

느타리버섯 재배를 위한 기능성자원 감태나무(*Lindera glauca*) 톱밥의 적정 혼합비율

이찬중*, 전창성, 정종천, 공원식, 박기춘¹, 이정훈¹, 신유수¹
농촌진흥청 국립원예특작과학원 버섯과, ¹농촌진흥청 국립원예특작과학원 인삼특작부

Optimum mixture ratio of functional *Lindera glauca* for culture of oyster mushroom (*Pleurotus ostreatus*)

Chan-Jung Lee*, Chang-Sung Jhune, Jong-Chun Cheong, Won-Sik Kong,
Gi-Chun Park¹, Jeang-Hun Lee¹ and Yu-Su, Shin¹

Mushroom Research Division, NIHHS, RDA, Suwon 441-707, Korea

¹Department of Herbal Crop Research, NIHHS, RDA, Eumseong 369-873, Korea

(Received March 2, 2012, Revised March 16, 2012, Accepted March 20, 2012)

ABSTRACTS: This study was carried out to investigated optimum mixing ratio of Korean natural *Lindera glauca* for production of functional oyster mushroom. Total nitrogen and carbon source of *Lindera glauca* was 0.16% and 40.9%, respectively and C/N ratio was 215. Total nitrogen source and pH of substrate mixed with *Lindera glauca* was 2.8~3.0 and 4.8~5.0, respectively. The contents of P₂O₅, CaO, MgO and Na₂O were increased by increasing *Lindera glauca*, but there was no significant difference in K₂O content. Mycelial growth was faster at *Lindera glauca* treatments than that of control. Yields of fruiting body was the highest at *Lindera glauca* 20%, and diameter and thick of pileus were increased according to increase of *Lindera glauca* addition ratio. The L value of pileus was the highest at the *Lindera glauca* 10% during mushroom harvest, but there was no significant difference in the a-value and the b-value.

KEYWORDS : Cottonseed meal, Mushroom, *Pleurotus ostreatus*, *Lindera glauca*

서론

국내 버섯산업은 국민소득의 증가와 함께 생산량과 소비량이 꾸준히 증가하고 있으며, 우리나라 느타리버섯(*Pleurotus ostreatus*)의 생산량도 2009년 39천톤에서 2010년에는 45천톤으로 조금 증가하였다(MFAFF, 2010), 또한 재배방식의 발달과 함께 품질의 균일화 및 수량이 높은 혼합배지를 개발하기 위하여 많은 연구가 진행되어 오고 있다(Royse 등, 2007; 홍, 1978; Gal 등, 2002). 버섯재배에서는 배지의 pH, 수분함량, 영양원 조성 등 화학적 특성과, 공극량, 배지 충전량 등 물리적 특성이 적합하여야 자실체 발생 및 생육이 정상적으로 이루어질 수 있다(Lee 등, 2002; Won 등, 2010). 느타리버섯 배지의 주요 영양원으로 이용되는 면실파, 면실박, 비트펄프 등은 전량 수입에 의존하고 있으며, 콩비지, 아주까리박, 유채박, 야자박, 코코넛박 등 다양한 유기성자원들이 사용되고 있다(이 등, 1998; 김 등, 2005). 최근 식생활의 변화와 의학의 발달로 인간의 평균수명이 연장되었지만, 문명의 발달에 따른 운동부족으로 성인병, 만성퇴행

성 질환, 노인성질환 등이 증가되고 있다(문수제, 1995). 이런 문제를 해결하기 위하여 최신 의학의 연구와 더불어 천연 물질 중 암 예방성분이나 생리활성 조절물질 및 식품 중 기능성 성분을 밝혀내어 이를 건강의 유지와 증진을 위해 활용하고자 하는 연구가 활발히 진행되고 있다(최와 고, 1995; Kim과 Kim, 1997). 버섯은 독특한 맛과 향이 뛰어나 기능성이 높은 식품으로 이용되어져 왔고, 당질, 단백질, 비타민, 아미노산, 무기질 등과 같이 인체에 중용한 각종 영양소를 골고루 함유하고 있으며, 광범위한 약리작용도 나타내므로 전통식품 및 민간약의 제제로서 널리 이용되어져 왔을 뿐 아니라 항암활성, 면역증강 등의 효능작용 때문에 최근에는 기능성 식품 및 의약품 소재로 많이 이용되고 있다(Lee 등, 1992; Choi, 2000).

감태나무(*Lindera glauca* Blume)는 녹나무(Lauraceae)과에 속하며 잎이 지는 관목으로 우리나라, 일본 중국, 타이완 등의 야산에서 자라며 키는 5~8m, 굵기는 지름 5~13cm까지 굵어지고 나무껍질은 매끄럽고 회백색이다(Lee, 1998). 감태나무의 열매는 전통적으로 복부통증이나 언어장애 등을 동반한 중풍의 치료에 많이 사용되어 왔고, 뿌리는 류마티스 관절염에 기인한 일혈, 타박상, 통증의 치료에 이용되

* Corresponding author (lchanj@korea.kr)

Table 1. Substrates composition and ratio of mushroom growth medium used in this study

Composition of substrate	mixed ratio(v/v)
Poplar sawdust(PS)+Beet pulp(BP)+Cottonseed meal(CM)	50 : 30 : 20
Poplar sawdust(PS)+ <i>Lindera glauca</i> (LG)+Beet pulp(BP)+Cottonseed meal(CM)	40 : 10 : 30 : 20
Poplar sawdust(PS)+ <i>Lindera glauca</i> (LG)+Beet pulp(BP)+Cottonseed meal(CM)	30 : 20 : 30 : 20
Poplar sawdust(PS)+ <i>Lindera glauca</i> (LG)+Beet pulp(BP)+Cottonseed meal(CM)	20 : 30 : 30 : 20

어 왔으며, 잎은 해독작용과 지혈제로 사용되었다(Chung과 Shin, 1990). 또한 한국본초도감과 중약대사전에서는 중풍으로 인한 언어 장애, 심복냉통을 치료하는 것으로 알려져 있다. 최근에는 뼈를 튼튼하게 해주고, 염증치료, 암예방과 치료, 감기치료, 혈액순환 개선 등 다양한 효능이 알려져 있다(Seki 등, 199). 이와 같이 다양한 생리활성물질이 함유된 감태나무의 활용법은 주로 잎, 줄기, 뿌리, 열매를 끓는 물에 달여서 마시거나 향료로 이용되고 있으며, 최근에 추출물을 이용한 기능성 연구가 일부 진행되고 있을 뿐이다.

따라서 본 연구는 현대인에게 많이 발생하고 있는 각종 성인병 예방 및 소비자에게 안전한 멋거리를 제공하고 소비자가 원하는 기능성물질을 함유한 맞춤형 느타리버섯을 개발하기 위하여 기능성 자원인 감태나무의 최적 혼합비율을 검토한 결과를 보고하고자 한다.

재료 및 방법

시험균주 및 종균제조

시험에 사용한 균주는 국립원예특작과학원 버섯과에 보관하고 있는 춘추느타리2호(*Pleurotus ostreatus*)를 공시균주로 사용하였다. 실험균주를 PDA 평판배지에서 7일간 배양 후 미루나무톱밥과 미강혼합배지(80:20, v/v)를 250ml 삼각플라스크에 100ml 가량을 담아 121℃에서 40분간 살균한 배지에 접종하여 20일간 배양한 후 접종원으로 사용하였다. 동일한 톱밥배지를 polypropylene 배양병(850ml)에 10g씩 접종하여 25일간 배양하여 시험용 종균으로 사용하였다.

균사 성장과 밀도

감태나무 톱밥의 첨가량에 따른 시험관내에서의 균사 성장량 조사를 위하여 톱밥과 미강을 8:2로 혼합한 배지를 대조로 하여 감태나무 톱밥을 10%, 20%, 30%, 50%, 80%를 첨가하여 총 5조합으로 시험을 실시하였다. 시험관은 20mm×200mm를 사용하였으며, 각각의 혼합배지를 충전하여 고압살균하고 종균 접종 후 25℃ 항온실에서 배양시키면서 일정한 간격으로 균사 성장길이를 측정하여 균사 성장량으로 나타내었다.

혼합 배지 제조 및 이화학적 분석

감태나무 톱밥의 배양특성 결과를 참조하여 감태나무 톱밥의 첨가량을 결정하였으며, 병 재배용으로 많이 사용하는 532배지(톱밥+비트펄프+면실박=50:30:20, v/v)를 기본 배지로 하여 감태나무 톱밥 10%, 20%, 30%를 포플러 톱밥 대신 첨가하여 총 4조합으로 시험을 실시하였다(Table 1). 배지재료에 대한 성분을 분석하기 위해 살균 후 접종하기 전의 시료와 버섯 수확 후 시료를 건조하여 사용하였다. 시료 300g정도를 채취하여 유기물 함량은 회화로에서 600℃로 2시간동안 회화하여 측정하였으며, 건조된 시료는 토양시료 분석법에 준하여 무기성분 함량을 분석하였다(NIAST, 2000). 총질소함량은 Kjeldahl법, 인은 Vanadate법으로 분석하였으며 양이온과 미량원소는 ICP를 이용하여 분석하였다.

배양 관리 및 생육 특성 조사

병 재배를 위해 혼합이 완료된 배지는 121℃에서 90분간 고압살균 후 20℃내외로 냉각하고 종균을 접종한 후 온도 23℃, 상대습도 60%로 조절된 배양실에서 30일간 배양하였다. 배양기간 중에는 혼합배지별 잡균의 오염여부를 조사하여 오염된 병을 즉시 제거하였다. 배양완료된 배지는 균굽기 후 생육실로 옮겨 생육온도 15℃, 상대습도 90%, CO₂ 농도 1,000ppm으로 조절하면서 발이와 자실체 발생을 유도하였으며, 자실체의 생육 후기에는 상대습도를 85%로 낮추어 재배하였다. 배양특성 및 생육조사는 배양율, 초발이소요일수, 생육일수, 수량, 유효경수, 갯직경 등 자실체의 형태적 특성 등은 농촌진흥청 표준조사법(2003)에 준하여 실시하였다.

결과 및 고찰

배지재료에 따른 균사성장량 및 밀도

감태나무 톱밥의 첨가량에 따른 시험관내에서의 균사 성장량과 균사밀도를 조사한 결과는 Table 2와 같다. 균사 성장량은 대조구인 포플러톱밥+쌀겨(8:2)배지 보다 감태나무 톱밥이 첨가된 모든 배지에서 1.7~5.6cm 더 빠른 성장을

Table 2. Mycelial growth and density of oyster mushroom in test tube by mixed growth medium

Substrate composition	Mixed ratio (%)	Mycelial growth(cm)			Mycelial density
		15days	28days	35days	
PS+RB	80 : 20	3.0	5.6	7.0	+++
PS+LG+RB	70 : 10 : 20	4.3	9.7	12.6	+++
PS+LG+RB	60 : 20 : 20	3.8	8.0	10.6	+++
PS+LG+RB	50 : 30 : 20	4.2	7.6	9.4	+++
PS+LG+RB	30 : 50 : 20	4.1	7.6	10.1	+++
LG+RB	80 : 20	3.3	6.5	8.7	+++

* PS : Poplar sawdust, LG : *Lindera glauca*, RB : Rice Bran, a+ : low, ++ : middle, +++ : high

Table 3. Chemical properties of substrate materials used as mushroom-growth medium

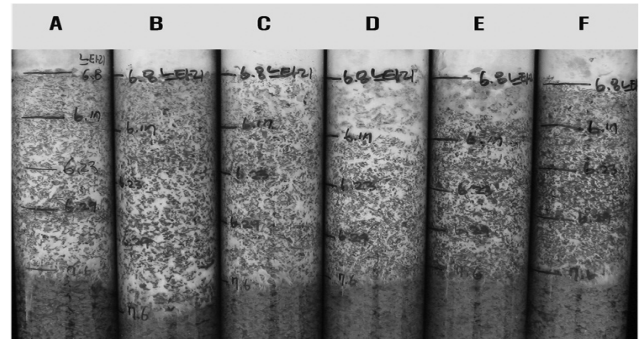
substrate materials	Water content(%)	pH (1:5)	T-C (%)	T-N (%)	C/N ratio	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	Na ₂ O
						%				
Poplar sawdust	42.9	6.7	46.9	0.2	297	0.04	0.08	0.51	0.07	0.04
<i>Lindera glauca</i>	6.8	6.0 ^a	40.9	0.19	215	0.04	0.14	0.36	0.04	0.003
Beet pulp	9.55	5.0	45.0	1.5	29	0.2	0.4	0.76	0.45	0.61
Cottonseed meal	8.9	6.7	44.7	7.3	6	2.53	1.67	0.35	1.08	0.48

^a시료 : DW = 1 : 10

보였다. 혼합배지 중 감태나무 톱밥 10%가 첨가된 배지에서 균사 생장이 가장 빨랐지만, 감태나무 톱밥의 첨가량이 증가할수록 균사 성장속도는 느려지는 경향을 보였다. 감태나무 톱밥의 첨가량에 따른 균사밀도는 처리간에 뚜렷한 차이가 없이 높은 밀도를 보였다(Fig. 1). Lee 등(2011)은 홍삼박 첨가량이 증가할수록 홍삼박에 포함된 다양한 항균물질이 느타리버섯 균사의 생육을 억제하였다고 보고하였지만 본 실험에 사용된 감태나무의 경우 느타리버섯 균사 생육에 전혀 영향을 주지는 않았다. 또한 김 등(2009)은 은행잎박 첨가량이 20~30% 증가함에 따라 균사 생장이 감소하는 경향이 있었다고 보고하였고, 장 등(2008)은 면실피 대신 바나나 잎, 줄기를 첨가한 혼합배지에서 이들 첨가 비율이 높아질수록 균사생장 속도는 느려졌고, 균사밀도도 약하게 나타났고 하였다.

배지재료별 화학적 특성

느타리버섯 병 재배에 사용한 각각의 배지재료별 이화학적 성을 조사한 결과는 Table 3과 같다. 감태나무 톱밥의 수분 함량은 6.8%였고, pH는 6.0이었다. 총질소함량은 감태나무 톱밥 0.16%, 포플러톱밥 2.0%로 서로 비슷한 경향을 보였고, 총탄소함량은 감태나무 톱밥 40.9%, 포플러 톱밥 46.9%, 면실박 44.7%, 비트펄프 45.0%였다. C/N율은 감태나무 톱밥 215%, 포플러 톱밥 297%, 면실박 6%, 비트펄프가 29%였으며, 재료별 무기성분 중 P₂O₅와 MgO 함량은 감태나무와 포플러 톱밥에서 뚜렷한 차이를 보이지 않았지만 K₂O함량

**Fig 1.** Change of mycelial growth of oyster mushroom in test tube by mixed growth medium

A: PS+RB(80:20), B: PS+LG+RB(70:10:20), C: PS+LG+RB(60:20:20), D: PS+LG+RB(50:30:20), E: PS+LG+RB(30:50:20), F: LG+RB(80:20).

은 감태나무 톱밥에서 높은 경향을 보였다.

배지재료 혼합비율별 생육전·후 화학적 특성

감태나무 톱밥 첨가비율에 따른 생육전·후 혼합배지의 이화학적 성을 조사한 결과는 Table 4와 같다. 혼합배지별 pH는 접종전 4.8~5.0에서 수확 후 5.6~5.8로 약간 높았으며, Zadrazil(1974)가 느타리버섯의 생육최적 pH가 5.0~6.5라고 보고한 내용과 접종전 pH는 차이가 있었지만 수확후 pH와는 비슷한 경향을 보였다. 총탄소함량은 수확전·후 배지에서 뚜렷한 차이를 보이지 않았으며, 총질소함량은 수확 후 배지에서 증가하였지만 C/N율은 오히려 감소하였다. 무

Table 4. Chemical properties of mixed growth medium used this study

	Substrate composition	Mixed ratio(%)	pH (1:5)	T-C (%)	T-N (%)	C/N ratio	%				
							P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	Na ₂ O
Before inoculation	PS+BP+CMa	50:30:20	5.5	44.8	2.3	20.2	0.41	0.47	0.62	0.44	0.10
	PS+LG+BP+CM	40:10:30:20	4.9	44.4	3.0	15.0	0.56	0.77	0.53	0.46	0.10
	PS+LG+BP+CM	30:20:30:20	5.0	44.8	2.8	15.9	0.62	0.82	0.57	0.49	0.10
	PS+LG+BP+CM	20:30:30:20	4.8	45.4	2.8	16.4	0.57	0.77	0.57	0.47	0.11
After harvest	PS+BP+CM	50:30:20	5.6	44.2	3.3	13.3	0.61	0.58	0.89	0.73	0.15
	PS+LG+BP+CM	40:10:30:20	5.7	44.7	3.2	13.8	0.66	0.64	0.93	0.74	0.16
	PS+LG+BP+CM	30:20:30:20	5.6	44.9	3.3	13.8	0.63	0.66	0.91	0.78	0.15
	PS+LG+BP+CM	20:30:30:20	5.8	44.6	3.1	14.4	0.62	0.68	0.92	0.76	0.16

	Substrate composition	Mixed ratio (%)	mg/kg			
			Cu	Fe	Mn	Zn
Before inoculation	PS+BP+CM	50:30:20	9.5	469.5	86.2	32.7
	PS+LG+BP+CM	40:10:30:20	11.9	457.4	65.6	27.4
	PS+LG+BP+CM	30:20:30:20	10.6	458.1	72.3	27.2
	PS+LG+BP+CM	20:30:30:20	11.3	463.6	68.0	24.3
After harvest	PS+BP+CM	50:30:20	13.3	866.5	102.2	30.3
	PS+LG+BP+CM	40:10:30:20	13.2	785.9	110.2	27.3
	PS+LG+BP+CM	30:20:30:20	12.0	710.5	110.4	25.6
	PS+LG+BP+CM	20:30:30:20	13.8	722.8	113.2	25.7

^aSee the Table 1.

Table 5. Fruit body characteristics of oyster mushroom by mixed growth medium

Division	Pileus(mm)		Stipe(mm)		Stipe hardness (g/mm)	Pileus hardness (g/mm)	Stipe color			Pileus color		
	Dir.	Thic.	Thic.	Len.			L	a	b	L	a	b
A	26.9	3.1	8.1	64.4	133.4	52.7	52.4	0.31	0.31	22.0	0.33	0.32
B	20.8	1.6	6.0	55.0	127.4	50.5	62.6	0.32	0.33	30.1	0.35	0.34
C	30.0	3.3	8.5	74.8	134.4	51.4	53.8	0.32	0.32	18.1	0.33	0.32
D	30.3	3.5	9.3	82.3	124.3	55.5	43.4	0.32	0.32	15.7	0.33	0.32

A: PS+BP+CM(50:30:20), B: PS+LG+BP+CM(40:10:30:20), C: PS+LG+BP+CM(30:20:30:20), D: PS+LG+BP+CM(20:30:30:20); aSee the Table 1.

기성분인 P₂O₅, CaO, MgO, Na₂O 함량은 감태나무 톱밥의 첨가비율이 높아질수록 증가하였지만, K₂O 함량은 뚜렷한 차이를 보이지 않았다. 또한 수확후 배지에서 P₂O₅, CaO, MgO, Na₂O 함량은 증가하였지만 K₂O 함량은 오히려 감소하였다. 미량원소는 수확후 배지에서 Cu, Fe, Mn 함량은 증가하였지만, Zn 함량은 뚜렷한 차이를 보이지 않았다. 이상의 결과에서 수확후 K₂O의 함량이 상대적으로 감소하였다는 사실은 느타리버섯에서 칼륨성분이 버섯의 생육, 수량 및 품질에 많은 영향을 줄 것으로 판단되며 추후 이에 대한 면밀한 연구가 이루어져야 할 것으로 생각된다. 홍(1978)은 느타리버섯 배지의 C/N율은 아주 낮거나 너무 높을 경우 수량 감소를 초래한다고 보고하였으며, 본 실험의 혼합배지 C/N율은 느타리버섯 균사 생장 및 자실체 생육에 적합한 범위인 것으로 생각된다.

배지재료 혼합비율별 자실체 특성 및 수량

감태나무 톱밥 첨가량에 따른 배양일수는 대조구와 감태나무 톱밥 비율이 30%까지 증가하여도 배양일수와 초발이 소요일수에는 뚜렷한 차이가 없었다(자료생략). 감태나무 톱밥 첨가량에 따른 느타리버섯 자실체 특성을 조사한 결과는 Table 5에서와 같이 갓의 크기와 두께는 감태나무 톱밥의 첨가비율이 높아질수록 증가하였고, 대의 굵기와 길이도 증가하였다. 그러나 대의 경도는 처리간에 뚜렷한 차이를 보이지 않았지만, 갓의 경도는 감태나무 톱밥의 첨가량이 증가할수록 높은 경향을 보였다. 수확기 갓의 색도를 측정할 결과 L값은 감태나무 톱밥 10% 첨가시 가장 높았으며, 첨가비율이 높을수록 낮아지는 경향을 보였지만, a, b값은 처리간에 뚜렷한 차이가 없었다. 병당 수량은 대조구가 156g/850ml이었고, 감태나무 톱밥을 10%와 30% 첨가

시 148과145g/850ml로 대조구보다는 약간 낮은 경향을 보였지만, 감태나무 톱밥 20%첨가시에는 163g/850ml로 높은 수량을 보였다(Fig. 2, 3). 따라서 기능성 느타리버섯 재배를 위한 감태나무 톱밥의 적정 첨가비율은 20%가 가장 적당할 것으로 판단된다. Lee 등(2011)은 느타리버섯 재배시 홍삼박을 면실박의 10%첨가시 수량이 가장 높았으며, 홍삼박만 20%첨가시에는 수량이 급격히 감소하였다고 하였으며, 김 등(2009)은 은행겉질을 10% 첨가시 큰느타리버섯의 수량이 가장 증가하였고, 총 재배일수도 가장 짧았다고 한다.

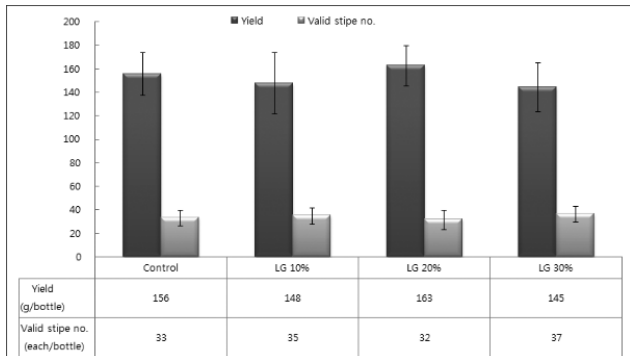


Fig 2. Yields of oyster mushroom by mixed growth medium, LG : *Lindera glauca*

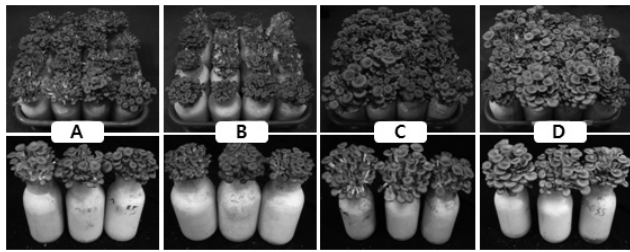


Fig 3. Fruiting body of oyster mushroom by mixed growth medium. A: PS+BP+CM(50:30:20), B: PS+LG+BP+CM(40:10:30:20), C: PS+LG+BP+CM(30:20:30:20), D: PS+LG+BP+CM(20:30:30:20)

같다. 감태나무 톱밥의 첨가량에 따라 무기성분의 함량은 대조구(532배지)에 비해 뚜렷한 차이를 보이지 않았으며, 미량원소의 경우 감태나무 톱밥 10% 첨가시 Fe, Mn 함량은 대조구에 비해 높았으나, Cu와 Zn 함량은 상대적으로 낮았다. 또한, 감태나무 톱밥의 첨가량이 증가할수록 미량원소 함량이 대조구에 비해 낮은 경향을 보였다. Ahn 등(1986)은 양송이, 표고, 능이버섯 등의 미량원소 성분중 Fe와 Zn 등의 함량이 높았다고 보고한 결과와는 일치하였다.

적 요

기능성 느타리버섯 재배를 위하여 국내에서 자생하는 감태나무의 적정 첨가량을 구명하기 위하여 실험을 실시하였다. 감태나무 톱밥의 수분함량은 6.8%였고, pH는 6.0이었다. 총질소함량은 0.16%였고, 총탄소함량은 40.9%였으며, C/N율은 215이었다. 혼합배지의 pH는 4.8~5.0이었으며, 총질소함량은 2.8~3.0%로 처리간에 뚜렷한 차이가 없었다. 무기성분인 P₂O₅, CaO, MgO, Na₂O 함량은 감태나무 톱밥의 첨가비율이 높아질수록 증가하였지만, K₂O 함량은 뚜렷한 차이를 보이지 않았다. 느타리버섯 군사 생육은 감태나무 톱밥 첨가시 오히려 빨랐으며, 자실체의 수량은 감태나무 톱밥 20%첨가시에 163g/850ml로 가장 높았다. 갓의 크기와 두께는 감태나무 톱밥의 첨가비율이 높아질수록 증가하였고, 대의 굵기와 길이도 증가하였다. 대의 경도는 처리간에 뚜렷한 차이를 보이지 않았지만, 갓의 경도는 감태나무 톱밥의 첨가량이 증가할수록 높은 경향을 보였다. 수확기 갓의 색도를 측정된 결과 L값은 감태나무 톱밥 10% 첨가시 가장 높았으며, 첨가비율이 높을수록 낮아지는 경향을 보였지만, a, b값은 처리간에 뚜렷한 차이가 없었다.

참고문헌

배지재료별 자실체의 무기성분 함량

수확 후 배지재료별 자실체의 무기성분 함량은 Table 6과

김정한, 하태문, 주영철. 2005. 느타리버섯 병재배 면실박

Table 6. Chemical properties of Fruiting body by mixed growth medium

Substrate composition	Mixed ratio(%)	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	Na ₂ O	Cu	Fe	Mn	Zn
		%								
PS+BP+CMa	50:30:20	1.8	3.0	0.02	0.20	0.04	25.9	128.7	11.1	94.0
PS+LG+BP+CM	40:10:30:20	1.7	2.9	0.01	0.20	0.04	16.4	329.2	12.3	84.8
PS+LG+BP+CM	30:20:30:20	2.2	3.3	0.01	0.23	0.03	21.2	107.1	12.8	106.9
PS+LG+BP+CM	20:30:30:20	1.9	2.7	0.01	0.20	0.02	16.6	86.0	10.5	89.2

^aSee the Table 1.

- 대체배지 선발. 한국버섯학회지. 3(3) : 106-108.
- 김홍규, 김용균, 이병주, 이봉춘, 양의석, 김홍기. 2009. 은행껍질을 이용한 느타리버섯 배지 개발. 한국버섯학회지. 7(4) : 163-167.
- 농촌진흥청. 2003. 농업과학기술 연구조사분석 기준. 52-58.
- 문수제. 1995. 영양과 건강, 3th. 이용하. 지구문화사, 서울.
- 이찬중, 한혜수, 전창성, 정종천, 오진아, 공원식, 박기춘, 박춘근, 신유수. 2011. 홍삼박을 이용한 병재배 느타리버섯의 첨가배지 개발. 한국버섯학회. 9 : 139-144.
- 이희덕, 김용균, 김홍규, 한규홍, 문창식, 허일범. 1998. 농산 부산물을 이용한 애느타리 및 버들송이의 배지재료 활용 효과. 한국균학회지. 26(1) : 47-50.
- 장현유, 박현수, 윤정식. 2008. 음식부산물 건조박을 첨가한 배지에서 느타리버섯 균사생장 특성. 한국버섯학회지. 6(3) : 126-130.
- 홍재식. 1978. 느타리버섯의 생화학적성질 및 재배에 관한연구. 한국농화학학회지. 21 : 150-184.
- 최동성, 고하영. 1995. 식품기능화학. 2판. 주병오. 지구문화사, 서울
- Ahn, J. A. and Lee, K. H. 1986. A study on the mineral contents in edible mushrooms produced in Korea. Korean J. Food Hygiene, 1 : 177-179.
- Choi, S. H. 2000. Extraction and purification of physiologically active materials from agaricus blazei fruiting bodies. MS Thesis. So Gang University.
- Chung, B. S. and Shin, M. K. 1990. In Dictionary of Korean Folk Medicine. pp. 456-457, Young Lim Sa. Seoul, Korea.
- Gal, S. W. and Lee, S. W. 2002. Development of optimal culture media for the stable production of mushroom. J. Korean Soc. Agri. Chem. Biotechnol. 45 : 71-76.
- Hong, J. S. 1970. Studies on the compositional changes of media during oyster mushroom cultivation in Korea. Korean J. Appl. Microbiol. Bioeng. 7: 36-45.
- Kim, S. W. and Kim, E. S. 1997. Studies on the immunomodulating effect of polysaccharide extracted from Ganoderma lucidum on macrophage. Korean J. Sci. Nutr. 26 : 148-153.
- Lee, B. W., Lee, M. S., Pa가, K. M., Kim, C. H., Ahn, P. U., Choi, C. U. 1992. Anticancer activities of extract from the mycelia of Coriolus versicolor. Korean J. Microbiol. Biotechnol. 20 : 311-315.
- Lee, T. B. 1998. In Clolured Flora of Korea. p. 404. Hyangmunsa, Seoul, Korea.
- Lee, Y. H., Cho, Y. J., Kim, H. K. 2002. Effect on mycelial growth and fruit body development according to additives and mixing ration in pot cultivation of *Pleurotus ostreatus* in Kora. The Korean Society of Mycology. 30 : 104-108.
- MFAPFF, 2010. Actual yield of industrial product.
- Seki, K., Sasaki, T., Haga, K. and Kaneko, R. 1995. Linderanolides and isolinderanolides, ten butatnolides from *Lindera glauca*. Phytochemistry 40 : 1175-1181.
- Won, S. Y., Lee, Y. H., Jeon, D. H., Ju, Y. CH. and Lee, Y. B. 2010. Development of new mushroom substrate using kapok seedcake for bottle culture of oyster mushroom(*Pleurotus ostreatus*). The Korean Society of Mycology. 38 : 130-135.
- Zadrazil, F. 1974. The ecology on industrial production of *Pleurotus ostreatus*, Plerotus florida, Pleurotus cornucopiae and Pleurotus eyngii, Mushroom Sci. 9 : 621-652.