

느타리버섯 봉지재배시 첨가제 및 첨가량이 균사배양 및 자실체 생육에 미치는 영향

이윤혜* · 조윤정 · 김희동
경기도 농업기술원 광주버섯시험장

Effect on Mycelial Growth and Fruit Body Development According to Additives and Mixing Ratio in Pot Cultivation of *Pleurotus ostreatus*

Yun-Hae Lee*, Yun-Jeong Cho and Hee-Dong Kim

Kwangju Mushrooms Experiment Station, Kyonggi-do Agricultural Research and Extension Services, Korea
(Received March 25, 2002)

ABSTRACT: This study was carried to investigate suitable additive materials and its mixing ratio in pot cultivation of *Pleurotus ostreatus*. The main substrate for *Pleurotus ostreatus* cultivation was poplar sawdust plus with waste cotton at the ratio 1 : 1 (v/v). Using pot diameter and substrate weight were 12 cm and 1 kg/pot, respectively. The higher amount of additives resulted in higher total nitrogen content and C/N ratio of substrate also decreased according to increasing mixing ratio of additives. The supplementation of cotton seed flour more than 20% caused the failure of development of fruit body. The hardness of substrate in supplementation of rice bran after mycelial growth was highest any other additives. The ratio of harvest was highest in supplementation of beet pulp, 75~85%. The fruit bodies yield and biological efficiency of supplemented with 20% beet pulp were highest during second flush.

KEYWORDS: Additives, Mixing ratio, *Pleurotus ostreatus*, Pot cultivation

버섯재배에서 배지는 균사 배양 및 자실체 발생을 위한 영양분 공급과 물리적 지지대 역할을 하므로 충실한 균사 배양을 통한 고품질의 높은 수량을 얻기 위해서는 배지의 화학적 및 물리적 특성이 버섯에 적합해야 한다. 배지의 화학적 특성으로 pH, 영양원 등을 들 수 있는데, 탄소원은 에너지를 생성하며 세포물질합성의 전구체로서의 역할을 하며 질소원은 단백질의 주요재료로서 에너지와 생물학적 요구를 충족시킨다(Wainwright, 1992). 이외의 영양원으로 무기염 및 비타민 등 미량원소로 요구량이 극소량이며 천연물을 첨가제로 사용한다면 이미 충분한 양이 공급된다고 볼 수 있다. 또한 배지에 첨가하는 질소원의 농도를 높이면, 버섯의 영양생장과 생식생장에 저해가 되나 탄소원의 농도를 질소원과 비례하여 높이면 저해가 완화되든가 저해가 나타나지 않는다. 이와 같이 탄소원과 질소원의 비율인 C/N율은 버섯의 균사 및 자실체생장에 주요 요인이다(박, 1997). Zhong 등(1990)은 밀짚을 이용하여 느타리버섯 재배시 배지의 조성, 수분보수력과 수분함량이 수량에 크게 영향을 끼친다고 분석하여, 양분의 흡수 및 이동에는 배지의 수분함량과 통기성이 뒷받침되어야 하며, 느타리버섯 병재배시 미송톱밥, 비트펄프, 면실박을 부피비로 50 : 30 : 20 혼합한 배지에서 미루나무톱밥과 미강(80 : 20, v/v)배지보다 125% 증수 효과를 보았

(박, 1996) 느타리버섯 상자재배시 면실박, 팽연왕겨, 비트펄프를 부피비로 10 : 80 : 10 혼합한 배지에서 127%의 높은 생물학적 효율을 나타내어 폐면배지보다 54% 수량이 우수하였다(지·이, 1998). 이와 같이 느타리버섯 재배 방법 및 주배지재료에 따른 첨가제 및 첨가량이 다양하므로 균사재배보다는 짧은 기간에 재배 가능한 봉지재배시 톱밥과 폐면의 lignin 및 cellulose를 가용성 유기물로 분해하여 버섯균이 흡수하기보다는 보다 이용하기 쉬운 영양분이 풍부하고 수분공급과 통기성이 우수한 배지개발이 요구되므로 미강, 비트펄프, 면실박의 혼합비율에 따른 균사 배양 및 자실체 생육특성을 비교하여 적정 첨가제 및 첨가량을 선발하고자 한다.

재료 및 방법

시험품종

본 시험에 사용한 품종은 농촌진흥청 농업과학기술원에 서 분양받은 춘추느타리 2호를 사용하였다.

종균제조

미루나무톱밥과 미강을 4 : 1(v/v)로 혼합하고 수분을 65% 내외로 조절하여 250 ml Erlenmeyer flask에 150 g 다져 담아 121°C에서 40분간 살균하였다. 상온까지 식힌 후 PDA 평판배지에서 배양완료된(25±1°C) 균사체를 접

*Corresponding author <E-mail: pdyma@daum.net>

종 한 후 20°C에서 25일 배양하였다. 같은 톱밥배지를 850 ml polypropylene병에 배지량 540±10 g으로 입병하여 121°C에서 90분간 살균하였다. 상온까지 냉각시킨 후 Erlenmeyer flask에서 배양완료된 균사체를 접종(10~13 g/병)하여 20±1°C에서 20~25일 배양하여 종균으로 사용하였다.

배지제조 및 접종

미루나무톱밥과 폐면을 부피비율로 1:1로 혼합하였는데 폐면은 3회 야외뒤집기를 한 후 사용하였다. 첨가제인 미강, 면실박, 비트펄프를 각각 위의 기본배지에 부피비율 10, 20, 30%로 달리하여 혼합하여 처리별 20봉지씩 3회 수행하였고 비트펄프는 하루 밥 물에 담가 충분히 불린 후 사용하였다. 배지수분을 65~70% 내외로 조절한 후 직경 12 cm인 봉지에 1 kg씩 담아 다진 후 배지 중앙 부위에 직경 3 cm 정도의 구멍을 패지 밑에서 3 cm 정도 위까지 뚫은 후 마개를 닫고 121°C에서 90분간 살균하여 상온까지 냉각시킨 후 배양 완료된 균사체를 접종(10~13 g/병)하였다.

배지분석

수분함량, pH, 총탄소량, 총질소량은 배지 살균 후 상온까지 식힌 후 시료로 사용하였고 총탄소량을 제외한 모든 조사는 3반복으로 측정하였다. pH는 건조시료 5 g에 증류수 100 ml을 첨가 후 1시간 방치하여 거름종이로 걸러 pH meter 로 측정하였다. 총탄소량은 600°C 연소법으로, 총질소량은 Kjeldahl법으로 조사하였다. 배지 경도는 균사배양완료 후 배지를 상, 중, 하로 3등분하여 위치별로 길이 50 mm 직경 55 mm 코야로 각각 시료를 채취하여, 물성분석기(Sun Rheo Meter COMPAC-100 CR-100D)로 측정하였다.

배양 및 생육조사

봉지 바닥까지 균사가 배양되면 뚜껑을 벗기고 온도 16±1°C 습도 90~95%로 조절하여 버섯 발생을 유도하고

주기별 생육조사 하였다. 배양일수는 접종일부터 봉지바닥까지 균사가 자란 봉지가 전체의 80%일 때까지의 소요 일수를 조사하였고, 뚜껑을 제거하여 입상 후 자실체 원기가 형성된 봉지가 70%일 때의 일수는 초발이소요일수, 초발이소요일부터 첫수확일 까지의 일수를 자실체 생육일수로 조사하였다. 수량은 버섯의 갓직경이 5.0 cm 내외일 때 버섯 생체중을 조사하였다. 또한 생물학적효율(Biological efficiency)은 봉지당 건배지량에 대한 자실체 생체중을 백분율로 환산하였고, 수확율은 1주기 수확한 봉지수에 대한 2주기 수확봉지수를 백분율로 환산하였다.

결과 및 고찰

배지의 화학성에 대한 결과는 고압살균 후 조사한 것으로 먼저, 양분의 이동매체 역할을 하는 배지의 수분함량은 배지내의 수분은 미강과 면실박은 첨가량이 많을수록 낮아져 30% 첨가시 미강 62.5%, 면실박 61.8%로 낮은 반면 비트펄프는 30% 첨가시 73.5%로 다소 높았다(Table 1). 이는 미강과 면실박은 배지제조시 적정 수분함량을 조절하여도 살균후 배지하부로 수분이 집중되는 현상을 볼 수 있어 비트펄프보다는 수분보유력이 낮은 것으로 사료되며 30% 이상 첨가하는 경우 적정 수분함량을 맞추기 어려웠다. 애너타리버섯 병재배시 적정 수분함량은 70%(박 1996), 느타리 벗꽃재배시는 71.2%(홍, 1978), 톱밥과 미강 배지에서 애너타리버섯은 63~65%(山中·榊本, 1991)라고 배지종류에 따라 범위가 다양한 보고와 같이 첨가제에 따라 배지 수분 함량이 미강 62.5~68.5%, 비트펄프 71.8~73.5%, 면실박 61.8~67.9%로 다소 차이가 있었다.

pH는 첨가량이 많을수록 0.2~0.3 정도로 감소하였고 첨가제별로 보면 미강 6.3~6.7, 비트펄프 5.6~6.2, 면실박 6.1~6.6으로 처리별 큰차이 없었다. 느타리버섯 균사 생장에 적정 pH는 5.0~6.2 정도로(Block 등, 1959) 본 시험에 사용한 모든 배지의 pH는 알맞은 범위에 속하였다. 첨가제 및 첨가량별 총탄소량은 51.4~52.8%로 첨가제를 넣지 않은 대조구와 거의 차이가 없었다. 반면 총질소량은 첨가

Table 1. Moisture content and chemical characteristics of substrates according to additives and mixing ratio

Additives	Mixing ratio (%)	Moisture content (%)	pH (1:20)	T-C (%)	T-N (%)	C/N
Rice bran	10	68.5	6.7	51.9	1.41	36.8
	20	66.3	6.3	52.2	1.59	32.8
	30	62.5	6.4	51.4	1.80	28.6
Beet pulp	10	72.4	6.2	52.8	1.12	47.1
	20	71.8	5.9	52.4	1.17	44.8
	30	73.5	5.6	52.7	1.21	43.6
Cotten seed flour	10	67.9	6.6	52.2	3.02	17.3
	20	64.3	6.3	52.3	4.02	13.0
	30	61.8	6.1	52.0	4.83	10.8
Control ^a		72.0	7.3	52.2	1.13	46.2

^aPoplar sawdust + waste cotten = 1:1, v/v.

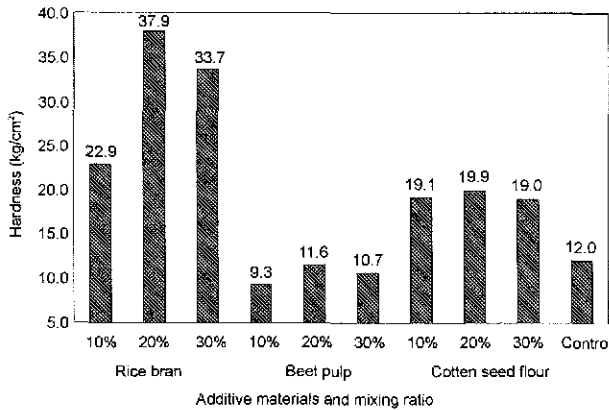


Fig. 1. The hardness of substrate of *Pleurotus ostreatus* according to additives and mixing ratio after mycelial growth.

량이 많을수록 높아지며 면실박 첨가구에서 3.02~4.83%로 가장 높았으며 모든 처리에서 대조구보다는 높은 것으로 보아 첨가제는 탄소원보다는 질소원 공급에 의미가 있었다. 이에 따라 C/N율도 첨가량이 많아지면 낮아져 미강 28.6~36.8, 비트펄프 43.6~47.1, 면실박 10.8~17.3로 질소 함량이 높은 면실박 첨가구에서 가장 낮았다. 홍(1978)은 한천배지에서 C/N율이 아주 낮거나 높으면 느타리버섯의 자실체 수량이 감소하여 30 : 1 정도가 적합하다고 보고하였는데 미강 첨가구가 적정 범위에 속하였으며 비트펄프 첨가구는 다소 높고 면실박 첨가구는 낮았다.

첨가제 및 첨가량에 따른 배지 경도를 균사 배양 완료 후 측정 한 결과 면실박 첨가구는 19.0~19.9 kg/cm²로 대조보다는 높으나 첨가량에 따른 경도의 큰 변화는 없었다. 또한 미강 첨가구는 22.9~37.9 kg/cm²로 가장 높았으며 비트펄프와 같이 첨가량이 20%일 때 가장 높았다. 이와 같이 첨가제 및 첨가량에 따라 균사 배양 후 배지 경도가 다양하게 변화한 것은 배지조성에 따라 pH, C/N율 등의 화학적 특성과 수분함량, 수분보유력, 통기성등 물리적특

성이 균사배양에 주요 요인이 되며 이에 따라 배지의 정도가 너무 높으면 통기성이 저하되며 자실체 발생 및 수량에도 영향을 끼칠 것으로 판단되었다(Fig. 1). 재배 단계별 소요일수는 비트펄프 첨가구에서 첨가량이 많을수록 배양일수가 다소 지연되었으나 수확기간은 짧아 총재배기간은 58~61일로 큰차이 없었다. 미강 첨가구는 첨가량이 많아짐에 따라 배양일수, 초발이소요일수, 생육일수는 거의 차이가 없었으나 수확일수가 20% 처리에서 지연되어 대조구보다 재배기간이 62~66일로 길었다. 특히 면실박 20, 30% 처리에서는 균사 배양 및 원기형성은 되었으나 자실체 생육이 되지 않아서 생육기간 동안 잡균 발생이 되거나 봉지 내부에서 자실체 발생이 되어 수확이 불가능하였다(Table 2). 이는 표고버섯 재배시 Urea를 배지에 첨가했을 때 원기 형성 및 자실체 생육이 되지 않은 보고(Kalberer, 2000)와 일치하였다.

2주기가까지의 첨가제 및 첨가량에 따른 수량과 생물학적 효율은 Table 3에서 보는 바와 같이 모든 처리에서 대조보다는 수량이 많았으며 미강 첨가구에서는 수량이 1주기는 첨가량이 많을수록 증가하나 2주기는 감소하여 총수량은 20~30% 첨가구에서 높았으며 생물학적효율은 20% 첨가구에서 가장 높았는데 이는 30% 첨가구의 배지수분 함량이 낮아 수량은 다소 높아도 생물학적 효율이 낮은 것에 기인한 것이다. 미강 첨가구에서 높은 배지 경도는 배지내의 산소와 이산화탄소의 교환의 지연으로 자실체 수량에도 영향을 끼친 것으로 사료된다.

이는 Royse(2000)는 표고버섯에서 입자가 0.85 mm 이하의 톱밥을 배지로 사용하여 재배했을 때 좁은 배지내의 공간으로 인해 배지외부와 내부의 공기교환에 장애가 되어 버섯수량이 감소했다는 보고와 일치하였다. 반면에 비트펄프 첨가구에서 1주기 수량은 20%에서 가장 많았고 2주기는 20~30% 첨가시 10% 첨가구보다 높아 총수량이 20% 첨가구에서 가장 많았다. 이에 따라 생물학적효율도 같은 경향으로 20% 첨가구에서 92.8%로 가장 높았다. 면

Table 2. Cultivation days of *Pleurotus ostreatus* according to additive materials and mixing ratio(unit : days)

Additives	Mixing ratio (%)	Mycelial growth	Pinhead formation	Fruit body development	Fruit body harvest ^c	Total
Rice bran	10	28	3	5	26	62
	20	27	4	5	30	66
	30	28	4	4	28	64
Beet pulp	10	25	3	4	26	58
	20	27	4	4	24	59
	30	30	4	4	23	61
Cotten seed flour	10	25	5	5	25	60
	20	27	5	- ^b	-	-
	30	28	6	-	-	-
control ^a	-	25	3	5	30	63

^aPoplar sawdust + waste cotten = 1 : 1, v/v.

^bNot detected.

^c1st~2nd flush.

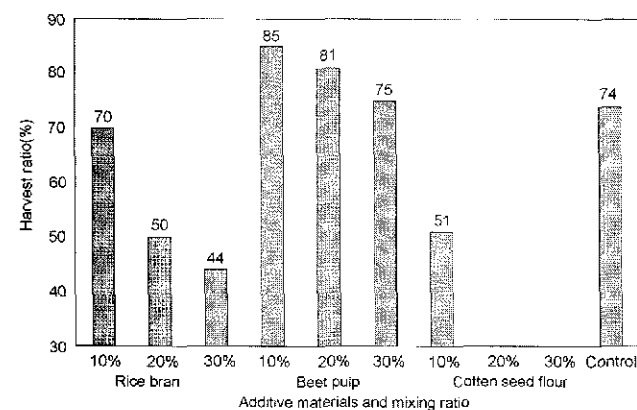
Table 3. Yield and biological efficiency of *Pleurotus ostreatus* according to additives and mixing ratio during second flush

Additives	Mixing ratio (%)	Yield (g/pot)			Biological efficiency (%)		
		1st	2nd	total	1st	2nd	total
Rice bran	10	103.1	82.0	185.1	32.7	25.7	58.4
	20	138.7	69.8	208.5	41.2	20.7	61.9
	30	143.9	66.5	210.4	38.4	17.7	56.1
Beet pulp	10	141.0	73.8	214.8	51.3	26.8	78.1
	20	171.5	90.3	261.8	60.8	32.0	92.8
	30	147.4	90.0	232.0	55.7	32.0	87.7
Cotten seed flour	10	73.6	118.5	192.1	23.1	37.3	60.4
	20	- ^b	-	-	-	-	-
	30	-	-	-	-	-	-
Control ^a		100.4	58.4	158.8	35.8	20.9	56.7

^aPoplar sawdust + Waste cotten = 50 : 50, v/v.

^bNot detected.

실박은 10% 첨가시에만 자실체 수확이 가능하였는데 1주기 보다 2주기 수량이 높아 질소량이 많으면 배지의 영양분 분해를 위한 비교적 장시간의 균사 배양기간이 요구되며 과분한 질소량을 자실체 발생 및 생육에 저해요인으로 예상되었으며 이에 관한 검토가 요구되었다. 또한, 2주기는 1주기의 몇 %를 수확할 수 있는지를 조사하기 위해 1주기 수확한 봉지수에 대한 2주기 수확한 봉지수를 백분율로 조사한 수확율은 Fig. 2에서 보는바와 같이 미강 첨가구는 20% 이상 첨가했을 때 2주기때 수확가능한 봉지수가 1주기의 50% 이하로 급격히 감소하였으나 비트펄프 첨가구에서는 첨가량이 많을수록 다소 감소하나 75~85%로 비교적 높아 2주기까지 안정한 수확을 할 수 있다고 판단되었다. 또한 배지 경도 및 수분함량 결과를 종합하여 볼 때 미강 첨가구는 수분함량이 비교적 낮아 배지 경도가 높았으며 이에따라 배지내의 통기성이 저하되어 양분이동이 원활하게 이루어지지 않은 반면 비트펄프 첨가구는 수분함량이 균사배양 후에도 유지되어 배지 경도 및 통기성이 적합하게 유지되어 양분이동이 양호하여 2주기까지 수확이 우수하였다고 사료되었다.

**Fig. 2.** The harvest ratio of *Pleurotus ostreatus* according to additives and mixing ratio.

이상의 결과 느타리버섯 봉지재배시 기본배지로 미루나무톱밥과 야외발효 과정을 거친 폐면을 부피미로 동량 혼합한 것을 사용하였을 때 첨가제 및 첨가량은 비트펄프 20%가 균사생장 및 자실체 생육이 양호하여 2주기까지의 재배기간은 59일로 짧았으며, 수량 261.8 g/봉지, 생물학적효율 92.8%로 높은 수량과 안정생산이 가능하였으며 이러한 결과가 적정 배지 개발을 위한 기초자료로 제공되어 보나 우수한 첨가제 및 첨가량에 대한 다양하고 깊이 있는 연구가 요구되었다.

적 요

느타리버섯 봉지재배의 첨가제 및 첨가량에 따른 균사 배양 및 자실체 생육특성을 비교하여 적정 배지를 개발하고자 기본배지로 미루나무톱밥과 야외발효를 한 폐면을 부피미로 동량 혼합한 후 첨가제는 미강, 비트펄프, 면실박을, 첨가량은 10, 20, 30%로 각각 혼합하여 시험한 결과 배지의 pH와 총탄소량은 처리별 큰차이 없으나 총질소량이 면실박 첨가구에서 높아 이에 따라 C/N율이 낮아졌다. 균사 배양 완료 후 배지 경도는 미강 첨가구에서 22.9~37.9 kg/cm²로 가장 높았으나 비트펄프는 9.3~11.6 kg/cm²로 낮았으며 첨가량이 많아짐에 따라 배양일수가 지연되었고 이에 따라 재배기간이 길었고, 비트펄프 첨가구에서 58~60일로 짧았으며, 면실박을 20% 이상은 혼합시 균사 배양과 자실체 발생은 되나 높은 질소량에 따른 낮은 C/N율로 자실체 생육이 이루어지지 않았다. 또한 1주기에 대한 2주기의 수확가능한 수확율은 비트펄프 첨가구에서 75~85%로 가장 높아 2주기까지 안정한 수확이 가능하였고 수량 및 생물학적효율은 비트펄프 20% 첨가시 가장 높았다.

참고문헌

박용환. 1997. 최신버섯학. 한국버섯원균영농조합. 296-307.

- 박우길. 1996. 비트펄프와 면실박을 이용한 애느타리(*Pleurotus ostreatus* Jacq. ex Fr Kummer) 병재배에 관한 연구. 석사학위 논문. 강원대학교.
- 지정현, 이운해. 1998. 상자재배 배양을 향상 및 배지개발에 관한 연구. 경기도 농업기술원 시험연구보고서. 545-551.
- 홍재식. 1978. 느타리버섯의 생화학적 성질 및 재배에 관한 연구. 한국농화학회지. 21(3): Pp 150-184.
- 山中等差, 柿本陽一. 1991.きのこ生育論斷(ヒラタケ, エノキタケ 篇). 農村文化史. Pp 13-66.
- Block, S. Tsao, S. and Han, L. 1959. Experiments in the cultivation of *Pleurotus ostreatus*. *Mushroom Science* 4: 309-325.
- Kalberer, P. P. 2000. Influence of urea and ammonium chloride on crop yield and fruit body size of shiitake (*Lentinula edodes*). *Science and cultivation of edible fungi*. 361-366.
- Royse, D. J. 2000. Influence of wood chip particle size used in substrate on biological efficiency and post-soak log weights of shiitake. *Science and cultivation of edible fungi*. 367-373.
- Wainwright, M. 1992. An introduction to fungal biotechnology. John Wiley & Sons Pp 9-10.
- Zhong, X. M., Du, S. T. and Zhong, Q. H. 1990. Analysis of the causes of low yield of *Pleurotus ostreatus* cultured on wheat straw and counter measures for their correction. *Edible fungi of china*. 9(6): 10-12.