LED 조명처리가 꽃송이버섯의 균사배양에 미치는 효과

오득실¹, 김현석², 심봉섭¹, 위안진¹, 윤병선¹, 김강웅³, 왕승진^{1*}

¹전라남도산림자원연구소, ²전남대학교 산림자원학부, ³(주)티앤아이

Effect of mycelial culture of cauliflower mushroom (*Sparassis crispa*) using LED lighting operation

Deuk-Sil Oh¹, Hyun-Suk Kim², Bong-Sub Shim¹, An-Jin Wui¹, Byung-Sun Yoon¹, Kang-Woong Kim³,
Seung-Jin Wang^{1*}

¹Jeonnam Forest Resource research Institue, Naju 520-833, Korea, ²Division of Forest Resources Chonnam University, ³T&I Co., Ltd.

ABSTRACT: As a result of advenced research, *Penicillium* growth inhibition effect in media of cauliflower mushroom by different LED lighting color inhibited all treated groups, but blue wavelength treatment group was unfitted for culture of cauliflower mushroom due to lots of spore of *penicillium*. So, to investigated characteristics of mycelial growth of cauliflower mushroom according to different LED wavelength and LED wavelength color. As a results, all red wavelength treatment groups found highest mycelial growth tendency. Thus, mycelial growth investigated different quantity of red lighting wavelength conditions. The quantity of lighting wavelength was low intention, 1.41 $\mu\text{mol}/\text{m}^2\text{S}$ treatment group found highest mycelial growth. Effects of mycelial growth by subculture found difference of statistical in one time to carry out a subculture treatment group. Mycelial growth by different quantity of LED lighting in different media composition of wood chip media indicated highest trend in the Korean pine treatment groups. To cultured treatment group for 84th days found difference of statistical, when a quantity of LED lighting red wavelength 2.11 $\mu\text{mol}/\text{m}^2\text{S}$ treated in wood chip of the Korean pine media. In conclusion, good culture condition of cauliflower mushroom estimated quantity of red lighting wavelength 2.11 $\mu\text{mol}/\text{m}^2\text{S}$ in wood chip media of the Korean pine for 84th days.

KEYWORDS : Cauliflower mushroom, LED lighting wavelength, Mycelial growth, *Penicillium*

서 론

꽃송이버섯(*Sparassis crispa*)은 균계(Fungi), 담자 균문(Basidiomycota), 담자균강(Basidiomycetes), 주름 버섯아강(Agaricomycetidae), 구멍장이버섯목(Polyporales), 꽃송이버섯과(Sarassidaceae), 꽃송이버섯속(*Sparassis*)에 속하고 있다. 근주 심재 갈색부후균으로서 꽃양배추 모양의 버섯이다(Igarashi & Takeuchi, 1985; Mao & Jiang, 1993; 김 등, 1994; 이와 이, 2000; Kirk *et al.*, 2001). 우리나라의 꽃송이버섯은 소나무, 잣나무, 낙엽송, 전나무 등 침엽수에 발생하고 5월부터 발생하기 시작하여 여름철(7~8월)에 많이 발견되고 9월까지 발생한다고 알려져 있다(오, 2003). 우리나라의 꽃송이버섯에 대한 최초기

록은 1940년에 출간된 선만실용임업편람(鮮滿實用林業便覽)으로 경기도 광릉에서 버섯이 채집되었다는 기록이 있다(鎬木, 1940). 꽃송이버섯은 일반적으로 재배되는 식용버섯과 달리 활엽수 원목이나 톱밥보다는 침엽수 그루터기나 침엽수 톱밥을 이용하여 만든 배지에서 자실체를 형성한다(Lee *et al.*, 2004, 박 등, 2006). 이러한 특성은 꽃송이버섯 자생지 조사를 통해 침엽수 절단목 그루터기나 침엽수 생입목뿌리 주변에서 발생한다고 보고되어진 결과에서도 확인되었다(Ka *et al.*, 2007; 오 등, 2008). 다른 버섯들과 마찬가지로 주로 자실체의 색깔과 모양, 포자 및 그 외 미세구조 등의 형태적 형질에 의하여 분류가 이루어져 왔으나 종내의 지역적인 차이를 확인하기 위해 최근에는 분자생물학적 방법이 많이 적용되고 있다(김, 2000; 남정우,

* Corresponding author <vogofa@naver.com>

2004; Wang, 2004; Lpez *et al.*, 2006; 서, 2008). 꽃송이버섯은 β -1,3-glucan 함량이 43.6 g/100 g으로 높아 세포 면역기능이 향상되어 항암활성이 뛰어난 것으로 나타나 있어 그 효능은 이미 입증된바 있다(Ohno *et al.*, 2000; Harada *et al.*, 2002; 하나바이 오텍(주), 2004; Yamamoto *et al.*, 2007). 이는 약용버섯으로 일반화된 신령버섯보다 3배 이상의 β -글루칸이 함유되어 있으며, 이 버섯의 성분과 효능은 일본 동경약학대학에서 연구결과를 발표하면서 NHK 등 매스컴에 발표된 후 다양한 건강기능 식품이 개발되어 판매되고 있다. 국내에서도 꽃송이버섯의 군사생장을 위한 최적요인에 관한 연구(Shim *et al.*, 1998; 오, 2003; 정 등, 2008)가 진행되어 2000년대에 꽃송이버섯 재배와 관련된 특허가 여러 건 등록되었으나, 재배 방법이 까다롭고 배양기간이 길어서 대량재배가 많이 이루어지지 못하고 있는 실정에 있다. 꽃송이버섯은 식·약용이 가능한 버섯으로 최근 인공 재배까지 가능하게 되어 건강기능성 식품 및 의약품 소재로써 가능성이 매우 높다. 하지만 자연 상태의 꽃송이버섯은 발견하기 힘들고 인공 재배의 경우에도 평균 70~80일 배양 기간과 35~45일 자실체 생육 기간이 소요되며(박 등, 2006), 장기간의 배양으로 인하여 현재까지 안정적인 재배법이 확립되지 않고 있다. 또한 꽃송이버섯 재배에 대한 최근 논문의 경우 고가의 복잡한 시약을 사용하여야 함은 물론 공정이 복잡하여 일반농가에서 재배하기는 어려웠으나(가 등, 2007), 꽃송이버섯의 실용적인 재배 방법의 보고(박 등, 2006; 오 등, 2006)처럼 농가에서도 손쉽게 구할 수 있는 재료를 이용한 단순한 공정의 꽃송이버섯 재배방법이 개발되고 있어서 점차 그 공급량이 늘어날 수 있을 것으로 기대된다. 그러나 이러한 움직임에도 불구하고 버섯 재배자들 사이에 대량생산 체계가 확산되지 못하고 있는 이유는 다른 버섯과는 달리 군사생장 속도가 현저히 느리고(서 등, 2005; 오, 2003; Shim *et al.*, 1998), 배양 초기 푸른곰팡이의 높은 오염율로 인하여 꽃송이버섯의 재배가 까다로우며, 우리나라 재배환경에 맞는 우량품종이 개발되지 못한 여러 가지 문제에서 기인된 것이라 생각된다. 이러한 문제를 해결하기 위하여 본 연구에서는 선행연구를 통하여 확인된 푸른곰팡이를 억제하고 꽃송이버섯 군사 배양에 도움이 되는 LED를 이용하여 LED 조명색과 광량 등에 따른 최적 조건을 확인하고, 농가 소득에도 기여하고자 한다.

재료 및 방법

재료

실험에 사용된 버섯균주는 구레에서 선발된 균주를 전남산림자원연구소에서 육성한 JF02-06이며, 사용된 푸른곰팡이는 *Trichoderma harzianum*으로 경상대학교에서 분양받아 사용하였다. 군사증식을 위한 기본배지는 Potato Dextrose Agar(감자

한천배지)를 사용하였다. 실험에 사용된 조명장비는 광주소재(주) 티앤아이에서 제작해 사용하였다.

방법

선행연구로서 LED 조명처리에 의한 꽃송이버섯균과 푸른곰팡이균 대치배양시 군사생장 특성의 육안 비교실험을 위하여 구레에서 선발된 꽃송이버섯균주인 JF02-06과 경상대학교에서 분양받은 푸른곰팡이균주인 *Trichoderma harzianum*을 PDA 배지에서 나란히 대치시킨 후 각각 red (660 nm), green (520 nm), blue (450 nm)의 파장범위가 설정된 $25 \pm 2^\circ\text{C}$ 에서 습도 70% 내외로 유지한 항온기내에서 5일간 대치배양을 실시하여 이를 육안으로 비교하였다.

LED 조명색이 꽃송이버섯 군사생장에 미치는 영향에 대해 알아보기 위하여 JF02-06 균주를 4°C 로 저온보관하여 별도의 계대배양 없이 실험에 사용하였다. LED 챔버장치는 각각 red (660 nm), purple (450 nm+660 nm), green (520 nm), blue (450 nm), white로 별도 준비하여 소등조건 없이 조사하였으며, 대조구는 암배양 처리하였다. 군사생장량 조사를 위하여 PDA 배지에 x축과 y축을 직각으로 표시한 후 교차점에 군사조직을 이식하여 $25 \pm 2^\circ\text{C}$ 에서 습도 70% 내외를 유지하여 7일 간격으로 4주동안 x축과 y축의 군사 생장길이와 치밀도를 조사하여 평균값으로 나타내었다.

LED 광량처리가 평판배지 내에서 꽃송이버섯 군사생장에 미치는 영향에 대하여 알아보기 위하여 30일 전 미리 1회 계대배양을 거쳐 군사활력을 촉진시킨 JF02-06 균주를 실험에 사용하였다. LED 챔버장치는 1차 조사에서 가장 양호 군사생장을 보인 red 파장에서 $1.14 \mu\text{mol}/\text{m}^2\text{S}$, $2.11 \mu\text{mol}/\text{m}^2\text{S}$, $5.88 \mu\text{mol}/\text{m}^2\text{S}$ 로 광량 세기별로 각각 조절한 후 별도로 준비하여 소등조건 없이 계속 조사하였으며, 대조구는 암배양 처리하였다. 상기의 실험방법과 동일한 방법으로 군사생장량 조사를 위하여 PDA 배지에 x축과 y축을 직각으로 표시한 후 교차점에 군사조직을 이식하여 $25 \pm 2^\circ\text{C}$ 에서 습도 70% 내외를 유지하여 7일 간격으로 4주동안 x축과 y축의 군사 생장길이와 치밀도를 조사하여 평균값으로 나타내었다.

또한 시험관 톱밥배지조건에서의 군사생장 특성을 조사하기 위하여 60일 전 미리 1회 계대배양을 거쳐 군사활력을 촉진시킨 JF02-06 균주를 사용하여 발효톱밥(낙엽송, 미송)과 옥수수, 소맥분을 8:1:1 (v/v) 비율로 배지를 제조하여 실험에 사용하였다. 배지의 수분은 $60 \pm 2\%$ 내외로 물엿수용액(brix 16)으로 조절하여 30 g을 입병하여 $25 \pm 2^\circ\text{C}$ 에서 습도 70% 내외로 유지하여 red 파장에서 $1.14 \mu\text{mol}/\text{m}^2\text{S}$, $2.11 \mu\text{mol}/\text{m}^2\text{S}$, $5.88 \mu\text{mol}/\text{m}^2\text{S}$ 로 광량 세기별로 각각 조절한 후 별도로 준비하여 소등조건 없이 계속 조사하였으며, 대조구는 암배양 처리하였다. 군사생장량 조사를 위하여 시험관의 3부위에서 생장길이와 치밀도를 조사하여 평균값으로 나타내었다.

통계분석은 통계분석용 프로그램인 SPSS package(ver. 19.0, SPSS Inc., Chicago, IL, USA)를 이용하여 대응표본 t 검정 (paired t-test) 및 일원배치분산분석(One Way ANOVA)에 의하여 집단 간의 평균 차이를 알아보았고, 신뢰수준 $p < 0.05$ 에서 Duncan test를 이용하여 사후검정을 실시하였다.

결과 및 고찰

LED 조명색이 꽃송이버섯 배지내 푸른곰팡이 생육억제 효과
선형연구로서 꽃송이버섯 배지내 LED 조명색에 의한 푸른곰팡이 생육억제 효과를 확인하기 위하여 PDA 배지에 꽃송이버섯균주와 푸른곰팡이균주를 나란히 대치시킨 후 각각의 파장범위가 설정된 항온기내에서 5일간 대치배양을 실시한 결과

(Fig.7) 배양 2일째 모든 LED 처리구에서 푸른곰팡이균이 초기 배양이 느린 꽃송이버섯균을 에워싸면서 군사생장을 억제하였다. 그 중 blue (460 nm) 처리구에서 푸른곰팡이균의 포자발생량이 매우 높은 것으로 확인되었는데, 이는 blue (460 nm) 파장이 푸른곰팡이 생장을 촉진하였다는 것을 간접적으로 시사하는 결과로 해석할 수 있었다. 다른 파장인 green(520 nm)과 red(660 nm)에서도 유사한 결과가 관찰되었는데, 푸른곰팡이의 포자가 발생되지 않았으나 꽃송이버섯의 군사생장 또한 발생되지 않았다. 이는 green과 red 파장이 푸른곰팡이 생육에 적합하지 않았으나 꽃송이버섯의 군사생장에 유익한 영향을 미치지 못했음을 시사하는 결과라 판단되었다. 그러나 상기의 실험결과를 통하여 꽃송이버섯 배양에 LED를 사용할 경우 blue 파장 조건을 사용하지 않는 것이 좋을 것으로 판단되었다.

Fig. 1. Effect of replacement culture of cauliflower mushroom (*Sparassis crispa*) and penicillium (*Trichoderma harzianum*) using different LED lighting wavelength condition.

LED 조명색이 꽃송이버섯 군사생장에 미치는 영향

배양 28일 후 LED 파장에 따른 꽃송이버섯의 군사생장 특성을 조사한 결과 red(660 nm)에서 7.3 cm, red(660 nm)와 blue(450 nm)의 혼합파장인 purple(450 nm+660 nm)에서 7.1 cm, control(대조구)인 암배양 처리구에서 6.9 cm로 군사의 생장이 가장 우수하였다. 상기의 red, purple 파장 처리구와 대조

구 사이의 유의성은 인정되지 않았으나, red 파장 처리구에서 높은 경향을 나타내었다. 그러나 white와 blue (450 nm) 파장 처리구에서 각각 5.4 cm, 5.1 cm의 군사 생장을 나타내어 가장 저조한 결과를 나타내었다(Table. 1). 이는 LED 광의 파장을 달리하여 재배한 새송이버섯에서 장파장으로 갈수록 총 길이가 길어지며, 중량 또한 증가하는 경향의 보고와 LED 광을 이용하

여 재배한 느타리버섯에서 자류의 길이와 중량이 적색광에서 증가했다는 보고와 유사한 결과였다(Lee, 2010; 김 등, 2012). 또한 적색광 조건에서 도라지 유묘의 초장 및 무, 토마토, 상추의 신장 축진이 관찰되었으며, 적색광이 식물체의 줄기나 가지를 보통 이상으로 길고 연하게 자라게 한다고 보고된 바 있다 (Brown *et al.*, 1995; Eun *et al.*, 2000; Tadayoshi, 2008). 본 연구에서도 적색광에서 균사생육이 우수했던 결과와 동일한 결과로 확인할 수 있었다. 또한 상기의 결과를 종합하여 보았을 경우, 꽃송이버섯 균사는 높은 파장값의 범위에서 비교적 생장이 우수한 특성을 가지고 있는 것으로 사료되었다.

Table 1. Effect of mycelia growth of cauliflower mushroom (*Sparassis crispa*) for LED lighting color during culture 28 days after.

LED lighting color	Growth of mycelia (cm)
Green (520 nm)	6.30 ± 0.40 ^b
Red (660 nm)	7.27 ± 0.10 ^c
Blue (450 nm)	5.10 ± 0.14 ^a
Purple (450 nm+660 nm)	7.10 ± 0.03 ^c
White	5.43 ± 1.10 ^a
Control (darkness)	6.88 ± 0.24 ^{bc}

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

LED 파장 색상별 배양 시간 경과에 따른 꽃송이버섯의 균사생장 특성을 조사한 결과, 배양 2주 후 3.2 cm의 균사생장을 나타낸 red (660 nm) 처리구에서 유의적 차이를 보이는 높은 결과값을 확인할 수 있었다. 그러나 배양 시간의 경과에 따라 red, purple, control 처리구 사이의 유의적 차이는 보이지 않았으나, 전반적으로 다른 처리구에 비하여 red 처리구에서 배양 3주 후 5.4 cm, 배양 4주 후 7.3 cm로 높은 결과값을 보이는 경향을 나타내었다(Table. 2). 이는 상기의 실험결과와 마찬가지로 높은 파장값의 범위에서 비교적 생장이 우수한 특성을 갖는 것으로 사료되었다.

Table 2. Effect of mycelia growth of cauliflower mushroom (*Sparassis crispa*) for LED lighting color during culture periods.

LED lighting color	Growth of mycelia (cm)		
	2 weeks	3 weeks	4 weeks
Green (520 nm)	2.32 ± 0.06 ^b	4.42 ± 0.31 ^c	6.30 ± 0.40 ^b
Red (660 nm)	3.20 ± 0.04 ^d	5.40 ± 0.00 ^d	7.27 ± 0.10 ^c
Blue (450 nm)	1.80 ± 0.03 ^a	3.00 ± 0.03 ^a	5.10 ± 0.14 ^a
Purple (450 nm+660 nm)	2.90 ± 0.00 ^c	5.10 ± 0.03 ^d	7.10 ± 0.03 ^c
White	2.47 ± 0.17 ^b	3.65 ± 0.46 ^b	5.43 ± 1.08 ^a
Control (darkness)	2.42 ± 0.32 ^b	5.03 ± 0.08 ^d	6.88 ± 0.24 ^{bc}

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

LED 광량처리가 꽃송이버섯 균사생장에 미치는 영향

상기의 실험에서 선정된 red 파장 범위에서 광량을 달리하였을 때, 최적 균사생장 조건을 확인하기 위하여 광량 세기 조건을 달리하여 각각 1.41 $\mu\text{mol}/\text{m}^2\text{S}$, 2.11 $\mu\text{mol}/\text{m}^2\text{S}$, 5.88 $\mu\text{mol}/\text{m}^2\text{S}$ 로 광량을 차등 조사하여 균사생장을 확인하였다. 꽃송이버섯의 균사생장 특성은 광량의 세기가 가장 낮은 1.41 $\mu\text{mol}/\text{m}^2\text{S}$ 처리구에서 8.2 cm로 가장 우수한 균사생장을 나타내었으며, 그 다음은 광량세기가 중간인 2.11 $\mu\text{mol}/\text{m}^2\text{S}$ 에서 7.9 cm의 균사생장 특성을 나타내었다. 광량 세기가 가장 높은 5.88 $\mu\text{mol}/\text{m}^2\text{S}$ 처리구에서는 균사생장이 7.6 cm로 나타나 control인 암배양 처리구의 균사생장 7.5 cm 보다 우수한 결과값을 나타내는 것으로 확인되었으나 유의성은 인정되지 않은 것으로 확인되었다(Table. 3). 이와 같이 상기의 결과는 광량의 세기와 균사생장 특성은 역의 상관 관계를 갖는 것을 시사하는 결과로 사료되었다.

Table 3. Effect of mycelia growth of cauliflower mushroom (*Sparassis crispa*) for different quantity of LED lighting wavelength conditions.

Quantity of LED lighting wavelength	Growth of mycelia (cm)
Red (1.41 $\mu\text{mol}/\text{m}^2\text{S}$)	8.20 ± 0.03 ^c
Red (2.11 $\mu\text{mol}/\text{m}^2\text{S}$)	7.92 ± 0.40 ^b
Red (5.88 $\mu\text{mol}/\text{m}^2\text{S}$)	7.55 ± 0.03 ^a
Control	7.45 ± 0.00 ^a

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

Fig. 2. Mycelia growth of cauliflower mushroom (*Sparassis crispa*) for different quantity of LED lighting wavelength conditions.

또한 계대배양 실시 여부에 따른 균사생장 특성을 확인한 결과, 1차 실험군과 2차 실험군의 결과를 통하여 균사배양조건과 배양기간은 동일하지만 계대배양 실시 여부에 따라 균사생장에 차이가 있음을 확인할 수 있었다. 실험 전 1회 계대배양 후 사용했던 2차 실험의 control 처리구는 28일 동안 7.5 cm의 균사생장을 보인 반면, 저온보관 균주를 계대배양을 하지 않고 바로 실험에 사용한 control 처리구에서는 28일 동안 6.9 cm로 유의적인 차이를 나타내었다(Table. 4). 이상의 결과에 의하여 계대배양을 실시한 후 균사활력을 촉진시킨 후 실험하는 것이 균사생장력에 유리하게 작용하는 것으로 판단되었다.

Table 4. Effect of mycelia growth of cauliflower mushroom (*Sparassis crispa*) for subculture times.

Subculture time	Growth of mycelia
Subculture one time	7.45 ± 0.07 ^a
Control	6.90 ± 0.24

* Significant at $p < 0.05$ by paired *T*-test.

낙엽송 처리구와 미송 처리구에서 LED를 조사하지 않은 control에 비하여 LED red 파장을 광량별로 처리했던 처리구의 균사생장이 우수한 것으로 확인되었다. 또한 낙엽송 처리구에 비하여 미송 처리구에서 보다 균사생장이 우수한 것으로 확인되었다. 이러한 톱밥배지내 LED 광량별 균사생장은 미송 red 1.41 $\mu\text{mol}/\text{m}^2\text{S}$ 에서 7.4 cm, 낙엽송 red 2.11 $\mu\text{mol}/\text{m}^2\text{S}$, 미송 red 2.11 $\mu\text{mol}/\text{m}^2\text{S}$, 미송 red 5.88 $\mu\text{mol}/\text{m}^2\text{S}$ 에서 7.5 cm로 유의적인 차이를 나타내었다(Table. 5). 이는 미송 처리구가 LED 광량에

따른 영향을 적게 받는다는 것과 균사생장이 원활하게 이루어진다는 것을 간접적으로 시사하는 결과로 사료되었다.

Table 5. Effect of mycelia growth of cauliflower mushroom (*Sparassis crispa*) for different quantity of LED lighting wavelength conditions in different media conditions.

Quantity of LED lighting wavelength	Media conditions	Growth of mycelia (cm)
Red (1.41 $\mu\text{mol}/\text{m}^2\text{S}$)	Wood chip media of larch	7.26 ± 0.20 ^b
	Wood chip media of the Korean pine	7.44 ± 0.24 ^c
Red (2.11 $\mu\text{mol}/\text{m}^2\text{S}$)	Wood chip media of larch	7.53 ± 0.18 ^c
	Wood chip media of the Korean pine	7.48 ± 0.21 ^c
Red (5.88 $\mu\text{mol}/\text{m}^2\text{S}$)	Wood chip media of larch	7.20 ± 0.20 ^b
	Wood chip media of the Korean pine	7.51 ± 0.14 ^c
Control	Wood chip media of larch	6.98 ± 0.18 ^a
	Wood chip media of the Korean pine	7.23 ± 0.57 ^b

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

A: wood chip media of larch, B: wood chip media of The Korean pine.

Fig. 3. Mycelia growth of cauliflower mushroom (*Sparassis crispa*) at red ($4.08 \mu\text{mol}/\text{m}^2\text{S}$) LED lighting wavelength in wood chip media of larch and the Korean pine and control.

미송 톱밥배지에서 LED red $2.11 \mu\text{mol}/\text{m}^2\text{S}$ 광량을 조사하여 배양기간에 따라 균사생장을 확인한 결과 배양 77일까지 control과 미송 LED red $2.11 \mu\text{mol}/\text{m}^2\text{S}$ 광량을 조사한 처리구에서 유의적인 차이를 보이지 않았으나, 84일 배양하였을 경우 대조구에 비하여 높은 유의적인 차이를 확인하였다(Table. 6). 이는 미송 톱밥배지를 이용하여 배양할 경우 원활한 균사 생장을 위해서는 84일 이상 배양이 필요하다는 것을 시사해주는 결과로 판단되었다.

Table 6. Effect of mycelia growth of cauliflower mushroom (*Sparassis crispa*) using red wavelength $2.11 \mu\text{mol}/\text{m}^2\text{S}$ for different culture periods.

Periods	The Korean pine Red ($2.11 \mu\text{mol}/\text{m}^2\text{S}$)	The Korean pine control
28 days	1.66 ± 0.21	1.61 ± 0.16
35 days	2.29 ± 0.15	2.25 ± 0.15
42 days	2.98 ± 0.20	2.93 ± 0.15
49 days	3.70 ± 0.26	3.67 ± 0.31
56 days	4.41 ± 0.30	4.38 ± 0.29
63 days	5.06 ± 0.39	5.06 ± 0.40
70 days	5.83 ± 0.46	5.71 ± 0.45
77 days	6.56 ± 0.53	6.43 ± 0.51
84 days	$7.48 \pm 0.21^*$	7.23 ± 0.57

*Significant at $p < 0.05$ by paired *T*-test.

적 요

선행연구로서 꽃송이버섯 배지내 LED 조명색에 의한 푸른곰팡이 생육억제 효과는 모든 처리구에서 생육이 억제되었으나 blue 처리구에서 푸른곰팡이균의 포자발생량이 매우 높아 꽃송이버섯 배양에 부적합하다는 것으로 확인되었다. 배양 28일 후 LED 파장에 따른 꽃송이버섯의 균사생장 특성과 LED 파장 색상별 배양시간의 경과에 따른 균사생장 특성을 조사한 결과 모두 red 파장 처리구에서 균사생장이 높은 경향을 나타내었다. 이에 따라 red 파장 범위에서 광량을 달리하여 균사생장 조건을 확인한 결과, 광량 세기가 낮은 $1.41 \mu\text{mol}/\text{m}^2\text{S}$ 처리구에서 우수한 균사생장을 나타내었다. 계대배양 실시 여부에 따른 균사생장 특성에서는 실험 전 1회 계대배양을 실시한 처리구에서 유의적인 차이를 나타내었다. 배지조성을 달리한 톱밥배지내 LED 광량별 균사생장은 미송 처리구에서 높은 경향을 나타내었다. 이를 미송 톱밥배지에서 LED red $2.11 \mu\text{mol}/\text{m}^2\text{S}$ 의 광량을 처리하였을 경우 84일 배양한 처리구에서 유의적인 차이를 보였다. 상기의 결과를 종합하여 보았을 경우 red 파장 $2.11 \mu\text{mol}/\text{m}^2\text{S}$ 광량에서 84일 이상 미송 톱밥배지에서 배양하는 것이 꽃송이버섯 배양에 좋을 것으로 판단되었다.

감사의 글

본 연구는 산림청 산림과학기술 개발사업에 의해 이루어진 것으로 이에 감사드립니다.

참고문헌

- 가강현, 박원철, 윤갑희, 오득실, 천우재, 박준모. 2007. 꽃송이버섯. 국립산림과학원 연구자료 **295**: 65.
- 김도희, 최혜진, 조우식, 문광덕. 2012. LED광의 파장을 달리하여 재배한 새송이버섯의 품질특성. 한국식품저장유통학회지. **19**(3): 354-360
- 김지연. 2000. 꽃송이버섯(*Sparassis crispa*)의 리보솜 DNA. 동국대학교대학원 석사학위논문. 48.
- 김한경, 박정식, 차동렬, 김양섭, 문병주. 1994. 잣버섯 인공배양에 관한 연구(I) -균사 배양조건에 관하여-. 한국균학회지 **22**(2): 145-152.
- 박현, 이봉훈, 가강현, 박원철, 오득실, 박준모, 천우재. 2006. 증기처리한 침엽수 톱밥을 이용한 꽃송이버섯 재배. 목재공학회지 **34**(3): 84-89.

- 서상영, 유영진, 정기태, 류정, 고복래, 최정식, 김명곤. 2005. 꽃송이버섯(*Sparassis crispa*)의 균사생장 최적화. 한국버섯학회지 **3**(2): 45-51.
- 서상영. 2008. 꽃송이버섯(*Sparassis crispa*)의 유연관계분석 및 종 특이적 프라이머 개발. 전북대학교대학원 석사학위논문. 42.
- 오득실, 박준모, 가강현, 천우재, 채정기, 박화식, 김명석. 2008. 구례지역 꽃송이버섯 자생지의 입지조건 분석. 한국버섯학회학술대회 **6**(2): 92.
- 오득실, 박현, 박화식, 김명석, 채정기. 2006. 소맥분과 물엿을 첨가한 침엽수 톱밥배지에서의 꽃송이버섯 생산. 한국버섯학회지 **4**(1): 39-42.
- 오득실. 2003. 꽃송이버섯의 균사 생장 최적화를 위한 배지 조성 및 배양조건에 관한 연구. 전남대학교대학원 석사학위 청구논문 33.
- 이태수, 이지열. 2000. 한국기록종 버섯 재정리 목록. 임업연구원 연구자료 **163**: 87.
- 정종천, 박정식, 홍인표, 석순자, 전창성, 이찬중. 2008. 꽃송이버섯(*Sparassis crispa*)의 배양적 특성. **36**(1): 16-21.
- 남정우. 2004. 꽃송이버섯 단기 대량 생산 체계 확립 및 효소처리를 통한 면역물질 활성화 연구. 농림부. 농림기술개발사업 최종보고서 191.
- 鎬木德二. 1940. IV(附)菌. 339-368. 鮮滿實用林業便覽. 朝鮮總督府林業試驗場刊行會. 1058.
- Brown C. S., Schuerger A. C. Seger J. C. 1995. Growth and photomorphogenesis of pepper plants under red light-emitting diodes with supplemental blue or far-red lighting. J. Amer. Soc. Hort. Sci. **120**: 808-813
- Eun J. S., Kim Y. S., Kim Y. H. 2000. Effects of light emitting diodes on growth and morphogenesis of *in vitro* seedlings in *Platycodon grandiflorum*. J. Korean Plant Tissue Cult. **27**: 71-75
- Harada, T., Miura N. N., Adachi Y., Nakajima M., Yadomae T., and Ohno N. 2002. IFN- γ induction by SCG, 1,3- β -D-glucan from *Sparassis crispa*, DBA/2 mice *in vitro*. J. Interferon Cytokine Res. **22**: 1227-1239.
- Igarashi, T. and Takeuchi K. 1985. Decay damage to planted forest of Japanese larch by wood-destroying fungi in the Toamkomai Experiment Forest of Hokkaido University. Res. Bull. of Coll. Exper. For. Hokkaido Univ. **42**(4): 837-847.
- Ka, K. H., Park J. M., Oh D. S., Cheon W. J. and Yoon K. H. 2007. Ecological study of *Sparassis crispa* in Gwangreung of Korea. Korean Society of Mycology Newsletter **19**(1): 70.
- Kirk, P. M., Cannon, P. F., David, J. C. and Stalpers, J. A. 2001. Ainsworth & Bisby's Dictionary of the Fungi. Ninth edition. CABI Bioscience.

- Lee H. 2010. Quality characteristics of *Pleurotus ostreatus* under LED light sources of cultivated mushroom. Graduate school of chonbuk national university
- Lee, J. M., Kim Y. J., Choi K. D., Han K.D., Hur H., Kim S. W., Shim J. O., Lee Y. J., Lee T. S., and Lee M. W. 2004. Sawdust media affecting the mycelial growth and the fruiting body formation of *Sparassis crispa*. *Mycobiology* **32**(4): 190-193.
- Lpez O., Gonzalez J., Gargallo C., Rueda R., Cubero M., Orozco E., Avi M., Eritja A. and Ramn. 2006. Destabilization of Quadruplex DNA by 8-Aminoguanine. *Chembiochem. a European Journal of Chemical Biology* **7**(1): 46-48.
- Mao X. I. and Jiang C. P. 1993. Economic macrofungi of Tibet. Beijing, Beijing Science and Technology Press. 651.
- Ohno, N., Miura N. N., Nakajima M., and Yadomea T. 2000. Antitumor 1,3- β -glucan from cultured fruit body of *Sparassis crispa*. *Biol. Pharm. Bull.* **23**: 866-872.
- Shim, J. O., Son S. G., Yoon S. O., Lee Y. S., Lee T. S., Lee S. S., Lee K. D. and Lee M. W. 1998. The optimal factors for the mycelial growth of *Sparassis crispa*. *Kor. J. Mycol.* **26**(1): 39-46.
- Tadayoshi H. 2008. Agri-photonics (advances in plant factories with LED lighting). CMC press, Tokyo, Japan
- Wang, Z., Binder M., Dai Y. C., and D. S. Hibbett. 2004. Phylogenetic relationships of *Sparassis* inferred from nuclear and mitochondrial ribosomal DNA and RNA polymerase sequences. *Mycologia* **96**: 1015-1029.
- Yamamoto, K., Nishikawa Y., Kimura T., Dombo M., Matsuura N., and Sugitachi A. 2007. Antitumor activities of low molecular weight fraction derived from the cultured fruit body of *Sparassis crispa* in tumor-bearing mice. *J. Jap. Soc. Food Sci. Technol.* **54**: 419-423.