

낙엽송 톱밥을 이용한 꽃송이버섯 균주별 재배 특성

유성열 · 가강현* · 박 현 · 박원철 · 이봉훈

국립산림과학원 화학미생물과

Cultivation Characteristics of *Sparassis crispa* Strains Using Sawdust Medium of *Larix kaempferi*

Sung-Ryul Ryu, Kang-Hyeon Ka*, Hyun Park, Won-Chull Bak and Bong-Hun Lee

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

(Received February 20, 2009. Accepted April 24, 2009)

ABSTRACT: Cultivation characteristics of 12 strains of cauliflower mushroom (*Sparassis crispa*) collected in Korea were investigated by growing the mushroom on sawdust medium of *Larix kaempferi*. As cultivation characteristics, incubation period for full growth of mycelium in a cultivation bottle, cultivation time period taken for first harvest, and mushroom color and yield were examined. *S. crispa* KFRI 723 showed the shortest for incubation period with 59 days while *S. crispa* KFRI 746 showed the longest with 94 days. The earliest mushroom harvesting was achieved by 29 days from *S. crispa* KFRI 746 and the latest was by 63 days from *S. crispa* KFRI 691. The colors of fruit body of the tested strains can be divided into three groups; *S. crispa* KFRI 700 was white, *S. crispa* KFRI 747 was yellow brown, and the others were light yellowish. KFRI 700 yielded the most as 163 g from 380 g sawdust media, while KFRI 746 and KFRI 747 were the lowest with 58 g and 35 g, respectively. As results of cultivation characteristics of 12 strains of cauliflower mushroom, we consider that three strains (KFRI 700, 723 and 724) of *S. crispa* are suitable for sawdust cultivation on *L. kaempferi* in the aspects of mycelial growth period, harvesting period and mushroom production, respectively.

KEYWORDS: *Sparassis crispa*, *Larix kaempferi*, yield, incubation and harvesting period

꽃송이버섯은 우리나라의 산림 내 낙엽송(*Larix kaempferi*), 잣나무(*Pinus koraiensis*), 소나무(*Pinus densiflora*), 전나무(*Abies holophylla*) 등의 줄기, 그루터기 및 나무 근처의 토양 위에서 찾을 수 있다(가 등, 2007, 박 등, 2009). 꽃송이버섯은 영급(齡級)이 높은 침엽수에 침투해 근주 심재부후를 일으켜 우량한 목재를 상하게 한다거나(김 등, 1990), 표고를 재배하는 균상에 침입하는 목재부후력이 강한 유해균으로서 취급되었다(古川과 野淵, 1996). 하지만 최근 꽃송이버섯으로부터 추출된 다당체가 주로 항암활성을 보이는 1,3-베타-D글루칸을 높게 함유하는 사실이 밝혀지면서 해균이 아닌 유용균으로서 인식되고 있다(Harada *et al.*, 2002a; 2002b). 이런 사실이 알려지면서 누구나 손쉽게 이 버섯을 이용할 수 있도록 꽃송이버섯 재배 시도가 활발하게 진행되고 있다.

선행연구에서 꽃송이버섯 균사의 생리적 실험과 관련된 연구는 있었지만(Shim *et al.*, 1998; 오, 2003; 서 등, 2005; 정 등, 2008), 꽃송이버섯 자실체 발생에 대한 재배특성 연구는 많이 이루어지지 못했다. 박 등(2005)이 침엽수 톱밥을

이용하여 일반농가에서 쉽게 사용할 수 있도록 침엽수 톱밥, 보릿가루 및 설탕을 섞은 배지조성으로 기존에 알려진 복잡한 공정을 단순화하여 자실체 생산을 시도하였다. 또한, 단기간에 자실체생산을 위해서는 톱밥의 야외퇴적을 통한 부숙처리가 도움이 되는데 증기처리를 통해 재배시간 단축과 균사생장 촉진 및 자실체 증산효과를 얻었다(米山 등, 2002; 박 등 2006). 鈴木(2006)는 꽃송이버섯의 톱밥재배를 위해서는 톱밥비율이 중요하며, 낙엽송 톱밥에 다른 침엽수 톱밥을 5:1의 비율로 섞은 배지에서 가장 높은 자실체 생산성을 얻었음을 보고하였다. 또한 첨가재료실험에서는 낙엽송 톱밥에 옥수수속대를 비율별로 혼합하여 배지를 조성한 결과 꽃송이버섯의 자실체생산 증수가 보고되어 있다(Nakashima and Motogami, 2007).

일본과 우리나라의 일부 기업에서는 꽃송이버섯의 환이나 분말 형태의 상품을 개발하여 온라인 및 오프라인에서 판매하고 있다. 하지만 이러한 제품들은 고가의 약용버섯으로 거래되고 있으며 아직까지는 일반 식용버섯으로 시중에서 찾아보기가 쉽지 않다. 그런데, 꽃송이버섯은 생김새, 향, 맛 같은 버섯의 특성으로 인하여 '떡거리'로서 시장성을 충분히 갖추고 있다.

*Corresponding author <E-mail: kasymbio@korea.kr>

일반 식용버섯과 마찬가지로 꽃송이버섯의 재배 시 어떤 배지와 어떤 균주를 사용하는가의 문제는 버섯생산량에 있어서 중요한 역할을 한다. 박 등(2005; 2006)의 연구에서도 이러한 경향을 뚜렷이 나타낸 바 있는데, 적정균주가 아니라면 인공재배시 안정적이며 지속적인 생산성을 갖는 데 어려울 것이다. 따라서 본 연구에서는 각 지역으로부터 수집된 꽃송이버섯을 대상으로 낙엽송 톱밥을 이용한 배지에서 적절한 균주를 선발하고자 실시하였다.

재료 및 방법

공시균주 및 접종원

강원도 홍천, 평창, 경기도 광릉, 전라남도 구례와 무주에서 자생하는 꽃송이버섯을 수집하여 국립산림과학원 임산버섯연구실 균주보존실에 보존 중인 KFRI 644 등을 비롯한 12개 균주를 사용하였다(Table 1). 접종원으로 사용한 균주는 PDA(Potato Dextrose Agar)배지에 배양하여 23°C 항온기에서 30일간 배양한 후 균사체를 다시 PDB(Potato Dextrose broth, pH 5)배지로 계대하여 23°C 항온기에서 30일간 정치배양 하여 사용하였다.

배지준비 및 접종

톱밥배지는 낙엽송(*L. kaempferi*) 톱밥과 보릿가루, 설탕을 80 : 20 : 3 (w/w/w)의 비율로 잘 혼합한 후 물을 첨가하여 수분함량을 65%로 조정하였다(박 등, 2005). 준비된 재료들은 700 ml 종균병에 500 ml 눈금에 이르기까지 380 g씩 넣고 잘 다져(밀도: 0.79 g/cm³) 넣은 후 배지 가운데 5 cm 깊이의 구멍을 뚫은 후 뚜껑을 닫고 120°C에서 90분간 고압멸균을 실시하였다. 접종은 자동 피펫을 이용하여 액체 종균을 미리 뚫어 놓은 구멍에 10 ml (건중량 기준 25 mg) 씩 투여하였다. 꽃송이버섯의 균사가 성장 할 수 있는 온도는 7~28°C이지만 최적 온도는 23°C 내외로 알려져 있으므로

로(福島, 1994), 배양은 온도 23 ± 1°C, 습도 60 ± 5% 범위로 수행하였다. 각 균주에 대한 처리는 20반복으로 진행하였다.

초기배양은 약 2개월간 진행하였는데, 꽃송이버섯 고유의 향기가 강해지고 배양병 내부에 꽃송이버섯 균사가 만연되면서 버섯원기가 형성되기 시작할 때 발생실로 옮겼다. 발생은 온습도 시설을 통제할 수 있는 공조시설을 이용하였으며, 환경은 온도 23 ± 1°C, 습도 95 ± 5% 범위로 유지하였다. 각 균주에 대한 수확은 발생처리 후 자실체가 퍼지는 정도에 따라 수확에 이르기까지의 기간을 측정하였다. 이 때 꽃송이버섯의 재배특성을 파악하기 위하여 자실체의 색깔과 크기(가로 × 세로 × 두께)를 측정하였으며, 최종 수확된 자실체의 생중량을 측정하였다.

결과 및 고찰

접종원

접종원으로는 톱밥과 액체 등이 일반적으로 사용되고 있지만 액체를 접종원으로 이용할 때는 짧은 시간동안 대량생산이 가능해 효율성 차원에서 유리하다(이 등, 1998). 이번 실험에서는 PDB(Potato Dextrose Broth, pH 5) 배지에서 꽃송이버섯 균사배양을 하여 접종원으로 사용하였다. PDB 배지의 pH는 5인데, 선행 연구자료에서는 다른 기질을 사용하였을 때 균사생장에 적합한 산성도는 각각 pH 6.0(정 등, 2008), pH 5.3(吉田, 2005), pH 5.0(Akihiro *et al.*, 2006), pH 4.0(Shim *et al.*, 1998)으로 일관성이 없게 보고된 바 있다. 본 연구의 예비실험에서 산성도별(pH 4.0, pH 5.0, pH 6.0) PDB 배지를 이용하여 균사생장을 조사한 결과는 pH 4.0, pH 5.0, pH 6.0순으로 균사생장이 양호하였다. 따라서 꽃송이버섯의 접종원으로 사용될 균사배양을 위해서는 pH 4.0~pH 6.0 범위로 조제된 액체배지를 사용하면 문제가 없을 것으로 판단된다.

배양일수

최근 많은 사람들에 의해 꽃송이버섯은 다양한 방식으로 재배되어지고 있다. 하지만 가장 문제가 되는 것은 균사생장이 느리기 때문에 초기 활착단계에서 오염이 많이 일어난다는 점이다. 꽃송이버섯은 다른 버섯에 비해 초기 균사배양 시 균사의 생장모습이 뚜렷하지 않아 균사생장 및 오염여부를 판단하기가 어렵다. 따라서 꽃송이버섯의 성공적인 재배를 위해서는 초기 균사생장이 빠른 균주를 찾는 것이 매우 중요하다고 생각된다.

이번 실험에서 꽃송이버섯의 균사체 배양일수는 배양병 내 균사만연이 이루어지는 시점을 기준으로 삼았다. 배양병 내 만연이 이루어지면 꽃송이버섯 균사는 성숙한 자실체가 되기 위한 준비단계로서 원기형성에 들어간다. 이 때 배양병의 마개를 개봉해서 일정한 빛과 공기를 순환시켜 주어야 한다. 이렇게 빛이 제공되지 않는다면 자실체의 색과 형태가 비정상적으로 나타나서 자라기 때문이다(Chang and Miles,

Table 1. The strains used for this experiment

Strain no.	Collected year	Host species	Region
KFRI 644	1990	<i>Larix kaempferi</i>	Gyeonggi-do
KFRI 645	2003	<i>L. kaempferi</i>	Jeollanam-do
KFRI 691	2005	<i>L. kaempferi</i>	Kwangwon-do
KFRI 700	2005	<i>L. kaempferi</i>	Gyeonggi-do
KFRI 720	2006	<i>L. kaempferi</i>	Jeollanam-do
KFRI 722	2006	<i>Pinus densiflora</i>	Gyeonggi-do
KFRI 723	2006	<i>P. koraiensis</i>	Gyeonggi-do
KFRI 724	2006	<i>L. kaempferi</i>	Gyeonggi-do
KFRI 746	2006	<i>L. kaempferi</i>	Gyeonggi-do
KFRI 747	2006	<i>P. koraiensis</i>	Kwangwon-do
KFRI 748	2006	<i>Abies holophylla</i>	Kwangwon-do
KFRI 749	2006	<i>L. kaempferi</i>	Jeollanam-do

Table 2. Cultivation characteristics of *Sparassis crispa* obtained from artificial cultivation

Strain	Incubation period (day)	Harvest period (day)	Yield (g)	Color [†]	Feature of fruit body(βÆ)		
					Width	Height	Thickness
KFRI 644	75 ± 10 ^{a*}	52 ± 11 ^d	104.3 ± 29.4 ^e	LY	153 ± 32	74 ± 11	0.6 ± 0.1
KFRI 645	68 ± 2 ^c	43 ± 3 ^c	139.8 ± 22.9 ^{bcd}	LY	131 ± 26	77 ± 12	0.6 ± 0.1
KFRI 691	69 ± 0 ^e	63 ± 6 ^e	121.4 ± 9.4 ^{cde}	LY	145 ± 16	78 ± 10	0.6 ± 0.1
KFRI 700	61 ± 3 ^a	42 ± 11 ^c	163.1 ± 19.6 ^a	W	149 ± 34	85 ± 11	0.6 ± 0.1
KFRI 720	63 ± 2 ^{ab}	46 ± 8 ^{cd}	119.4 ± 16.6 ^{de}	LY	155 ± 28	82 ± 15	0.6 ± 0.1
KFRI 722	- ^{**}	-	-	-	-	-	-
KFRI 723	59 ± 0 ^a	31 ± 0 ^{ab}	141.0 ± 14.7 ^{bc}	LY	NM ^{***}	NM	NM
KFRI 724	66 ± 3 ^{bc}	39 ± 8 ^{bc}	144.9 ± 16.2 ^{ab}	LY	154 ± 22	91 ± 17	0.6 ± 0.1
KFRI 746	94 ± 0 ^f	29 ± 8 ^a	58.3 ± 20.5 ^f	LY	NM	NM	NM
KFRI 747	81 ± 12 ^e	37 ± 22 ^{ab}	35.1 ± 32.8 ^f	YB	NM	NM	NM
KFRI 748	62 ± 3 ^{ab}	38 ± 4 ^{bc}	130.6 ± 15.0 ^{bcd}	LY	166 ± 40	85 ± 24	0.5 ± 0.2
KFRI 749	87 ± 4 ^e	46 ± 1 ^{cd}	145.5 ± 17.5 ^{ab}	LY	139 ± 22	83 ± 11	0.5 ± 0.1

[†]LY, light yellow W, white YB, yellowish brown.

*The same letters above each value indicate that the values were not significantly different within the row at the 5% level by DMRT.

**KFRI 722 couldn't produce any fruit body. Thus, the strain showed no data for the measurement.

***NM means no measurement.

2004). 배양결과 배양병 내 균사만연은 KFRI 723이 59일로 균사만연일 수가 가장 빨랐으며, KFRI 746은 94일로 가장 느렸다(Table 2). 이 결과에 따르면 초기 균사확장이 빠른 KFRI 723이 KFRI 746을 비롯한 다른 균주들에 비하여 잡균 오염이 낮을 수 있음을 시사한다.

자실체 수확에 이르기까지의 기간

꽃송이버섯의 발생처리는 배양병 만연과 배양병 윗 표면에 전체적으로 버섯원기가 만들어지면 배양병 뚜껑을 개봉하는 방식으로 수행하였다. 수확까지의 기간이 가장 빨랐던 균주는 29일만에 이루어진 KFRI 746이었다. 반면 수확까지의 기간이 가장 느렸던 균주는 63일이 걸린 KFRI 691이었다. 이 두 균주 간에는 약 30일의 차이를 보였다. KFRI 746의 경우는 배양기간이 94일로 다른 균주들과 비교해서 길었지만 수확은 보다 빠르게 이루어졌다. 하지만 KFRI 746의 경우는 배양병 내 초기 균사확장이 느린 반면 자실체가 빠르게 만들어지기는 하였지만, 성숙한 자실체의 모양이 다른 균주들에 비해 크게 분지하지는 못했다. 한편 KFRI 722 균주는 배양병 내 균사만연이 이루어졌지만 자실체의 발생은 없었다(Table 2).

발생처리된 모든 공시균주에서는 수확기간 동안 꽃송이버섯 고유의 향이 났으며 자실체가 성숙해짐에 따라 향이 진해졌다. 버섯들 중 팽이버섯은 약 30일 안에 배양이 완료되고 20일 만에 버섯수확이 이루어지며 배양기간이 긴 표고를 톱밥 재배 하였을 때 표고의 배양은 90일, 수확은 20일이 걸리는 것과 비교해 보면(Chang and Miles, 2004), 꽃송이버섯은 배양(60일 이상)과 수확(30일 이상)에 있어 팽이버섯 보다 느

렸다. 꽃송이버섯은 발생처리 후 성숙한 자실체의 수확까지 적어도 30일 이상으로 수확하는데 시간이 오래 걸리기 때문에 자실체 수확에 이르기까지의 기간이 보다 빠른 균주를 찾아내거나 자실체의 성숙을 촉진하는 방법이 요구된다.

균주별 자실체 색깔과 형태

균주별 색깔을 살펴보면 균주들은 처음에 미성숙된 자실체는 백색으로부터 시작되며 성숙됨에 따라 점진적으로 균주가 가지는 고유의 색깔을 띠었다. 하지만, 자실체가 만들어지기 시작하는 처음부터 성숙한 자실체로 성장할 때 까지 KFRI 700은 일정하게 백색을 띠었다. 이에 따라 KFRI 700은 백색계통, KFRI 747은 황갈색 계통, 나머지는 밝은 황색 계통으로 구분할 수 있었다(Fig. 1).

낙엽송을 기주식물로 했던 대부분의 균주들은 밝은 황색을 나타냈지만 KFRI 700은 백색을 나타냈다. 또한 잣나무를 기주식물로 하는 KFRI 723은 밝은 황색을 띄었고, KFRI 747은 황갈색을 띄었다(Fig. 1). 대부분의 균주들의 형태는 자실체 가장자리가 완만한 물결모양과 침형으로 이루어진 혼합된 형태였지만 KFRI 700 균주는 완만한 물결모양을 지니고 있으며 다른 버섯들에 비해 상대적으로 자실체의 잎 크기가 컸다. 이와 같이 균주들 간에 나타나는 고유의 색깔과 형태, 즉 외부형태에서 차이를 보였기 때문에 우리나라에서 채집된 버섯들의 정확한 분류를 위해서는 보다 구체적인 연구조사가 이루어져야 한다고 판단된다. 여러 지역 침엽수림에서 수집된 것들 모두 꽃송이버섯(*S. crispa*)이라고 분류하였지만, 과거에는 꽃송이버섯 속을 분류할 때 생태학적인 방법에 근거하여 침엽수림에서 채집할 경우에는

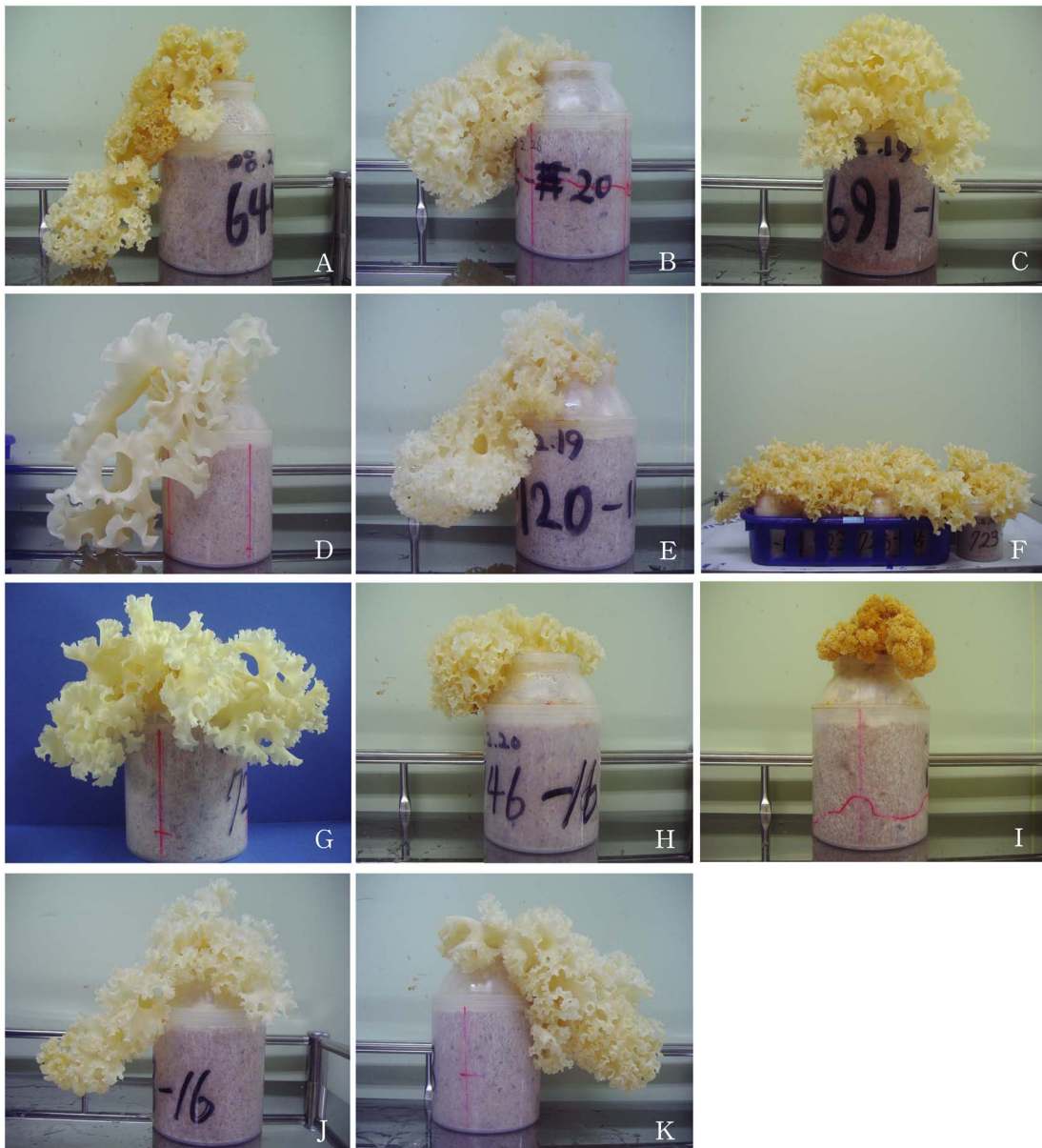


Fig. 1. The morphology and color of the fruit bodies from 11 *Sparassis crispa* strains. A, KFRI 644(light yellow); B, KFRI 645 (light yellow); C, KFRI 691(light yellow); D, KFRI 700(white); E, KFRI 720(light yellow); F, KFRI 723(light yellow); G, KFRI 724(light yellow); H, KFRI 746(light yellow); I, KFRI 747(yellowish brown); J, KFRI 748(light yellow); K, KFRI 749(light yellow).

*S. crispa*로 분류하였고, 활엽수림에서 채집할 경우에는 *S. laminosa*로 분류한 예도 있다(Breitenbach and Krnzlin, 1986). 즉, 최근의 연구결과(Blanco-Dios *et al.*, 2006)를 기초로 국내의 꽃송이버섯 균주에 대하여도 종 수준에서의 분류가 재검토될 필요성도 있는 것으로 보인다.

수확된 꽃송이버섯 자실체의 폭은 130~160 mm, 높이는 70~90 mm 범위로 균주들 간 큰 차이는 없었다. 또한, 공시 균주들이 형성한 자실체의 두께는 0.6 ± 0.1 mm 범위로 두께 차이는 없었다. 재질은 질감이 느껴지기 때문에 씹는데 식감을 가질 수 있다고 판단된다.

꽃송이버섯 균주간 자실체 생산량

꽃송이버섯의 자실체 생산량은 균주 간에 차이가 있었다. KFRI 700이 380 g 배지당 163 g으로 가장 많은 생산량을 나타낸 반면, KFRI 746과 KFRI 747은 배지당 58 g과 35 g으로 KFRI 700균주의 1/3에도 못 미치는 생산량을 나타냈다 (Table 2). 가장 생산량이 낮았던 두 균주는 60일간 발생 처리를 하였음에도 불구하고 일정 크기 이상으로 분화하는 자실체를 만들지 못했다. 배지당 생산량이 140 g 이상이 된 것들은 KFRI 700, 723, 724, 749였으며 배지당 생산수율은 약 37%를 보였다. 하지만 배지당 생산량이 140 g이상인

균주들 가운데 KFRI 749는 균사배양 일수가 90일 이상이 소요되는 특성을 가졌다.

KFRI 722는 배양병 내 균사생장이 이루어지기는 하였지만 자실체를 형성하지 못했다. 이 균주는 기주식물을 소나무로 하고 있었기 때문에 낙엽송 톱밥 배지에 대한 부적응의 결과로 판단될 수 있다. 꽃송이버섯의 재배특성 검정 결과 KFRI 700, KFRI 723, KFRI 724 등 3개균주는 배양병 내 균사만연과 원기형성의 배양일수(61일, 59일, 66일), 발생 처리 이후 자실체 수확까지 걸린 기간(42일, 31일, 39일), 생산량(163 g, 141 g, 145 g) 등을 종합적으로 고려할 때 낙엽송 톱밥을 배지로 한 꽃송이버섯 재배에 활용하기에 적합한 균주로 선발될 수 있었다. 이 중 KFRI 723 균주는 다른 두 균주와 달리 낙엽송이 아닌 잣나무에서 분리한 균주이지만 낙엽송 톱밥배지에서 우수한 균사생장과 생산성을 나타낸 점은 특기할 사항이다. 이와 같은 특성은 야외 조건에서 꽃송이버섯이 기주특이성이 있다 기 보다는 여러 침엽수종에 침입이 가능한 특성에서 오는 것으로 판단된다.

수집 균주가 채집될 당시 기질로 하였던 나무 수종을 고려하여 자실체 생산량을 비교하여 본 결과 낙엽송에서 채집된 균주들에 비하여 전나무와 잣나무에서 채집된 균주들에서 생산량이 약 20 g 정도 높았다. 본 실험에 사용된 채집균주들의 자실체 생산 능력을 평가하는데 있어서 본 실험에서는 기본배지로 낙엽송 톱밥을 사용 하였지만 실제 나무 수종이 자실체 생산에 영향을 주는지에 관해서는 좀 더 명확한 조사가 필요하다. 이를 위해 잣나무나 전나무를 기주식물로 하였던 KFRI 748과 KFRI 747 균주 등을 다시 포함하여 비교 실험을 실시해야 할 것으로 판단된다. 이는 꽃송이버섯 재배를 시도하기 위해서는 톱밥의 원천이 되는 나무 수종에 따라 채집균주가 나타내는 자실체 생산력에 차이가 있을 수 있으므로 톱밥배지별로 다양한 채집균주들을 시험하여 적정 균주를 선발하는 과정을 반드시 거치는 것이 바람직함을 의미한다.

한편 수집된 지역을 고려하여 자실체 생산량을 비교하여 본 결과 경기도와 전라남도로부터 수집된 균주들 간의 차이는 없었지만 강원도에서 수집된 균주는 타 지역에서 수집한 균주에 비하여 약 25 g 정도 적었다(Table 3). 그러나 이 결과는 강원도 균주의 숫자가 적어 명확한 결론을 내기는

어려워 향후 좀 더 많은 균주의 확보와 더불어 반복 시험이 수행되어야 할 것이다.

적요

한국에서 채집된 12개 꽃송이버섯 (*Sparassis crispa*) 균주들의 재배특성은 낙엽송 톱밥배지에서 조사되었다. 재배 특성으로써 배양병에서 균사체 배양기간, 첫 수확에 이르는 재배기간, 버섯의 색깔과 생산량이 연구되었다. KFRI 723 균주는 균사체 배양기간이 59일로 가장 빨랐던 반면, KFRI 746 균주는 94일로 가장 느렸다. 가장 빠른 버섯 수확 기간은 KFRI 746 균주로 29일이 소요되었고, 가장 느린 것은 KFRI 691 균주로 63일이 걸렸다. 꽃송이버섯 자실체의 색은 세 가지 그룹으로 나눌 수 있었는데, KFRI 700 균주는 백색, KFRI 747 균주는 황갈색 그리고 나머지 균주들은 밝은 황색을 띄었다. KFRI 700 균주가 380 g 배지당 버섯 생산량이 163 g으로 가장 많았고 KFRI 746 균주와 KFRI 747 균주가 배지당 58 g과 35 g으로 가장 적었다.

꽃송이버섯의 재배특성 검정 결과, 3개 균주(KFRI 700, KFRI 723, KFRI 724)는 균사체 배양일수, 발생처리 이후 자실체 수확까지 걸린 기간, 생산량 등의 관점에서 낙엽송 톱밥을 배지로 한 꽃송이버섯 재배에 적합한 균주로 생각된다.

감사의 글

이 연구는 국립산림과학원 일반과제 (FP0801-2009-01) 연구비로 수행되었습니다.

참고문헌

가강현, 박원철, 윤갑희, 오득실, 천우재, 박준모. 2007. 꽃송이버섯. 국립산림과학원 연구자료 제295호. 65p.
 김현중, 김준섭, 이창근. 1990. 해면버섯균과 꽃송이버섯균에 의한 낙엽송 생립목의 심재부후폐해. 한국임학회지 79(2): 138-143.
 박현, 이봉훈, 오득실, 가강현, 박원철, 이학주. 2005. 보릿가루가 첨가된 침엽수 톱밥을 이용한 꽃송이버섯 재배. 임산에너지 24(2): 31-36.
 박현, 이봉훈, 가강현, 박원철, 오득실, 박준모, 천우재. 2006. 증기 처리한 침엽수 톱밥을 이용한 꽃송이버섯 재배. 목재공학 34(3): 84-89.
 박현, 오득실, 가강현, 유성열, 박주생, 황재홍, 박준모. 2009. 꽃송이버섯에 의한 침엽수 심재부후 발생환경 및 낙엽송 피해목의 재질 특성. 한국임학회지 98: 16-25.
 서상영, 유영진, 정기태, 류정, 고복래, 최정식, 김명곤. 2005. 꽃송이버섯의 균사생장 최적화. 한국버섯학회지 3(2): 45-51.
 오득실. 2003. 꽃송이버섯의 균사생장 최적화를 위한 배지조성 및 배양조건에 관한 연구. 전남대학교 대학원 석사학위 청구논문. 33p.
 이태수, 조남석, 민두식. 1998. 액체종균 접종에 의한 표고톱밥재배 효과. 목재공학 26(1): 19-28
 정종천, 박정식, 홍인표, 석순자, 전창성, 이찬중. 2008. 꽃송이버섯의 배양적 특성. 한국균학회지 36(1): 16-21.
 古川久彦と 野淵輝. 1996. 栽培きのこ害菌害蟲ハンドブック. (社)

Table 3. Comparison of mushroom production among strain sources

Host species	Yield(g)	Collected region	Yield(g)
<i>Larix kaempferi</i>	114.6 ± 50.9 ^{a*}	Gyeonggi-do	135.2 ± 32.8 ^a
<i>Abies holophylla</i>	132.0 ± 14.1 ^{ab}	Jeollanam-do	134.5 ± 22.5 ^{ab}
<i>Pinus koraiensis</i>	133.4 ± 30.4 ^b	Kwangwon-do	109.5 ± 44.7 ^b
<i>P. densiflora</i>	not yielded		

*The same letters above each value indicate that the values were not significantly different within the row at the 5% level by DMRT.

- 全國林業改良普及協會. pp. 144-145.
- 米山誠, 宮下良平, 渡すえこ, 堀内勲. 2002. はなびらタケの人工栽培用培養基材. 出願番號 2002-82517.
- 福島隆一. 1994. はなびらタケの人工栽培. *きのこ科學*. 16p.
- 鈴木素弘. 2006. 機能性物質含むキノコの栽培技術の開発; ハナビラタケの培養と栽培條件の解明. *エネルギー應用研究所*. pp.25-26.
- Akihiro, K., Funihsa, K., Godliving, M. and Yoshitoshi, N. 2006. Development of optimal culture method of *Sparassis crispa* mycelia and a new extraction method of antineoplastic constituent. *Biochem. Eng. J.* 30: 109-113
- Blanco-Dios, J. B., Wang, Z., Binder, M. and Hibbett, D. S. 2006. A new *Sparassis* species from Spain described using morphological and molecular data. *Mycol. Res.* 110: 1227-1231.
- Breitenbach J. and Krnzlin, F. 1986. *Fungi of Switzerland*. volume 2. Non-gilled fungi. Mykologia Lucerne. 412p.
- Chang, S. T. and Miles, P. G. 2004. Mushrooms; cultivation, nutritional value, medicinal effect, and environmental impact. CRC PRESS. 451p.
- Nakashima, Y. and Motogami, T. 2007. Cultivation of *Sparassis crispa*; effects of adding corncob meal. *Kyushu J. For. Res.* 60: 144-145.
- Harada, T., Miura, N. N., Adachi, Y., Nakajima, M., Yadomae, T. and Ohno, N. 2002. Effect of SCG, 1, 3- β -glucan from *Sparassis crispa* on the hematopoietic response in cyclophosphamide induced leukopenic mice. *Biol. Pharm. Bull.* 25: 931-939.
- Harada, T., Miura, N. N., Adachi, Y., Nakajima, M., Yadomae, T. and Ohno, N. 2002. IFN-gamma induction by SCG, 1,3-beta-D-glucan from *Sparassis crispa*, in DBA/2 mice *in vitro*. *J Interferon Cytokine Res.* 22: 1227-1239.
- Shim, J.-O., S.-G. Son, S.-O. Yoon, Y.-S. Lee, T.-S. Lee, S.-S. Lee, K.-D. Lee and M.-W. Lee. 1998. The optimal factors for the mycelial growth of *Sparassis crispa*. *Kor. J. Mycol.* 26(1): 39-46.