

## 낙엽송 톱밥배지 밀도 및 입자크기에 따른 꽃송이버섯의 재배특성\*1

박 현\*2† · 유 성 열\*3 · 가 강 현\*2

### Cultivation of *Sparassis crispa* on Several kinds of Medium Density and Particle Size of Sawdust-based Medium Made of *Larix kaempferi*

Hyun Park\*2† · Sung-Ryul Ryu\*3 · Kang-Hyeon Ka\*2

#### 요 약

꽃송이버섯은 다량의  $\beta$ -glucan을 함유하고 있어서 기능성 버섯으로 재배가 확산되고 있다. 본 연구는 재배공정의 표준화를 위한 기초연구로서, 낙엽송 톱밥배지를 대상으로 밀도와 입자 크기에 따른 균사 성장 및 생산량 차이를 검정하였다. 저밀도(0.68~0.72 g/cm<sup>3</sup>)의 톱밥배지에서 균사 성장의 변이계수는 초기에 40%를 초과하는 높은 값을 나타내었다가 7주차 이후에는 10% 이내로 줄어들었다. 반면, 고밀도(0.80 g/cm<sup>3</sup>)의 경우에는 초기에도 상대적으로 낮은 30% 수준의 변이계수를 나타내며 안정적인 모습을 보였다. 생산량에서는 상품성이 높은 꽃 부분의 회수율을 측정된 결과 0.80 g/cm<sup>3</sup>은 12.2%, 0.76 g/cm<sup>3</sup>은 13.6%, 0.72 g/cm<sup>3</sup>은 13.1%, 그리고 0.68 g/cm<sup>3</sup>은 12.0%로 환산되어 0.76 g/cm<sup>3</sup>가 가장 유리한 것으로 판단되었다. 한편, 1 mm 이하의 톱밥을 배제한 경우에는 원기 형성 후 자실체 수확까지 40일 정도 소요되지만, 1 mm 이하의 톱밥이 섞일 경우는 70일이 소요되었다. 또한 생산량에 있어서도, 꽃 부분만을 고려하면 1 mm 이하의 입자를 포함한 경우에는 다른 처리에 비하여 생산량이 적은 것을 확인할 수 있었다. 따라서 낙엽송 톱밥을 이용하여 꽃송이버섯을 재배하기 위해서는 1 mm 이하의 톱밥은 제외하고, 0.76 g/cm<sup>3</sup>의 밀도로 배지를 조제하여 사용하는 것을 권장한다.

\*1 접수 2010년 3월 15일, 채택 2010년 7월 17일

\*2 국립산림과학원 녹색자원이용부, Department of Forest Resource Utilization, Korea Forest Research Institute, Seoul 130-712, Korea

\*3 국립산림품종관리센터, Korea Forest Seed & Variety Center, Cheongju 380-941, Korea

† 교신저자(corresponding author) : 박현(e-mail: hyunpark@forest.go.kr)

## ABSTRACT

Cauliflower mushroom (*Sparassis crispa*) is being cultivated as a functional mushroom since the mushroom contains larger amount of  $\beta$ -glucan than other edible or medicinal mushrooms. In this study, as a fundamental study for the cultivation process of cauliflower mushroom, we assayed the mycelial growth and the productivity of the mushroom cultivated on the sawdust-based medium made of larch (*Larix kaempferi*) by 4 kinds of medium densities and 6 kinds of particle sizes. Low densities of sawdust-based media (0.68~0.72 g/cm<sup>3</sup>) showed high variations in mycelial growth at early stage on sawdust-based medium. The coefficient of variance for the mycelial growth decreased from higher than 40% at the 3rd week to lower than 10% at the 7th week. High density of sawdust-based medium (0.80 g/cm<sup>3</sup>) showed relatively lower variation in the mycelial growth at early stage with less than 30% of coefficient of variance, the high density of sawdust-based medium was thought to be quite stable compared to the lower densities of sawdust-based medium. From the viewpoint of mushroom productivity especially for the goods (excluding bottom of fruiting body), 0.76 g/cm<sup>3</sup> was better than any other densities; the return rates of fruiting body from each medium were 12.2, 13.6, 13.1, and 12.0% for 0.80, 0.76, 0.72, and 0.68 g/cm<sup>3</sup>, respectively. By the way, it took about 40 days for harvesting from primordium formation with the sawdust-based medium excluded the particles less than 1 mm, while it took about 70 days with the medium including the particles less than 1 mm. The yield from the sawdust-based medium with the particles less than 1 mm was also quite less than any other sawdust-based medium especially for the goods. Therefore, we recommend that the sawdust-based medium with larch for the cultivation of cauliflower mushroom be prepared as 0.76 g/cm<sup>3</sup> in medium density with excluding the particles less than 1 mm.

**Keywords:** cauliflower mushroom,  $\beta$ -glucan, larch, coefficient of variance, productivity

## 1. 서 론

꽃송이버섯(*Sparassis crispa*)은 건조버섯 100 g 당 40%가 넘는  $\beta$ -glucan을 함유하고 있어서 면역력 증강에 매우 좋은 버섯으로 소개되면서 최근에는 국내에서도 많은 사람들이 재배를 시도하고 있다(오, 2009). 특히 2009년 6월 26일, '임업 및 산촌 진흥촉진에 관한 법률 시행규칙'에 임산물 소득원의 지원 대상 품목으로 꽃송이버섯이 포함되면서 금후 산림청의 지원을 받으며 그 재배는 더욱 확산될 것으로 기대된다. 하지만, 이 버섯의 재배기술은 최근에 소개되기 시작한 것으로서, 우리나라에서는 꽃송이버섯의 배양특성 연구결과(Shim 등, 1998; 오, 2003)

를 토대로 낙엽송 등 침엽수 단목 및 톱밥을 이용하여 재배할 수 있는 방법(Lee 등, 2004; 박 등, 2005; 2006; 오 등, 2006), 그리고 균주별 재배특성(유 등, 2009) 등이 보고되었다. 즉, 다양한 시도가 있지만, 실질적인 재배법 보급을 위해서는 생산 공정에 대한 구체적인 지침이 마련되어야 하는 수준이다.

꽃송이버섯은 일반적인 재배버섯과 달리 낙엽송, 잣나무, 소나무 등 침엽수를 이용하여 재배된다(박 등, 2005; 2006). 이러한 특성을 감안하여 침엽수림 내에서 원목에 직접 접촉하여 재배하려는 시도도 있었지만 초기 활착이 어려운 문제점이 도출되었고(윤 등, 2006), 숲 속에서 재배할 경우 심재부후 병원균의 확산 우려도 제기되므로(박 등, 2009), 실내에서

톱밥을 이용한 병재배 또는 봉지재배가 권장되고 있다. 이러한 추세를 감안한다면 꽃송이버섯은 일반적인 식용버섯 재배와 같은 자동화 설비를 이용한 톱밥 재배 방식이 주를 이루게 될 것으로 전망된다.

꽃송이버섯 생산량은 균주에 따라 차이가 있지만, 일반적으로 낙엽송 톱밥을 이용할 경우 다른 침엽수류 톱밥을 이용하는 것에 비하여 생산성이 높다(박 등, 2005; 2006). 그런데, 낙엽송 톱밥은 다른 침엽수류 톱밥에 비하여 가시처럼 생긴 모습으로 인하여 다져 넣기가 곤란한 특징을 지닌다는 점은 특기할 사항이다. 즉, 낙엽송 톱밥을 이용할 경우 다른 침엽수류 톱밥에 비하여 단단하게 다져서 배지를 만들기 어렵다는 점을 감안한다면, 밀도에 따라서 균사의 생장이나 자실체 생산량이 달라질 수 있음을 추측할 수 있다. 밀도의 차이는 통기성의 차이를 낳을 수 있는데, 통기성의 문제는 배지의 밀도와 더불어 톱밥 입자크기에 따라서도 달라질 수 있다. 즉, 고운 톱밥과 굵은 톱밥은 같은 밀도로 준비된다고 할지라도 통기성 등에서 차이가 발생할 수 있다.

본 연구는 이처럼 톱밥재배 공정에서 제기될 수 있는 문제점을 미리 검토하고 효율적인 생산 공정을 마련하고자 수행하였다. 또한, 본 연구는 낙엽송 톱밥 배지를 사용한 꽃송이버섯 재배에서 배지의 밀도나 사용되는 톱밥 입자의 크기가 꽃송이버섯의 재배특성에 미치는 영향을 검토하여 적정 밀도조건과 톱밥 크기를 제시하고자 수행하였다.

## 2. 재료 및 방법

### 2.1. 톱밥배지 준비, 접종

박 등(2005)의 방법을 적용하여 낙엽송 톱밥과 보릿가루, 그리고 설탕을 각각 80 : 20 : 3의 질량비로 섞은 후 수분함량은 65% 수준으로 맞추었다. 톱밥 배지 밀도에 따른 차이 조사를 위해서는 1~2 mm의 톱밥을 약 600 ml 크기의 배양병에 500 ml의 부피를 맞추어 4종류의 밀도(0.68, 0.72, 0.76, 0.80 g/cm<sup>3</sup>)로 각각 입병하고, 배지 윗부분의 중앙에 직경 1 cm, 깊이 5 cm 내외의 구멍을 만들어 뚜껑을 닫은 후

121°C에서 90분간 고압 멸균하였다. 각 처리별로 10 개의 배양병을 준비하여 처리하였으며, 본 실험 중에 오염된 것은 없었다.

접종을 위하여 사용한 균주는 유 등(2009)의 연구에서 초기 균사활착이 빠른 것으로 보고한 KFRI 723 균주로서, 2006년 7월, 경기도 광릉 소재 잣나무림에서 발견한 꽃송이버섯 자실체에서 분리한 균주를 PDB 배지를 이용하여 액체배양한 것이었다. 각 배지의 중앙 윗부분에 자동 피펫을 이용하여 병당 10 ml씩 접종하였는데, 3반복으로 측정된 접종량은 건중량을 기준으로 병당 13 mg이었다.

톱밥 크기별 배양특성 조사를 위해서는 톱밥 입자 크기를 1 mm 이하, 1~2 mm, 2 mm 이하(1 mm 이하 50%, 1~2 mm 50%), 2~3 mm, 1~3 mm (1~2 mm 50%, 2~3 mm 50%), 3 mm 이하(1 mm 이하 50%, 2~3 mm 50%)의 6개 그룹으로 구분하였다. 이후 배지의 조제방법은 톱밥 배지 밀도에 따른 차이 조사와 같은 방법을 적용하였으며, 밀도는 선행 실험을 통하여 가장 적절한 것으로 판단된 0.76 g/cm<sup>3</sup>로 하였다. 한편, 접종원으로 사용된 액체종균은 밀도시험을 위하여 준비된 종균에 비하여 다소 균 밀도가 낮은 것으로 판단되어 병당 15 ml를 접종하였는데 건중량으로 환산하면 15 mg/병 수준이었다.

### 2.2. 배양특성 조사

접종된 배지는 온도 23 ± 1°C, 습도 60 ± 5% 범위로 유지되는 암배양 조건에서 배양하였다. 접종 후 3주가 경과한 시점부터 1주일 간격으로 7~8주까지 균사 생장량을 조사하였다. 균사 생장량은 배지의 맨 윗부분(액체종균 접종부위)에서 균사가 자라 내려 간 선단(先端)까지 거리를 측정하였다. 측정을 위해서는 각 배양병에 8방위의 선을 그은 후 각 측정치의 차이를 조사하였고, 균사 생장의 균일도를 평가하기 위하여 각 병별로 아래와 같이 계산되는 변이계수를 환산, 비교하였다.

변이계수(Coefficient of variance) =

$$\frac{\text{각 병당 균사생장량의 표준편차}(n = 8)}{\text{각 병당 균사생장량 평균}}$$

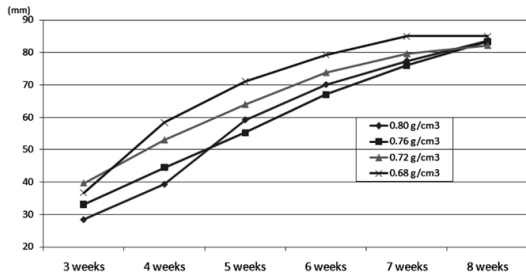


Fig. 1. Mycelial growth of *Sparassis crispa* by the density of sawdust based medium.

### 2.3. 버섯 발생유도 및 생산성 평가

암배양실에서 7~8주가 경과한 후, 꽃송이버섯 고유의 향기가 강해지고 배양병 내부에 꽃송이버섯 균사가 만연되면서 버섯원기가 형성되기 시작하면 배양병을 발생실로 옮겼다. 발생은 온습도 시설을 통제할 수 있는 공조시설을 이용하였으며, 온도  $23 \pm 1^\circ\text{C}$ , 습도  $95 \pm 5\%$  범위로 유지하였다. 특히, 모든 배양병은 4단의 선반 중 3단 위치의 동일한 높이에 위치하고 2~3일 간격으로 자리를 무작위로 바꾸어서 배양실 내에서 습도의 차이로 인하여 오류가 발생하지 않도록 하였다.

꽃송이버섯은 꽃 부분과 기부 부분으로 나눌 수 있는데, 꽃 부분은 상품가치가 높지만, 기부는 그렇지 않다. 따라서 전체 생산량과 더불어 꽃 부분과 기부 부분을 각각 구분하여 생산량을 비교하였다. 각 처리별 생산량 자료는 SAS를 이용하여 분석하였으며, 5% 유의수준에서 Duncan의 다중검정을 실시하였다.

## 3. 결과 및 고찰

### 3.1. 톱밥배지 밀도에 따른 차이

밀도에 따라서 균사 생장의 패턴이 다르게 나타났는데, 0.68~0.72 g/cm<sup>3</sup>로 입병한 경우에는 초기에 생장속도가 매우 빠르게 진행되다가 7주 경과시점에서 늦어지는 모습을 나타내었다(Fig. 1). 반면, 0.80 g/cm<sup>3</sup>로 입병한 경우에는 처음 4주간은 다소 늦었지만 4~7주 사이에 기하급수적인 성장을 나타내다가

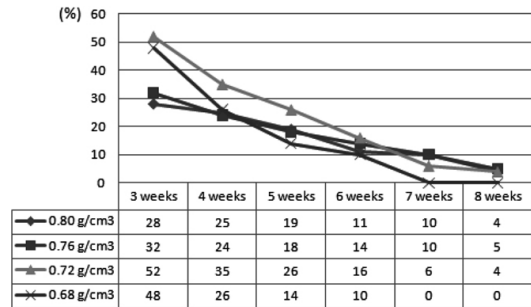


Fig. 2. Coefficient of variance for the mycelial growth of *Sparassis crispa* by the density of sawdust based medium.

7주차에 이르러 줄어드는 모습을 나타내었고, 0.76 g/cm<sup>3</sup>로 입병한 경우에는 8주에 이르기까지 거의 직선의 생장패턴을 나타내었다. 즉, 균사생장은 초기에 저밀도가 빠른 것으로 나타났지만, 8주 시점에 도달하면서 실질적인 차이가 없이 완속하게 되었다. 균사 배양과정에서 차이는 나타나지만, 유 등(2009)의 보고에서처럼 본 연구에 사용한 균주는 500 ml 정도의 톱밥배지에 접종할 경우 약 2개월의 암배양 기간이 소요됨을 확인할 수 있었다.

박 등(2005)은 1,000 ml의 배양병을 사용할 경우 600 ml 수준까지만 균사가 만연된 상태에서 자실체의 원기가 형성되는 현상 등을 토대로 작은 병을 사용하여 효율을 높이는 것을 권장한 바 있다. 그런데, 본 연구에서는 낮은 밀도(0.68~0.72 g/cm<sup>3</sup>)의 배양병에서는 7주 시점에서 균사 생장이 거의 멈추는 모습을 나타내지만, 0.76 g/cm<sup>3</sup>의 경우에는 8주에 이르기까지 여전히 직선 형태로 생장곡선이 나타나는 것을 확인할 수 있었다. 즉, 본 연구에서 사용한 600 ml 수준의 배양병에 500 ml 정도의 배지를 채우는 방식과 달리 일반적인 버섯재배에 이용하는 1,000 ml 이상의 배양병을 사용하면서 밀도를 0.76 g/cm<sup>3</sup> 수준으로 조절하면 배양기간을 늘리면서 더욱 많은 균체량을 확보할 수 있을 것으로 추측되었다. 이에 대하여는 금후 추가적인 연구를 통하여 확인할 필요성이 있다.

균사생장 패턴에 대하여 자세히 살펴보고자 배양기간별 균사 생장의 변이계수를 조사하였다(Fig. 2).

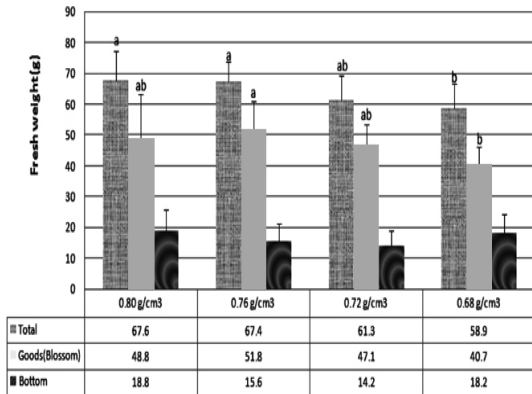


Fig. 3. Production of cauliflower mushroom by the density of sawdust-based medium. The same letters above each bar indicate that the values are not significantly different at the 5% level by Duncan's multiple range test.

균사 생장의 변이계수는 밀도에 상관없이 초기에는 높았다가 배양후기에 이르면서 점차 낮아지는 모습을 나타내었다. 특히, 저밀도의 경우에는 초기에 매우 높은 값을 나타내었다가 후기로 들어서면서 점차 낮아지는 반면, 고밀도의 경우에는 상대적으로 낮은 변이계수를 나타내며 차차 줄어드는 모습을 보였다. 즉, 기존의 연구(박 등, 2006)에서 지적했던 것처럼, 너무 낮은 밀도는 균사 성장에서 불안정한 모습을 나타낸다고 할 수 있었다. 단, 박 등(2005)은 0.65 g/cm<sup>3</sup> 보다는 0.80 g/cm<sup>3</sup> 수준을 추천한 바 있는데, 본 연구를 통하여 0.76 g/cm<sup>3</sup> 수준의 밀도가 균사 성장에서 일정한 성장패턴을 나타내고(Fig. 1), 변이계수도 32~5%로 낮게 나타남을 확인할 수 있어서 균사 생장의 안정성을 감안하면 공정관리 상 0.76 g/cm<sup>3</sup>이 가장 적절한 것으로 판단되었다(Fig. 2).

밀도별 자실체 생산량은 고밀도에서 높게 나타났다(Fig. 3). 이는 동일한 부피의 배양병에 투입된 톱밥의 중량이 크므로 인하여 나타난 현상일 수 있으므로, 생산량의 단순 비교보다는 투입량 대비 생산량(회수율)을 비교하는 것이 바람직한 것으로 판단되었다. 회수율의 측면에서 상품성이 높은 꽃 부위의 비율을 고려하면, 0.80 g/cm<sup>3</sup>은 12.2%, 0.76 g/cm<sup>3</sup>은 13.6%,

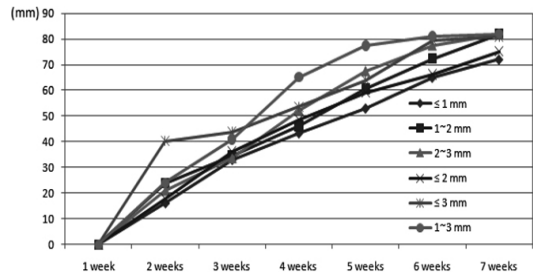


Fig. 4. Mycelial growth of *Sparassis crispa* by the particle size of sawdust used for the cultivation medium.

0.72 g/cm<sup>3</sup>은 13.1%, 그리고 0.68 g/cm<sup>3</sup>은 12.0%로 환산되어 0.76 g/cm<sup>3</sup>가 가장 유리한 것으로 판단되었다. 앞서 군사 생산량을 평가하면서 언급한 것처럼, 배양병의 크기를 확대하여 투입되는 배지의 양을 늘린다면 자실체 생산량이나 회수율은 더 높아질 수 있을 것으로 기대되는데, 이에 대하여는 검정을 위한 추가 연구가 필요하다. 결론적으로, 낙엽송 톱밥을 재료로 봉지나 병을 이용하여 꽃송이버섯을 재배한다면 0.76 g/cm<sup>3</sup>의 밀도로 배지를 조제하는 것이 바람직하였는데, 이 밀도는 오 등(2006)이 낙엽송 톱밥을 기초로 소맥분 등을 첨가하여 조제한 배지의 밀도(0.75 g/cm<sup>3</sup>)와 거의 같은 수준이었다.

### 3.2. 톱밥 입자크기에 따른 차이

톱밥 크기에 따라서 성장 패턴이 다소 다르게 나타났지만, 7주 시점에 이르러서는 대부분의 배양병에서 군사가 만연되고 원기가 형성되었다(Fig. 4). 톱밥 크기별 조사에서는 밀도별 차이 조사에 비하여 1주일 정도 군사 생장이 빠르게 진전되었다. 이는 접종량이 밀도 실험에 비하여 상대적으로 많았던 것에 기인한 것으로 추론되며, 이러한 점을 감안하면, 앞서 밀도별 실험결과 고찰에서 언급한 것처럼 배양병의 크기를 늘려서 재배하는 방식도 시도될 수 있음을 시사한다.

톱밥크기별 군사성장량을 자세히 살펴보면, 1 mm 이하의 톱밥이나 2 mm 이하의 톱밥만으로 제조된 배지에서의 군사생장이 가장 더디고, 1~3 mm의 경

Table 1. Requiring time (incubation + harvesting) for the cultivation of cauliflower mushroom by the particle size of sawdust used for the cultivation medium

Particle size	≤ 1 mm	1~2 mm	2~3 mm	≤ 2 mm	≤ 3 mm	1~3 mm
Requiring time	48 + 70	48 + 35	48 + 35	48 + 70	48 + 70	48 + 43

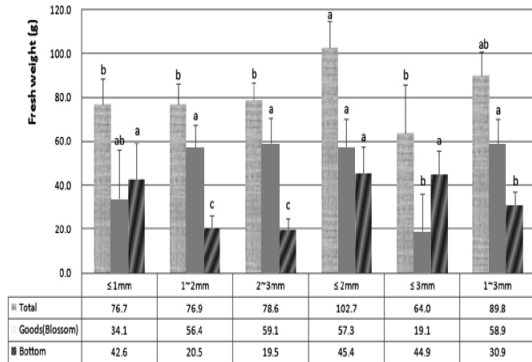


Fig. 5. Production of cauliflower mushroom by the particle size of sawdust used for the cultivation medium. The same letters above each bar indicate that the values are not significantly different at the 5% level by Duncan's multiple range test.

우에 비하여 3 mm 이하의 경우에는 생장패턴이 전혀 다르게 나타났다. 1 mm 이하 입자가 포함되는 것이 균사 생장에 부정적인 영향을 미치는 것으로 확인할 수 있었는데, 통기성의 측면에서 작은 입자가 섞일 경우 균사생장이 늦어지는 것으로 판단되었다. 특히, 자실체 발생에서 수확까지 기간은 1~2 mm, 2~3 mm 및 1~3 mm의 경우는 정상적으로 35~43일 수준이었으나, 1 mm 이하의 톱밥이 섞일 경우는 70일이 소요되었다(Table 1). 즉, 톱밥크기별 생산소요일(배양기간 + 발생실에서 수확까지의 소요기간)을 감안하면, 1~2 mm, 2~3 mm, 1~3 mm를 사용하는 것이 1 mm 이하의 톱밥을 섞어서 사용하는 것보다 훨씬 유리하다고 판단되었다.

자실체 생산량은 2 mm 이하의 톱밥을 사용할 경우 가장 많았는데, 1 mm 또는 2 mm 이하의 톱밥이 섞인 경우에는 기부의 비중이 매우 높았다(Fig. 5). 즉, 전체 생산량은 많지만, 꽃 부분만을 고려하면 1 mm 이하만을 이용한 경우에는 오히려 다른 처리에

비하여 적은 것을 확인할 수 있었다. 꽃 부분만을 비교하면, 2 mm 이하 톱밥의 경우처럼 다소 예외는 있지만, 1 mm 이하의 톱밥이 섞이지 않은 경우에 꽃(상품)의 생산량도 상대적으로 많았다. 특히, 3 mm 이하의 경우는 작은 분말부터 상대적으로 큰 톱밥이 모두 섞여 있는 경우인데, 다른 처리에 비하여 전체적인 생산량과 꽃 부분의 생산량이 적어서 톱밥을 선별하여 사용하는 것이 바람직한 것으로 판단되었다.

균사 생장은 톱밥 크기에 따라 큰 차이가 없는 것으로 나타났지만, 자실체 생산량 및 수확기간에 큰 영향을 주었다. 이것은 1 mm 이하의 입자크기가 배지 전체에서 50% 이상을 차지하면서 톱밥입자 사이의 공극이 작아지면서 통기성 부족과 톱밥입자 사이에 생장할 수 있는 균사의 공간 부족과, 이로 인하여 균체량이 적어짐에 따라 자실체 형성에 필요한 양분공급이 적어져서 자실체가 생장하는 기간이 길어진 것으로 보인다. 겉으로 보기에 균사 생장의 차이가 없는 것으로 보이지만, 실제 균체량에서 차이가 있을 것으로 판단되어 단순 길이 생장보다는 균체량 측정법을 적용해야 할 것으로 생각된다.

결론적으로, 자실체 생산을 고려한 최적 입자(톱밥) 크기는 1~3 mm 수준으로서, 가능하다면 1 mm 이하의 톱밥은 배제하고 이용하는 것이 바람직하였다. 특히, 목재 펠릿을 만들 경우 작은 입자를 위주로 생산할 경우에 밀도가 상대적으로 높아지고 흡습률도 낮은 것으로 보고된 바 있는데(류 등, 2010), 이를 감안하면 작은 입자는 펠릿 사용 등에 활용하고, 1 mm 이상의 입자만 꽃송이버섯 재배에 활용하는 것이 유리한 것으로 판단되었다.

#### 4. 결 론

낙엽송 톱밥을 이용한 꽃송이버섯 재배는 톱밥자원의 부가가치 증진을 위한 중요한 방법으로 부각되

고 있다. 그런데, 이 방식의 확대를 위해서는 공정의 표준화와 기계화가 필요하다. 버섯재배의 자동화는 병 또는 봉지를 이용한 재배방식을 통하여 가능한데, 이를 위하여 본 연구에서는  $0.76 \text{ g/cm}^3$ 의 밀도로 입병 또는 입봉하는 것이 바람직함을 제시하였다. 아울러, 톱밥 입자의 크기가 너무 작은 것은 재배에서 불리함을 확인하며 1 mm 이하의 입자는 배제하고 배지를 조제하는 것이 바람직함을 제시하였다. 특히, 최근에는 톱밥의 수요처에 대하여 펠릿과도 경쟁관계가 되고 있는데, 목재 펠릿을 제조할 경우 미립자가 더 유용하게 사용될 수 있다는 최근의 연구보고(류 등, 2010)도 감안하면, 꽃송이버섯을 재배하기 위해서는 1 mm 이하의 톱밥은 제외하고, 굵은 톱밥을 선별하여 사용하는 것을 권장한다.

## 참 고 문 헌

1. 류재운, 강찬영, 이응수, 서준원, 이현중, 박현. 2010. 국내산 낙엽송의 톱밥 유형에 따른 펠릿특성에 관한 연구. 목재공학 38(1): 49~55.
2. 박현, 오득실, 가강현, 유성열, 박주생, 황재홍, 박준모. 2009. 꽃송이버섯에 의한 침엽수 심재부후 발생환경 및 낙엽송 피해목의 재질 특성. 한국임학회지 98(1): 16~25.
3. 박현, 이봉훈, 가강현, 박원철, 오득실, 박준모, 천우재. 2006. 증기 처리한 침엽수 톱밥을 이용한 꽃송이버섯 재배. 목재공학 34(3): 84~89.
4. 박현, 이봉훈, 오득실, 가강현, 박원철, 이학주. 2005. 보릿가루가 첨가된 침엽수 톱밥을 이용한 꽃송이버섯 재배. 임산에너지 24(2): 31~36.
5. 오득실. 2003. 꽃송이버섯의 균사생장 최적화를 위한 배지조성 및 배양조건에 관한 연구. 전남대학교 대학원 석사학위 청구논문 p. 33.
6. 오득실. 2009. 꽃송이버섯 자생지의 입지조건과 재배 특성 및 이용에 관한 연구. 전남대학교 대학원 박사학위 청구논문.
7. 오득실, 박현, 박화식, 김명석, 채정기. 2006. 소맥분과 물엿을 첨가한 침엽수 톱밥배지에서의 꽃송이버섯 생산. 한국버섯학회지 4(1): 39~42.
8. 유성열, 가강현, 박현, 박원철, 이봉훈. 2009. 낙엽송 톱밥을 이용한 꽃송이버섯 균주별 재배 특성. 한국균학회지 37(1): 49~54.
9. 정종천, 박정식, 홍인표, 석순자, 전창성, 이찬중. 2008. 꽃송이버섯의 배양적 특성. 한국균학회지 36(1): 16~21.
10. 윤갑희, 가강현, 천우재, 박준모, 심미자, 이봉훈, 양영국, 정석용. 2006. 능이 겹종묘 생산 및 꽃송이버섯 재배 실용화 기술. 2006년도 연구사업 보고서(임산공학 분야, 5-2). 국립산림과학원 390~411.
11. Lee, J. M., J. Y. Kim, K.-D. Choi, K.-D. Han, H. Hur, S. W. Kim, J.-O. Shim, J. Y. Lee, T.-S. Lee, and M. W. Lee. 2004. Sawdust media affecting the mycelial growth and the fruiting body formation of *Sparassis crispa*. Mycobiology 32(4): 190~193.
12. 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*. The Korean Journal of Mycology 26(1): 39~46.