

# 미송톱밥을 이용한 꽃송이버섯 재배의 최적 배지 조성 과 버섯의 $\beta$ -glucan 함량 비교<sup>1</sup>

왕 승 진<sup>2</sup> · 김 현 석<sup>2</sup> · 위 안 진<sup>2</sup> · 윤 병 선<sup>2</sup> · 박 화 식<sup>2</sup> · 박 형 호<sup>2</sup> · 오 득 실<sup>2,†</sup>

## Optimal Medium Composition of Cauliflower Mushroom (*Sparassis latifolia*) Cultivation Using Douglas Fir Wood Chip and Comparison of The $\beta$ -glucan Contents of The Fruiting Body<sup>1</sup>

Seung-Jin Wang<sup>2</sup> · Hyun-Seok Kim<sup>2</sup> · An-Jin Wi<sup>2</sup> · Byung-Sun Yoon<sup>2</sup> ·  
Whoa-Shig Park<sup>2</sup> · Hyeong-Ho Park<sup>2</sup> · Deuk-Sil Oh<sup>2,†</sup>

### 요 약

최근 다양한 언론매체 및 국내외 연구논문들을 통해 꽃송이버섯의 기능성이 부각되고 있다. 이에 꽃송이버섯의 농가 대량재배 일반화를 위하여 최적톱밥 입자크기 및  $\beta$ -glucan 함량이 높은 재배법 연구를 수행한 결과 T7 (1~2 mm 25%, 2~4 mm 50%, 4 mm 이상 25%) 배지와 같이 입자크기가 일정비율로 혼합된 배지에서 11.5 ± 1.0 cm/44 days로 비교적 우수한 균사생장을 보였으며 자실체생산 역시 대조구보다 높은 142.9 ± 17.7 g의 생중량으로 상품성이 있는 꽃부분이 85%의 비율을 차지하였다. 배지조성 조건에 따른  $\beta$ -glucan 함량은 모든 자실체에서 꽃부분에 비해 기부가 1.4~2.4배의 높은 함량을 보였고 이 중 이스트 300 ppm이 첨가된 PCF300 (미송 + 옥수수분말 + 소맥분 + 이스트 300 ppm) 배지의 꽃송이버섯 기부가 59.5%로 가장 높은  $\beta$ -glucan 함량을 나타냈다. 그러나 꽃부분에서는 비교적 낮은 33.0%의 함량을 보여 꽃부분의  $\beta$ -glucan 함량을 높일 수 있는 추가적인 연구가 필요할 것으로 사료된다. 따라서 본 연구결과를 토대로 꽃송이버섯 재배시 T7조건인 1~2 mm 미송톱밥 25%, 2~4 mm 미송톱밥 50%, 4 mm 이상 미송톱밥 25%의 비율로 톱밥입자 크기를 조절한후 옥수수분말과 소맥분을 첨가하여 배지조제후 이스트 300 ppm첨가하면  $\beta$ -glucan 함량이 높은 꽃송이버섯 생산이 가능할 것으로 사료된다.

### ABSTRACT

Functional effects of cauliflower mushroom (*Sparassis latifolia*) have been magnified by various media and internal and external research papers, recently. So, optimum condition of wood chip particle size and cultivation method of high  $\beta$ -glucan content for bulk cultivation generalization of cauliflower mushroom farms researched. As a result, T7 (1

<sup>1</sup> Date Received January 22, 2014, Date Accepted April 16, 2014

<sup>2</sup> 전남산림자원연구소. Jeonnam Forest Resource Research Institute, Naju 520-883, Korea

<sup>†</sup> 교신저자(Corresponding author): 오득실(e-mail: ohye@korea.kr)

~2 mm 25%, 2~4 mm 50%, over 4 mm 25%) media as mixed media of certain ratio of particle size, showed excellent growth at  $11.5 \pm 1.0$  cm / 44 days. Also, production of fruit body found higher than control and marketable pileus part took 85% ratio. The  $\beta$ -glucan content at media composition condition showed 1.4~2.4 times higher content in stipe part than pileus part. Also, PCF300 medium found 59.5% highest  $\beta$ -glucan content in stipe part. While  $\beta$ -glucan content showed 33.0% low content in pileus part. Therefore it needed additional study that  $\beta$ -glucan content improved in pileus part. In conclusion, production of high  $\beta$ -glucan content cauliflower mushroom was possible by T7 condition (wood chip particle size: 1~2 mm 25%, 2~4 mm 50% and over 4 mm 25%, composition: corn powder, flour and 300 ppm yeast).

**Keywords:**  $\beta$ -glucan content, cauliflower mushroom, fruit body yield, mycelial growth, yeast

## 1. 서 론

우리 사회는 급속한 산업발전으로 국민 소득이 증대되면서 질병 예방 및 건강증진을 목적으로 하는 건강지향식품에 대한 관심이 높아짐에 따라 식품산업 전반에 걸쳐 우수식품 소재 발굴 등 기능성식품들에 대한 연구가 활발하게 진행되고 있다(Kim 2010). 천연물 유래 생리활성 기능이 뛰어난 기능성 식품의 개발은 질병의 치료 및 예방적 측면에서 큰 의의가 있다고 말할 수 있는데 그중에서도 버섯은 광범위한 생리활성기능을 가지고 있어 민간에서는 건강식품으로 널리 애용되어 왔으며, 항암효과 또한 보고가 잇따르고 있다(Yim *et al.* 1991; Kim *et al.* 2001; Cho *et al.* 2002; Ham *et al.* 2003; Kim & Lee 2004; Lee *et al.* 2005; Shin *et al.* 2007). 최근 여러 종류의 버섯 자실체 및 균사체 추출물 중에서 탁월한 항암효능과 당뇨병 개선효과를 보이는 생리활성 물질은  $\beta$ -D-glucan 구조를 갖는 수용성 단백당체로 구성되어 있음이 밝혀졌다(Ikekawa *et al.* 1968; Lee *et al.* 1996; Nanda & Kuroda 1998; Park *et al.* 2009). 또한  $\beta$ -glucan은 인체의 면역시스템에 작용하여 인체의 면역력을 증강시켜 주는 이른바 BRM (biological response modifiers)으로 잘 알려져 있다. 특히 면역계 내의 대식세포(macrophage)의 기능을 활성화시킴으로써 이 대식세포가 다른 림프구나 백혈구의 증식자인 interferon이나 interleukin 등 cytokine을 분비시켜 면역계의 전반적인 기능을 강화시킨다고 보고된 바 있다(Lowry *et al.* 2005).

꽃송이버섯은  $\beta$ -1, 3-glucan 함량이 43.6 g / 100 g

으로 높아 세포 면역기능이 향상되어 다양한 생리활성기능이 뛰어난 것으로 다양한 연구를 통해 입증되었다(Ohno *et al.* 2000; Harada *et al.* 2002; Nam 2004; Yamamoto *et al.* 2007). 꽃송이버섯은 약용버섯으로 일반화된 신령버섯보다 3배 이상의  $\beta$ -glucan이 함유되어 있으며, 꽃송이버섯의 성분과 효능에 대한 연구결과가 매스컴에 발표된 후 다양한 건강기능식품으로 개발되어 판매되고 있다. 국내에서도 꽃송이버섯의 군사생장을 위한 최적요인에 관한 연구 등 (Shim *et al.* 1998; Oh 2003; Jeong *et al.* 2008) 다양한 연구가 진행되었다. 식·약용 버섯인 꽃송이버섯은 최근 일부 농가에 의해 대량생산되어 인공 재배가 활발하게 이루어짐에 따라 건강기능성 식품 및 의약품 소재로써 활용 가능성이 매우 높다고 판단된다. 하지만 꽃송이버섯은 인공재배시 초기 활착이 늦고 푸른곰팡이에 약해 배양에 어려움이 많을 뿐만 아니라 평균 70~80일 배양 기간과 35~45일 자실체 생육 기간이 소요됨(Park *et al.* 2006)에 따라 실용재배를 위해서는 보다 심도 있는 연구가 필요한 실정이다.

이러한 문제점들을 개선하고 해결해 나가고자 수행된 다양한 연구들 중 Park *et al.* (2011)이 낙엽송톱밥배지의 밀도 및 입자크기에 따른 꽃송이버섯의 재배특성을 보고하였다. 이러한 연구결과를 바탕으로 입자크기별 배지조합 비율을 달리하여 검토해 볼 필요가 있다고 판단되었다. 또한 Seo *et al.* (2013)은 꽃송이버섯의  $\beta$ -glucan 함량 증진을 위하여 자외선과 온도 처리에 따른 효과를 검토하였으나, 발생처리 후 수확시기에 따른  $\beta$ -glucan 함량 차이만이 확인되

**Table 1.** The composition ratio of particle size of wood chip by test groups

Group	Particle size of wood chip (w/w)		
	Over 4 mm	2~4 mm	1~2 mm
Control	Not classification by particle size of wood chip		
T1	100%		
T2		100%	
T3			100%
T4	50%		50%
T5		50%	50%
T6	50%	25%	25%
T7	25%	50%	25%
T8	25%	25%	50%

었다. 따라서 본 연구에서는 선행된 연구결과를 보완 및 개선하여 꽃송이버섯 농가현장에서 실용재배를 위해 적정 톱밥크기를 제시하고 이를 통한 기능성 증강 배지조성에 따른  $\beta$ -glucan 함량을 조사하고 농가에서 대량 재배가 가능할 수 있도록 배지 조성조건에 의한 액체 배양 특성을 확인하였다.

## 2. 재료 및 방법

### 2.1. 배지의 입자크기에 따른 균사생장 및 자실체 생산량

실험 균주는 본 연구소가 전남 구례지역에서 채집 및 선발하여 육성해온 JF02-06 균주로 모든 실험에 사용하였다.

톱밥재배시 입자의 크기에 따라 꽃송이버섯 균사의 생장 및 버섯생산에 미치는 영향을 조사하기 위하여 미송 발효톱밥 + 사료용 옥수수 가루 + 소맥분을 8 : 1 : 1 (v/v) 비율로 배합하고 10% 물엿수용액 (brix 16)을 이용하여 수분을  $60 \pm 2\%$ 로 조절하였다. 배지 멸균은 121℃ 1.2기압 조건에서 90분간 실시하였다. Oh (2003)의 보고와 같이 다양한 톱밥을 이용하여 최적 배지를 탐색한 결과 미송 톱밥에서 꽃송이 버섯의 균사 생장이 우수하여 본 연구에서는 미

송 톱밥을 사용하였다. 미송 발효 톱밥은 시중에서 판매 중인 용산톱밥(남원, 한국)에서 구매하여 사용하였으며, 톱밥의 크기는 mesh No. 5, 10, 18 체를 이용하여 입자크기를 4 mm 이상, 2~4 mm, 1~2 mm로 구분하였다. Park *et al.* (2011)의 보고에서 1 mm 이하의 경우 균사생장이 저조하다는 결과에 의해 1 mm 이하는 사용하지 않았다. 입자크기별 톱밥 배지 조성은 Table 1과 같고, 대조구로는 시중에서 판매하는 발효톱밥을 입자크기에 따라 구분하지 않고 사용하였으며, 각 조사는 9회 반복 처리하였다. 균접종은 PDB (potato dextrose broth) 배지를 이용하여 JF02-06 균주를 접종하여 30일간 25℃에서 암배양한 다음 처리구 당 20 ml씩 접종하였다. 균사 생장량은  $25 \pm 2\%$  조건에서 균 배양 중 30일째와 44일째 조사하였고, 버섯 생산량은 배양이 완료된 후 재배실로 배지를 옮겨 99% 습도 조절 조건하에서 30일 동안 버섯을 재배한 후 생산량을 조사하였다. 버섯 생산량은 생중량으로 조사하였고, 조사결과는 Duncan's test ( $p < 0.5$ )를 실시하여 유의차를 검정하였다.

**Table 2.** The medium composition and yeast treatment conditions for the increasing  $\beta$ -glucan content of *Sparassis latifolia*

Group	Medium compositions	Yeast treatment
PBF	Douglas fir + barley flour + flour	-
PBGF	Douglas fir + brewers grain + flour	-
PCF	Douglas fir + corn flour + flour	-
PCF300	Douglas fir + corn flour + flour	300 ppm
PCF500	Douglas fir + corn flour + flour	500 ppm
PCF1000	Douglas fir + corn flour + flour	1,000 ppm
PCBG	Douglas fir + corn flour + brewers grain	-
PCBG300	Douglas fir + corn flour + brewers grain	300 ppm
PCBG500	Douglas fir + corn flour + brewers grain	500 ppm
PCBG1000	Douglas fir + corn flour + brewers grain	1,000 ppm
PCB	Douglas fir + corn flour + barley flour	-
PCB300	Douglas fir + corn flour + barley flour	300 ppm
PCB500	Douglas fir + corn flour + barley flour	500 ppm
PCB1000	Douglas fir + corn flour + barley flour	1,000 ppm

## 2.2. 배지조성에 따른 균사생장, 자실체 생산량 및 $\beta$ -glucan 함량 비교

톱밥배지는 Table 2와 같이 미송발효톱밥+사료용 옥수수 가루+소맥분을 8 : 1 : 1 (v/v) 비율로 배합하고 10% 물엿수용액(brix 16)을 이용하여 수분을 60 ± 2%로 조절하여 700 ml 배양병에 500 g씩 입병하였다. 이스트 수용액은 0 ppm, 300 ppm, 500 ppm, 1,000 ppm의 농도로 배지 조제시 마지막 단계에서 배지표면에 병당 20 ml씩 분사하였다. 배지평균은 121℃ 1.2기압 조건에서 90분간 고압 살균하였고, 균접종은 2.1 항목과 같이 접종하였다. 균사배양 및 버섯발생 조사는 2.1 항목과 같이 수행하였다. 그리고 톱밥 병배지에서 균사생장 표면적과 배양기간과의 상관관계를 확인하기 위하여 균사생장량은 균 배양 53일 경과 시점에 배양병 표면에 기름종이를 대고 균사생장 면적을 그린 후 면적계를 사용하여 표면적을 계산하였다. 버섯 생산량은 자실체가 발이한 다음 30일 동안 생육 후 수확하여 생중량을 측정하였다.

버섯의  $\beta$ -glucan 함량은 Megazyme kit (Mushroom and Yeast  $\beta$ -glucan Kit, K-YBGL, Megazyme International Ireland Ltd., Wicklow, Ireland)의 방법을 사용하여 분석하였다.

## 2.3. 꽃송이버섯 액체배양 최적 배지 조건

꽃송이버섯이 균사생장 기간이 장기간 소요됨에 따라 농가재배에 적합한 액체배양 최적 조건을 구명하고자 본 실험을 실시하였다. 따라서 재배농가의 실용적인 꽃송이버섯 재배를 유도하기 위하여 여러 농가에서 사용되고 있는 액체배양 조건을 조사하여 균사체의 배양특성을 조사하였다. 배지는 4가지 그룹으로 나누어 농가 A와 B에서 사용하고 있는 액체배지 조성 방법과 문헌조사를 통하여 확인된 2가지 방법을 추가하여 배지를 조제하였다(Table 3). 배지 제조를 위하여 사용한 potato, corn, yeast, soybean cake, flour, sugar, unrefined sugar, starch syrup은 시중에 판매 중인 제품을 구매하여 사용하였다. 또한

**Table 3.** The medium composition for the liquid culture of *Sparassis latifolia*

JF-I	JF-II	FARM-I	FARM-II
Potato 300 g	Yeast 0.6 g	Malt 0.6 g	Corn flour 4.5 g
Corn 60 g	Soybean cake 0.99 g	Soybean cake 0.99 g	Soybean cake 4.5 g
Dextrose 30 g	Unrefined sugar 37.5 g	Unrefined sugar 37.5 g	Flour 2.25 g
Antiform 0.3 g	Peptone 0.24 g	Peptone 0.24 g	Sugar 30 g
Distilled water 1.5 ℓ	MgSO <sub>4</sub> 0.6 g	MgSO <sub>4</sub> 0.6 g	Starch syrup 22.5 g
	K <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> 0.6 g	K <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> 0.6 g	Antiform 0.3 g
	Antiform 0.3 g	Antiform 0.3 g	Distilled water 1.5 ℓ
	Distilled water 1.5 ℓ	Distilled water 1.5 ℓ	
pH 5.5	pH 5.5	pH 5.5	pH 5.5

peptone은 duksan(한국), dextrose, MgSO<sub>4</sub>, K<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>는 Deajung(한국) 제품을 구입하여 실험에 사용하였다. 배지조성은 1.5 ℓ를 기준으로 산소배양기를 부착하여 배양하였고 공기주입은 여과필터를 거쳐 배양기 내로 유입되도록 설치하였다. 2.1항과 동일하게 접종원은 삼각플라스크에서 10일간 천천히 교반하면서 배양한 후 접종원으로 사용하였으며, 1.5 ℓ 산소 액체배양기에 접종하여 20일간 25℃ 조건에서 항온배양을 실시한 후 순수 건조 균체량을 확인하였다. 건조 균체량은 미리 칭량한 여과지를 이용하여 100 ml의 액체배지를 여과한 다음 60℃에서 24시간 건조 후 순수 건조 균체량을 확인하였다.

### 3. 결과 및 고찰

#### 3.1. 배지의 입자크기에 따른 균사생장 및 자실체 생산량

배지재료의 입자크기에 따른 균사생장 특성은 접종 30일 후 처리별 유의적인 차이는 나타나지 않았으나 T4 배지에서 대조구와 함께 비교적 높은 균사생장특성을 보였다. 그리고 접종 44일 후에는 T7 배지가 11.5 cm로 가장 높은 것으로 조사되어 T7 배지는 배양기간이 경과함에 따라 생장이 빨라지는 특성을 갖는 것으로 사료된다. 반면 입자가 가장 컸던 T1

배지 조성에서는 9.4 cm로 유의적으로 가장 낮은 균사의 생장을 보임을 확인할 수 있었다(Table 4). 균사생장에 있어서 입자의 크기는 너무 크거나 작지 않게 일정한 비율로 혼합되어 있는 배지에서 생장이 우수한 경향을 확인하였다. Park *et al.* (2011)의 연구결과에 따르면 2 mm 이하의 톱밥을 이용하여 재배하였을 경우, 저조한 균사생장이 보인다는 보고와는 다소 차이가 있는 결과로 본 연구에서는 4 mm 이상만의 톱밥을 이용하여 재배한 배지에서 가장 저조한 균사생장을 보이는 것으로 확인되었다. 이는 품종의 특성에 따른 차이 또는 톱밥배지 조성의 차이에 의하여 다른 결과를 보인 것으로 판단되었다.

이러한 결과를 종합적으로 볼 때 T7 (1~2 mm 25%, 2~4 mm 50%, 4 mm 이상 25%) 배지와 같이 입자크기가 일정비율로 혼합된 배지에서 결과적으로 높은 균사생장 속도를 보이는 것을 확인할 수 있었다.

배지조성의 차이에 따른 버섯생산량은 균사의 생장이 비교적 저조했던 T1 배지에서 가장 많은 155 g의 자실체가 수확되었는데, 이는 Table 4의 균사생장이 저조했던 결과와는 다소 상반되는 것으로 확인되었다. 하지만 균사생장이 우수하였던 T7 배지에서도 T1 배지와 비교하였을 때, 유의적인 차이는 보이지 않았지만 비교적 높은 수확량(143 g)을 보이는 것으로 확인되었다. 또한 2~4 mm 크기의 입자가 50% 이상 함유된 배지에서 꽃 부분의 생산비율이 높은

**Table 4.** The effects of mycelial growth of *Sparassis latifolia* by particle size of wood chip

(Units : cm)

Group	30 days	44 days
Control	3.6 ± 0.4 <sup>a</sup>	11.2 ± 1.1 <sup>ab</sup>
T1	3.3 ± 0.9 <sup>ab</sup>	9.4 ± 2.4 <sup>c</sup>
T2	2.9 ± 0.4 <sup>c</sup>	10.9 ± 2.2 <sup>ab</sup>
T3	3.2 ± 0.4 <sup>bc</sup>	10.8 ± 2.1 <sup>ab</sup>
T4	3.6 ± 0.6 <sup>a</sup>	10.9 ± 1.1 <sup>ab</sup>
T5	3.5 ± 0.5 <sup>ab</sup>	10.4 ± 2.4 <sup>bc</sup>
T6	3.2 ± 0.6 <sup>bc</sup>	10.9 ± 1.4 <sup>ab</sup>
T7	3.4 ± 0.6 <sup>ab</sup>	11.5 ± 1.0 <sup>a</sup>
T8	2.4 ± 1.0 <sup>d</sup>	10.8 ± 2.2 <sup>ab</sup>

<sup>a-d</sup> Values in the same column not sharing a common superscript are significantly different by Duncan's test ( $p < 0.05$ ).

**Table 5.** The fruit body production of *Sparassis latifolia* according to particle size and mixing ratio of wood chip

(Units : g)

Group	Pileus (ratio, %)	Stipe (ratio, %)	Total
Control	89.4 ± 12.4 <sup>bc</sup> (70.8)	36.8 ± 7.7 <sup>d</sup> (29.2)	126.2 ± 11.7 <sup>bcd</sup>
T1	104.0 ± 31.1 <sup>ab</sup> (67.2)	50.8 ± 6.2 <sup>b</sup> (32.8)	154.8 ± 26.4 <sup>a</sup>
T2	74.7 ± 18.5 <sup>c</sup> (68.1)	35.0 ± 0.0 <sup>d</sup> (31.9)	109.7 ± 18.5 <sup>d</sup>
T3	51.7 ± 19.3 <sup>d</sup> (43.2)	68.0 ± 0.0 <sup>a</sup> (56.8)	119.7 ± 19.3 <sup>cd</sup>
T4	75.0 ± 0.0 <sup>c</sup> (58.6)	53.0 ± 0.0 <sup>b</sup> (41.4)	128.0 ± 0.0 <sup>bc</sup>
T5	77.3 ± 4.3 <sup>c</sup> (87.1)	11.3 ± 2.6 <sup>f</sup> (12.7)	88.7 ± 1.8 <sup>c</sup>
T6	82.4 ± 4.2 <sup>c</sup> (60.0)	55.0 ± 0.0 <sup>b</sup> (40.0)	137.4 ± 4.2 <sup>b</sup>
T7	120.8 ± 20.9 <sup>a</sup> (84.5)	22.1 ± 12.4 <sup>e</sup> (15.5)	142.9 ± 17.7 <sup>ab</sup>
T8	77.1 ± 24.9 <sup>c</sup> (35.4)	42.3 ± 6.2 <sup>c</sup> (35.4)	119.4 ± 24.6 <sup>cd</sup>

<sup>a-c</sup> Values in the same column not sharing a common superscript are significantly different by Duncan's test ( $p < 0.05$ ).

**Table 6.** The effects of mycelial growth and fruit body production of *Sparassis latifolia* according to medium composition and yeast treatment

Group	Mycelia growth (cm <sup>2</sup> )	Culture periods (days)	Production of fruit body (g)
PBF	85.14 ± 6.1 <sup>g</sup>	73.8 ± 2.1 <sup>ab</sup>	128.4 ± 12.3 <sup>cdef</sup>
PBGF	253.17 ± 32.2 <sup>a</sup>	58.6 ± 2.9 <sup>f</sup>	93.8 ± 11.0 <sup>g</sup>
PCF	212.35 ± 12.1 <sup>abc</sup>	66.9 ± 1.4 <sup>cd</sup>	121.6 ± 4.5 <sup>ef</sup>
PCF300	214.87 ± 7.9 <sup>abc</sup>	64.0 ± 0.4 <sup>de</sup>	187.3 ± 3.9 <sup>a</sup>
PCF500	218.67 ± 15.8 <sup>abc</sup>	63.2 ± 1.2 <sup>def</sup>	149.3 ± 8.0 <sup>bc</sup>
PCF1000	210.06 ± 11.5 <sup>abc</sup>	67.3 ± 1.4 <sup>cd</sup>	124.4 ± 5.1 <sup>def</sup>
PCBG	111.76 ± 6.7 <sup>fg</sup>	78.2 ± 1.3 <sup>a</sup>	147.1 ± 5.8 <sup>bcd</sup>
PCBG300	129.98 ± 14.9 <sup>ef</sup>	74.6 ± 1.9 <sup>a</sup>	114.1 ± 8.4 <sup>f</sup>
PCBG500	176.78 ± 8.8 <sup>cd</sup>	68.0 ± 1.0 <sup>cd</sup>	135.3 ± 4.4 <sup>cdef</sup>
PCBG1000	145.81 ± 11.6 <sup>def</sup>	74.4 ± 1.6 <sup>a</sup>	122.6 ± 5.9 <sup>ef</sup>
PCB	136.77 ± 10.7 <sup>def</sup>	69.4 ± 1.2 <sup>bc</sup>	167.5 ± 3.2 <sup>ab</sup>
PCB300	227.13 ± 16.8 <sup>ab</sup>	61.4 ± 0.9 <sup>ef</sup>	141.1 ± 5.9 <sup>cde</sup>
PCB500	201.43 ± 29.1 <sup>bc</sup>	61.8 ± 1.6 <sup>ef</sup>	126.8 ± 17.9 <sup>cdef</sup>
PCB1000	171.18 ± 13.8 <sup>cde</sup>	67.0 ± 1.5 <sup>cd</sup>	133.0 ± 6.6 <sup>cdef</sup>

<sup>a-g</sup> Values in the same column not sharing a common superscript are significantly different by Duncan's test ( $p < 0.05$ ).

것으로 확인되었고 그중 T7 배지에서 꽃 부분의 생산량이 가장 우수하였다(Table 5). Park *et al.* (2011)의 연구결과에서는 1-3 mm 크기의 톱밥배지를 이용하였을 때 가장 효율적으로 버섯 생산이 가능하다고 보고되었으나, 본 연구에서는 1~2 mm 25%, 2~4 mm 50%, 4 mm 이상 25%로 이루어진 배지일 경우 우수한 버섯생산량을 보이는 것으로 확인되었으며, Park *et al.* (2011)의 연구결과와 마찬가지로 2 mm 이하의 입자크기로 이루어진 배지에서는 생산량이 다소 저조한 것으로 확인되어 본 연구결과와 비교적 유사한 결과로 판단되었다. 이러한 결과는 톱밥입자의 일정 크기의 공극이 자실체 발생에 있어서 영향을 미치는 요인 중 하나인 것으로 판단되었으며, 이러한 일정 크기의 공극이 유지되었을 때 원활한 자실체 생산이 가능할 것으로 사료된다. 추후 공극의 크기 및 자실체 발생과의 상관관계에 대한 보다 심도 있는 연구가 필요할 것으로 사료되었다.

### 3.2. 배지 구성에 따른 균사생장, 자실체 생산량 및 β-glucan 함량 비교

꽃송이버섯 재배 시 엘리시터 수용액을 사용한다면 β-glucan 함량을 증가시킬 수는 있지만 제조방법이 번거롭고 비용이 많이 소요되는 단점이 있어 실용적이지 못한 단점이 있다. 이에 대한 대안으로 쉽게 구할 수 있는 이스트를 첨가함으로써 배양 및 버섯발생에 미치는 영향을 조사하고 β-glucan 함량을 비교 분석하였다.

배지 및 영양원의 구성을 달리하여 전반적인 균사생장 특성 및 자실체 생산량, β-glucan 함량을 조사한 결과는 Tables 6, 7과 같다.

서로 다른 배지에서 병재배시 균사의 생장은 PBGF 배지에서 표면적이 253 cm<sup>2</sup>로 가장 왕성한 균사생장을 보이는 것으로 나타났으며, 균사 배양기간 또한 가장 짧은 경향을 나타내었다. 반면 균사 생장이 다소 저조한 PBF 배지에서는 균사 배양기간 또한

**Table 7.** The  $\beta$ -glucan content at different medium composition and yeast contents

(Units : %)

Group	Stipe	Pileus
PBF	51.4	31.6
PBGF	52.4	27.6
PCF	54.0	25.8
PCF300	59.5	33.0
PCF500	41.2	30.5
PCF1000	35.9	23.0
PCBG	35.9	24.6
PCBG300	52.3	38.2
PCBG500	52.2	36.4
PCBG1000	53.0	23.9
PCB	49.2	30.7
PCB300	43.0	29.4
PCB500	55.2	22.9
PCB1000	53.2	27.5

장기간이 소요되는 경향을 확인할 수 있었다. 한편 배양기간은 그다지 짧지 않았지만 자실체 생산이 가장 우수한 PCF300 배지에서 187 g의 자실체가 생산되었다. 반면 균사 생장이 가장 왕성한 경향을 갖는 것으로 확인된 PBGF 배지에서의 자실체 생산량은 94 g으로 가장 저조한 경향을 나타내었으며, 균사 생장이 가장 저조한 경향을 갖는 PBF 배지에서는 128 g의 자실체 생산량을 나타내었다(Table 6). 여기서의 결과 역시 Tables 4와 5에서처럼 빠른 균사생장이 높은 자실체 생산을 의미하지 않았던 결과와 일치한 경향을 보였다. 따라서 이러한 상관관계 분석을 위해서는 보다 심도 있는 연구가 필요할 것으로 사료된다.

일반버섯의 대부분에 해당하는 꽃송이버섯 자실체의 기부 부분과 일반버섯의 갓 부위에 해당하는 꽃송이버섯 자실체의 꽃 부분에 함유되어 있는  $\beta$ -glucan의 함량은 Table 7과 같다.

먼저 서로 다른 영양원 첨가 배지조성에 따른  $\beta$

-glucan의 함량을 비교 분석한 결과, 꽃송이버섯 자실체의 기부 부분에서는 소맥분을 첨가한 배지인 PCF 배지에서 54.0%, PBGF 배지에서 52.4%, PBF 배지에서 51.4%로 비교적 높은  $\beta$ -glucan 함량을 나타낸 반면, 상대적으로 소맥분이 첨가되지 않은 PCBG 배지에서는 35.9%의 비교적 낮은  $\beta$ -glucan 함량을 나타내었다. 한편 꽃송이버섯 자실체의 꽃 부분에서는 보리가루 첨가 배지인 PBF 배지에서 31.6%, PCB 배지에서 30.7%로 비교적 높은 함량을 나타내었으며, 보리분말이 첨가되지 않은 PBGF 배지에서 27.6%, PCF 배지에서 25.8%, PCBG 배지에서 24.6%로 비교적 낮은  $\beta$ -glucan 함량을 보이는 경향을 확인하였다. 이상의 결과를 통해 기부 부분에서는 소맥분 첨가시, 꽃 부분에서는 맥주박 첨가시  $\beta$ -glucan 함량 증가에 영향을 미치는 것으로 짐작할 수 있었다.

또한 꽃송이버섯 자실체의 기부 부분에 함유되어 있는  $\beta$ -glucan의 함량은 이스트 300 ppm이 첨가된



**Table 8.** Contents of mycelial mass of liquid cultivation of *Sparassis latifolia*

(Unit : g)

Groups	Mycelial mass
JF-I	1.2
JF-II	0.4
FARM-I	0.2
FARM-II	1.5

PCF300 배지에서 59.5%, 이스트가 무첨가된 PCB 배지에서 55.2%, PCF 배지에서도 54%로 높은  $\beta$ -glucan 함량을 나타내는 것으로 확인되었다. 꽃송이버섯 꽃 부분에 함유되어 있는  $\beta$ -glucan의 함량은 이스트가 첨가된 PCBG300 배지에서 38.2%, PCBG 500 배지에서 36.4%, PCF300 배지에서 33.0%로 이스트 무첨가 배지 보다 300~500 ppm의 이스트 첨가 배지에서 비교적 높은  $\beta$ -glucan 함량을 나타내는 경향을 보였다(Table 7). Seo *et al.* (2013)의 연구결과에 따르면 발생처리 28일 이후부터  $\beta$ -glucan 함량은 꽃 부분이 기부 부분보다 높게 유지된다고 보고하였으나, 본 연구에서는 기부 부분의  $\beta$ -glucan 함량이 높게 확인되어 상반된 결과를 보였다. 이는 품종의 특성 또는 톱밥배지 조성의 차이로 인하여 다른 결과를 보인 것으로 판단되었다.

이상의 결과를 종합하여 보았을 때, 꽃송이버섯의  $\beta$ -glucan의 함량은 PCF300 (미송+옥수수분말+소맥분+이스트 300 ppm) 배지를 이용하여 꽃송이버섯을 재배한다면  $\beta$ -glucan 함량이 높은 꽃송이버섯을 생산할 수 있을 것으로 사료된다.

꽃송이버섯의  $\beta$ -glucan 함량은 갓 부분 보다 대에 많이 함유되어 있으므로 갓 부분의  $\beta$ -glucan 함량을 증진시킬 수 있는 방법에 대한 추가적인 연구가 필요하며, 대부분에 다량 함유되어 있는  $\beta$ -glucan을 이용하여 음료 혹은 차 제조방법 등에 대한 연구를 통하여 농가 소득을 증대시킬 수 있을 것으로 사료된다.

### 3.3. 꽃송이버섯 액체배양 최적 배지 조건

꽃송이버섯의 균사생장 기간이 장기간 소요됨에 따라 농가재배에 적합한 최적 액체배양 조건 선별은 필수적이다. 따라서 국내 기존 재배 농가에서 사용하고 있는 조건인 FARM-I, FARM-II 그리고 문헌 조사(Yang *et al.* 1999; Kim *et al.* 2009; Kim *et al.* 2012a; Kim *et al.* 2012b)를 통하여 자체 조성한 JF-I, JF-II를 20일간 항온배양 후 가장 우수한 균사생장 조건을 확인한 결과는 Table 8과 같다.

20일 동안 액체 배양된 배지에서의 건조 균체량은 FARM-II 배지에서 1.5 g, JF-I 배지에서 1.2 g으로 확인되었다. 이러한 결과는 FARM-II 배지와 JF-I 배지에 공통적으로 함유되어 있는 옥수수분말에 의한 영향으로 사료되며, 추후 액체 배지 제조시 옥수수가루 혹은 옥수수추출물을 첨가하는 것이 액체배양에 효율적일 것으로 판단되었다. 반면, 일반농가에서 사용하고 있는 조건 중 하나인 FARM-I 배지와 논문 등 자료 검색을 통해 확인한 JF-II 배지는 각각 0.2 g, 0.4 g의 건조 균체량을 보였다. 이 중 특이할만한 점은 FARM-I 조건에서 malt 대신 이스트를 첨가하였을 때, 2배 정도 높은 균체량을 확인할 수 있었다. 이는 앞서 기술한 이스트 첨가 배지에서 우수한 균사생장을 보인 것과 유사한 결과로 이스트가 균사체 형성에 도움을 주는 요인임을 간접적으로 시사하는 결과로 사료된다.

FARM-II 배지의 경우 시중에서 쉽게 구할 수 있는 원료를 이용하여 배지를 제조할 수 있으며, 동일 배양기간 동안 균체량이 최대이므로 유리할 것으로 판단되었다.

이와 같은 결과를 통하여 농가에서 대량재배 시스템을 구축할 경우에는 FARM-II 배지를 이용하는 것이 유리할 것으로 사료되며, 앞으로도 다양한 배지 조성 조건을 탐색하여 균체량 생산에 영향을 미치는 요인에 대한 심도 있는 연구가 필요하다고 생각된다.

## 4. 사 사

본 연구는 산림청 산림과학기술 개발사업에 의해 이루어진 것으로 이에 감사드립니다.

## REFERENCES

- Cheong, J.C., Park, J.S., Hong, I.P., Seok, S.J., Jhune, C.S., Lee, C.J. 2008. Cultural characteristics of cauliflower mushroom, *Sparassis crispa*. 36(1): 16-21.
- Cho, Y.J., Kim, H.A., Bang, M.A., Kim, E.H. 2002. Effects of dietary mushroom on blood glucose levels, lipid concentrations and glutathione enzymes in streptozotocin-induced diabetic rats. *Journal of Nutrition* 35: 183-191.
- Ham, S.S., Oh, S.W., Kim, Y.K., Shin, K.S.. 2003. Antimutagenic and cytotoxic effects of ethanol extract from the *Inonotus obliquus*. *Journal of Nutrition* 34: 1088-1094.
- Harada, T., Miura, N.N., Adachi, Y., Nakajima, M., Yadome, T., Ohno, N. 2002. IFN- $\gamma$  induction by SCG, 1,3- $\beta$ -D-glucan from *Sparassis crispa*, DBA/2 mice *in vitro*. *Journal of Interferon & Cytokine Research*. 22: 1227-1239.
- Ikekawa, T., Nakanishi, M., Uehara, N., Chihara, G., Fukuoka, F. 1968. Antitumor action of some basidiomycetes, especially *Phellinus linteus*. *Gann*. 59: 155-157.
- Kim, H.G., Lee, I.S. 2004. Antimutagenic and cytotoxic effects of Korean wild mushrooms extracts. *Korean Journal of Food Science and Technology* 36: 662-668.
- Kim, H.J., Kim, H.J., Jun, B.S., Cha, J.Y., Kim, H.K., Cho, Y.S. 2001. Analysis of  $\gamma$ -aminobutyric acid concentrations in Korean plants and mushrooms. *Journal of Life Science* 11: 537-542.
- Kim, K.J. 2010. Optimization for  $\beta$ -glucan extraction from *Sparassis crispa* using response surface methodology. MS thesis. Hanyang University, Seoul, Korea.
- Lee, J.H., Cho, S.M., Song, K.S., Han, S.B., Kim, H.M., Hong, N.D., Yoo, I.D. 1996. Immunostimulating activity and characterization of polysaccharides from mycelium of *Phellinus linteus*. *Journal of Microbiology and Biotechnology* 6: 213-218.
- Lee, Y.S., Han, J.Y., Joo, E.Y., Shin, S.R., Kim, N.W. 2005. Study on the anti-tumor effects of extracts from *Lepista nuda* mushroom. *Journal of the Korean Society of Food Science and Nutrition* 34: 317-322.
- Lowry, V.K., Farnell, M.B., Ferro, P.J., Swaggerty, C.L., Bahl, A., Kogut, M.H. 2005. Purified beta-glucan as an abiotic feed additive up-regulates the innate immune response in immature chickens against *Salmonella enteric* serovar Enteritidis. *International Journal of Food Microbiology* 98: 309-318.
- Nanda, J., Kuroda, H. 1998. Potentiation of host-mediated antitumor activity by orally administered mushroom (*Agaricus bisporus*) fruit bodies. *Chemical and Pharmaceutical Bulletin*. 36: 1437-1444.
- Oh, D.S. 2003. Studies on the optimal cultural media and conditions for mycelial growth of *Sparassis crispa* (Wulf.) Fr. Department of Forestry graduate School of Chonnam National University. 33.
- Ohno, N., Miura, N.N., Nakajima, M., Yadome, T. 2000. Antitumor 1,3- $\beta$ -glucan from cultured fruit body of *Sparassis crispa*. *Biological and*

- Pharmaceutical Bulletin. 23: 866-872.
- Park, H., Lee, B.H., Ka, K.H., Bak, W.C., Oh, D.S., Park, J.M., Chun, W.J. 2006. Cultivation of cauliflower mushroom (*Sparassis crispa*) by use of steam-treated coniferous sawdusts. Journal of The Korean Wood Science Technology 34(3): 84-89.
- Park, H., Ryu, S.R., Ka, K.H. 2011. Cultivation of *Sparassis crispa* on several kinds medium density and particle size of sawdust-based medium made of *Larix kaempferi*. Journal of The Korean Wood Science Technology 39(1): 68-74.
- Park, M.A., Jeong, Y.S., Chum, G.T., Cha, Y.S. 2009. antihyperlipidemic and glycemic control effects of mycelia of *Inonotus obliquus* including protein bound polysaccharides extract in C57BL/6J mice. Journal of Food Nutrition. 38: 667-673.
- Seo, H.D., Ryu, R., Ka, K.H., Park, H. 2013. Effects of ultraviolet and temperature treatments to improve  $\beta$ -glucan contents of the fruiting body of *Sparassis latifolia*. 2013 Korean Institute of Forest Recreation. 580-583.
- Shim, J.O., Son, S.G., Yoon, S.O., Lee, Y.S., Lee, T.S., Lee, S.S., Lee, K.D., Lee, M.W. 1998. The optimal factors for the mycelial growth of *Sparassis crispa*. Korean Journal of Mycology 26(1): 39-46.
- Shin, H.J., Oh, D.S., Lee, H.D., Kang, H.B., Lee, C.W., Cha, W.S. 2007. Analysis of mineral, amino acid and vitamin contents of fruiting body of *Sparassis crispa*. Journal of Life Sciences 17: 1290-1293.
- Yamamoto, K., Nishikawa, Y., Kimura, T., Dombo, M., Matsuura, N., Sugitachi, A. 2007. Antitumor activities of low molecular weight fraction derived from the cultured fruit body of *Sparassis crispa* in tumor-bearing mice. Journal of the Japanese Society for Food Science and Technology 54: 419-423.
- Yim, S.B., Kim, M.O., Kim, S.J. 1991. Determination of dietary fiber contents in mushrooms. Journal of Food Science 7: 69-76.