

# 팽이버섯 접종전과 수확후 배지의 이화학적 및 영양성분 비교

정종천, 이찬중, 서장선, 문여황<sup>1</sup>

농촌진흥청 국립원예특작과학원 인삼특작부 버섯과

<sup>1</sup>경남과학기술대학교 동물생명과학과

## Comparison of Physico-chemical and Nutritional Characteristics of Pre-inoculation and Post-harvest *Flammulina velutipes* Media

Jong-Chun Cheong, Chan-Jung Lee, Jang-Sun Suh and Yea-Hwang Moon<sup>1</sup>

Mushroom Research Division, National Institute of Horticultural & Herbal Science,  
Rural Development Administration, Eumseong 369-873, Korea

<sup>1</sup>Department of Animal Science and Biotechnology,

Gyeongnam National University of Science and Technology, Jinju, 660-758, Korea

(Received November 28, 2012, Revised December 7, 2012, Accepted December 11, 2012)

**ABSTRACT:** This study were carried out to analyze nutritional ingredients of pre-inoculation and post-harvest *Flammulina velutipes* media. pH, moisture content, total carbon(T-C), total nitrogen(T-N), crude protein, crude fiber, and crude fat content on the 8 raw materials using *Flammulina velutipes* bottle cultivation medium, and after sterilization(pre-inoculation) and post-harvest medium was analyzed. This result is expected to be utilized as the basis for recycling post-harvest media.

**KEYWORDS :** *Flammulina velutipes*, Nutritional ingredients, Physicochemical properties, Winter mushroom

### 서론

담자균류에 속하는 버섯은 자연 생태계에서 유기물을 무기물로 분해하면서 생성되는 에너지를 이용하는 분해자로서 역할을 하는 점에서 친환경적으로 매우 유익하다. 또한 버섯균은 섬유소 분해능이 뛰어나 일반세균이나 효모균이 분해하기 어려운 리그닌복합체도 포도당 등 단당형태로 분해함으로써 토양미생물의 증식을 조장하기도 한다(김, 1993). 버섯 수확후배지에는 버섯균이 배지재료를 분해하면서 생성하는 효소나 2차 대사 산물과 함께 균사체의 영양성분이 남아 있다. 팽이버섯 병재배에서 배지는 20~25% 정도 분해된다고 알려져 있다.

국내에서 버섯재배는 병재배법이 본격적으로 보급된 1990년대 이후 팽이버섯, 큰느타리, 느타리 등의 생산량이 꾸준히 증가하여 2010년도에는 연중 21만톤 정도 생산되고 있다(농림수산식품부, 2011; 산림청, 2011). 팽이버섯 병재배에 배지재료로 이용하는 콘코브(corn-cob), 비트펄프(beet pulp), 면실피(cottonseed hull), 미강(rice bran), 밀기울(wheat bran), 건비지(soybean curd residue), 패화석(oyster shell

powder), 혼합사료(ordered mixing materials) 등은 모두 직접 가축사료로도 이용하는 것들이다. 팽이버섯 재배에는 이들 재료를 일정한 비율로 혼합하고 수분함량을 62~63% 정도로 조절하여 내열성 PP병에 담아서 고압(121℃, 1.2kg/cm<sup>2</sup>) 또는 상압(98~100℃)의 조건에서 살균한 후 버섯 종균을 접종하여 배양하고 발생, 생육의 과정을 거쳐 버섯을 수확해 낸다. 그리고 나서 팽이버섯 수확후배지는 주로 유기질퇴비 원료로 활용되고 있으나, 최근에는 가축사료에 첨가함으로써 육질개선 효과가 있음이 알려지면서 이에 관하여 국립축산과학원을 중심으로 본격적인 연구가 진행되고 있다.

본 시험은 팽이버섯 병재배 수확후배지의 가축 사료화 등 재활용에 관한 기초자료로 활용하기 위하여 팽이버섯 재배에 주로 이용하는 콘코브, 미강 등 배지재료 8종과 버섯 재배전(살균후) 배지 3종 및 수확후 배지 3종에 대하여 pH, 수분함량, 전탄소(T-C), 전질소(T-N) 등 이화학적성과 조단백, 조섬유, 조지방 함량 등 영양성분 분석을 수행하였다. 여기에 제시한 재배전 배지와 재배후 배지의 이화학적 및 영양성분 함량은 새로운 배지재료 선발시험에 기준으로, 그리고 수확후 배지의 재활용을 위한 기초자료로 활용이 기대된다.

\* Corresponding author <jccheong@korea.kr>

## 재료 및 방법

### 공시균주

본 시험에 사용된 균주는 팽나무버섯균(*Flammulina velutipes*) MKACC 51953 보존균주를 이용하였다. 균의 증식을 위해서 PDA배지(potato dextrose agar(Difco-213400) 39 g, DW 1,000 ml)에서 25℃에 10일간 petri-dish에 배양하여 사용하였다.

배지 재료와 종균접종전 및 버섯수확후 배지의 시료 수집

국내 팽이버섯 재배에 사용하고 있는 배지재료와 균 접종 후 및 버섯 수확후 배지의 이화학적 특성을 분석하여 버섯 수확후 배지의 재활용에 관한 기초자료로 활용하고자 하였다. 수확후 배지의 재활용을 위한 분석 시료의 모집단은 그 양이 많을수록 균일성 있는 재활용 재료로서 가치가 높을 것으로 판단된다. 따라서 이화학적 분석을 위한 시료는 충북, 전남, 경북 지역에서 1일 입병량이 50,000만병 이상인 팽이버섯 재배농가 1개소씩 모두 3개소를 선정하였다. 시료의 이화학적 분석은 농업기술실용화센터에 의뢰하였기 때문에 의뢰 점수를 줄이기 위하여 수집된 배지재료들 중에서 수확후 배지의 배출량이 많은 충북, 경북, 전남의 농가 순으로 중복을 피해서 1점씩을 취하여 분석용 시료로 하였다. 팽이버섯의 접종전 배지는 입병하여 살균하여 냉각과정을 거친 종균접종작업 직전의 배지를 각 농가별로 3병씩을 취하였다. 버섯 수확후 배지는 농가별로 버섯 수확기에 3병씩을 선별하여 버섯을 따내고 남은 배지 전체를 파내서 건조하여 분석용 시료로 하였다.

수집한 시료는 건조기(Yamato, SG-62)를 사용하여 80℃에서 24시간 건조한 후 무게를 달아서 수분함량을 계산하였고, 분쇄기(Tecator, Cyclotec-1093 Sample mill)로 0.5 mm 체를 사용하여 분말화한 후, 4.0±0.5℃로 유지되는 냉장실에 보관하였다.

### 이화학적 특성과 영양성분 분석

팽이버섯 배지재료와 종균접종전 및 버섯수확후 배지의 이화학적 분석은 원소자동분석기(Leco, CHN-1000)를 이용하여 전탄소와 전질소 함량을 분석하고 전탄소량을 전질소량으로 나누어서 C/N율을 구하였다(LECO, 1996). 그리고 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>는 비색법으로, K<sub>2</sub>O, CaO, MgO 등 양이온은 원자흡광분석법으로 분석하였다(김, 1985; AOAC, 1990). 배지의 수분함량은 건조 전과 80℃에서 24시간 건조 후의 무게를 달고, 건조전 무게에서 건조후 무게를 뺀 값을 건조전 무게로 나누어 백분율로 표시하였다. 배지의 pH는 시료 5 g을 증류수 25 ml에 1시간동안 침출하고 수소이온농도측정기(Precisa PH-900)를 사용하여 측정하였다(농촌진흥청, 2003).

## 결과 및 고찰

### 팽이버섯 배지재료의 이화학적 특성과 영양성분

국내 팽이버섯 재배에 사용하고 있는 배지재료의 이화학적 특성과 영양성분을 분석하여 버섯 병재배 배지제조 후 종균접종전과 버섯수확후 배지의 이화학적 특성 및 영양성분 비교에 참고하고자 하였다. 충북, 경북, 전남의 팽이버섯 재배 사례 농가에서 수집한 콘코브, 비트펄프, 면실피, 미강, 밀기울, 건비지, 패화석분말, 혼합사료 등 배지재료의 수집당 시 수분함량은 콘코브 14.2%, 면실피 13.8%, 밀기울 12.0%, 혼합사료 11.4%, 미강 11.3%, 비트펄프 9.4%, 패화석분말 8.2%, 건비지 5.0% 순이었다. 산도는 패화석분말 pH 8.86, 미강 7.00, 밀기울 6.71, 건비지 6.60, 면실피 6.54, 콘코브 5.98, 혼합사료 5.80, 비트펄프 4.90 순이었다. 총탄소(T-C) 함량은 건비지 49.3%, 미강 46.1%, 콘코브 45.1%, 면실피 43.7%, 밀기울 42.9%, 비트펄프 40.4%, 혼합사료 39.9%, 패화석분말 7.0%순이었으며, 총질소(T-N) 함량은 건비지 5.45%, 혼합사료 2.86%, 밀기울 2.49%, 미강 2.26%, 비트펄프 1.02%, 면실피 0.66%, 콘코브 0.42%, 패화석분말 0.09% 순으로 C/N율은 콘코브 106 > 패화석분말 75 > 면실피 66 > 비트펄프 40 > 미강 20 > 밀기울 17 > 혼합사료 14 > 건비지 9 순이었다. 인(P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) 함량은 미강 2.17%, 밀기울 0.98%, 혼합사료 0.67%, 건비지 0.47%, 면실피 0.10%, 비트펄프 0.08%, 콘코브 0.05%, 패화석분말 0.05% 순이었고, 칼륨(K<sub>2</sub>O) 함량은 미강 1.93%, 건비지 1.42%, 면실피 1.23%, 밀기울 1.23%, 혼합사료 1.21%, 콘코브 1.10%, 비트펄프 0.33%, 패화석분말 0.07% 순이었다. 칼슘(CaO) 함량은 패화석분말 32.66%, 비트펄프 1.33%, 혼합사료 0.88%, 면실피 0.61%, 건비지 0.37%, 밀기울 0.15%, 콘코브 0.12%, 미강 0.08% 순이었고, 마그네슘(MgO) 함량은 미강 0.92%, 밀기울 0.45%, 혼합사료 0.38%, 비트펄프 0.33%, 패화석분말 0.26%, 면실피 0.22%, 건비지 0.17%, 콘코브 0.03% 순이었으며, 철(FeO) 함량은 혼합사료 1,639, 면실피 1,363, 비트펄프 862, 패화석분말 837, 콘코브 334, 밀기울 162, 미강 84, 건비지 49 mg/kg 순이었다(Table 1).

국내 팽이버섯 재배에 사용하고 있는 배지재료의 영양성분 중 조단백질 함량은 건비지 33.34%, 혼합사료 17.71%, 밀기울 15.72%, 미강 13.99%, 면실피 8.86%, 비트펄프 6.62%, 콘코브 2.56%, 패화석분말 0.81% 순이었으며, 조지방 함량은 미강 18.84%, 건비지 14.91%, 밀기울 3.57%, 혼합사료 3.14%, 면실피 1.38%, 콘코브 0.46%, 비트펄프 0.38%, 패화석분말 0.12% 순이었다. 조섬유 함량은 면실피 40.8%, 콘코브 28.7%, 비트펄프 17.6%, 혼합사료 16.0%, 밀기울 10.1%, 건비지 9.5%, 미강 8.0%, 패화석분말 0.0% 순이었고, 중성가용성섬유(NDF) 함량은 콘코브 66.4%, 면실피

**Table 1.** Physicochemical properties on the raw materials for the bottle cultivation substrates of *Flammulina velutipes*

Raw materials	Moisture (%)	pH (1:5)	T-C (%)	T-N (%)	C/N ratio	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (%)	K <sub>2</sub> O (%)	CaO (%)	MgO (%)	FeO (mg/kg)
Corn-cob	14.2	5.98	45.1	0.42	106	0.05	1.10	0.12	0.03	334
Beet pulp	9.4	4.90	40.4	1.02	40	0.08	0.33	1.33	0.33	862
Cottonseed hull	13.8	6.54	43.7	0.66	66	0.10	1.23	0.61	0.22	1,363
Rice bran	11.3	7.00	46.1	2.26	20	2.17	1.93	0.08	0.92	84
Wheat bran	12.0	6.71	42.9	2.49	17	0.98	1.23	0.15	0.45	162
Soybean curd residue	5.0	6.60	49.3	5.45	9	0.47	1.42	0.37	0.17	49
Oyster shell powder	8.2	8.86	7.0	0.09	75	0.05	0.07	32.66	0.26	837
Ordered mixing materials	11.4	5.80	39.9	2.86	14	0.67	1.21	0.88	0.38	1,639

**Table 2.** Nutritional ingredients on the raw materials for the bottle cultivation substrates of *Flammulina velutipes*

Raw materials	Crude protein (%)	Crude fat (%)	Crude fiber (%)	Crude ash (%)	NDF <sup>a</sup> (%)	ADF <sup>b</sup> (%)
Corn-cob	2.56	0.46	28.7	2.63	66.4	37.9
Beet pulp	6.62	0.38	17.6	7.88	33.0	22.1
Cottonseed hull	8.86	1.38	40.8	8.02	64.2	52.8
Rice bran	13.99	18.84	8.0	8.51	19.5	9.9
Wheat bran	15.72	3.57	10.1	4.29	36.9	12.8
Soybean curd residue	33.34	14.91	9.5	3.33	19.2	8.5
Oyster shell powder	0.81	0.12	0.0	81.37	0.0	0.0
Ordered mixing materials	17.71	3.14	16.0	12.32	34.0	20.1

<sup>a</sup>NDF: Neutral Detergent Fibre; <sup>b</sup>ADF: Acid Detergent Fibre.

**Table 3.** Comparison of physico-chemical properties between pre-inoculation and post-harvest *Flammulina velutipes* media

Substrates	Farm*	Moisture %	pH (1:5)	T-C %	T-N %	C/N ratio	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> %	K <sub>2</sub> O %	CaO %	MgO %	FeO mg/kg
Pre-inoculation	①CD	64.3	7.13	43.5	1.52	29	0.84	1.24	1.72	0.44	214
	②KG	62.7	6.56	43.0	1.52	28	1.04	1.34	1.61	0.52	248
	③JH	61.3	7.04	41.3	1.37	30	1.05	1.26	3.17	0.57	650
	Aver.	62.8	6.9	42.6	1.47	29.0	0.98	1.28	2.17	0.51	371
Post-harvest	①CD	59.7	6.82	41.1	1.57	26	1.10	1.12	2.65	0.62	120
	②KG	58.8	6.89	41.5	1.63	27	0.89	1.07	2.18	0.71	147
	③JH	57.5	7.29	39.6	1.48	27	0.99	1.00	4.31	0.49	753
	Aver.	58.7	7.0	40.7	1.56	26.7	0.99	1.06	3.05	0.61	340

\* ①CD(292g/1,200ml): Corn-cob 35.1, Beet pulp 8.6, Cottonseed hull 5.2, Rice bran 36.6, Wheat bran 6.9, Soybean curd residue 3.8, Oyster shell powder 3.8; ②KG (265g/1,100ml): Corn-cob 40.0, Beet pulp 7.0, Cottonseed hull 7.0, Rice bran 36.0, Wheat bran 7.0, Oyster shell powder 3.0; ③JH (247g/1,100ml): Sawdust 29.6, Corn-cob 17.4, Rice bran 48.6, Beet pulp 2.0, Ordered mixing materials 1.2, Oyster shell powder 1.2%(dry wet.)

**Table 4.** Comparison of nutritional characteristics between pre-inoculation and post-harvest of *Flammulina velutipes* media.

Substrates	Farm <sup>a</sup>	Crude protein %	Crude fat %	Crude fiber %	Crude ash %	NDF <sup>a</sup> %	ADF <sup>b</sup> %
Pre-inoculation	①CD	9.62	8.65	19.0	8.33	44.7	22.4
	②KG	9.07	9.21	17.0	8.03	39.3	23.7
	③JH	8.74	7.19	17.8	11.55	37.2	24.3
	Aver.	9.14	8.35	17.9	9.3	40.4	23.5
Post-harvest	①CD	9.93	2.69	18.4	10.71	42.6	23.6
	②KG	9.98	4.56	17.2	9.80	37.2	22.7
	③JH	9.34	2.19	16.7	13.30	28.6	21.2
	Aver.	9.75	3.15	17.4	11.3	36.1	22.5

<sup>a</sup>NDF: Neutral Detergent Fibre; <sup>b</sup>ADF: Acid Detergent Fibre.

\* ①CD(292g/1,200ml): Corn-cob 35.1, Beet pulp 8.6, Cottonseed hull 5.2, Rice bran 36.6, Wheat bran 6.9, Soybean curd residue 3.8, Oyster shell powder 3.8; ②KG (265g/1,100ml): Corn-cob 40.0, Beet pulp 7.0, Cottonseed hull 7.0, Rice bran 36.0, Wheat bran 7.0, Oyster shell powder 3.0; ③JH (247g/1,100ml): Sawdust 29.6, Corn-cob 17.4, Rice bran 48.6, Beet pulp 2.0, Ordered mixing materials 1.2, Oyster shell powder 1.2%(dry wet).

64.2%, 밀기울 36.9%, 혼합사료 34.0%, 비트펄프 33.0%, 미강 19.5%, 건비지 19.2%, 패화석분말 0.0% 순이었으며, 산성가용성섬유(ADF) 함량은 면실피 52.8%, 콘코브 37.9%, 비트펄프 22.1%, 혼합사료 20.1%, 밀기울 12.8%, 미강 9.9%, 건비지 8.5%, 패화석분말 0.0% 순이었다. 회분 함량은 패화석분말 81.37%, 혼합사료 12.32%, 미강 8.51%, 면실피 8.02%, 비트펄프 7.88%, 밀기울 4.29%, 건비지 3.33%, 콘코브 2.63% 순이었다(Table 2).

**팽이버섯 중균접종전 및 버섯수확후 배지의 이화학적 비교**

팽이버섯 재배 3농가에서 수집한 중균접종전 배지의 이화학적 평균치는 수분함량 62.8%, pH 6.9, 전탄소 42.6%, 전질소 1.47%, C/N율 29:1, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 0.98%, K<sub>2</sub>O 1.28%, CaO 2.17%, MgO 0.51%, FeO 371 mg/kg이었다. 또한 버섯수확후 배지는 수분함량 58.7%, pH 7.0, 총탄소 함량 40.7%, 총질소 함량 1.56%, C/N율 27:1, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 0.99%, K<sub>2</sub>O 1.06%, CaO 3.05%, MgO 0.61%, FeO 340 mg/kg이었다. 버섯 재배전과 재배후의 배지에서 수분함량은 62.8%에서 58.7%로 4%정도 감소하였다. 총탄소 함량은 42.6%에서 40.7%로 1.9% 감소하였으나, 총질소 함량은 1.47%에서 1.56%로 0.9%정도 증가하였다. 그리고 인 함량은 거의 변화가 없는 반면에 칼리와 철 함량은 약간 감소하였으며, 칼슘과 마그네슘 함량은 오히려 증가하였다(Table 3). 버섯 병재배에서 병내의 배지는 일정량이 들어 있으며 버섯 재배를 통하여 버섯으로 일정량의 성분이 이행되었다고 하면 버섯 수확후배지에서 성분함량이 증가하는 부분에 대하여 이해가 안될 것으로 생각된다. 그러나 버섯재배를 통하여 수확후배지의 건조중량도 감소하는 점을 감안하면 성분함량이 증가하였다고 하더라도

건조중량에 대한 병내 배지 성분의 절대량은 재배전에 비하여 수확후에는 감소한다(정 등, 2010).

**팽이버섯 중균접종전 및 버섯수확후 배지의 영양성분 비교**

팽이버섯 재배 3농가에서 수집한 중균접종전 배지의 영양성분 평균치는 조단백 9.14%, 조지방 8.35%, 조섬유 17.9%, 조회분 9.3%, NDF 40.4%, ADF 23.5%이었다. 또한 버섯수확후 배지는 조단백 9.75%, 조지방 3.15%, 조섬유 17.4%, 조회분 11.3%, NDF 36.1%, ADF 22.5%이었다. 버섯 재배전과 재배후의 배지 영양성분중 조지방은 8.35%에서 3.15%로 감소폭이 가장 큰 것으로 조사되었다. 그리고 조섬유 함량은 거의 변화가 없는 반면에 NDF 함량과 ADF 함량은 약간 감소하였으며, 조단백질 함량과 조회분 함량은 오히려 약간 증가하는 경향이었다(Table 4).

**적요**

본 시험은 팽이버섯 병재배 수확후배지의 가축 사료화에 활용하기 위하여 영양성분 분석을 수행하였다. 팽이버섯 재배에 주로 이용하는 콘코브, 미강 등 배지재료 8종과 버섯 재배전(살균후) 배지 3종 및 수확후 배지 3종에 대하여 pH, 수분함량, 전탄소(T-C), 전질소(T-N) 등 이화학적 성분과 조단백, 조섬유, 조지방 함량 등 영양성분을 분석하였다. 여기에 제시한 재배전 배지와 재배후 배지의 이화학적 및 영양성분 함량은 새로운 배지재료 선발시험에 기준으로, 그리고 수확후배지의 재활용을 위한 기초자료로 활용이 기대된다.

### 참고문헌

- 김영일. 1985. 비료분석법해설. 중앙문화사. pp.748.
- 김현중. 1993. 꽃송이버섯균, 해면버섯균 및 덕다리버섯균에 의한 낙엽송 근주 심재부후균에 관한 연구. 강원대학교 농학박사학위논문.
- 농림수산식품부. 2011. 2010년도특용작물생산실적.
- 농촌진흥청. 2003. 농업과학기술 연구조사분석기준. p719.
- 산림청. 2011. 2010년도임산물생산통계.
- 정종천, 전창성, 이찬중, 오진아. 2010. 버섯 병재배 배지재료의 이화학적활용. 한국균학회지 38(2): 136~141.
- A.O.A.C. 1990. Official method of analysis. 15th ed. Association of official analytical chemists. Washington, D.C.
- LECO Corporation. 1996. CHN-1000 elemental analyzer instruction manual. Form No. 200~516.