Journal of Mushroom Science and Production
Vol. 9, No 4, p166-169 December 2011
Printed in S. Korea
Copyright ⓒ 2011 by The Korea Society of Mushroom Science

느타리버섯 병재배시 주재료 콘코브배지에 적합한 영양원 탐색

김정한[1]*, 최종인[1], 이윤혜[1], 문여황[2], 주영철[1]
[1]경기도농업기술원 버섯연구소,
[2]경남과학기술대학교 동물생명과학과

Screening of optimum nutrient supplement of corncob as a main substrate for bottle culture of Oyster mushrooms

Jeong-Han Kim[1]*, Yun-Hae Lee[1], Jong-In Choi[1], Yeo-Hwang Moon[2], Young-Cheoul Ju[1]
[1]*Mushroom Research Institute, Gyeonggido Agricultural Research and Extension Services, Gwangju, South Korea*
[2]*Animal Science & Biotechnology, Gyeongnam National University of Science and Technology, Jinju, South Korea*

(Received November 20, 2011, Revised December 1, 2011, Accepted December 6, 2011)

ABSTRACT : In this study we carried out to find suitable nutrient supplement of corncob as a main carbon source for bottle culture of oyster mushroom. Data from chemical analysis of Kapok seed cake(KP) treatment showed 20.2 of C/N ratio, 0.28g/cm^3 of bulk density and 74.2% of porosity. Mushroom yield of KP treatment is 158g/bottle that is similar to control(150g/bottle). However, the price of KP is 400 won/kg that is cheaper than 550 won/kg of cotton seed cake(CS). The highest REV(relative feed value) also was observed KP treatment. A further study is required determine practical animal performance by feeding the corncob-based KP.

KEYWORDS : Oyster mushroom, Corncob, Kapok seed cake, Spent mushroom substrates

서 론

느타리버섯은 팽이, 큰느타리와 함께 우리나라의 주요 병재배버섯으로 생산량은 45,191MT으로 팽이(53,187MT) 다음으로 생산량이 많다(농림부, 2011). 현재 느타리버섯은 균상재배농가의 감소로 재배면적은 급격히 줄고 있으나, 병 · 봉지재배의 생산량은 오히려 증가하여, 2000년 이후부터 전체 생산량은 40,000MT이상 꾸준히 유지되고 있다.

느타리버섯의 생산 후 발생되는 수확후 배지는 버섯 생산량의 약5배 가량 배출된다고 알려져 있는데, 이를 감안할 때 느타리버섯에서만 연간 220,000MT이상 배출될 것으로 추정하고 있다. 현재 버섯 수확후 배지는 유기 및 원예농업에 있어서 퇴비 및 토양개량제로 주로 사용되고 있으나, 방치시 침출수 등으로 인하여 환경오염원으로 인식되기도 한다.

특히 버섯 배지의 원료는 사료화 측면에서 가축 사료와 밀접한 연관이 있어, 버섯을 생산하고 남은 부산물인 그 수확후 배지도 반추동물 사료로서의 상대적 가치가 높을 것으로 판단되며, 또 그 발생량도 풍부하기 때문에, 국내 축산농가의 경쟁력 향상을 위해서도 사료화 개발이 필요할 것으로 생각된다.

우리나라의 느타리버섯에 병재배에 탄소원으로 주로 톱밥이 사용되고 있으나, 톱밥에는 난분해성물질인 리그닌 함량이 상대적으로 높고 반추의 소화율도 떨어뜨리기 때문에, 가축사료화를 위해서 느타리버섯의 톱밥을 대체하고자 콘코브배지를 선발하였다. 따라서 본 연구에서는 느타리버섯의 안정생산도 가능하면서 그 수확후 배지의 가축사료화를 위하여 콘코브배지에 적합한 영양원을 선발하고자 하였다.

재료 및 방법

시험균주 및 종균제조

본 시험에 사용한 균주는 경기도농업기술원 버섯연구소에서 보유하고 있는 춘추느타리2호(*P. ostreatus*)를 PDA평판배지에서 5일간 배양 후 톱밥과 미강이 80:20(v/v)로 혼합된 250mL 삼각플라스크에서 일정량을 담아 121℃에서 40분간 살균한 배지에 접종하여 20일 배양시킨 다음 접종원으로 사용하였다. 동일한 톱밥배지를 850 mL 내열성 플라스틱병에 담아 121℃에서 90분간 살균한 후 톱밥접종원을 접종하여 25일간 배양하여 종균으로 배양하여 사용하였다.

* Corresponding author 〈kjh75@gg.go.kr〉

Table. 1. Physicochemical properties of raw materials used as mushroom substrate for oyster mushroom

Raw materials		Moisture (%)	pH (1:10)	T-C (%)	T-N (%)	C/N	Crude fat (%)	Bulk density (g/cm^3)	Expansion rate[a](%)
Main substrate	Poplar sawdust(PS)	25.9	5.9	54.0	0.19	284.3	1.2	0.25	110
	Corncorb(CB)	21.2	5.1	51.5	1.97	26.1	1.0	0.23	130
	Beetplup(BP)	8.8	5.1	53.3	1.57	33.9	1.0	0.65	400
Supple-ment	Cotton seed cake(CS)	9.9	6.7	52.2	7.59	6.9	0.8	0.61	170
	Kapok seed cake(KP)	9.8	6.0	50.8	6.38	8.0	2.4	0.65	150
	Wheat bran(WB)	11.9	6.4	52.8	2.72	19.5	2.7	0.36	125
	Sesame seed cake(SS)	7.3	5.4	47.7	7.61	6.3	1.3	0.77	170

[a] Expansion rate of moisture absorption (%) = volume for after moisture absorption/volume for before moisture absorption)×100

Table. 2. Physicochemical properties of mixed substrates for oyster mushroom

Substrate formulation	Moitsure (%)	pH	T-C (%)	T-N (%)	C/N	Bulk density (g/cm^3)	Porosity (%)
CB+BP+CS(50:35:15)	65.7	4.8	52.2	3.86	18.3	0.27	73.1
CB+BP+KP(50:35:15)	63.5	5.0	51.4	3.55	20.2	0.28	74.2
CB+BP+SS(50:35:15)	67.2	5.0	51.0	3.98	17.1	0.28	74.5
CB+BP+CS+KP(50:35:7.5:7.5)	63.5	5.0	51.2	3.70	19.0	0.28	74.8
CB+BP+KP+WB(50:35:7.5:7.5)	63.7	5.0	51.3	3.45	20.9	0.28	74.8

배지제조

배지재료는 톱밥대체 재료인 콘코브와 비트펄프를 기본으로 여기에 영양원으로 면실박, 케이폭박, 채종유박, 면실박+케이폭박, 케이폭박+밀기울을 사용하였고, 각 배지재료들은 물에 충분히 불린 후 부피비로 콘코브 50%, 비트펄프 35%, 영양원 15%로 혼합하여 수분을 65%로 조절하여 850mL 내열성 플라스틱 병에 담아 121℃에서 90분간 살균하였다.

배양 및 발이특성 조사

균사배양온도는 20±1℃, 상대습도는 60%이하로 조절하였으며 약30일간 배양하였으며 이때, 전체병수 중 배양완료된 병의 수가 70%이상이 될 때까지의 기간을 배양일수로 조사하였다. 배양이 완료된 병은 생육실로 옮겨 생육초기에 18℃, 습도 95%이상으로 관리하다가, 발이시에 16℃, 생육시에 15℃로 하온시켜 관리 하였다. 초발이소요일수는 전체 투입 병 수의 70%이상이 발이 될 때를, 생육일수는 발이부터 수확까지의 기간으로 표시하였다.

배지재료, 혼합배지, 수확후 배지의 이화학성 분석

배지 원재료 및 혼합배지의 성분은 550℃회화법으로 총탄소, 조회분, 유기물함량을 산출하였고, 단백질 자동분석기(Buchi K-370)를 이용한 Kjeldal법으로 질소함량과 조단백함량을 산출하였으며, 조지방 자동분석기(Soxtherm 416)를 이용한 Soxhlet법으로 조지방과 ether extract를 분석하였다. Van Soest 등(1991)등의 방법에 준하여, neutral detergent fiber(NDF), acid detergent fiber(ADF), lignin을 측정하였으며, pH는 건조시료와 증류수를 1:20(w/v) 비율로 혼합하여 1시간 동안 정치한 후 pH meter로 측정하였으며, 용적밀도와 공극율은 상토의 표준분석법(농촌진흥청, 2002)에 준하여 실시하였다.

결과 및 고찰

버섯 배지는 일반적으로 탄소공급원과 영양원으로 크게 나눌 수 있는데, 느타리버섯 재배에 주로 사용되는 톱밥 등은 균사의 물리적인 지지대 역할과 더불어 균사체의 분해작용을 통해 에너지원으로 사용된다. 그리고 영양원은 버섯균의 초기 균사생장 촉진을 위해서 수용성 당류나, 아미노산 등의 공급원으로 사용되게 된다(Garraway 등, 2010). 이 실험에서는 탄소원을 톱밥을 대체하여 콘코브와 비트펄프로, 영양원으로 비트펄프, 면실박, 케이폭박, 채종유박, 밀기울 등을 사용하여 수행하였다. 이들 원료 배지들의 이화학적 특성을 분석한 결과는 Table 1과 같다. 주재료로 사용된 콘코브는 질소함량이 1.97%로 일반적으로 사용되는 톱밥(약 0.2%)보다는 높은 것으로 나타났다. 배지재료가 수분에 흡습시 팽창하는 비율은 콘코브가 1.3배로 톱밥(1.1배)보다는

Table 3. Yield and growth characteristics of mixed substrates for oyster mushroom

Substrate formulation	Spawn run(days)	Initiation of fruiting body (days)	Development of fruiting body (days)	Total cultivation period (days)	Yield (g/850cc)	BE[x] (%)
CB+BP+CS(50:35:15)	31	4	4	39	150[a]	77.0
CB+BP+KP(50:35:15)	31	4	4	39	158[a]	77.8
CB+BP+SS(50:35:15)	31	5	4	40	133[b]	71.6
CB+BP+CS+KP(50:35:7.5:7.5)	31	4	4	39	158[a]	77.3
CB+BP+KP+WB(50:35:7.5:7.5)	31	4	4	39	153[a]	74.3

[a-b]Mean in a rows by different superscripts are significantly different at P<0.05 by Duncan's multiple range test

[x] Biological efficiency(%) = fresh fruiting body yield(g)/dried growth substrates(g)×100.

높은 것으로 나타났다. 수분흡수 팽창율이 가장 높은 재료는 비트펄프로 4배 정도 부는 것으로 나타났다. 영양원 가운데서는 질소함량이 가장 높은 재료는 채종유박과 면실박으로 약7.6%, 그리고 케이폭박이 6.4%, 밀기울이 2.7%로 나타났다. 조지방은 밀기울 2.7%, 케이폭박 2.4%이었으며, 면실박의 0.8%로 상대적으로 낮은 함량을 보여주었다. 배지재료의 용적밀도와 수분흡수팽창율은 버섯 배지의 경제성을가늠할 수 있는 지표로 사용할 수 있는데, 일반적으로 배지 가격과 버섯 생산량이 동일하다고 가정할 때, 용적밀도가 낮고, 수분흡수 팽창율이 높을수록 경제성이 높아질 것으로 판단된다. 영양원중 용적밀도는 채종유박이 0.77g/cm^{3}으로 가장 무거운 재료로 나타났고, 면실박과 케이폭박이 0.61~0.65g/cm^3, 밀기울 0.36g/cm^{3}으로 각각 나타났다. 수분흡수 팽창율은 면실박과 채종유박이 1.7배, 케이폭박 1.5배, 밀기울 1.25배 부는 것으로 나타났다.

영양원에 따른 혼합배지의 분석결과는 Table 2와 같다. 수분함량은 63.5~67.2%로 조절되었으며 질소함량은 면실박과 케이폭이 첨가된 처리구가 각각 3.86과 3.98로 상대적으로 높았다. C/N율은 17.1~20.9, 용적밀도 0.27~0.28g/cm^3, 공극률 73.1~74.8로 처리간 큰 차이를 보이지 않았다. 원 등(2010)의 연구에서 톱밥을 주재료로 영양원으로 유채박, 대두박, 야자박, 케이폭박을 사용한 결과 C/N이 18~22로 나타났는데, 우리의 결과도 이와 비슷한 것으로 나타났다.

영양원에 따른 재배적 특성은 채종유박 제외한 나머지 처리구에서 배양기간 31일, 초발이소요일수 4일, 생육기간 4일로 전체 재배기간이 39일로 나타났으며, 채종유박은 다른처리구에 비해 초발이 소요일수가 1일 늦어져 전체 재배일수도 1일 늘어났다. 병당 수량은 유의성 없이 케이폭박 단용과 면실박+케이폭박(1:1)의 혼용 처리구에서 158g, 케이폭박+밀기울(1:1)의 혼용과 면실박 단용 처리구가 각각 153g, 150g으로 나타났다. 그러나 채종유박은 초발이소요일수도 1일 늦고, 수량도 133g으로 낮아서 콘코브 배지에는 적합하지 않은 것으로 나타났다. 원 등(2010)의 연구에서는 톱밥+비트펄프+케이폭박(50:30:20)의 처리구가 관행(톱밥+비트펄프+면실박=50:30:20)보다 수량도 높다고 보고하였는데, 콘코브를 주재료로 사용한 본 시험에서는 영양원으로 케이폭박을 사용했을 경우 면실박과 대등한 것으로 나타났다. 따라서 느타리버섯 주재료 콘코브 배지에 2000년 이후부터 가격이 꾸준히 상승한 면실박(약 550원/kg)을 케이폭박(약400원/kg)으로 대체할 경우 버섯의 안정생산이 가능하면서 배지구입비를 절감할 수 있을 것으로 판단된다.

영양원에 따른 느타리버섯 수확후 배지의 성분분석결과 (Table 4), NDF는 72.9~74.3%, ADF는 55.2~59.1%로 나타났다. 그중에서도 면실박 처리구는 다른처리구에 비해 NDF가 낮고 ADF가 높은 것으로 나타났다. 상대적 사료가치 분석결과 케이폭박이 58.3%으로 높았고 면실박이 54.7%로 낮은 것으로 분석되었다.

적 요

느타리버섯 수확후 배지의 가축사료화가 가능하도록 주재료로 콘코브를 사용하여 적합한 영양원을 선발하고자 하였다. 시험에 사용된 영양원 가운데 질소함량은 채종박(7.6%)〉케이폭박(6.4%)〉밀기울(2.7%)순이고, 조지방함량은 밀기울(2.7%)〉케이폭박(2.4%)〉채종박(1.3%)〉면실박(0.8%)로 나타났다. 영양원별 혼합배지의 이화학적 특성결과 C/N율은 18~20, 용적밀도 0.27~0.28g/cm^3, 공극률 73.1~74.8로 처리간의 차이가 없었으며, 병당 수량은 케이폭박 첨가구(케이폭박 단용, 면실박+케이폭박(1:1) 혼용, 케이폭박+밀기울(1:1) 혼용)가 153~158g으로 대조구(면실박, 150g)와 차이가 없는 것으로 나타났고, 그러나 채종유박은 초발이 소요일수도 1일 늦고 수량도 상대적으로 낮은 것으로 나타났다. 케이폭박 처리구의 수확후 배지의 사료적 가치를 분석결과 58.3%로 면실박보다 높은것으로 나타났다.

Table 4. Chemical composition of spent substrates of oyster mushroom

Substrate formulation	NDF (%)	ADF (%)	hemi-cellulose (%)	cellul-ose (%)	Lignin (%)	Non-fiberous carbo hydrate (%)	Crude protein (%)	Ether extract (%)	Organic matter(%)	Crude ash (%)	RFV[x] (%)
CB+BP+CS(50:35:15)	72.9	59.1	13.8	31.8	27.3	8.3	11.8	0.47	93.5	6.5	54.7 [b]
CB+BP+KP(50:35:15)	73.2	55.2	18.0	26.6	28.6	10.2	10.4	0.52	94.3	5.7	58.3 [a]
CB+BP+SS(50:35:15)	74.3	56.9	17.4	30.4	26.5	9.3	11.1	0.67	95.4	4.6	55.8 [b]
CB+BP+CS+KP(50:35:7.5:7.5)	73.6	57.5	16.1	29.2	28.3	9.8	9.6	0.59	93.6	6.4	55.7 [b]
CB+BP+KP+WB(50:35:7.5:7.5)	73.8	57.0	16.8	29.0	28.0	8.6	9.8	0.60	93.6	7.2	56.1 [b]

[x] RFV(relative feed value) = (120/NDF)×(88.9-(0.779×ADF))/1.29

[a-b]Mean in a rows by different superscripts are significantly different at P<0.05 by Duncan's multiple range test.

감사의 글

본 연구결과는 농촌진흥청 농업공동연구사업 국책기술개발과제(과제번호: PJ007474072011) 연구비 지원의 일부 결과이며, 연구비 지원에 감사드립니다.

참고문헌

김영일, 배지선, 정세형, 안문환, 곽완섭. 2007. 버섯폐배지의 발생량 조사 및 새송이, 느타리, 팽이 버섯 폐배지의 버섯 종류별과 재배방식별의 물리화학적 특성 평가. 한국동물자원과학회지 49 : 79-88.

김영일, 배지선, 허정원, 곽완섭. 2007. 버섯의 봉지재배 및 병재배 시 재배단계별 배지의 사료영양적 성분, 독성중금속 및 잔류농약 모니터링, 한국동물자원과학회지 49: 67-78.

김정한, 하태문, 주영철. 2005. 느타리버섯 병재배 면실박 대체배지 선발. 한국버섯학회지 3 : 103-108.

농림수산식품부. 2011. 2010년 특용작물생산실적. pp55.

농촌진흥청. 2002. 상토의 표준분석법. pp24-34.

농촌진흥청. 2003. 농업과학기술연구조사분석 기준. pp721-723.

원선이, 이윤혜, 전대훈, 주영철, 이용범. 2010. 케이폭박을 이용한 병재배 느타리버섯의 대체배지 개발. 한국균학회지 38 : 130-135.

장명준, 이윤혜, 주영철. 2010. 느타리버섯 병재배의 톱밥 대체 배지 재료 선발. 한국균학회지 38 : 142-145.

Garraway, Michael O. and Evans, Robert C. 1984. Fungal Nutrition and physiology. pp71-292.

Van Soest, P. J., Robertson, J. B., Lewis, B. A. 1991. Methods of dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. J. Dairy Sci. 74 : 3583-3597