한 국 균 학 회 지 The Korean Journal of Mycology Research Article

잣버섯 수집균주의 톱밥재배 특성

김민수 · 전성민 · 가강현* · 박원철

국립산림과학원 화학미생물과

Cultivation Charateristics of *Neolentinus lepideus* Strains on Sawdust Media

Min-Soo Kim, Sung-Min Jeon, Kang-Hyeon Ka* and Won-Chull Bak

Division of Wood Chemistry and Microbiology, Korea Forest Research Institute, Seoul 130-712, Korea

ABSTRACT : We investigated the cultivation characteristics of *Neolentinus lepideus* (21 strains derived from Korea and Japan) on *Pinus densiflora* sawdust medium as follows; period of mycelial growth, fruiting period, productivity of fruit body and color and morphology of fruit body. The periods for mycelial growth and fruiting on the sawdust medium of *N. lepideus* were 40~65 days and 6~22 days, respectively. It was produced approximately 48.3 g of fresh weight and 9 fruit-bodies per 600 g of sawdust medium. The productivity of fruit body was reduced by scratching off the surface of sawdust medium. We suggest that three strains (KFRI 1199, 1302, 1331) might be good candidates for sawdust cultivation.

KEYWORDS : Fruiting period, Mycelial growth, *Neolentinus lepideus*, Sawdust cultivation

서 론

잣버섯(*Neolentinus lepideus* (Fr.) Redhead & Ginns)은 분류학적으로 구멍장이버섯과(Polyporaceae) 잣버섯속(*Neolentinus*)에 속하며, 전세계에 걸쳐 분포하고 있다. 30°C에서도 잘 생장하는 고온성균(Kim *et al.*, 1994)으로, 초여름부터 가을까지 죽은 침엽수 목질로부터 자실체가 발생하는 갈색부후균이다(Kim and Han, 2008). 특히 이 버섯은 표고와 같이 항암 성분인 lentinan과 lepidan을 함유하고 있어 항종양 효과가 있으며, 이 외에도 항바이러스, 혈압강하, 간 기능 개선 등의 효과가 있는 것으로 보고되었다(Jin and Chung, 1999). 또한 식감이 좋고, 식재료의 기능성이 인정되어 일본 및 국내에서도 그 재배법에 관한 연구가 꾸준히 이루어지고 있다(Kim *et al.*, 1994; Ko and Kim, 1995; Jang *et al.*, 2011b). 그러나 균사 배양기간이 길고 생산성이 낮아 아직 본격적으로 상용화되지는 못하였다. 한편, 최근 국내에서는 상용 재배를 위하여 잣버섯 생산성이 높은 배지와 품종을 개발하여 버섯 재배 시 문제점들을 극복하고자 노력하고 있다(Jang *et al.*, 2011a, 2011b).

본 연구는 국립산림과학원에 보존 중인 잣버섯 수집 균주에 대한 소나무 톱밥 재배 특성을 조사한 것으로, Jang 등(2011a)이 개발한 잣버섯 재배법에 따라 균을 배양하여 균주별로 버섯 생산성을 비교하였다. 또한 균사체의 생장과 자실체의 형태적 특성을 조사하고, 톱밥 재배 시 균 긁기 처리 효과 등을 평가함으로써 수집 균주의 생리학적 기초특성을 이해할 뿐만 아니라 신품종 개발에 유용한 잣버섯 균주를 선발하는 데에도 활용하고자 한다.

Kor. J. Mycol. 2013 December, **41**(4): 225-230
http://dx.doi.org/10.4489/KJM.2013.41.4.225
pISSN 0253-651X
© The Korean Society of Mycology

***Corresponding author**
E-mail: kasymbio@forest.go.kr

Received September 8, 2013
Revised September 23, 2013
Accepted November 17, 2013

This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

재료 및 방법

톱밥종균 제조

국립산림과학원에 냉장 보존(4°C) 중인 총 21개의 한국 및 일본산 수집균주를(Table 1) 본 실험에 사용하였다. 사면배지 형태의 감자포도당 한천배지(potato dextrose agar, PDA)에서 배양, 보존한 균사체를 고체평판배지(PDA)로 옮겨 암배양(25°C, 30일)하였다. 소나무 톱밥과 물을 1:1

Table 1. List of *Neolentinus lepideus* strains used in this study

KFRI strain No.*	Collected year	Host species	Region
206	1991	Unknown	Japan
207	1991	Unknown	Japan
513	2000	*Pinus densiflora*	Gosung-gun, Gangwon-do, Korea
572	2001	*Pinus densiflora*	Yeoju-gun, Gyeonggi-do, Korea
851	2006	*Larix kaempferi*	Muju-gun, Jeollabuk-do, Korea
853	2006	*Pinus densiflora*	Hongcheon-gun, Gangwon-do, Korea
854	2006	Unknown	Yangyang-gun, Gangwon-do, Korea
855	2006	*Pinus densiflora*	Hongneung Seoul, Korea
856	2006	*Pinus koraiensis*	Pocheon-gun, Gyeonggi-do, Korea
857	2006	*Pinus koraiensis*	Pocheon-gun, Gyeonggi-do, Korea
859	2006	*Pinus densiflora*	Hongneung, Seoul, Korea
916	2006	*Larix kaempferi*	Hongcheon-gun, Gangwon-do, Korea
919	2007	*Larix kaempferi*	Pocheon-gun, Gyeonggi-do, Korea
943	2007	*Pinus densiflora*	Hongneung Seoul, Korea
1088	2008	*Larix kaempferi*	Pocheon-gun, Gyeonggi-do, Korea
1113	2008	*Pinus densiflora*	Pocheon-gun, Gyeonggi-do, Korea
1199	2009	*Pinus densiflora*	Gosung-gun, Gangwon-do, Korea
1276	2010	*Pinus densiflora*	Pocheon-gun, Gyeonggi-do, Korea
1288	2010	*Pinus densiflora*	Guri-shi, Gyeonggi-do, Korea
1302	2010	*Pinus densiflora*	Yangpyeong-gun, Gyeonggi-do, Korea
1331	2010	*Pinus densiflora*	Hongneung Seoul, Korea

*KFRI: Korean Forest Research Institute.

(w/w)로 혼합하여 톱밥배지를 제조한 후, 여기에 30일간 배양한 균사체를 다시 접종하여 23°C에서 30일간 배양한 후 톱밥재배용 종균으로 사용하였다.

소나무 톱밥배지의 제조 및 균 접종

톱밥 배지는 소나무 톱밥과 옥수수가루(옥분)를 9:1(w/w)의 비율로 잘 혼합한 후, 물을 첨가하여 배지 내 수분 함량을 65%로 조정하였다(Jang *et al.*, 2011a). 준비된 재료를 1000 ml 규격의 종균병에 600 g씩 잘 다져넣고, 배지 중앙부에 5 cm 깊이의 구멍을 뚫은 후, 뚜껑을 닫고 고압증기멸균(121°C, 90분)하였다. 종균병 당 총 6 g의 잣버섯 톱밥종균을 접종한 후, 온도 25±1°C, 습도 60±5%의 조건에서 균을 배양하였다. 각 균주에 대한 처리는 5반복으로 하였다.

초기 배양은 약 1개월간 진행하였는데, 균 접종 직후부터 원기가 출현하기까지의 소요 기간을 배양기간(incubation period)으로 기록하고, 배양병 내부에 균사가 만연되어 버섯 원기가 형성되기 시작할 때에 즉시 발생실로 옮겨 배양하였다. 발생실은 온습도 조절이 가능한 공조시설이 구비된 곳으로 온도 21±1°C, 습도 95±5%의 조건을 유지하면서 하였다. 자실체 수확 시기는 각 균주별로 다르게 하였는데, 발생 처리 후 자실체가 충분히 성숙한 후에 수확하였으며, 그때까지 소요된 기간을 조사하여 수확기간(harvest period)으로 기록하였다. 수확한 잣버섯은 균주별로 자실체의 색과 형태를 관찰하여 기록하였으며, 갓 직경과 대의 두께를 측정하였다. 또한 톱밥배지 600 g 당 발생한 자실체의 수와 자실체의 생중량을 측정하여 균주별로 비교하였다.

균 긁기에 따른 버섯 생산성 조사

잣버섯의 톱밥재배 시 균 긁기가 버섯 생산성에 끼치는 영향을 조사하기 위해 전술한 바와 같은 배양 방법과 조건으로 소나무 톱밥배지를 제조하고 종균을 접종하여 배양하였다. 균 긁기 실험에 사용한 균은 총 4균주(KFRI 513, 855, 1113, 1119)로, 배지 표면에 균 긁기를 실시한 시험군과 균 긁기를 하지 않은 대조군으로 나누어 재배 특성(자실체 수확시기, 톱밥배지 600 g 당 발생한 자실체의 생중량, 갓의 직경, 대의 길이)을 비교하였다.

결과 및 고찰

균사 생장 특성

잣버섯의 배양기간은 50~65일로 보고되었으나(Ko and Kim, 1995), Jang 등(2011a)의 실험 결과에서는 30일로 가장 빠른 배양기간을 나타났다. 본 실험에서는 Jang 등(2011a)의 실험에 나타난 배지 조합을 사용하였기에 30일

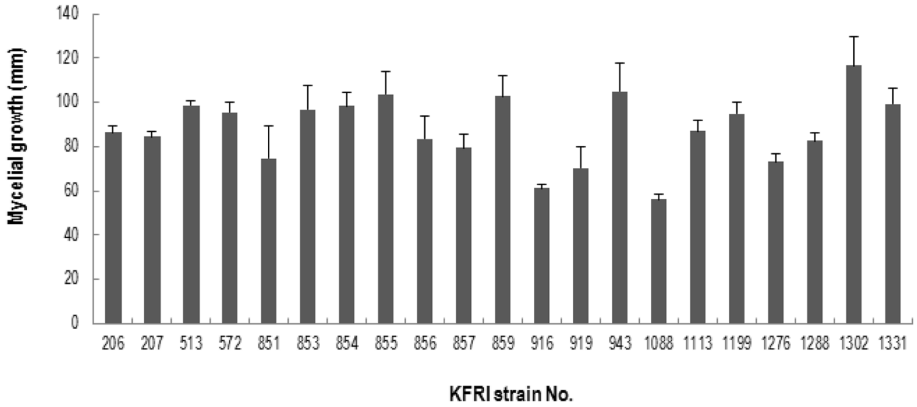

Fig. 1. Mycelial growth of *Neolentinus lepideus* on sawdust media after 30 days of inoculation.
[a]Mycelial growth indicates the length (mm) of mycelial cultures grown in a cultivation bottle containing the sawdust media (600 g), [b]Values are mean and standard deviation for five replicates.

을 기준으로 잣버섯의 균사 생장량을 측정하였다(Fig. 1). 배양병 내 균사생장 조사 결과, KFRI 1302가 116.6 mm로 가장 빠르게 자랐으며, KFRI 1088은 55.9 mm로 생장이 저조하였다. 배양병 내 균사가 만연하면 균사는 성숙한 자실체를 만들기 위해 원기를 형성한다. 균 접종부터 원기 출현까지 소요된 배양기간을 조사한 결과, Table 2에서와 같이 KFRI 206, 513, 854, 859, 943, 1113, 1199, 1288, 1302 그리고 1331은 40일째 원기가 형성된 반면, KFRI 207, 853, 856, 916, 919, 1276은 65일째 원기가 형성되어 시험 균주간에 차이가 심하였다. 본 연구결과와 기존의 연구 결과(Ko and Kim, 1995; Jang *et al.*, 2011a)를 종합하여 보면 잣버섯은 균주에따라 톱밥배지에서의 균사생장과 자실체 형성이 큰 차이를 보이고 있어 안정적인 재배를 위해서는 품종과 최적 배지 등 재배법의 개발이 선행되어야할 것으로 사료된다. 또한 KFRI 206, 1113, 1288의 경우에는 배양병 내 균사가 만연한 상태가 아닌데도 40일째에 원기가 형성되었다.

자실체 생산성

잣버섯의 발생 처리는 배양병에 균사체가 만연하고, 배양병 표면에 전체적으로 버섯 원기가 형성되었을 때 배양병의 윗부분(톱밥을 채운 위치까지)을 균긁기를 하여 발생실로 옮기는 방식으로 수행하였다. KFRI 206, 513, 854, 859, 943, 1113, 1199, 1288, 1302 그리고 1331은 배양 40일째 원기가 발생하여 발생실로 옮겼는데, 이 중 KFRI 1288은 생장이 가장 빨라 자실체 수확이 6일 만에 이루어졌다(Table 2). 일본산 수집균주 KFRI 206과 한국산 5균주는 자실체를 최초로 수확하기까지 9일이 소요되었다. KFRI 572, 851, 855, 1088은 배양 53일 만에 발생실로 옮겼는데, 이 중 KFRI 855은 10일째에 가장 빠르게 자실체를 발생시킨 반면, KFRI 851은 22일만에 가장 느리게 자실체를 발생시켰다. 배양기간이 65일인 KFRI 853, 916, 919, 1276은 모두 자실체 발생까지 14일이 소요되었다. 수확기간 동안 발생처리한 모든 균주에서 잣버섯 고유의 향이 났으며, 자실체가 성숙해짐에 따라 향이 더 진해졌다. 식용버섯 중 팽이의 배양 기간은 약 30일 이내이며, 20일 만에 버섯 수확이 빠르게 이루어지는 반면, 표고의 배양 기간은 90일, 자실체를 수확하기까지는 20일이 소요된다(Chang and Miles, 2004). 잣버섯의 배양 기간(50일)과 수확 기간(12일)을 표고와 비교해 보면, 잣버섯은 표고보다 배양일수는 40일, 발생일수는 8일 더 빠르게 발생한 것이다.

잣버섯의 자실체 생산량(생중량 기준)은 균주별로 다르게 나타났다. 총 21개의 시험균주 중 생산량이 가장 높게 나타난 균주는 KFRI 1302로 소나무 톱밥배지 600 g당 생중량이 59.5 g에 달했다. 반면, KFRI 851은 생중량이 10.9 g으로 가장 적은 생산량을 나타냈다. KFRI 859는 배양기간이 40일로 비교적 짧았으나 발생실에서 완성된 자실체를 만들지 못하였으며, KFRI 207과 855는 배양 기간이 65일 그리고 수확 기간을 22일 이상 연장시켰음에도 불구하고 정상적인 자실체를 형성하지 못하였다.

수집 균주의 기주별 자실체 생산량을 비교해본 결과, 오차 범위가 크고, 반복수에 차이가 있어 낙엽송과 소나무 기주 간 유의한 차이는 볼 수 없었다. 다만, 수집균주들의 자실체 생산 능력을 평가하는 데에 있어 기본배지로 소나무 톱밥을 사용했음에도 불구하고, 낙엽송을 기주로 한 균주(KFRI 851, 916, 919, 1088)가 자실체를 형성한 결과는 잣버섯이 기주특이성이 있다고 간주하기보다는 여러 수종에 침입 가능한 특성을 가지고 있는 것으로 해석된다.

버섯의 형태적 특징

발생 초기에 미성숙된 자실체들은 백색을 띠었으나 자실체가 성숙함에 따라 점차 균주 고유의 색으로 변하였다(Fig. 2). 자실체가 완전히 성숙했을 때에 KFRI 851, 916, 919는 회색, KFRI 513, 572, 943은 밝은 황갈색, KFRI 1088은 진한 황갈색을 띠었다. 또한 KFRI 854와 1113의 경우에는 자실체 중심부는 노란색, 주변부는 백색으로 나타났다. KFRI

Table 2. Fruiting characteristics of *Neolentinus lepideus* on sawdust bottle cultivation

KFRI strain No.	Incubation period[a] (day)	Harvest period[b] (day)	Productivity		Characteristics of fruit body		
			Fresh weight of fruit body (g)[c]	No. of fruit body[d]	Color[e]	Diameter of pileus (mm)	Thickness of stipe (mm)
206	40	9	44.1±22.4	10.2±7.2	YB	49.0±5.6	9.6±3.1
207	65	-	-	-	-	-	-
513	40	9	45.6±11.4	14.6±6.7	pYB	53.4±4.9	10.2±3.2
572	53	20	43.9±12.0	7.0±4.9	pYB	65.1±22.2	9.5±1.3
851	53	22	10.9±1.4	13.8±1.6	G	11.3±1.6	4.1±0.7
853	65	14	42.8±5.9	8.5±3.0	YB	52.9±10.7	14.2±1.4
854	40	12	26.4±5.0	8.4±2.4	W*	49.1±11.3	8.0±1.6
855	53	10	50.3±12.0	10.4±6.4	YB	57.3±5.6	13.1±6.8
856	65	-	-	-	-	-	-
857	53	-	-	-	-	-	-
859	40	-	-	-	-	-	-
916	65	14	42.9±2.5	3.8±1.9	G	66.6±14.3	13.6±4.9
919	65	14	50.5±12.3	4.6±1.6	G	67.0±21.5	12.8±5.3
943	40	9	26.9±11.1	3.6±2.0	pYB	42.6±14.1	13.0±5.5
1088	53	20	51.9±16.3	3.8±1.9	dYB	69.4±21.1	8.7±1.1
1113	40	20	24.0±3.7	9.6±2.1	W*	44.9±2.6	7.4±1.0
1199	40	9	53.3±15.6	12.0±3.8	YB	71.7±15.5	9.6±2.3
1276	65	14	17.6±8.7	7.0±4.7	W**	39.1±9.1	11.4±3.2
1288	40	6	37.4±5.0	4.0±1.4	YB	50.4±11.7	12.0±2.3
1302	40	9	59.5±4.4	13.6±3.6	YB	57.6±7.7	9.4±1.0
1331	40	9	47.9±1.3	13.0±3.3	YB	60.3±12.8	8.4±1.2

[a]Incubation period from inoculating the mycelial cultures to the emergence of primordia on the sawdust medium.
[b]Developmental period of fruit body.
[c]Fresh weight of fruit bodies (g) harvested from sawdust media of 600 g (n=5).
[d]No. of fruit bodies harvested from sawdust media of 600 g (n=5).
[e]The colors of fruit bodies were expressed using abbreviations as follows; YB (yellowish brown), pYB (pale yellowish brown), G (gray), W (white), dYB (dark yellowish brown).
*The yellow color was found at the center of pileus.
**The brown color was found at the center of pileus.

1276도 자실체 중심부는 갈색, 주변부는 백색을 띄는 특성을 보여주었다. 이외 대부분의 균주들은 황갈색의 자실체를 생산하였다. 기주식물별로 발생한 자실체의 색상을 비교한 결과, 낙엽송을 기주식물로 한 균주들은 비교적 어두운 계통의 자실체를, 소나무를 기주식물로 한 균주들은 밝은 계통의 자실체를 생산하였다.

자실체의 형태를 균주별로 조사한 결과, KFRI 513, 853, 855, 943, 1113, 1199, 1276, 1288, 1302, 1331은 자실체 윗부분에 황갈색-암갈색의 압착된 인편이 동심원상으로 분포하고 있었으나, KFRI 206, 572, 851, 853, 854, 916, 919, 1088은 자실체의 윗부분에 인편이 없었다. KFRI 206, 851, 943, 1302를 제외한 대부분의 균주들은 자실체 둘레에 솜털과 유사한 얇은 털이 존재하였다. 대부분의 균주들은 톱밥배지 병 내에서 하나의 원기로부터 여러 개의 자실체를 형성하는 다발성 형태로 자라는 반면, KFRI 854는 하나의 원기로부터 하나의 자실체를 형성하는 특성을 나타냈다. KFRI 1113은 타 균주에 비해 원기 형성 단계부터 대가 가늘게 생장하는 모습을 보였고, KFRI 1276은 배지가 건조한 상태에서 자실체를 생산하였기 때문에 다른 균주들보다 작은 자실체를 형성하였다. 자실체 성숙 과정이 완료된 상태에서 대부분의 균주들은 갓 끝이 말아 올라가는 형태를 나타냈다. 수확한 잣버섯 자실체의 직경은 40~70 mm, 대의 두께는 8~14 mm 범위로 균주들 간 큰 차이는 없었다. 그러나 KFRI 851은 발생기간이 22일로 가장 길었음에도 불구하고 자실체의 직경은 11 mm, 대의 두께는 4 mm로 시험균 중 가장 작은 자실체를 형성하였다.

균 긁기에 따른 버섯 생산성 비교

최근 버섯 재배 시 버섯의 생산량을 높이기 위해 균 긁기를 하는 경우가 많다. 큰느타리버섯과 노루궁뎅이버섯의

Fig. 2. Morphological characteristics of fruiting bodies on sawdust cultivation of *Neolentinus lepideus*.
The colors of fruit bodies observed in *N. lepideus* (17 strains) were as follows. A-G (yellowish brown); KFRI 206 (A), 853 (B), 85 (C), 1199 (D), 1288 (E), 1302 (F) and 1331 (G), H-J (pale yellowish brown); 513 (H), 572 (I) and 943 (J), K (dark yellowish brown); KFRI 1088), L-N (gray); KFRI 851 (L), 916 (M) and 919 (N), O-P (white fruit body with yellow center): KFRI 854 (O) and 1113 (P), Q (white fruit body with brown center); 1276 (Q).

균 긁기를 하였을 경우, 전복느타리버섯(*Pleurotus cystidiosus*)은 전체적으로 균 긁기를 하지 않는 것이 균 긁기를 한 것보다 수확량이 높았으며, 1차 수확 후 다시 균 긁기를 했을 때 자실체의 개체수가 현저히 감소하여 수확량이 떨어진 결과가 나타났다(Jang *et al.*, 2003). 노루궁뎅이버섯 또한 균 긁기를 한 것은 초발이 소요일수가 29일로서 균 긁기를 하지 않은 것 27일에 비해 2일이 늦었으며, 균 긁기 한 것의 자실체 수확량은 356 g인 것에 비해 균 긁기를 하지 않은 것은 362 g으로 균 긁기를 하지 않은 것의 수확량이 더 높게 나타났다(Chang and Roh, 1999). 이와 같은 결과

Table 3. Effect of scratching off the mycelial surface layer on the sawdust bottle cultivation of *Neolentinus lepideus*

Treatment	KFRI strain No.	Harvest period (day)	Fresh weight of fruit body (g)[a]	Feature of fruit body	
				Diameter of pileus (mm)	Length of stipe (mm)
Scratching off the mycelial surface layer	513	18	31.4±5.0	40.5±4.2	29.2±4.5
	855	18	16.0±3.7	45.7±15.3	21.8±6.0
	1113	21	13.0±5.8	40.6±10.8	29.4±10.9
	1119	14	19.5±6.6	40.9±10.9	21.8±5.6
	Average	18	20.0±7.0	39.1±6.0	25.6±3.8
No scratching off	513	9	45.6±11.4	53.4±4.9	25.4±2.2
	855	10	50.3±12.0	57.3±5.6	22.6±4.5
	1113	20	24.0±3.7	44.9±2.6	18.4±1.6
	1119	9	53.3±15.6	71.7±15.5	20.2±2.1
	Average	12	43.3±11.5	56.8±9.7	21.6±2.6

[a]Fresh weight of fruit body (g) harvested from sawdust media of 600 g (n=5).

를 참고하여 본 실험에서도 잣버섯 수집 균주의 톱밥 재배 시 균 긁기가 버섯 생산성에 영향을 미칠 것으로 예측되어 일부 균주(KFRI 513, 855, 1113, 1119)를 대상으로 재배 시 균 긁기를 수행하였다. 균 긁기 수행 후 자실체 발생까지 소요된 기간은 평균 18일로, 균 긁기를 하지 않은 12일에 비해 6일이 늦었다. 톱밥배지 600 g당 생중량을 비교한 결과, 균 긁기를 한 시험군(평균 20.0 g)보다 균 긁기를 하지 않은 시험군(평균 43.3 g)이 더 크게 나타났다(Table 3). 발생한 자실체의 평균 갓 직경을 비교한 결과, 균 긁기를 하였을 경우(39.1±6.0 mm)보다 균 긁기를 하지 않았을 때가 더 컸다(56.8±9.7 mm). 한편 대의 평균 길이는 균 긁기를 한 시험군(25.6±3.8 mm)과 균 긁기를 하지 않은 시험군(21.6±2.6 mm)이 유의한 차이를 나타내지 않았다. 그러나 자실체 발생까지 소요되는 기간이 짧고, 톱밥배지 600 g당 발생하는 자실체의 생중량이 더 크고, 수확한 자실체의 갓 직경이 더 큰 결과를 토대로 하여 버섯 생산성을 평가한다면, 톱밥배지를 이용한 병 재배 시에는 균 긁기 작업은 하지 않는 것이 더욱 효과적일 것으로 생각된다.

적 요

한국 및 일본산 잣버섯 수집균주(21균주)를 소나무 톱밥배지에서 배양하여 그 재배 특성 (균사체 배양기간, 자실체 발생기간, 버섯의 생산량, 자실체의 색상과 형태)을 조사하였다. 잣버섯의 균사체 배양기간은 40~65일, 자실체 발생기간은 6~22일로 나타났다. 자실체 생산성을 조사한 결과, 톱밥배지 600 g당 생중량과 자실체 발생 수는 각각 약 48.3 g과 8.7개였으며, 자실체의 색과 형태는 균주별로 다양하게 관찰되었다. 균긁기 처리군은 미처리군(대조군)에 비해 자실체 발생기간이 길었으며, 생중량과 갓 직경은 감소하였다. 잣버섯의 재배 특성을 비교한 결과, 소나무 톱밥 재배용으로 3균주(KFRI 1199, 1302, 1331)가 가장 적합한 것으로 평가되었다.

감사의 글

본 연구는 국립산림과학원 일반과제(FP 0801-2009) 연구수행 중 얻어진 결과입니다.

참고문헌

Chang, H. Y. and Roh, M. G. 1999. Effect of different cultivation methods on yield of *Hericium erinaceus*. *Kor. J. Mycol.* 27: 249-251. (in Korean)

Chang, S. T. and Miles, P. G. 2004. Mushrooms; cultivation, nutritional value, medicinal effect, and environmental impact. CRC PRESS. 451p.

Jang, K. Y., Jhune, C. S., Shin, C. W., Park, J. S., Oh, S. J., Choi, S. G. and Sung, J. M. 2003. Studies on the artificial cultivation of *Pleurotus cystidiosus* O.K.Miller, the abalone mushroom. *Kor. J. Mycol.* 31:200-205. (in Korean)

Jang, M, J., Lee, Y. H., Ju, Y. C., Kim, S. M. and Koo, H. M. 2011a. Effect on mycelial growth and fruit body development according to supplementary nutrition in bag cultivation of *Neolentinus lepideus*. *Kor. J. Mycol.* 39:171-174. (in Korean)

Jang, M, J., Lee, Y. H., Ju, Y. C., Park, Y. J. and Koo, H. M. 2011b. Cultural characteristics of a new variety, Solhyang *Lentinus lepideus*. *Kor. J. Mushroom* 9:101-104. (in Korean)

Jin, M. R. and Chung, K. S. 1999. Enhancement of immune responses by a water soluble proteoglycan, lepidan from *Lentinus lepideus*. *Yakhak Hoeji* 43:653-641.

Kim, H. J. and Han, S. K. 2008. Mushrooms of Gwangneung forest. Korea National Arboretum. (in Korean)

Kim, H. K. Park, J. S. Cha, D. Y. Kim, Y. S. and Moon, B. J. 1994. Study on the artificial cultivation of *Lentinus lepideus* (Fr. ex Fr.) Fr. *Kor. J. Mycol.* 22:145-152. (in Korean)

Ko, M. K. and Kim, H, J. 1995. Study on the sawdust cultivation of *Lentinus lepideus*. KFRI *Journal of Forest Science* 51:96-100. (in Korean)