

RESEARCH ARTICLE

수확 후 배지의 가축 사료화를 위한 느타리 생육배지 톱밥 대체재료 선발 연구

김정한¹, 장명준^{2*}¹경기도농업기술원 버섯연구소, ²공주대학교 산업과학대학 식물자원학과

Sawdust Substitution in Growth Medium of Oyster Mushroom for Using Its By-product Spent Mushroom Substrates as Ruminant Feed

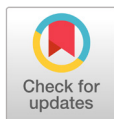
Jeong-Han Kim¹, and Myoung-Jun Jang^{2*}¹Mushroom Research Institute, Gyeonggi Agricultural Research & Extension Services, Gwangju 12805, Korea²Department of Plant Resources, Kongju National University, Yesan 32439, Korea

*Corresponding author: plant119@kongju.ac.kr

ABSTRACT

To replace the sawdust in the growth medium of oyster mushroom to utilize its by-product spent mushroom substrates (SMS) as feed for ruminant, we performed cultivation test using cotton seed hull pellet (CSHP), corn stalk pellet (CSP), corncob (CC), and analyzed the feed chemical properties of those SMS. As a result of cultivation test, CC and CSHP treatment took 27 days for spawn run, 4 days for primordium formation, and 3 days for development fruiting bodies, resulting in a total cultivation period of 34 days. The yield per bottle was 134 g for CC treatment, similar to 130 g for control, while CSHP treatment (112 g) and CSP treatment (68 g) were lower than that of control. The highest biological efficiency (BE) was shown in CC treatment as 80.1%, which was 11.4% higher than 68.7% of control. The SMS of CC treatment had a relatively low content of neutral detergent fiber and acid detergent fiber, and in particular, lignin content was the lowest and crude protein content was the highest among other treatments. Therefore, CC as a substitute material for sawdust was capable of stable mushroom production and excellent nutritional value as a feed for its by-products.

Keywords: bottle cultivation, *Pleurotus ostreatus*, ruminant feed, spent mushroom substrates, yield



OPEN ACCESS

pISSN : 0253-651X
eISSN : 2383-5249

Kor. J. Mycol. 2020 December, 48(4): 407-414
<https://doi.org/10.4489/KJM.20200040>

Received: September 19, 2020

Revised: November 19, 2020

Accepted: November 30, 2020

© 2020 THE KOREAN SOCIETY OF MYCOLOGY.



This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution-Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

서론

느타리(*Pleurotus ostreatus*)는 큰느타리(*Pleurotus eryngii*), 팽이버섯(*Flammulina velutipes*)과 함께 우리나라의 주요 생산 버섯으로 2018년 총생산량은 39,675 MT으로 큰느타리(49,136 MT) 다음으로 많다. 느타리는 병 재배기술의 발전, 자동화에 의한 생산성 향상 및 농가 생산시설 확충으로 2010년 이후부터 연간 4만MT 내외를 유지하고 있다[1].

느타리 재배 후 발생하는 그 수확 후 배지는 버섯 생산량의 약 2.1배 가량 발생된다고 알려져 있는데[2], 이를 감안한다면 2018년 한해에만 연간 약 83,317MT 가량 발생되는 것으로 추정된다. Kim 등[3]은 느타리 접종 전 배지와 수확 후 배지의 성분분석 결과, 버섯균의 생육과정에서 셀룰로오스 6.7%, 글루칸 10.1%, 자일란 5.2%, 아라비난 1.1% 등이 이용되고, 그 수확 후 배지에는 셀룰로오스가 59.7%, 글루칸 7.9%, 자일란 3.2%, 단백질 10.4% 등이 잔존하고 있어 여전히 활용 가치가 높다고 하였다.

버섯 배지의 원료중 콘코브, 미강, 밀기울, 면실피, 비트펄프 등은 가축 사료로 공통적으로 활용되고 있어, 버섯을 생산하고 남은 그 부산물인 수확 후 배지도 반추동물 사료로서 가치가 높을 것으로 추정하고 있다[4]. 또한, 버섯 수확 후 배지에 남아있는 버섯균사체는 다량의 단백질로 구성되어 있어 반추동물에 있어서 반추위 미생물의 단백질 공급원으로 이용될 수도 있다고 보고되고 있어[5], 버섯 농가의 소득 향상과 국내 축산농가의 경쟁력 향상을 위해서도 사료화 개발은 필요한 실정이다.

한편, 느타리 수확 후 배지는 톱밥의 비중이 약 50%로 팽이버섯, 큰느타리 등에 비해 상대적으로 높고, 톱밥에는 난분해성 물질인 리그닌 함량이 상대적으로 높고 반추의 소화율도 떨어뜨리기 때문에 가축사료로 활용되지 못하고 있으며, 주로 퇴비 및 유기질 비료의 원료로 사용되고 있다[6]. 최근 퇴비 및 비료 업체 등에서 느타리 수확 후 배지의 수거를 기피하는 바람에 농가에서 처리에 어려움을 겪었고 방치 시 보관 장소, 침출수 등에 의한 환경 오염 및 병해충 유인 등의 여러가지 문제가 발생할 수 있어 활용방법 개발이 시급한 실정이었다.

지금까지 느타리 수확 후 배지의 활용에 관한 연구로는 풀버섯 배지 개발[7], 느타리 배지에 재 활용[8], 표고 배지 개발[2] 등 버섯 배지 활용에만 국한되어 있다. 따라서 본 연구는 느타리 생산에 문제가 없는 톱밥 대체 재료를 선별하고, 그 수확 후 배지의 사료적 가치를 분석하여 사료화를 통해 버섯 부산물의 활용과 부가가치를 높이기 위해 수행되었다.

재료 및 방법

시험균주 및 종균제조

본 시험에 사용된 균주는 경기도농업기술원 버섯연구소에서 보유하고 있는 춘추느타리2호(*P. ostreatus*)를 PDA (potato dextrose agar) 평판배지에서 5일간 배양 후 톱밥과 미강이 80:20 (v/v)으로 혼합된 250 mL 삼각플라스크에서 일정량을 담아 121°C 40분간 살균한 배지에 접종하여 20일 배양시킨 다음 접종원으로 사용하였다. 동일한 톱밥배지를 850 mL 플라스틱 재배병에 담아 121°C에서 90분간 살균한 후 톱밥 접종원을 병당 15-20 g씩 접종하여 25일간 배양하여 시험을 위한 톱밥 종균으로 사용하였다.

배지 제조

시험용 주요 배지재료의 형태는 Fig. 1과 같다. 시험을 위한 느타리 기본배지 조성(v/v)은 포플러 톱밥 50%, 비트펄프 35%, 면실박 15%이며, 여기에 포플러 톱밥 대체용 재료로 면실피펠렛, 옥수수대펠렛, 콘코브를 톱밥 첨가수준의 100%를 대체하여 배지를 제조하였다. 각 시험구는 수분 함량을 60-65%로 내외로 조절하여 850 mL 재배병에 담아 121°C에서 90분간 살균을 실시하였다.

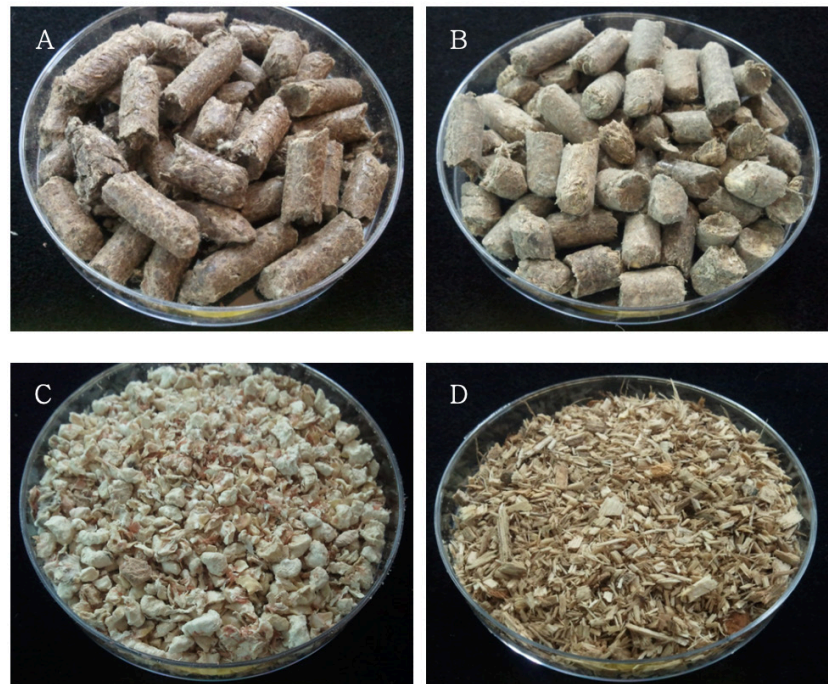


Fig. 1. Sawdust substitute materials for cultivation of oyster mushroom in this study. A, cotton seed hull pellet; B, corn stalk pellet; C, corncob; D, poplar sawdust (control).

배양 및 생육 특성 조사

종균이 접종된 배지는 20°C의 배양실로 옮겨 균사의 생육을 실시하는데 배양 용기의 하단까지 균사 배양이 완료된 시점까지를 배양일수로 하였다. 배양이 완료되면 버섯 자실체 발생을 위하여 균굽기를 실시하여 생육실에 입상하는데 병 내부 상면에 수분의 고임 방식을 위하여 병을 뒤집어서 발이를 유도하였다. 생육초기 온도는 18°C, 습도 95% 이상 관리하다가 발이시에 16°C, 자실체 생육시에 15°C로 낮추어 관리하였다. 버섯 발생을 위하여 생육실로 입상된 날부터 전체 투입 병 수의 70% 이상이 발이가 형성된 시점까지의 기간을 초발이기간으로 하였고, 생육기간은 초발이 시점부터 버섯 수확시 까지의 기간을 산출하였다. 전체 재배기간은 배양일수, 초발이 소요일수, 생육일수를 합쳐 산출하였다. 자실체 특성 조사는 국립종자원의 ‘느타리 특성조사 요령’에 준하여 실시하였다[9]. 그 결과에 대한 통계처리는 SAS 프로그램(Ver. 9.4, Statistical Analysis Systems Institute Inc., Raleigh, NC, USA)의 Duncan 다중범위검정(Duncan's-multiple range test)을 통하여 평균값들에 대한 유의성($p < 0.05$)을 검정하였다.

배지재료, 혼합배지, 수확 후 배지의 이화학성 분석

배지 원재료, 혼합배지 및 수확후 배지들은 성분 분석을 위해 시료를 80°C에서 건조하여 분쇄하였다. 수분함량은 105°C건조중량법으로 측정하였고, 550°C 회화법으로 총탄소를 측정하고, 조회분을 산출하였다. 단백질 자동분석기(K-370, Buchi Co., Flawil, Swiss)를 이용한 Kjeldal법으로 질소함량과 단백질 함량을 산출하였다. 조지방 함량은 Soxhlet 추출기(Soxtherm 416, C. Gerhardt analytical system GMBH & Co. KG, Königswinter, Germany)를 이용하여 분석하였다. Van Soest 등 [10]의 방법에 준하여 neutral detergent fiber (NDF), acid detergent fiber (ADF), lignin을 측정하였다. Hemicellulose는 NDF에서 ADF를 뺀 값으로 구하고, lignin은 산세제용액 처리 후 72% 농축황산을 처리하여 회화과정을 통해 분석하였고, cellulose는 ADF에서 lignin을 뺀 값으로 구하였다. pH는 건조시료와 증류수를 1:10 (w/v) 비율로 혼합하여 1시간 동안 정치한 후 pH meter (Mettler Toledo, Columbus, OH, USA)로 측정하였다.

결과 및 고찰

버섯 생산을 위한 생육배지는 일반적으로 탄소 공급원(lingo-cellulosic materials)과 영양원(nutrient supplements)으로 나눌 수 있는데, 느타리 재배에 주로 사용되는 톱밥은 군사의 물리적인 지지대 역할과 더불어 군사체의 분해작용을 통해 에너지원으로 사용된다. 그리고 영양원으로 사용되는 영양원은 버섯균의 초기 군사생장 촉진을 위해서 수용성 당류나, 아미노산 공급원으로 사용하게 된다[6].

느타리 생육배지의 톱밥 대체용 재료 면실피펠렛, 옥대펠렛, 콘코브와 포플러 톱밥(대조구)과 영양원으로 사용되는 비트펄프, 면실피박의 이화학성 분석결과는 Table 1과 같다. 수분함량은 대체용 재료 3종(면실피펠렛, 옥대펠렛, 콘코브)이 10.6-11.5%로 포플러 톱밥의 25.9%보다 낮았다. pH는 면실피펠렛이 6.3, 옥대펠렛이 6.5로 포플러 톱밥의 5.9보다 높고, 콘코브는 5.1로 낮았다. 총탄소 함량은 면실피펠렛, 콘코브가 53.9-54.0%로 포플러 톱밥과 유사하였고, 옥대펠렛이 51.0%로 다소 낮았다. 질소 함량은 면실피펠렛과 옥대펠렛이 각각 0.82, 0.80%로 유사하였고, 콘코브가 0.44%로 모두 포플러 톱밥의 0.19%보다 높았다. C/N율은 콘코브 123.2, 면실피펠렛과 옥대펠렛이 각각 66.1, 65.5로 포플러 톱밥의 284.3보다 낮았다. 조지방 함량은 면실피펠렛이 2.5%, 옥대펠렛과 콘코브가 각각 1.2, 1.1%, 포플러 톱밥이 0.7% 순으로 나타났다. 난소화성 물질인 리그닌 함량은 면실피펠렛이 27%, 옥대펠렛 24.2%로 포플러 톱밥 26.3%와 유사하게 함유되어 있었고 콘코브는 13.1%로 가장 낮은 함량을 보였다. 용적 밀도는 옥대펠렛 0.62 g/cm³, 면실피펠렛 0.52 g/cm³, 콘코브 0.30 g/cm³, 포플러 톱밥 0.19 g/cm³ 순으로 나타났다. 재료별 수분 흡습시 팽창율은 포플러 톱밥이 1.06배로 거의 불지 않는 재료로 나타났고, 옥대펠렛이 2.61배, 콘코브 2.16배, 면실피펠렛 1.72배 증가하였다. 본 시험에 사용된 영양원은 비트펄프와 면실피박으로 이들의 질소 함량은 각각 1.57, 6.00%로 나타났고, 재료의 수분 흡습시 팽창율은 비트펄프가 408%로 약 4배 가량 불어나는 재료로 나타났다.

Table 2는 톱밥 대체재료별 혼합배지의 이화학성 분석 결과를 나타내었다. 수분 함량은 모든 처리구가 59.7-60.8%로 조절되었다. pH는 면실피펠렛 처리구가 5.5, 옥수수대펠렛 처리구가 5.3, 콘코브 처리구가 5.0으로 나타났고 포플러톱밥 처리구(대조)가 5.4로 나타났다. 총탄소 함량은 면실피

피펠렛과 콘코브처리구가 대조구와 같은 53%로 나타났고, 옥대펠렛은 대조구 보다 낮은 51.4%로 나타났다. 총질소 함량은 콘코브 처리구 2.1%, 옥수수대펠렛 처리구 1.8%, 면실피펠렛 처리구가 1.7%로 대조구와 유사하였다. C/N함량은 면실피펠렛 처리구가 31.5로 대조구의 31.0과 유사하였고, 옥대펠렛 처리구는 28.7, 콘코브 처리구는 25.3으로 대조구에 비해 낮았다. 조지방 함량은 면실피펠렛 처리구가 1.8%로 가장 많이 함유되었고, 옥수수대펠렛 처리구가 1.4%로 대조구와 유사하였고, 콘코브 처리구가 0.7%로 가장 낮은 함량을 보였다. 섬유소 함량은 옥대펠렛 처리구가 7.5%로 가장 많이 함유되어 있고, 콘코브 처리구 4.0%, 면실피펠렛 처리구는 3.4%순으로 대조구의 3.4%와 유사한 함량을 보였다. 혼합배지의 용적밀도는 면실피펠렛 처리구가 0.29 g/cm³, 옥대펠렛 처리구 0.24 g/cm³로 펠렛 처리구가 콘코브와 대조구의 0.22 g/cm³에 비해 다소 높은 함량을 보였다. 혼합배지의 공극률은 대조구가 75%, 옥대펠렛 처리구 74%, 콘코브 처리구 73.6%, 면실피펠렛 처리구 72.8%로 나타났다.

톱밥 대체 재료별 혼합배지의 재배적 특성은 Table 3과 같다. 배양기간은 면실피펠렛과 콘코브 처리구가 27일로 대조구와 유사하였고 옥대펠렛 처리구는 30일로 다른 처리구보다 3일 길었다. 초발이소요일수는 면실피펠렛, 콘코브 처리구가 4일로 대조구와 유사한 반면, 옥대펠렛 처리구가 5일로 1일 더 소요되었다. 생육일수는 처리구간 차이없이 3일로 나타나 전체 재배기간은 면실피펠렛, 콘코브 처리구가 34일로 대조구와 같았고, 옥대펠렛 처리구는 38일로 4일 늦었다.

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

Raw materials		Moisture (%)	pH	T-C (%)	T-N (%)	C/N	Crude fat (%)	Lignin (%)	Bulk density (g/cm ³)	Expansion rate ^a (%)
Ligno-cellulosic materials	CSHP	10.9	6.3	54.0	0.82	66.1	2.5	27.0	0.52	172
	CSP	11.5	6.5	51.0	0.80	65.5	1.2	24.2	0.62	261
	CC	11.5	5.1	53.9	0.44	123.2	1.1	13.1	0.30	216
	PS	25.9	5.9	54.0	0.19	284.3	0.7	26.3	0.19	106
Nutrient supplements	BP	10.8	5.1	53.3	1.57	34.0	1.0	3.3	0.59	408
	CSC	12.0	6.7	52.2	6.00	8.7	0.9	11.7	0.66	170

CSHP: Cotton seed hull pellet; CSP: Corn stalk pellet; CC: Corn cob; PS: Poplar sawdust; BP: Beet pulp; CSC: Cotton seed cake.

^a Volume for after moisture absorption/volume for before moisture absorption)×100.

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

Treatment	Moisture (%)	pH (1:10)	T-C (%)	T-N (%)	C/N	Crude fat (%)	Crude fiber (%)	Bulk density (g/cm ³)	Porosity (%)
CSHP	64.5ns	5.5a	53.7a	1.7b	31.5a	1.8a	3.4c	0.29a	72.8ns
CSP	63.7	5.3c	51.4b	1.8b	28.7ab	1.4b	7.5a	0.24b	74.0
CC	63.4	5.0d	53.3a	2.1a	25.3b	0.7c	4.0b	0.22b	73.6
PS	64.8	5.4b	53.7a	1.7b	31.0a	1.4b	3.4c	0.22b	75.0

CSHP: Cotton seed hull pellet; CSP: Corn stalk pellet; CC: Corn cob; PS: Poplar sawdust.

^a Basal substrates formulation: lingo-cellulosic materials + beet pulp + cotton seed cake (50:35:15, v/v)

a-d: Different letters within a column are significantly different ($p < 0.05$). ns: no significant.

Table 3. Cultural characteristics of oyster mushroom according to different lingo-cellulosic materials

Treatment	Spawn running (days)	Primordia formation (days)	Development of fruiting body (days)	Cultivation period (days)
CSHP	27	4	3	34
CSP	30	5	3	38
CC	27	4	3	34
PS	27	4	3	34

CSHP: Cotton seed hull pellet; CSP: Corn stalk pellet; CC: Corn cob; PS: Poplar sawdust.

느타리 톱밥 대체재료 처리구의 형태적 특성과 수량은 Table 4 및 Fig 2와 같다. 병당 유효경수는 콘코브가 33개로 가장 많아 대조구와 유사하였고, 면실피펠렛 처리구 28.4개, 옥대펠렛 처리구가 12.6개로 가장 낮았다. 자실체 특성중 갯직경, 대굵기는 옥대펠렛 처리구가 각각 39.2, 10.1 mm로 가장 크고, 긴 것으로 나타났는데, 이는 옥대펠렛 처리구의 발이량이 낮아 영양분이 집중된 결과로 추측된다. 대길이는 콘코브 처리구가 93.3 mm로 가장 길고, 면실피펠렛 처리구는 85.5 mm로 대조구의 84.1 mm와 유사하였고, 옥대펠렛 처리구는 71.9 mm로 가장 짧았다. 병당 수량은 콘코브 처리구가 134 g으로 대조구(130 g)와 유사하였고, 면실피펠렛 처리구가 112g, 옥대펠렛 처리구가 68 g 순으로 나타났다. 건배지 중량당 생버섯 수량(생물학적 효율)은 콘코브 처리구가 80.1%로 대조구의 68.7%에 비해 우수하였고, 면실피펠렛 처리구 47.1%, 옥대펠렛 처리구 31.1% 순으로 펠렛 처리구가 상대적으로 낮았다. 원재료 물리성 분석결과(Table 1), 콘코브의 수분 흡습시 팽창율이 2.16배로 대조구(1.06)에 비해 약 2배이상 높았는데, 이는 생육배지 제조시 수분함량을 65%로 맞추기 위해 가수가 되고 약 90분 이상 균질화를 위해 혼합되는데, 이때 원재료의 수분 흡습으로 부피가 불어나 재배병당 원재료의 비율을 감소시켜 대조구보다 생물학적 효율이 높았을 것으로 추측된다. 따라서 본 시험결과 포플러 톱밥 대체재료로 콘코브가 재배기간과 수량이 대조와 유사하여 가장 적합한 것으로 나타났다.



Fig. 2. Growth condition of oyster mushroom by different lingo-cellulosic materials. A, cotton seed hull pellet; B, corn stalk pellet; C, corncob; D, poplar sawdust.

Table 4. Morphological characteristics and yield of oyster mushroom according to different lingo-cellulosic materials

Treatment	Available stipes (No./bottle)	Diameter of pileus (mm)	Thickness of stipe (mm)	Length of stipe (mm)	Yield (g/bottle)	BE ^a (%)
CSHP	28.4b	31.4b	7.7c	85.5b	112b	47.1d
CSP	12.6c	39.2a	10.1a	71.9c	68c	31.1c
CC	33.0a	33.1b	8.8b	93.3a	134a	80.1a
PS	30.5ab	32.9b	8.2b	84.1b	130a	68.7b

CSHP: Cotton seed hull pellet; CSP: Corn stalk pellet; CC: Corncob; PS: Poplar sawdust.

^aBiological efficiency(%) = Fresh weight of fruiting body (g)/dried weight of substrate (g) × 100.

a-c: Different letters within a column are significantly different ($p < 0.05$).

Bae 등[11]에 의하면 느타리 및 팽이버섯의 수확 후 배지는 화학적 성분의 분포가 NDF 64.0-78.0%, ADF 42.8-66.3%, hemicellulose 3.1-29.6%, cellulose 33.9-44.1%, 리그닌 8.9-24.6%으로 고섬유소 저단백질 조사료원에 속하는 것으로 알려져 있다. 또한 수확 후 배지 내의 섬유소 NDF, ADF와 리그닌의 함량이 높을수록 사료의 영양적 가치는 떨어지는 것으로 보고하였다. Table 5는 느타리 톱밥 대체재료별 수확 후 배지의 화학성 분석결과를 나타내었다. NDF는 옥대펠렛, 콘코브 처리구가 각각 74.1, 75.8%로 대조구(75.4%)와 유사하였고, 면실피펠렛 처리구는 81.0%으로 다소 높았다. ADF 함량은 옥대펠렛 처리구가 45.6%로 가장 낮고, 콘코브 처리구 55.7%, 면실피펠렛 처리구 62.3% 순으로 대조구의 59.5%와 유사하였다. 리그닌 함량은 콘코브 처리구가 19.4%로 가장 낮고, 대조구 23.4%, 옥대펠렛 처리구 29.1%, 면실피펠렛 처리구 31.0%로 나타나 전반적으로 펠렛 처리구의 리그닌 함량이 높았다. 단백질 함량은 콘코브 처리구가 21.7%로 가장 높고, 면실피펠렛 처리구 19.3%, 대조구 18.3%, 옥대펠렛 처리구 17.8% 순으로 나타났다. 이상의 결과를 종합해 보면 콘코브 처리구의 수확 후 배지가 다른 처리구에 비해 NDF, ADF, 리그닌 함량이 낮으면서, 단백질 함량도 가장 높아 사료로서 영양적 가치가 우수한 것으로 나타났다. 본 연구에서 느타리 수확 후 배지의 사료로서 활용성을 높이기 위하여 시험을 수행한 결과, 콘코브 처리구가 포플러 톱밥(대조구)와 버섯 재배기간과 수량이 유사하였고, 그 수확 후 배지는 사료로서 영양학적 가치가 대조구 및 다른 처리구 보다 우수하여 톱밥 대체 재료로 적합할 것으로 생각된다.

Table 5. Chemical composition of spent mushroom substrates (SMS) of oyster mushroom according to different lingo-cellulosic materials

Treatment	NDF (%)	ADF (%)	Hemi cellulose (%)	Cellulose (%)	Lignin (%)	Crude protein (%)	Crude fat (%)	Crude ash (%)
CSHP	81.0a	62.3a	18.7c	31.2b	31.0a	19.3b	0.81a	8.5b
CSP	74.1b	45.6c	28.5a	16.5c	29.1b	17.8d	0.71a	9.5a
CC	75.8b	55.7b	20.1b	36.3a	19.4d	21.7a	0.69a	6.3c
PS	75.4b	59.5a	15.9d	36.1a	23.4c	18.3c	0.74a	5.1d

CSHP: Cotton seed hull pellet; CSP: Corn stalk pellet; CC: Corn cob; PS: Poplar sawdust; NDF: Neutral detergent fiber; ADF: acid detergent fiber.

a-d Different letters within a column are significantly different ($p < 0.05$).

적요

느타리 수확 후 배지의 가축 사료화를 위해 생육배지의 톱밥을 대체하고자 면실피펠렛, 옥대펠렛, 콘코브를 활용하여 생육시험을 수행하고, 그 수확 후 배지의 사료로서 화학성을 분석한 결과는 다음과 같다. 톱밥 대체재료별 혼합배지의 생육결과 콘코브, 면실피펠렛 처리구의 배양기간이 27일, 초발이소요일수 4일, 생육일수 3일 소요되어 전체 재배기간이 34일로 대조와 같았다. 병당 수량은 콘코브 처리구가 134 g으로 대조구 130 g과 유사하였고, 면실피펠렛 처리구는 112 g, 옥대펠렛 처리구 68 g으로 낮았다. 생물학적 효율은 콘코브가 80.1%로 대조구 68.7%보다 우수하였다. 톱밥 대체재료별 수확 후 배지의 화학성을 분석한 결과 콘코브 처리구가 대조구에 비해 NDF는 같지만 ADF와 리그닌 함량이 낮고, 단백질 함량은 높아 사료로서 영양학적 가치가 더 우수하였다. 향후, 농가 현장의 적용시험을 통하여 생산성을 검증한다면 느타리 수확 후 배지도 사료 활용이 가능할 것으로 판단된다.

REFERENCES

1. Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs. 2018 The production record of special crops. Daejeon: Horticulture industry division; 2019.
2. Kim JH, Kang YJ, Baek IS, Jeoung YK, Lee YS, Lee YS. Application of spent oyster mushroom substrate for bag cultivation of *Lentinula edodes*. J mushrooms 2018;16:70-3.
3. Kim JH, Lee YH, Chi JH, Jang MJ. Comparison of the saccharide content of spent mushroom (*Pleurotus ostreatus*, *Pleurotus eryngii*, and *Flammulina velutipes*) substrates under various pretreatment conditions. J mushrooms 2016;14:70-4.
4. Moon YH, Kim HS, Kim CH, Cho WG, Yoo YB, Shin PG, Cho SJ. Effect of dietary supplementation of fermented spent mushroom substrates from *Pleutotus eryngii* on hanwoo steers. J mushrooms 2015;13:108-13.
5. Moon YH, Shin PG, Cho SJ. Feeding value of spent mushroom (*Pleurotus eryngii*) substrate. J mushroom Sci Prod 2012;10:236-43.
6. Kim JH, Lee YH, Choi JI, Moon YH, Ju YC. Screening of optimum nutrient supplement of corncob as a main substrate for bottle culture of oyster mushroom. J mushroom Sci Prod 2011;9:166-9.
7. Lee HB, Jang MJ, Lee YH, Ju YC. Development of medium for *Volvariella volvacea* cultivation using spent oyster mushroom medium. J mushroom Sci Prod 2011;9:44-7.
8. Cheong JC, Lee CJ, Shin PG, Suh JS. Recycling post-harvest medium from bottle cultivation for oyster mushroom (*Pleurotus ostreatus*). J mushroom Sci Prod 2012;10:167-73.
9. Korea Seed & Variety Service. Guidelines for characterization of *Pleurotus* spp. Gimcheon: Korea Seed & Variety Service; 2012.
10. Van Soest PJ, Robertson JB, Lewis BA. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. J Dairy Sci 1991;74:3583-97.
11. Bae JS, Kim YI, Jung SH, Oh YG, Kwak WS. Evaluation on feed-nutritional value of spent mushroom (*Pleutotus ostreatus*, *Flammulina velutipes*) substrates as a roughage source for ruminants. J Anim Sci Technol 2006;48:237-46.