

느타리버섯 병재배의 톱밥 대체 배지 재료 선발

장명준* · 이윤혜 · 주영철

경기도농업기술원 버섯연구소

Selection of an Substitute Sawdust Material in *Pleurotus ostreatus* by Bottle Cultivation

Myoung-Jun Jang*, Yun-Hae Lee and Young-Cheol Ju

Mushroom Research Station, GARES, Gwang-Ju 464-870, Korea

(Received August 10, 2010. Accepted October 12, 2010)

ABSTRACT: In this study, we attempted to find substitute materials, swelling rice hull, cocopeat, corncob and coconut sawdust, for sawdust in bottle cultivation of *Pleurotus ostreatus*. Chemical characters of mixture substrates with four substitute materials for pine sawdust were not different significantly. By comparison in mycelial growth and yield of fruitbody, mixture substrate of cocopeat were showed the same level in *P. ostreatus*. Therefore, it is suggested that cocopeat was substituted for sawdust for cultivation of *P. ostreatus*.

KEYWORDS : Bottle Cultivation, Cocopeat, Oyster mushroom, Sawdust, Substrate

서 론

버섯은 탄소원을 유기물에서 얻는 중속영양생물이기 때문에 버섯재배에 있어 생육 환경요인과 더불어 배지선택이나 그 조성은 생산의 중요 요소가 된다. 느타리버섯류는 담자균류에 속하는 백색부후균의 일종으로 다양한 종류의 lignocellulose를 함유한 재료에서 재배가 가능하다(윤 등, 1996).

중국이나 일본에서는 표고를 비롯한 일부 버섯들을 원목을 이용하여 오래전부터 재배하기 시작하였고, Flack(1917)는 원목을 이용한 느타리버섯의 재배를 시도하였다. 그러나 특정종류의 재배원목은 구입하기도 어렵고, 구입비가 많이 소요되며, 노동력이 많이 소요되어진다. 근래에는 병이나 봉지를 이용한 톱밥재배 농가가 증가하는 추세이며, 이에 수반되어진 연구가 이루어지고 있다. Block 등(1958)에 의해 톱밥재배가 개발되어 현재 팽나무버섯을 비롯한 느타리버섯, 큰느타리버섯 등 주요 재배버섯들의 재배방법으로 이용되고 있다. 배지재료에 대한 연구로 벚짚과 밀짚을 이용한 느타리버섯 재배방법에 대한 연구가 시도되었고(박 등, 1973), 폐면을 이용한 재배기술을 보고하였다(정, 1988). 애느타리버섯의 균사생장 및 자실체형성에는 포플러톱밥과 건비지를 80 : 20(v/v)로 혼합한 배지가 가장 적합하였으며(이 등, 1995), 박 등(1995)은 애느타리버섯 병재배시 미송톱밥, 비트펠프, 면실박을 혼합한 배지가 미송톱밥과 미강을 혼합한 배지보다 약 125% 수량이 증가되었다고 보고하였다. 또한,

마늘껍질을 이용한 원형느타리버섯 재배시 20%의 미강이 함유된 혼합배지에서 약 40%의 수량증수 효과가 있다(이 등, 1997)고 하였으며, 수한느타리버섯은 미송톱밥, 비트펠프, 미강, 면실박을 50 : 40 : 8 : 2(v/v)로 혼합했을 때 자실체 품질이 우수하였다(하 등, 2002). 이와 조 등(1996)은 느타리버섯의 배지재료로 미송톱밥 사용시 수량지수가 높다고 보고하였으며, 이외에도 농산부산물을 버섯 재배에 이용하는 연구(Sivaprakasan and Kundaswamy, 1981)와 커피박, 땅콩피, 산패유, 사과 가공부산물 등과 같은 부산물을 배지재료로 이용하는 연구가 지속적으로 이루어지고 있다(정 등, 1989; 조 등, 1996; 송 등, 1993; 이 등, 1994; 박 등, 1992).

국내 총재배면적 953 ha의 27%(농림수산식품부, 2009)를 차지하는 느타리버섯의 주재료로 현재 미루나무톱밥 및 미송톱밥이 사용되고 있다. 김 등(2007)의 보고에 의하면 우리나라의 미송톱밥 수입량은 116,000MT(2004년)이라고 하였는데 연중재배에 따른 톱밥의 사용이 증가될 것으로 예상된다. 따라서 톱밥의 수급불안정시 배지재료의 안정적 공급을 위한 대체 재료를 선발하고자 본 연구를 수행하게 되었다.

재료 및 방법

시험균주 및 종균제조

시험에 사용한 균주는 경기도농업기술원 버섯연구소에서 보유하고 있는 춘추느타리2호(*Pleurotus ostreatus*)를 PDA 평판배지에서 5일간 배양 후 미루나무톱밥과 미강혼합배지(80 : 20, v/v)를 250 ml 삼각플라스크에서 일정량 담아 121°C

*Corresponding author <E-mail : plant119@gg.go.kr>

에서 40분간 살균한 배지에 접종하여 20일 배양시킨 다음 접종원으로 사용하였다. 동일한 톱밥배지를 850 ml 내열성플라스틱(Poly propylene)병에 약 500 g담아 121°C에서 90분간 살균한 후 톱밥접종원을 접종하여 25일간 배양하여 종균으로 사용하였다.

배지재료의 이 · 화학성 분석

배지재료에 대한 성분을 분석하기 위해 시료를 음건하여 두었다가 총탄소, 총질소, pH와 P₂O₅, K₂O, CaO, MgO 등의 무기성분을 분석하였다. 총탄소는 회화법으로, 총질소는 단백질 자동분석기를(Buchi B-324)를 이용한 Kjeldal법, P₂O₅는 Lancaster법, K₂O, CaO, MgO는 유도플라즈마(GBC integra XMP) 발광분광법으로 측정하였으며, pH는 건조시료와 증류수를 1:20(w/v)비율로 혼합하여 1시간 동안 정치한 후 pH meter(Radiometer Co.)로 측정하였다. 그리고, 공극율 및 용적밀도는 상토의 표준분석법(농촌진흥청, 2002)에 준하여 실시하였다.

배지제조

배지재료는 미송톱밥, 팽화왕겨, 콘코브, 코코피트, 코코넛 나무톱밥을 톱밥대체배지로 사용하였고, 비트펄프와 면실박을 영양원으로 첨가하였다. 각 배지재료를 물에 불린 후 부피비로 톱밥대체배지, 비트펄프, 면실박을 50:30:20로 혼합하여 수분은 약 68~70%로 조절하여 약 540 g 내외로 850 ml 내열성플라스틱(Poly propylene)병에 담아 121°C에 90분 살균하였다.

배양 및 발이특성조사

균사배양온도는 20±1°C, 상대습도는 65±5%로 조절하였으며, 25일간 배양하였다. 전체병수 중 배양완료된 병수가 70%이상일 될 때까지의 기간을 배양일수로 조사하였고, 배양율은 전체 배양병수 중 배양 완료된 병수를 백분율로 나타내었다.

자실체 생육관리 및 생육조사

생육온도 15±1°C, 상대습도는 발이 전기에 95±5%, 발이 후기에 85±5%, CO₂농도는 1,000±200 ppm로 생육관리하였다. 생육특성 조사는 입상 후 배지표면에 원기가 출현한 병

전체량의 70%가 될 때까지의 일수를 초발이소요일수로 하였고, 이 시기에 측발이율을 조사하였으며, 종균접종 이후부터 수확기까지의 일수를 생육일수로 하여 조사하였다. 자실체의 유효경수는 대길이 3 cm이상의 개체수, 갓직경은 넓은쪽의 지름, 대길이는 기저부에서 갓끝부분까지의 길이, 대굵기는 갓 주름 형성부위부터 10 mm 밑부분의 굵기를 측정하였고, 수량은 다발 밑부분 10 mm를 남기고 절단 후 총무게를 칭량하였다.

결과 및 고찰

배지재료의 화학적 특성

배지 재료별 화학적 특성을 분석한 결과(Table 1), 톱밥 대체배지재료의 pH는 팽화왕겨 7.3, 코코넛나무톱밥 6.8로 미송톱밥보다 1.7~2.2 정도 높았으며, 총탄소함량은 팽화왕겨가 48.3%로 가장 낮았으며, 총질소함량은 모든 대체배지재료가 미송톱밥보다 높았다. 그 중에서 콘코브가 0.86%로 가장 높아 C/N율이 63으로 가장 낮았다. 부재료 중에서 느타리버섯의 주요 배지재료로 사용되는 면실박과 비트펄프의 pH는 각각 6.8과 5.1로 나타났으며, T-N은 면실박이 6.8%로서 비트펄프 보다 높았다.

Table 2는 톱밥대체 배지재료에 비트펄프와 면실박을 혼합했을 때 이 · 화학성을 나타낸 것으로 pH는 5.6~6.5로 나타났는데, 느타리버섯의 생육최적 pH는 5.0~6.5라고 보고된 결과에 (Zadrazil, 1974) 의해 모든 혼합배지는 적합한 pH 범위에 속하였다. 총탄소함량은 50.5~53.8%, 총질소함량은

Table 1. Chemical characteristics of substrate materials

| Substrate materials | pH (1:20) | T-C (%) | T-N (%) | C/N | P ₂ O ₅ (%) | K ₂ O (%) | CaO (%) | MgO (%) |
|---------------------|-----------|---------|---------|-----|-----------------------------------|----------------------|---------|---------|
| Pine sawdust | 5.1 | 55.3 | 0.19 | 291 | 0.01 | 0.04 | 0.09 | 0.02 |
| Swelling rice hull | 7.3 | 48.3 | 0.63 | 76 | 0.07 | 0.69 | 0.15 | 0.04 |
| Corn cob | 5.7 | 53.5 | 0.86 | 63 | 0.08 | 0.90 | 0.19 | 0.21 |
| Cocopeat | 5.1 | 51.8 | 0.61 | 85 | 0.03 | 0.50 | 0.32 | 0.25 |
| Coconut sawdust | 6.8 | 54.8 | 0.44 | 125 | 0.09 | 1.36 | 0.33 | 0.23 |
| Cotton seed meal | 6.8 | 52.0 | 6.80 | 8 | 2.87 | 2.05 | 0.30 | 1.14 |
| Beet pulp | 5.1 | 53.5 | 1.81 | 30 | 0.18 | 0.41 | 0.53 | 0.43 |

Table 2. Physicochemical properties of mixed substrate

| Mixed substrate ^a | pH (1:20) | T-C (%) | T-N (%) | C/N | P ₂ O ₅ (%) | K ₂ O (%) | CaO (%) | MgO (%) | Porosity (%) | Bulk density (g/m ³) |
|------------------------------|-----------|---------|---------|-----|-----------------------------------|----------------------|---------|---------|--------------|----------------------------------|
| PS(control) | 6.1 | 53.7 | 1.81 | 30 | 0.92 | 0.84 | 0.29 | 0.48 | 51.4 | 0.32 |
| SRH | 6.3 | 50.5 | 1.82 | 28 | 1.05 | 1.19 | 0.32 | 0.55 | 46.9 | 0.35 |
| CC | 5.6 | 53.4 | 1.68 | 32 | 1.13 | 1.32 | 0.28 | 0.56 | 48.9 | 0.33 |
| CP | 6.4 | 51.8 | 1.92 | 27 | 1.12 | 0.97 | 0.56 | 0.66 | 51.1 | 0.32 |
| CS | 6.5 | 53.8 | 1.58 | 34 | 0.98 | 1.55 | 0.43 | 0.61 | 39.8 | 0.41 |

^aPS: pine sawdus, SRH: Swelling rice hull, CC: Corn cob, CP: Cocopeat, CS: Coconut sawdust. Additives are added 20% of cotton seed meal and 30% of beet pulp.

1.58~1.92%, C/N을 27~34로 미송혼합배지와 비슷하고 처리간 큰 차이가 없었다. 콘코브는 질소함량이 0.86%로 대체 배지 재료중 가장 높았으나(Table 1), 혼합배지일 경우는 1.68%로 비교적 낮은 것은 수분팽창율이 다른 재료보다 높아 실제 투입된 배지량이 적은 것에 기인한 것으로 추정된다.

그리고 물리성의 경우 코코피트 혼합배지가 공극율 51.1% 및 용적밀도 0.32 g/m³로 대조구(미송혼합배지)와 대등하였으며, 그 외 처리구의 공극율은 대조구보다 낮았으며, 용적 밀도는 높은 경향이였다.

홍(1978)은 느타리버섯 배지의 C/N율이 아주 낮거나 높으면 자실체 수량이 감소하여 30:1정도가 적합하다고 보고한 바, 본 실험에서 사용된 혼합배지의 C/N율은 느타리버섯 균 사생장 및 자실체 생육에 적합한 범위로 나타났다.

배지재료 혼합비율별 생육특성

느타리버섯의 배지재료 혼합비율별 배양특성 및 재배기간은 Table 3과 같다. 배양율은 콘코브 혼합배지에서 91.3%로 가장 낮았으며, 그 외 모든 처리에서 99%이상이었고, 촉발이율은 팽연왕겨 혼합배지가 7.5%로 가장 높았고, 코코피트 혼합 배지에서 1.1%로 미송톱밥 혼합배지보다 낮아 균일한 발이 가 유도되었다.

Table 4는 톱밥대체 재료 혼합배지별 자실체 생육특성을 분석한 결과로, 갓직경, 대길이 등 자실체 품질은 미송혼합 배지와 큰 차이를 보이지 않았으나, 유효경수가 코코피트 혼합배지를 제외한 처리에서 15개로 적었다. 병당 수량은

코코피트 혼합배지가 133 g으로 미송 혼합배지와 대등하였다. 또한 생물학적 효율은 코코피트 혼합배지에서 77%로 다른 처리구에 비해 가장 높았다(Fig. 1). Sopit(2006)에 의하면 코코피트를 사용한 배지에서 수량은 278.8 g/1 kg봉지, 생물학적효율은 56.8%로 보고하여 본 시험배지보다 생물학적 효율이 낮은 것은 배지재료 및 배지량, 혼합비에 따른 차이로 판단된다. 또한, 톱밥대체 재료에 따른 배양기간은 20~21일, 초발이소요일수는 4~5일, 자실체 생육기간은 6~7일, 총재배

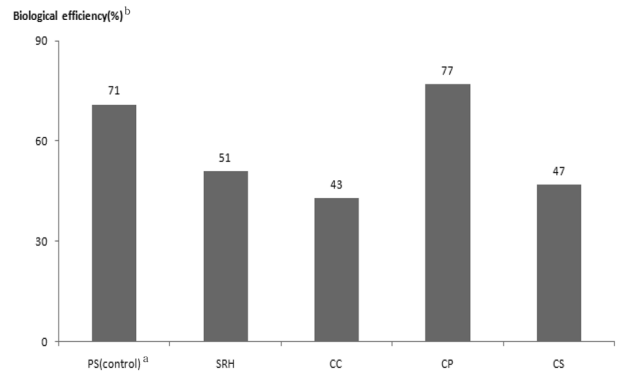


Fig. 1. Biological efficiency of fruit body according to mixed substrate.

^aPS: pine sawdus, SRH: Swelling rice hull, CC: Corncob, CP: Cocopeat, CS: Coconut sawdust. Additives are added 20% of cotton seed meal and 30% of beet pulp.

^b[fresh weight of fruit body(g)/dried weight of substrate(g)] × 100

Table 3. Incubation ratio and cultivation period according to mixed substrate

| Mixed substrate | Incubation ratio (%) | Ratio of lateral primordia (%) | Period(days) | | | Total |
|-----------------|----------------------|--------------------------------|--------------|------------------------|---------------------------|-------|
| | | | Incubation | Formation of primordia | Development of fruit body | |
| PS(control) | 99.3 | 2.1 | 20 | 4 | 6 | 30 |
| SRH | 98.5 | 7.5 | 21 | 5s | 7 | 33 |
| CC | 91.3 | 4.5 | 21 | 5 | 7 | 33 |
| CP | 99.7 | 1.1 | 20 | 4 | 6 | 30 |
| CS | 99.5 | 3.2 | 20 | 4 | 7 | 31 |

^aPS: pine sawdus, SRH: Swelling rice hull, CC: Corncob, CP: Cocopeat, CS: Coconut sawdust. Additives are added 20% of cotton seed meal and 30% of beet pulp.

Table 4. Characteristics of fruit body according to mixed substrate

| Mixed substrate ^a | Morphological properties | | | No. of available stipes (No./bottle) | Yield (g/850 ml) |
|------------------------------|--------------------------|----------------------|-------------------------|--------------------------------------|-------------------|
| | Size of pileus (mm) | Length of stipe (mm) | Thickness of stipe (mm) | | |
| PS(control) | 32 | 83 | 9 | 21 | 133a ^b |
| SRH | 37 | 81 | 9 | 15 | 97b |
| CC | 36 | 71 | 10 | 15 | 84c |
| CP | 34 | 85 | 10 | 21 | 133a |
| CS | 36 | 79 | 10 | 16 | 99b |

^aPS: pine sawdus, SRH: Swelling rice hull, CC: Corncob, CP: Cocopeat, CS: Coconut sawdust. Additives are added 20% of cotton seed meal and 30% of beet pulp.

^bValues followed by the same letter do not differ significantly at $p>0.05$ according to Duncan's multiple range test.

기간은 30~33일로 처리간 큰 차이가 없어 첨가된 영양원의 함유량이 많은 비중을 차지하여 균사배양기간 및 생육기간은 톱밥대체 배지재료에 따른 영향을 크게 보이지 않았지만 수량에 차이가 있는것은 배지량과 코코피트의 물리성이 버섯 생육에 영향을 끼친것으로 추정되며, 느타리버섯 병재배에 있어서 미송톱밥을 코코피트로 전량 대체하여 재배가 가능하였다.

본 시험에서 수량과 생물학적 효율이 낮은 팽화왕겨의 경우 수분보유력이 양호하기 때문에 적정 첨가비율과 영양원에 대한 연구가 추가되어진다면 안정적인 대체배지로서의 사용이 가능할 것으로 판단된다. 그리고 콘코브의 경우 큰느타리버섯 재배에 사용이 가능(이 등, 2003)하지만 본 실험에서는 느타리버섯 재배시 배양율이 낮고, 재배기간이 길었으며, 수량 및 생물학적효율이 떨어지므로 본 실험에서는 적합하지 않은 것으로 판단되었다.

최근 동남아시아에서 수입되고 있는 코코넛나무톱밥의 경우 균사생장속도, 배양율, 생육기간 등은 미송톱밥 처리구나 코코피트 처리구와 대등하였으나 수량 및 생물학적 효율이 다른 처리구들에 비해 낮았지만, 팽화왕겨와 더불어 보다 다양한 농업부산물에 대한 첨가비율과 적정 영양원에 대한 지속적인 연구가 이루어져 대체 배지 재료의 탐색 및 배지개발이 이루어 져야 할 것이다.

적 요

느타리버섯의 병재배를 위한 톱밥 대체재료를 선발하기 위해 팽화왕겨, 코코피트, 콘코브, 코코넛나무톱밥을 비트펄프와 면실박에 혼합하여 실험한 결과 화학적 특성은 4가지 배지재료 모두 느타리버섯 재배에 적합하였고, 균사배양 및 재배기간도 지연되지 않았으나, 코코피트 혼합배지에서 수량이 133 g/850 ml로 미송톱밥과 대등하였고 생물학적 효율이 77%로 가장 높아 코코피트를 톱밥 대체 재료로 선발하였다.

참고문헌

농림수산식품부. 2009. 2008년 특용작물생산실적.
 김연중, 한혜성, 이용연. 2007. 버섯 특화사업의 육성방안. 한국

농촌경제연구원. pp. 26-29.
 박용환, 고승주, 김동수. 1973. 볏짚을 이용한 느타리버섯 재배에 관한 연구. 농사시험연구보고 제17집(토양비료, 작물보호, 균이편). pp. 103-107.
 박우길, 김영호, 손서규. 1995. 고품질버섯 병버섯 연중 안정생산 연구 : 비트펄프와 면실박을 이용한 애느타리 재배법 시험. 경기도농촌진흥원 시험연구보고서. pp. 657-662.
 박원목, 송치현, 현재욱. 1992. 표고버섯의 영양생리 및 기질개발. 한국균학회지. 20:77-82.
 송치현, 이창호, 허태린, 안장혁, 양한철. 1993. 팽나무버섯 자실체 생산을 위한 기질개발. 한국균학회지. 21:212-216.
 윤영석, 류영현, 박선도, 최부술. 1996. 느타리버섯 재배에 있어서 배지량이 자실체 수량에 미치는 영향. 한국균학회. 24:89-92.
 이대진, 김광포, 이병의. 2003. 큰느타리의 인공재배에 관한 연구. 한국균학회지. 31:192-199.
 이상선, 김순근, 이태수, 이만웅. 1997. 마늘껍질을 이용한 느타리버섯의 인공재배. 한국균학회지. 25:268-275.
 이재운, 안원근, 이재동. 1994. 맥주효모 추출물을 이용한 표고버섯 균사체의 심부배양에 관한 연구. 한국균학회지. 22:266-275.
 이현욱, 이명환, 이상대, 조재규, 이유. 1995. 건조비지 첨가수준에 따른 애느타리버섯의 균사생장 및 자실체형성. 농업과학논문집(균이) 38:645-650.
 정환채. 1988. 느타리버섯 배지재료 개발시험. 농기원(생물부편). pp. 763-766.
 정환채, 박정식, 박용환. 1989. 느타리버섯재배 재료 개발시험. 농기원연구보고서(생물부편) pp. 598-602.
 조우식, 윤영석, 류영현, 박선도, 최부술. 1996. 사과 가공부산물 첨가 배지 팽이버섯의 균사생장과 자실체에 미치는 영향. 한국균학회지. 24:223-227.
 하태문, 주영철, 지정현. 2002. 느타리버섯 병재배 안정생산 기술 확립 : 느타리버섯 신품종 병재배 기술확립. 경기도농업기술원 시험연구보고서. pp. 733-761.
 홍재식. 1978. 느타리버섯의 생화학적성질 및 재배에 관한연구. 한국농화학회지. 21:150-184.
 Block, S. S., Taso, G and L. Han. 1958. Production of mushroom from sawdust. *J. Agric. food. Chem.* 6:923-927.
 Falck, R. 1917. Uber die Waldkultur des austernpilzes auf Laubholzstubben. *Z. Forest-Jagdwes.* 49:159-165.
 Sivaprakassan, K. and Kundaswamy, T. K. 1981. Waste material for the cultivation of *Pleurotus sajao-caju*. *Mushroom J.* 101: 178-179.
 Sopit Vetayasuporn. 2006. Oyster mushroom cultivation on different cellulosic substrates. *Research Journal of Agriculture and Biological Science.* 2:548-551.
 Zadrazil, F. 1974. The ecology on industrial production of *Pleurotus ostreatus*, *Pleurotus florida*, *Pleurotus cornucopiae* and *Pleurotus eyngii*. *Mushroom Sci.* 9:621-652