

사과가공부산물 첨가배지가 팽이버섯(*Flammulina velutipes*)의 균사생장과 자실체에 미치는 영향

조우식* · 윤영석 · 유영현 · 박선도 · 최부술
경상북도 농촌진흥원

Effects of Addition of Apple pomace to sawdust substrate on the Growth and Development of *Flammulina velutipes*

Woo-sik Jo*, Yeong-seok Yun, Young-hyun Rew, Sun-do Park and Boo-sull Choi
Kyungpook Provincial Rural Development Administration, Taegu 702-320, Korea

ABSTRACT: The effects of addition of dried apple pomace to sawdust substrate on the growth of *Flammulina velutipes* were investigated during the period of 2 years (1994~1995). Dried apple pomace used in this study consisted of 44.6% C, 0.54% N, 0.16% CaO, 0.16% P₂O₅, 0.11% MgO and 1.29% K₂O (pH 4.4). The addition of 15% apple pomace (v/v) increased the yield of the mushroom fruitbody by 9%, and period of primordia formation was similar regardless of the treatments. In economical analysis, the addition of 15% apple pomace (v/v) increased 29% compared to the control treatment in relative income.

KEYWORDS: *Flammulina velutipes*, Apple pomace, Sawdust substrate

팽이버섯(*Flammulina velutipes*)은 Tricholomataceae family에 속하는 담자균류의 일종으로서 다양한 필수 아미노산을 함유하고 있을(Crisan 등, 1978) 뿐만 아니라 항암효과(우, 1982) 및 비타민 B, C가 풍부함이 알려지면서 소비자들에게 건강식품으로 각광받고 있는 버섯이다.

자연계에서 팽이버섯은 팽나무(*Celtis sinensis Pers.*), 아카시아(*Robinia pseudoacacia L.*), 버드나무(*Salix koreensis Ander*), 사시나무(*Populus davidiana Dode*), 뽕나무(*Morus alba L.*) 등 활엽수의 줄기나 뿌리를 분해하여 그 주요 구성물인 cellulose, lignin, monosaccharide 등의 탄소원을 이용하여 생장하는 사물기생균이다.

인공적인 재배는 1899년 일본에서 감나무 원목을 이용하여 자연기상 조건하에서 재배가 시작된 이래, 포자 접종방법, 톱밥을 이용한 상자재배법 등을 거쳐 1960년 이후부터는 온도, 습도, 광 등을 인공적으로 조절할 실내에서 톱밥과 미강을 기질로

하여 Polypropylene bottle에 담아 살균후 배양, 발이, 억제 및 생육과정을 거쳐서 재배하게 되었다(윤, 1971, 1979). 재배기질에 대한 연구로 윤(1971)에 의하여 톱밥배지에 대한 미강 및 밀기울 첨가가 팽이버섯 생장에 미치는 영향이 검토되었으며, Green(1972)은 영양원 첨가에 따른 자실체 줄기성장(stripe elongation)에 대한 연구를 행하였다. 그 후 인공재배가 확대되면서 다수확을 위한 균사생장 및 자실체 형성에 미치는 산도(pH), C/N율 등에 관한 연구가 이루어지게 되었다(박 등, 1978).

현재는 병을 이용한 대량 인공재배법이 개발되어 우리나라에서도 90여개 농가에서 매일 6톤정도 생산되어 국내에서 소비되고 있으며, 생산량은 계속 증가하고 있다.

국내에서는 최근 팽이버섯에 대한 기호도가 상승하고 있으나, 고가의 실비비 및 톱밥 기질등의 한정된 수급으로 상당히 높은 가격으로 판매되고 있다.

따라서 본 연구는 톱밥기질에 대체할 수 있는 사과주스 가공공장에서의 연간 2,500톤 생산되어 현재 퇴비 및 가축사료로 이용되고 있는 농산폐기물인

*Corresponding author

사과가공부산물의 사용가능성 검토와 아울러 자실체 생산량을 증가시키기 위한 새로운 기질을 개발하는데 그 목적이 있으며, 이에 관한 일련의 시험결과를 보고하고자 한다.

재료 및 방법

공시균주

본 시험에 사용한 공시균주는 농업과학기술원 응용미생물과에서 분양받은 *Flammulina velutipes* (ASI 4031)를 사용하였으며, 균주 보존용배지는 Potato dextrose agar(PDA)를 사용하였다.

공시재료

주재료로서 공시한 미송톱밥은 5개월 정도 야적하여 사용하였고 첨가제로서는 신선하게 건조된 미강을 모든 처리에 동일량을 첨가한 후 사과즙스공장에서 부산물로 건조상태로 산출되는 입자크기가 2~5 mm인 고상의 사과가공부산물을 팽이버섯 병재배용 배지재료로 사용하였다.

재료의 성분분석

이화학분석은 AOAC법에 준하여 일반 성분을 대상으로 분석하였으며, C/N률은 농업기술연구소 토양이화학분석법(한기학, 1988)에 준하였는데 전탄수화물은 Tyurin법(개량법)으로, 전질소는 Kjeldahl법으로, P₂O₅는 비색법으로, CaO, MgO, K₂O는 원자흡광분석법으로, pH는 건조시료 5 g을 증류수 25 ml에 30분간 침적시킨후 pH-Meter (Fisher model-50)로 분석하였다.

배지조제

입자크기가 2~5 mm로 분쇄된 사과가공부산물을 미송톱밥에 부피비율(V/V)로 각각 0%, 5%, 10%, 15%, 20%, 50%, 80%씩 혼합시킨 다음 이들 재료를 기준하여 미강을 20%(V/V)씩 첨가하여 균일하게 혼합하였다. 배지의 수분함량을 65%로 조절한 다음 자동입병기를 사용하여 내열성 Polypropylene bottle(병구직경 60 mm, 부피 850 ml)에 530~550 g씩 충전하여 배지 중앙에 직경 15 mm의 구멍을 뚫은후 마개를 닫아 이를 121°C

에서 90분간 고압살균하였다.

Column tube를 이용한 균사체 배양실험

각각의 배지재료를 처리별로 고루 섞이도록 충분히 혼합하여 배지의 수분함량이 65%가 되게 물을 가한후, Column tube(길이: 30 cm, 내경: 1.7 cm)에 80 g씩 충전한 후 면전하여 121°C에서 1시간 고압살균하였다. Petri dish상에 성장된 균사체를 콜크보오러로 punching하여 Column tube에 접종한 후, 20°C에서 배양하여 균사의 성장정도를 측정하였다.

균사배양 및 자실체 형성

고압살균된 배지가 15°C 정도로 식은후 미리 배양된 종균을 10~12 g 정도씩 접종하여 20°C에 배양하면서 배양완성일수를 조사하였다. 배양이 완료된 배지는 균꺾기를 하여 12°C, 습도 90%로 조절된 발이실에서 초발이소요일수를 조사하고 버섯이 5~10 mm 정도 자랐을때 3~4°C에서 7~8일간 억제시키면서 버섯의 발생을 고르게 하였다. 그후 생육실로 옮겨 버섯이 병위로 2~3 cm 정도 자랐을때 종이봉지를 씌워서 7~8°C에서 수확기까지 생육시켰다. 버섯은 자실체가 갓이 피기전에 수확하여 병당 수량을 조사하였다.

결과 및 고찰

배지재료의 산출량과 활용상태

본 시험에 공시재료로서 사용한 사과가공부산물은 경상북도 군위군에 소재한 경북능금즙스 가공공장에서 연간 약 2,500M/T이 산출되고 있다. 현재 사과가공부산물은 퇴비재료나 가축사료로 활용되고 있는 실정이다. 톱밥은 목재의 제재시에 부산물로서 생성되며 현재 퇴비제조, 축사갈섬 등에 사용되고 있어 수요가 확대되고 있기때문에 버섯재배에 소요되는 톱밥은 축산농가나 원예농가등과 경합되고 있다. 미강은 사료, 착유 등 용도가 다양하며 수요보다 공급이 부족한 상태에 있다.

배지재료의 이화학성

건조상태로 산출되는 사과가공부산물은 팽이버섯

Table 1. Chemical compositions of substrate

Substrate	pH (1:5)	T-C (%)	T-N (%)	C/N (%)	P ₂ O ₅ (%)	CaO (%)	MgO (%)	K ₂ O (%)
Sawdust	5.9	32.2	0.58	55.5	0.17	0.14	0.11	0.37
Apple pomace	4.4	44.6	0.54	82.6	0.16	0.16	0.11	1.29
Ricebran	6.6	38.9	2.24	17.4	3.09	tr	1.83	2.86

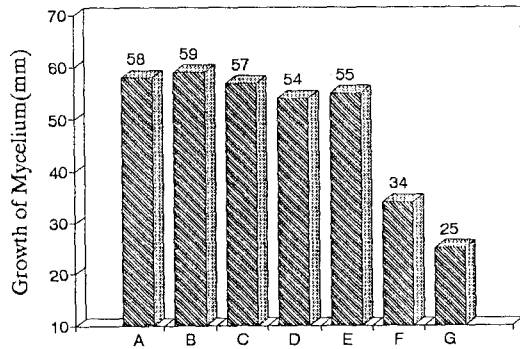
Table 2. Effect of addition of apple pomace to substrate on the characteristics of fruitbody of *Flammulina velutipes*

Apple pomace rate (v/v, %)	Duration of Mycelial growth (days)	Mycelial density	pH (1:5)
0	22	+++	6.1
5	22	+++	5.8
10	23	++++	5.6
15	23	++++	5.6
20	24	++++	5.4
50	69	++++	5.1
80	—	++++	4.7

배지재료로 취급하는데 불편이 없었고 버섯배지 제조에도 편리하였다. 재료의 산도(pH)는 톱밥이 pH 5.9, 미강은 pH 6.6에 비하여 사과가공부산물인 pH 4.4로 다른재료에 비해서 강한 산성을 나타내었다(Table 1). T-C는 사과가공부산물이 44.6%로 톱밥 32.2%, 미강 38.9%보다 높게 나타났으며, T-N는 미강이 2.24%로 톱밥 0.58%, 사과가공부산물 0.54%보다 높게 나타났다. P₂O₅, MgO, K₂O도 미강이 톱밥과 사과가공부산물보다 높게 나타났다. 이것은 상업적으로 팽이버섯을 재배하는데 있어서 톱밥, 미강들과 전질소의 함량 등이 차이가 있기 때문에 이들을 단독으로 사용하기에는 부적합하고 각각을 적당한 비율로 혼합하여 사용한다면 배지로 사용하는 데 문제가 없을 것으로 생각되었다.

자실체의 생육

사과가공부산물을 톱밥(SD), 미강(RB)에 혼합한 배지를 Column tube에 주입하여 20°C에서 15일간 *Flammulina velutipes*를 배양하여 균사의 생육도를 측정된 결과, 사과가공부산물 0~20% 첨가시에는 54~59 mm로 비슷한 균사생장을 보였다.

**Fig. 1.** Effect of addition of apple pomace to sawdust substrate on the mycelial growth of *Flammulina velutipes*

A: sawdust+ricebran 20%, B: sawdust+apple pomace 5+ricebran 20%, C: sawdust+apple pomace 10+ricebran 20%, D: sawdust+apple pomace 15+ricebran 20%, E: sawdust+apple pomace 20+ricebran 20%, F: sawdust+apple pomace 50+ricebran 20%, G: apple pomace 80+ricebran 20%

Culture was carried out at 20°C for 15 days.

나, 사과가공부산물 50%, 80% 첨가시에는 34 mm, 25 mm로 균사생장이 불량하였다(Fig. 1).

이 결과는 사과가공부산물이 산성을 나타내어 첨가량이 증가할수록 균사생장에 불리하였기 때문인 것으로 사료된다. 초발이 소요일수는 사과가공부산물 0~20% 첨가시 처리별로 10~12일로 비슷한 것으로 나타났다(Fig. 2).

자실체의 수량

사과가공부산물 혼합처리별 자실체 생산량을 측정한 결과(Table 3), 사과가공부산물을 5~20% 처리구가 대조구의 118 g보다 2~9% 증가하는 경향이 있었으며, 15% 처리구에서 병당 평균수량이 128 g으로 가장 높게 나타났다. 이 결과는 자실체 생산에

있어서 최적 C:N ratio와 밀접한 관계(Wakita, 1955)가 있을 것으로 사료되며 결과적으로, 톱밥, 미강과 사과가공부산물의 적절한 혼합이 영양적인 측면에서 상호보완되어서 자실체 형성에도 도움을

주기때문인 것으로 사료된다. 사과가공부산물 50%, 80% 처리구는 균사체배양기간이 69일 이상 되는 관계로 수량 측정에서 제외하였다.

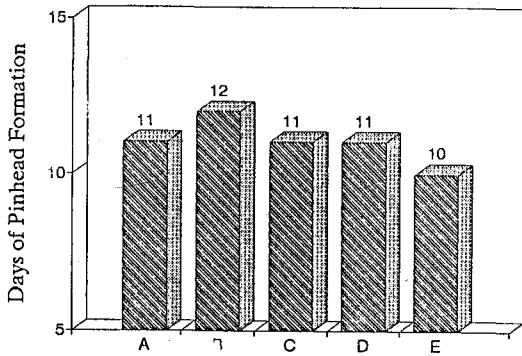


Fig. 2. Effect of addition of apple pomace to sawdust substrate on days for pinhead formation of *Flammulina velutipes*
 A: sawdust+ricebran 20%, B: sawdust+apple pomace 5+ricebran 20%, C: sawdust+apple pomace 10+ricebran 20%, D: sawdust+apple pomace 15+ricebran 20%, E: sawdust+apple pomace 20+ricebran 20%

Table 3. Effect of addition of apple pomace to substrate on the yield of fruitbody of *Flammulina velutipes*

Substrate (v/v, %)	Yield (g. fresh weight/bottle)	Yield index
SD+RB20%	118	100
SD+AP 5%+RB20%	120	102
SD+AP10%+RB20%	123	104
SD+AP15%+RB20%	128	109
SD+AP20%+RB20%	126	106

SD: Sawdust, AP: Apple pomace, RB: Ricebran

경제성 분석

1995년도에 국내에서 약 2,200M/T이 생산되어 소비되고 있는 팽이버섯의 주요배지재료인 톱밥은 우리나라에서 대략 1,200천m³가 산출되고 있으며, 미강은 약 380천M/T 정도 생산되고 있지만, 이 양은 현재 국내 소요량에 부족한 실정이다. 톱밥+미강 20% 처리와 톱밥+사과가공부산물 15%+미강 20% 처리구에 대해서 수량성등을 종합해서 경제성을 분석한 결과 톱밥+사과가공부산물 15%+미강 20% 처리의 소득지수가 129로 톱밥+미강 20% 처리구에 비해 29%나 높게 나타났다(Table 4).

적 요

팽이버섯 병재배에 있어서 사과가공부산물의 첨가효과를 시험한 결과 배지재료별 화학적 특성은 사과가공부산물이 톱밥보다 산도(pH)가 낮았으며 T-N, P₂O₅, CaO, MgO는 비슷하였으나 T-C는 사과가공부산물이 다소 높았다. 톱밥+미강배지에 사과가공부산물을 첨가하여 균사생장정도를 조사한 결과, 사과가공부산물 5~20% 처리구는 톱밥+미강 20% 배지와 비슷하였으나 사과가공부산물 50%, 80% 처리구에는 pH가 5.1, 4.7로 강산성을 나타내어 균사생장이 불량하였다. 초발이 소요일수는 톱밥+미강 20% 처리구는 사과가공부산물 5~20% 처리구의 10~20일과 비슷한 경향을 나타내었다. 배지종류별 수량을 보면 팽이버섯 재배에서 톱밥 사용량의 15%를 사과가공부산물로 대체 사용시 9%정도 증수되었다. 경제성 분석결과 톱밥사용량의 15%를 사과가공부산물로 대체 사용시 소득지수

Table 4. Economical analysis by addition of apple pomace

(Unit: 1,000 bottle × 300 days)

Substrate	Yield (kg)	Gross income (thousand won)	Management cost (thousand won)	Income (thousand won)	Relative income
SD+AP15+RB20%	34,560	241,920	160,420	81,500	129
SD+RB20%	31,860	223,020	160,042	62,978	100

가 29% 높게 나타났다.

참고문헌

- 김광희. 1994. 버섯재배의 새기술. 5-78.
- 박영재. 1990. 영지, 표고, 느타리. 내외출판사. 292-299.
- 박용환, 장학길, 고승수, 차동열. 1978. 팽이버섯 병 재배에 관한 연구. 농시연보 제20집. 129-134.
- 우명식. 1982. 팽나무버섯의 항암성분에 관한 연구. 한국균학회지 10(4): 213-216.
- 윤정구. 1971. *Collybia velutipes* 균의 인공배지 배양에 관한 연구. 충북대학 논문집 5: 143-167.
- 윤정구. 1973. 톱밥배지의 pH가 *Collybia velutipes* 균의 균사발육과 자실체 형성에 미치는 영향. 충북대학 논문집 7: 35-41.
- 윤정구. 1978. C/N율의 차이가 *Flammulina velutipes* 균의 균사발육에 미치는 영향. 충북대학 논문집 16: 125-133.
- 이상선. 1991. 전통적인 버섯배지에서 사용되는 미강의 역할. 한국균학회지 19(1): 47-53.
- 장학길. 1996. 톱밥배지에 대한 영양첨가가 팽이버섯의 생장 및 배지의 화학적 성분변화에 미치는 영향. 한국균학회지 4(1): 31-44.
- 정종천. 1995. 계란껍질 첨가배지가 팽이버섯의 균사생장과 자실체에 미치는 영향. 한국균학회지 23(3): 226-231.
- 차동열. 1989. 최신버섯재배기술. 상록사, 348-354.
- 한기학. 1988. 토양이화학분석법. 농촌진흥청, 26-214
- 古川久彦. 1992.きのこ學. 共立出版株式會社, 223-224.
- A.O.A.C. 1980. "Official methods of analysis", Association of official Analytical Chemists. 13th. eds.
- Chang, S.T. and Miles, P.G. 1989. Edible mushrooms and their cultivation. CRC press, Ins., 255-258.
- 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.
- Crisan, E.V. and Sands, A. 1978. Nutritional value, In the biology and cultivation of edible mushroom, 145-150.
- Paul stamets and J.S. Chilton. 1983. The Mushroom Cultivator. Agarikon. 369-383.
- Wainwright, M. 1992. An Introduction to Fungal Biotechnology. Wiley. 139-142.
- 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. Japan.* 28(7): 577-580.