한 통기를 위한 물성의 결여 때문이고 특히 커피박은 지방함량이 28.5%(Table 2)로 지방함량이 상대적으로 높아 자실체의 yield에 기여하지 않는것 같다. 맥주박은 질소원의 함량이 높아(Table 2) C : N ratio가 적당하지

않은 것으로 사료되며, 코코아박은 Fig.2에서 보는 바와 같이 *P. sajor-caju*의 기질로써 전혀 이용되지 않았다.

볏짚, 땅콩박, 왕겨에 톱밥, 맥주박, 커피박을 혼합하여 본 결과(Table 4) 볏짚과 맥주박을 동량 혼합하였을 때 biological efficiency가 109.6%로 가장 높았으며 땅콩박에 맥주박을 혼합하였을 때에도 74.5%로 높게 나타났다. 맥주박을 혼합하였을 경우에 수율이 높아진 것에 기초하여 볏짚과 맥주박을 0-100%로 조제하여 배양한 결과(Table 5) 볏짚과 맥주박을 동량 혼합하였을 때가 biological efficiency가 110.5%로 가장 높았다.

따라서, 이 결과는 사용된 배지의 성분 분석 결과 (Table 2)에서 나타난 바와 같이 볏짚에서 부족된 질소원을 맥주박에서 보완하여 주고 물성면에서 볏짚이 기질의 입자 간극을 제공함으로써 통기를 극대화시켜, 결과적으로 이들 두 배지의 적절한 배합 사용이 영양적인 측면과 통기효과가 상호보완되어 자실체 형성에 도움을 주는 것으로 사료된다. 또한 Table 1에서 배지의 lipid함량이 0.1-2.5%일 때 균사체 생장이 촉진된 결과로 미루어 자실체 생장에 사용된 기질들의 lipid 함량이 coffee waste를 제외 할 경우 0.6-3.6(Table 2)로써 자실체 yield에 기여하는 것으로 고려된다. 이상과 같은 결과를 토대로 농산 및 산업부산물을 기질로 polypropylene bag을 사용하여 block 재배를 할 경우 오염을 극소화 시킬수 있을 뿐 아니라 단위 면적당 수확량을 극대화 시킬수 있을 것으로 사료된다.

**Table 3.** Effect of substrates on sporophore production of *Pleurotus sajor-caju*

Substrate	Dry weight of substrate <sup>a</sup> (g)	Wet weight of sporophore(g)	Biological efficiency <sup>b</sup> (%)
Rice straw	300	109.2	36.4
Peanut hull	400	130.4	32.6
Rice hull	400	56.7	14.4
Coffee waste	1300	119.6	9.2
Sawdust	900	59.4	6.6
Beer waste	500	32.0	6.4
Cocoa hull	400	0	0

<sup>a</sup>Containing 10% rice bran

<sup>b</sup>Biological efficiency=wet weight of sporophore/dry weight of substrate x 100.

**Table 4.** Effect of mixed substrates on sporophore production of *Pleurotus sajor-caju*.

Substrate	Dry weight of substrate <sup>a</sup> (g)	Wet weight of sporophore(g)	Biological efficiency <sup>b</sup> (%)
Rice straw(50%)+sawdust(50%)	300	106.5	35.5
Rice straw(50%)+coffee waste(50%)	300	151.8	50.6
Rice straw(50%)+beer waste(50%)	300	328.8	109.8
Peanut hull(50%)+sawdust(50%)	600	138.6	22.8
Peanut hull(50%)+coffee waste(50%)	600	123	20.5
Peanut hull(50%)+beer waste(50%)	600	447	74.5
Rice hull(50%)+sawdust(50%)	500	53	10.6
Rice hull(50%)+coffee waste(50%)	500	68	13.6
Rice hull(50%)+beer waste(50%)	400	252.8	63.2

<sup>a</sup>Containing 10% rice bran<sup>b</sup>Biological efficiency=wet weight of sporophore/dry weight of substrate x 100**Table 5.** Effect of mixed substrates on sporophore production of *Pleurotus sajor-caju*.

Substrate(%)	Dry weight of substrate <sup>a</sup> (g)	Wet weight of sporophore(g)	Biological efficiency <sup>b</sup> (%)
R.S.(100)	300	102.3	34.1
R.S.:B.W.(80:20) <sup>c</sup>	300	190.5	63.6
R.S.:B.W.(60:40)	300	275.1	91.7
R.S.:B.W.(50:50)	300	331.5	110.5
R.S.:B.W.(40:60)	300	211.8	70.6
R.S.:B.W.(20:80)	300	123.6	41.2
B.W.(100)	300	16.5	5.5

<sup>a</sup>Containing 10% rice bran<sup>b</sup>Biological efficiency=wet weight of sporophore/weight of substrate×100<sup>c</sup>R.S. : B.W.=rice straw : beer waste.

## 적 요

*P.sajor-caju*의 균사체 생장에 oil 첨가효과를 검토한 결과 대부분의 식물성 oil 에서 좋은 결과를 보였으며, 그 중 cotton seed oil을 배지 100 ml에 2.5 ml 첨가하였을 때 균체량이 무첨가구에 비하여 약 4배정도 이었다. 자실체 생산 기질로 농산 및 산업폐기물인 볏짚, 땅콩박, 왕겨, 톱밥, 코코야박, 맥주박, 커피박 등을 사용한 결과 볏짚의 biological efficiency(B.E.)가 36.4%였으며 땅콩박은 32.6%로 나타났다. 또한 볏짚(50%)과 맥주박(50%)을 혼합하였을 경우 B.E가 109.6%로 최고치를 나타냈으며 땅콩박(50%)과 맥주박(50%)을 혼합하였을 경우에도 B.E가 74.5%로 높은 수확량을 나타내었다.

## 감 사

본 연구는 1990년 학술진흥재단 대학 부설 연구소 연구비 지원의 일부로 수행되었음.

## 참고문헌

- A.O.A.C. 1980. "Official methods of analysis", Association of Official Analytical Chemists.13th.eds.  
 Block, S. S., Tsao, G. and Han, L. 1958. Production of mushrooms from sawdust, *J. Agric. Food. Chem.* 6: 923-927.  
 Bano, Z. and Rajarathnam, S. 1982. Studies on the cultivation of *Pleurotus sajor-caju*, *J. Mushroom.* 115: 243-245.

- 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 (*Agaricus ostreatus*) auf Laubholzstubben. *Z. Forst-Jagdweh*, **49**: 159-165.
- Huhnke, W., Sengbusch, R. V. and Zadrazil, F. 1973. Nueves vertahren der industriellen und nicht industriellen bru therstellung fur die produktion von fermentation substrate. *der Champignon*, **13**: 11-17.
- Jandaik, C. L. 1974. Artificial cultivation of *Pleurotus sajor-caju* (Fr.) Singer. *Mush. J.*, **22**: 405.
- Macaya-Lizano, A. V. 1974. *Pleurotus ostreatus* (Jacq. Ex. Fr.) Quelet, former et especes affinites compositionement cultrual et systematique *Revue De Mycologie*. **39**: 3-42.
- Nair, N. G., Song, C. H. Jiang, J. Y. Vine, J. H. Tattum, B. and Cho, K. Y. 1989. Lipid profile of *Pleurotus sajor-caju*. *Ann. Appl. Biol.*, **114**: 167-176.
- Schisler, L. C. 1967. Stimulation of yield in the cultivated mushroom by vegetable oils, *Applied Microbiology*, **15**(4): 844-850.
- Schisler, L. C. and Volkoff, O. 1977. The effect of safflower oil on mycelial growth of *Boletaceae* in submerged liquid cultures. *Mycologia* **69**: 118-125.
- Sivaprakasam, K. and Kandaswamy, T. K. 1981. Waste materials for the cultivation of *Pleurotus sajor-caju*. *The Mushroom Journal*, **101**: 178-179.
- Song, C. H., Cho, K. Y. Nair, N. G. and Vine, J. 1989. Growth stimulation and lipid synthesis in *Lentinus edodes*. *Mycologia*, **81**: 514-522.
- Song, C. H., Cho, K. Y. and Nair, N. G. 1990. Effect of triacylglycerols on growth, lipid profile and lipase activity of *Lentinus edodes*. *Mush. J. Tropics*, **10**: 9-19.
- Yoshioka, Y., Tabeta, R., Saito, H., Ueharo, N. and Fukuoka, F. 1985. Antitumor polysaccharides from *P. ostrestus* (Fr.) Quel.; Isolation and structure of a  $\beta$ -glucan. *Carbohydrate Research* **140**: 93-100.
- Zadrazil, F. 1978. Cutivation of *Pleurotus*.in "The biology and cultivation of edible mushrooms" Eds. S. T. Chang and W. A. Hayes. Academic press. N. Y., 521-554.
- 유재복. 1990. 증보 실용 버섯재배, 선진문화사. 102.
- 차동열, 유창현, 김광희. 1989. 최신 버섯 재배기술, 상록사. 11.
- 박영재. 1990. 영지, 표고, 느타리. 내외출판사. 152.
- 박용한, 장학길, 고승주. 1977. 느타리 버섯(*Pleurotus ostreatus*)재배에 있어서 배지량 및 종균재식량이 자실체 수량에 미치는 영향, 한국균학회지, **5**: 1-5.
- 정환재. 1983. 느타리 버섯의 벗질배지 발효방법에 관한 연구, 한국균학회지, **11**: 177-181.