

팽나무버섯 자실체 생산을 위한 기질개발

송치현* · 이창호 · 허태린¹ · 안장혁² · 양한철²

대구대학교 생물공학과

¹경북대학교 유전공학과

²고려대학교 식품공학과

Development of Substrates for the Production of Basidiocarps of *Flammulina velutipes*

Chi-Hyeun Song*, Chang-Ho Lee, Tae-Lin Huh¹,
Jang-Hyuk Ahn² and Han-Chul Yang²

Dept. of Biotechnology, Taegu Univ., Kyungsan, Kyungbook 713-830

¹Dept. of Genetic Engineering, Kyungpook National Univ., Taegu, 702-701

²Dept. of Food Engineering, Korea Univ., Seoul, 136-701

ABSTRACT: Agricultural and forest wastes were tested as substrate for the production of *Flammulina velutipes*. Among the meranti, pine tree, mixed sawdust, coffee waste and peanut hull tested, coffee waste was the best basal substrate for the production of basidiocarps. When various supplements, such as ricebran, brewer's grain, defatted corn flour, defatted soybean flour and defatted rapeseed flour were tested, defatted corn flour was chosen for the production of basidiocarps. Maximum yield of basidiocarps(129.38 g/bottle) was obtained from the mixed medium at 4:1 ratio of coffee waste and defatted corn flour.

KEYWORDS: Coffee waste, Defatted corn flour, *Flammulina velutipes*.

팽나무버섯(*Flammulina velutipes*)은 Tricholomataceae family에 속하는 담자균류로서 다양한 필수 아미노산을 포함하는 고단백 식품(Crisan 등, 1978)으로 뿐만 아니라, 항암(Yoshioka 등, 1973) 및 혈압강하 효과(Lin 등, 1974) 등이 보고되어 건강 식품으로 각광받고 있는 버섯이다.

자연계에서 팽나무버섯은 사시나무, 버드나무, 뽕나무, 포플라나무, 팽나무 등 활엽수의 줄기나 뿌리를 파괴하여 그 주요 구성물인 cellulose, lignin, monosaccharide 등을 탄소원으로 이용하여 성장하는 사물기생균이다. 인공적인 재배는 1899년 일본에서 감나무 원목을 이용하여 자연기상 조건하에서 재배가 시작된 이래, 포자 접종방법, 톱밥을 이용한 상자 재배법 등을 거쳐 1960년 이후부터는 온도, 습도, 광 등을 인공적으로 조절한 실내에서 톱밥과 미강을

기질로 하여 polypropylene bottle에 담아 멸균 후 배양, 발이, 억제 및 생육과정을 거쳐 재배한다(Chang 등, 1989). 재배기질에 대한 연구로써 Chang(1976)에 의하여 톱밥배지에 대한 미강 및 밀기울 첨가가 팽나무버섯 성장에 미치는 영향이 검토되었으며, Gruen(1972, 1976)은 영양원 첨가에 따른 자실체 줄기 성장(stipe elongation)에 대한 연구를 행하였다.

국내에서는 최근 이 버섯에 대한 기호도가 상승하여 몇몇의 소규모 공장이 설립되어 운영되고 있으나, 고가의 설비비 및 톱밥기질의 수급이 한정되어 있어 상당히 높은 가격으로 판매되고 있는 실정이다. 따라서 본 연구는 톱밥기질에 대체할 수 있는 다양한 농산 및 임산 폐기물의 사용가능성 검토와 아울러 자실체 생산량을 증가시키기 위한 첨가제를 개발하는데 그 목적이 있다.

*Corresponding author

材料 및 方法

사용균주 : 본 실험에 사용된 균주는 홍콩대학의 S. T. Chang(Chang, 1989) 교수로부터 분양받은 *Flammulina velutipes*(FV 10)이며, 균주 보존용 배지는 Potato dextrose agar(PDA)를 사용하였다.

종균제조 : 참나무 톱밥에 미강을 10% 첨가하여 수분함량을 65%로 조절한 후 800 cc polypropylene bottle에 480 g 충전하여, 121°C 에서 1시간 살균된 배지를 완전히 식힌 후 균사를 접종하여 온도 18°C, 80% R.H.에서 20일간 배양한 것을 종균으로 사용하였다.

자실체 형성 : 균사가 완전히 활착된 후 용기를 개봉하고 온도와 습도를 조절하여 Fig. 1의 방법으로 자실체를 형성하였다(Tonomura, 1978).

재배 기질 : lignin과 cellulose가 주성분인 농산 및 임산 폐기물을 기본 배지 및 영양 첨가물로 선택하였는데, 실험에 사용된 기본 배지의 종류는 나왕, 미송, 혼합 톱밥, 커피박(Instant coffee 제조시 원액을 추출하고 남은 찌꺼기) 그리고 땅콩박이었고, 영양 첨가물로는 미강, 맥주박, 옥수수박, 대두박, 채종박을 사용하였다. 기본 배지와 영양 첨가물을 건중량 3 : 1의 비율로 혼합한 후 수분함량을 65%로 조절, 800 cc polypropylene bottle에 480 g 씩 충전하였다. 이를 121°C 에서 1시간 살균 후, 종균을 10 g 접종하여 자실체 형성을 Fig. 1의 방법으로 유도하였다.

배지의 성분 분석 : AOAC 법에 준하여 배지의 일반 성분을 분석하였으며, 조단백질은 Semi-micro kjeldahl 법으로, 조지방은 Soxhlet 추출법으로 분석하였다.

結果 및 考察

각종 기질에서의 균사체 및 자실체 성장 효과 : 실험에 사용된 모든 기본 배지에 미강과(RB) 옥수수박을(DCF) 첨가하였을시 자실체 생산이 양호하였는데(Table 2), 이는 커피박(CW)을 제외하고는 상업적 재배에 있어서 기본 배지로 사용하고 있는 톱밥과(SD) 조섬유의 함량 등이 거의 비슷한 조성을 갖고 있어 기본 배지로 사용하는 데는 문제점이 없는 것으로 나타났다. 커피박의 경우에는 조섬유의 함

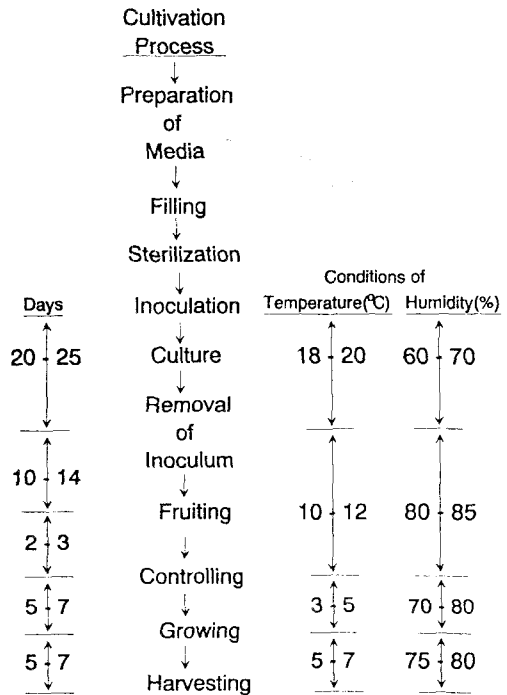


Fig. 1. Cultivation process and conditions of temperature and humidity.

량은 다른 기질에 비하여 적은 편이었으나, 지질의 함량이 상대적으로 높은 결과(Table 1)가 나타나 균사체 및 자실체 성장에 있어서 탄소원으로 이용되는 것으로 생각된다. 이는 *Lentinus edodes*(Song 등, 1989), *Pleurotus sapidus*(Kurtzman, 1976) 및 *Agaricus bisporus*(Hortz 등, 1986)의 경우에서 보고된 바와 같이 지질의 첨가에 의하여 자실체의 yield가 증가하였는데, *Flammulina velutipes*의 경우에서도 이와 유사한 작용을 하는 것으로 볼 수 있겠다. 첨가제로 사용된 미강(RB)과 옥수수박(DCF)의 경우에는 자실체 형성에 있어서 양호한 결과가 나타났으나 대두박(DSF)과 채종박(DRF)인 경우에는 자실체가 형성되지 않았는데, 이는 Table 1에서 나타난 바와 같이 대두박의 채종박의 protein 함량이 과다하여 자실체 형성에 있어서 적절한 C : N ratio 범위(Wakita, 1955)를 벗어난 결과로 추측된다.

기본 배지들로부터의 자실체 형성 : 미강을 첨가제로 하여 기본 배지들로부터의 자실체 생산량을 비교한 결과(Table 3), 커피박(CW)에서 가장 수량이 높았는데 이는 커피박에 다량의 lipid가 함유(Table 1)

Table 1. Chemical compositions of various substrates. (%. Dry weight basis)

Substrates	Moisture	Crude protein	Crude lipid	Crude fiber	Crude ash	others
Main substrates ¹⁾						
MSD	16.12	0.61	0.83	51.49	0.73	24.12
PSD	18.85	0.61	0.83	55.30	0.50	26.69
SD	16.90	0.54	0.64	56.58	1.60	23.74
CW	11.90	16.36	28.50	31.67	4.30	7.54
PW	8.00	8.10	1.41	56.75	7.07	18.67
Supplements ²⁾						
RB	10.50	12.00	13.00	12.05	9.20	43.25
BG	8.85	16.34	6.45	25.80	3.40	39.16
DCF	9.85	19.73	1.40	5.64	2.13	61.25
DSF	12.30	46.83	1.45	4.91	6.37	28.14
DRF	8.90	36.18	1.00	25.72	5.53	22.67

Main substrates¹⁾;
 MSD: meranti sawdust
 PSD: Pine tree sawdust
 SD: Sawdust(Commercial mixed sawdust)
 CW: Coffee waste
 PH: Peanut hull

Supplements²⁾;
 RB: Ricebran
 BG: Brewer's grain
 DCF: Defatted corn flour
 DSF: Deffated soybean flour
 DRF: deffated rapeseed flour

Table 2. Growth of mycelia and basidiocarps of *Flammulina velutipes* on various substrates

Basal substrates	Supplements				
	RB	BG	DCF	DSF	DRF
MSD	++	+	++	-	-
PSD	++	+	++	-	-
SD	++	+	++	-	-
CW	++	++	++	-	-
PH	++	+	++	-	-

Mixture of basal substrates and supplements(480 g, 65% water content) with a ratio of 3 : 1 was packed in the 800 cc polypropylene bottle.

++ : primordium formed and sporophore produced
 + : primordium formed but sporophore grows poorly
 - : mycelial growth occurred but no primordium formed

All abbreviates refer to Table 1.

되어 탄소원으로 이용되거나, membrane permeability 증가에 의한 nutritional transport(Song 등,

Table 3. Effect of basal substrates on the production of basidiocarps of *Flammulina velutipes*

Basal substrate ¹⁾	Wet weight of substrate	Sporophore yield (g. fresh weight)
MSD	480	81.32
PSD	480	67.69
SD	480	90.42
CW	480	98.64
PH	480	69.75

1) 33.3% of ricebran was added
 All abbreviates refer to Table 1.

1989)가 증가한 결과로도 볼 수 있겠으며, 또한 최적 bulk density(Chang, 1976)에 의한 수분 보습력과 aeration(Chang 등, 1989)과도 상관관계가 있을 것으로 고려할 수 있겠다.

첨가제에 의한 자실체 형성 : 자실체 수량이 가장 높았던 커피박(CW)을 기본 배지로 하여, 첨가제로 자실체 형성이 되지 않았던 대두박과 채종박을 제외하고, 옥수수박(DCF), 맥주박(BG) 및 미강(RB)을

Table 4. Effect of supplements on the production of basidiocarps of *Flammulina velutipes*

Substrates	Wet weight of substrate(g)	Sporophore yield (g. fresh weight/bottle)
CW : DCF(3 : 1)	480	121.36
CW : BG(3 : 1)	480	110.65
CW : RB(3 : 1)	480	98.64

All abbreviates refer to Table 1.

비교한 결과(Table 4), 옥수수박(DCF)에서 121.36 g/bottle로 수량이 최고치에 달하였다. 이는 Table 1에 others로 표기된 부분이 옥수수박에서 61.25%로 이의 대부분이 탄수화물로 추측되어 커피박(CW)에 포함된 지질과 함께 충분한 탄소원으로 작용하기 때문인 것으로 사료된다.

커피박(CW)과 옥수수박(DCF) 혼합비에 의한 자실체 형성 : 옥수수박의 비율을 고정하고 커피박의 혼합비율을 조절하여 자실체 생산량을 측정된 결과(Table 5), 4 : 1의 비율에서 자실체 생산량이 129.38 g/bottle로 최대치를 나타내었다. 이 결과를 두가지 요인으로 분석해 볼 수 있겠는데, 첫째로 자실체 생산에 있어서 최적 C : N ratio와 밀접한 관계(Wakita, 1955)가 있을 것으로 사료되며, 둘째로 입자가 작은 옥수수박의 함량 변화에 의한 통기성 조절의 결과로 추측된다. 결과적으로 현재 상업적으로 사용되고 있는 팽나무버섯 재배기질인 톱밥과 미강을 재배기기 및 설비를 보완하여 커피박과 옥수수박으로 대체사용한다면 생산 원가를 감소할 수 있을 것으로 사료된다.

摘 要

팽나무버섯 재배에 있어서 각종 입산 및 농산폐기물을 기질로 사용한 결과, 나왕, 미송, 혼합톱밥, 커피박 및 땅콩박 중에서 커피박이 가장 자실체 생산이 양호하였으며 영양첨가제로 사용된 미강, 맥주박, 옥수수박, 대두박 및 채종박 중에서는 옥수수박에서 자실체 생산량이 높았다. 커피박과 옥수수박의 4 : 1 혼합비에서 자실체 생산이 129.38 g/bottle로 최대를 나타내었다.

Table 5. Effect of ratio of coffee waste and defatted corn flour on the production of basidiocarps in *Flammulina velutipes*

Substrates	Wet weight of substrate(g)	Yield of sporophores (g. fresh weight)
CW : DCF		
1 : 1	480	40.03
2 : 1	480	98.01
4 : 1	480	129.38
6 : 1	480	102.12
8 : 1	480	97.97
10 : 1	480	72.63
10 : 1	480	67.54

All abbreviates refer to Table 1.

謝 辭

본 연구는 1992년 한국학술진흥재단 신진연구비 지원으로 수행되었다.

參考文獻

- Chang, H. G. 1976, Influence of nutritional supplementation to the substrate on vegetative and reproductive growth of winter mushrooms, *Flammulina velutipes*(Curt. ex. Fr.) Sing and chemical changes of the substrates produced during growth of the fungus. *Kor. J. Mycol.*, **4**: 31-44.
- Chang, S. T. and Miles, P. G. 1989. Edible mushrooms and their cultivation. *CRC Press Inc.* p 255-263.
- Crisan, E. V. and Sands, A. 1978. Nutritional value, In the biology and cultivation of edible mushroom, p 145-150. Eds. S. T. Chang and W. A. Hayes. *Academic Press. New York.*
- Green, H. E. and Wu, S. H. 1972. Production of stipe elongation in isolated *Flammulina velutipes* fruitbodies by carbohydrate, natural extracts and amino acid. *Can. J. Bot.* **50**: 803-818.
- Gruen, H. E. 1976. Promotion of stipe elongation in *Flammulina velutipes* by a diffusate from excised lamellae supplied with nutrients. *Can. J. Bot.* **54**: 1306-1315.

- Holtz, R. B. and Schisler, L. C. 1986. Utilization of fatty acids by *Agaricus bisporus* in commercial culture. *Mycologia* **75**(5): 722-727.
- Kurtzman, R. H. Jr. 1976. Nutrition of *Pleurotus sapidus* : Effect of lipids. *Mycologia*. **68**: 286-295.
- Lin, J. Y., Lin, Y. J., Chen, C. C., Wu, H. L., Shi, G. Y. and Jeng, T. W. 1974. Cardiotoxic protein from edible mushrooms. *Nature*. **252**: 235-237.
- Song, C. H., Cho, K. Y., Nair, N. G. and Vine, J. 1989. Growth stimulation and lipid synthesis in *Lentinus edodes*. *Mycologia*. **81**(4): 514-522.
- Tonomura, H. 1987. *Flammulina velutipes* In The biology and cultivation of edible mushrooms. p 417 Eds. Chang, S. T. and Hayes, W. A. *Academic Press*.
- Wakita, S. 1955. Biochemical studies of *Collybia velutipes*. part 2. Effect of sucrose/NaNO₃ ratio on the growth of mycelium and fructification of fungus. *Agr. Chem. Soc. Japann*. **28**(7): 577-580.
- Yoshioka, Y., Sano, T. and Ikekawa, T. 1973. Studies on antitumor polysaccharides of *Flammulina velutipes* (Curt. ex Fr) Sing. *Chem. Pharm. Bull.* **21**: 1772-1776.