

## 잎새버섯 재배에 적합한 광조건 연구

지정현<sup>1</sup> · 김정한<sup>2\*</sup> · 원선이<sup>3</sup> · 서건식<sup>4</sup> · 주영철<sup>2</sup>

<sup>1</sup>경기도농업기술원 작물연구과, <sup>2</sup>경기도농업기술원 버섯연구소,  
<sup>3</sup>경기도농업기술원 원예연구과, <sup>4</sup>한국농업대학 특용작물학과

## Studies on Favorable Light Condition for Artificial Cultivation of *Grifola frondosa*

Jeong-Hyun Chi<sup>1</sup>, Jeong-Han Kim<sup>2\*</sup>, Sun-Yee Won<sup>3</sup>, Geon-Sik Seo<sup>4</sup> and Young-Cheoul Ju<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Div. of Crop Research, GARES, Hwasung 445-300, Korea

<sup>2</sup>Mushroom Research Station, GARES, Gwangju 464-873, Korea

<sup>3</sup>Div. of Horticulture Research, GARES, Hwasung 445-300, Korea

<sup>4</sup>Department of Industrial Crop, KNAC, Hwaseong 445-893, Korea

(Received May 6, 2008. Accepted June 2, 2008)

**ABSTRACT:** To elucidate optimum light conditions for artificial cultivation of *Grifola frondosa*, the effects of light quality (blue, green, white) and light intensity (200, 500, 800, 1200 lux) on primordium formation, morphological properties and yield of fruiting bodies of *G. frondosa* using bag cultivation method were tested. Among three light sources, white light source (400~620 nm) had a higher mushroom yield (242 g/bag) and a shorter cultivation period (52 days) than those of the others. In particular, blue light source (400~560 nm) induced the morphology of wide and deep colored pilei in *G. frondosa* fruiting body. The experimental results on the appropriate light intensity indicated that 500 lux light was the most effective on mushroom production, whereas primordium formation was effective at 200 lux.

**KEYWORDS:** *Grifola frondosa*, Light quality and intensity, Light source, Yield

잎새버섯(*Grifola frondosa*(Dicks: Fr.) S.F. Gray)은 민 주름버섯목 구멍장이버섯과(Polyporaceae)에 속하는 버섯으로 가을에 오래된 참나무류의 고목에서 사물기생하여 다발로 발생하는 백색부후균으로 우리나라를 비롯한 동아시아, 유럽, 북미 등에 분포되어 있다(Shen *et al.*, 2002). 잎새버섯의 학명은 *Grifola frondosa*인데 그리스 신화의 독수리 머리·날개에 사자의 몸통을 가진 괴수 'Griffin'으로부터 유래되었고, frondosa는 잎모양을 의미하는 것으로 은행나무 잎처럼 생긴 버섯의 갓이 여러 겹 겹쳐 다발을 이루고 있으며 은은한 참나무향이 난다(Mark, 2001).

잎새버섯은 식용이면서 약리작용이 뛰어난 기능성 버섯으로 인체의 면역세포를 조절하여 면역력을 증가시켜 암을 억제하며(Wu *et al.*, 2006; Kodama *et al.*, 2005) AIDS 원인균의 HIV에 대한 억제작용(Nanba *et al.*, 2000), 혈당강하작용(Talpur *et al.*, 2002), 혈압강하작용(Choi *et al.*, 2001), 콜레스테롤 억제작용(Fukushima *et al.*, 2001), 항산화작용(Mau *et al.*, 2002) 등의 기능성이 보고되면서 그 가치가 더욱 주목받게 되었다.

잎새버섯의 재배법은 일본에서 1975년부터 본격적인 연구가 시작되어 1980년에 인공재배법이 개발되었으며, 그 이듬해 상업적으로 325톤이 생산되었다(Shen and

Royse, 2001). 그 이후 해마다 생산량이 꾸준히 급증하여 1990년에 7,000톤, 2004년에는 46,036톤으로 현재 일본에서는 팽이버섯, 표고버섯, 만가닥버섯류 다음으로 생산과 소비가 높은 재배버섯이다(きのこ年監編集部, 2006).

한편, 우리나라에서도 1985년부터 잎새버섯의 인공재배법을 개발하기 위한 연구가 수행되어 1986년에 참나무톱밥(75%)과 포플러톱밥(25%)을 주재료로 영양원으로 옥수수피(10%) 또는 미강(15%)을 첨가한 병재배용 배지가 개발되었으며, 이와 더불어 '잎새1호'가 육성되었다(정·주, 1989). 또한 본 연구진에 의해 2006년에 참나무톱밥(55%)과 참나무칩(25%)을 주재료로 여기에 영양원으로 건비지(12%)와 밀기울(8%)을 첨가하여 봉지재배용 적합배지를 개발하였으며, 다수확 우량계통으로 '참잎새'를 육성하였다(김 등, 2006). 그러나 잎새버섯에 대한 재배환경 연구는 국내에 거의 전무한 실정이다. 따라서 본 시험은 재배환경 요인 중 광이 자실체 발생 및 생육에 미치는 영향을 조사하여 잎새버섯 재배에 적합한 광 조건을 설정하기 위하여 수행되었다.

### 재료 및 방법

#### 종균 및 접종원 제조

본 시험에 사용된 균주는 경기도농업기술원 버섯연구소

\*Corresponding author <E-mail : kjh75@gg.go.kr>

에서 육성한 참외새(*G. frondosa* KME44009)를 공시균주로 Potato Dextrose Broth (PDB) 배지에서 증식시키면서 액체종균용 접종원으로 사용하였다. 액체종균 배지 조성은 대두박 15 g, 설탕 200 g, 밀가루 50 g,  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  0.5 g,  $\text{MgSO}_4$  5 g, 식용유 10 ml이며 여기에 증류수를 10 l 첨가하여 제조하여 내열성 배양병(18 l)에 담아 121°C에서 20 분간 멸균한 후 접종원을 첨가하여 약 10일간 배양하여 액체종균으로 사용하였다.

### 배지제조 및 접종

잎새버섯 재배를 위한 배지 조성은 주재료로 참나무톱밥(80%)을 사용하였고 여기에 영양원으로 건비지와 밀기울(1:1) 비율로 첨가(20%)하여 수분함량을 60~65%로 조절하였다. 잘 혼합된 배지는 2 kg 내열성 PP봉지에 1 kg씩 충전한 후 가볍게 다져  $\varnothing$  2~2.5 cm의 막대기로 구멍을 뚫은 후 필터가 달린 스크류 마개로 봉지의 입구를 막았다. 입봉이 완료되면 배기를 시켜가면서 살균을 실시하는데 121°C 도달 후에 60분 이상 유지하였다. 살균을 완료한 배지는 냉각실에서 배지온도를 25°C 이하로 냉각한 후 액체종균 접종기를 이용하여 봉지당 20 ml씩 분주하면서 접종하였다.

### 배양 및 발이유도

종균접종이 완료된 배지는 배양실로 옮겨  $21 \pm 1^\circ\text{C}$ 의 온도에서 소량의 환기를 시켜가면서 습도 50% 이하, 암(暗)조건에서 배양을 35일간 실시하였다. 배양이 완료된 배지의 배양상면 공간부분에 균사가 집합하고 메트상으로 올라오는 시기에 발이유도를 위해 생육실로 옮겨 원기형성부위의 봉지를 칼로 도려내어 자실체의 발생을 유도하고, 이때의 실내온도는  $16 \pm 1^\circ\text{C}$ , 습도는 95% 이상,  $\text{CO}_2$  농도는 1000 ppm이 넘지 않도록 생육관리를 실시하였다.

### 광질 및 광량

광질에 의한 잎새버섯의 발이 및 생육특성을 조사하기 위하여 먼저, 본 시험에 사용된 청색, 녹색, 백색 형광등의 광파장을 휴대용 광파장 측정기(Portable spectroradiometer, Li-1800, Li Cor Inc.)로 측정하였다. 청색, 녹색, 백색 형광등이 각각 설치되어 있는 3개의 생육실에 균상과 형광등의 거리를 1 m로 일정하게 조절한 다음 배양이 완료된 배지를 균상위에 놓고 조광기를 이용하여 광량을 500 lux로 조절하여 발이 및 생육조사를 실시하였다. 광량이 잎새버섯의 발이 및 생육에 미치는 영향을 조사하기 위하여 4개의 각각의 생육실에 백색 형광등을 설치하고 균상에 배양이 완료된 배지를 놓고 형광등과 균상과의 거리를 1 m로 일정하게 조절하고 조광기를 이용하여 광량을 200, 500, 1000, 1200 lux로 조절하였다.

### 배양 및 생육특성 조사

배양 및 재배특성은 느타리버섯의 조사기준에 준하여

실시하되, 자실체의 생육조사는 잎새버섯의 특성에 맞게 조사하였다(大森清壽·小出博志, 2006). 또한 자실체 갓색은 색도계(Minolta CR200, Japan)를 이용하여 L, a, b 값을 측정하였다.

## 결과 및 고찰

### 광질이 자실체 발생 및 생육에 미치는 영향

광질이 자실체 발생과 생육에 미치는 영향을 조사하기 위하여 청색, 녹색, 백색 형광등의 광 파장을 측정하였다(Fig. 1). 일반적으로 청색광은 380~500 nm, 녹색광은 490~610 nm, 적색광은 600~720 nm로 영역의 파장대를 가진다고 알려져 있는데(Glickman *et al.*, 2006), 본 시험에 사용된 형광등 3종의 파장을 측정한 결과, 청색광은 400~560 nm( $\lambda_{\text{max}}$ : 437 nm), 녹색광은 480~620 nm( $\lambda_{\text{max}}$ : 530 nm)으로 나타나 이론값과 비슷하였으며, 백색광은 400~620 nm로 전파장대에 골고루 분포하였는데 그 중에서 주 피크는 437 nm, 490 nm(청색영역), 544 nm, 587 nm(녹색영역), 612 nm(적색영역)을 골고루 포함하고 있었다.

광질에 따른 발이율은 발이경과 3일째 백색광이 81%로 가장 우수하였고, 청색광 61%, 녹색광 57% 순으로 측정되었고, 시간이 경과할수록 모든 처리구의 발이율이 서서히 증가하다 발이 8일 경과후에 백색광은 95%, 청색광은 86%, 녹색광은 81% 순으로 나타났다(Fig. 2). 담자균에서는 자실체 발생이 광에 의해 원기가 형성되거나 혹은 발생이 촉진되는 것이 많은데 그 중에서도 자외선에 가까운 청색 영역의 광이 효과적이라고 보고되었다(古川久彦, 1992). 본 연구결과도 청색광의 발이율이 녹색광보다는 우수하였지만, 청색, 녹색, 적색영역을 골고루 포함하고 있는 백색광의 발이율이 가장 우수한 것으로 나타나 단일 파장보다는 혼합상태의 광조사가 발이에 효과적임을 알 수 있었다.

광질에 따른 재배특성 및 수량은 Table 1과 같다. 광질에 따른 초발이 소요일수는 백색광이 3일로 청색광, 녹색

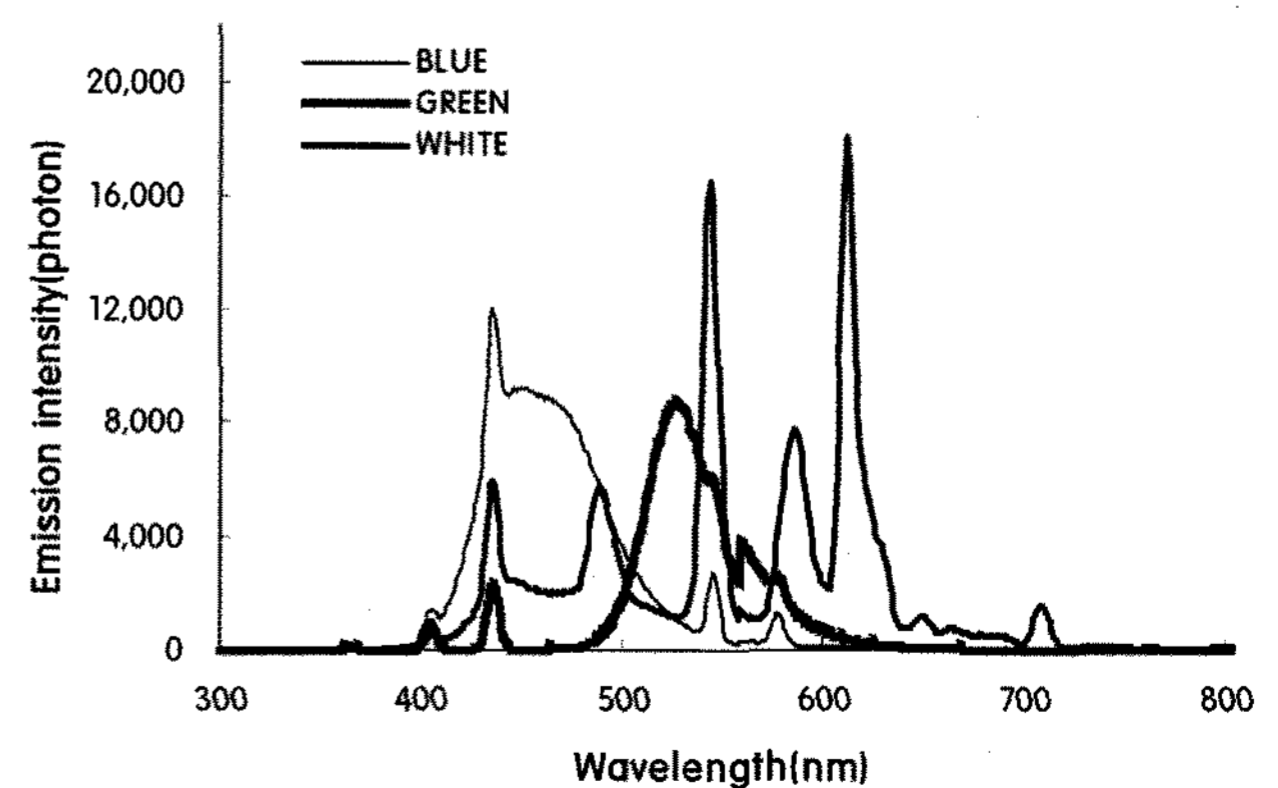


Fig. 1. Transmission light spectra of three light sources.

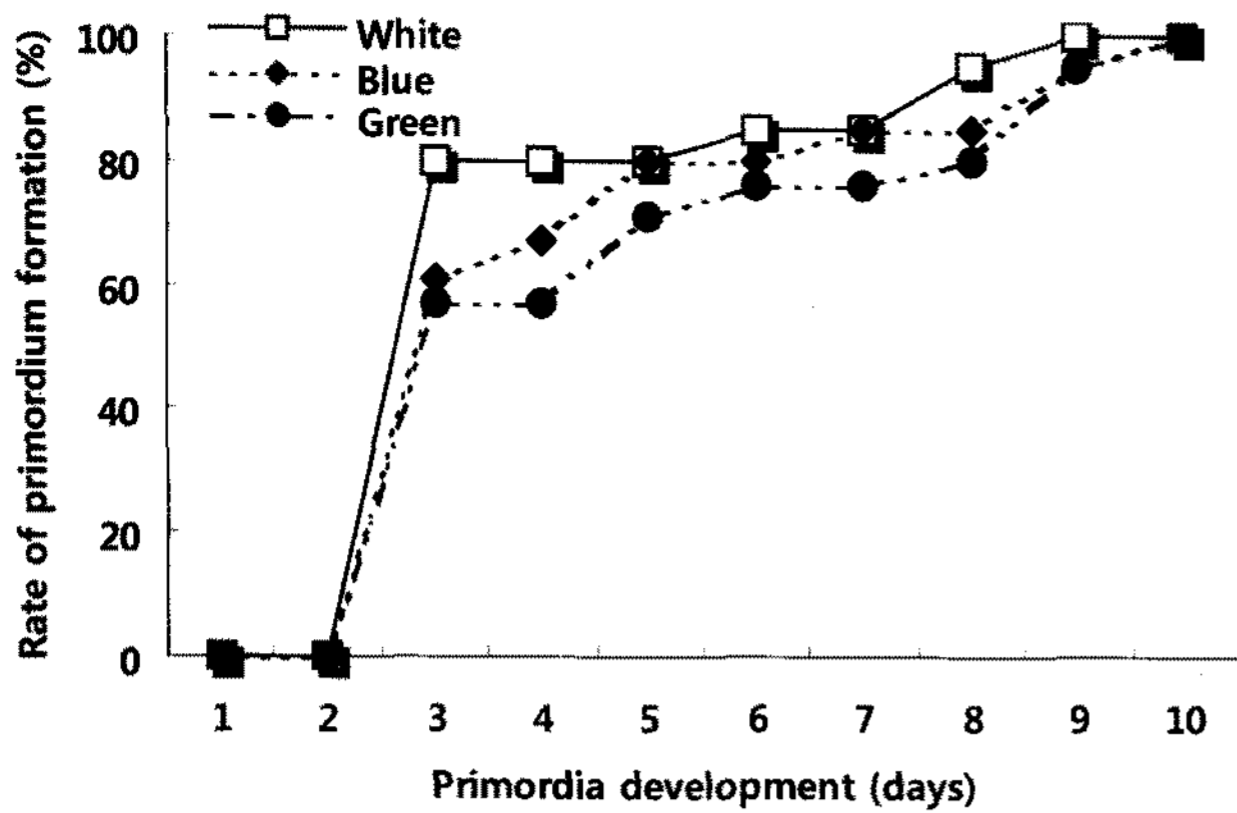


Fig. 2. The ratio of primordium formation of *Grifola frondosa* under three light sources.

광의 5일보다 2일 단축되었다. 생육일수는 백색광, 청색광이 14일로 녹색광의 16일보다 2일정도 빨라, 전체 재배 일수가 백색광은 52일로, 청색광은 53일, 녹색광은 56일 순으로 나타났다. 봉지(1 kg)당 수량성에서도 백색광이 242.4 g으로 가장 우수하였으며 청색광은 230.0 g, 녹색광 215.5 g 순으로 나타나 광질이 재배기간 및 수량성에 영향을 미치는 것으로 나타났다.

자실체 형태는 광 자극에 의해 영향을 많이 받았는데, Table 2는 광질에 따른 자실체 특성을 나타내었다. 다발의 장경(A)은 백색광이 159.8 mm로 가장 길었으나 청색광과 녹색광은 각각 147.8, 145.9 mm 순으로 처리간의 유의성은 없었다( $p > 0.05$ ). 다발의 단경(A')에서는 처리간의 차

이를 보이지 않았으나, 자실체 형태를 가늠할 수 있는 장단비(A'/A) 분석결과 청색광이 0.93으로 가장 원형(A'/A = 1)에 가까웠으며, 녹색광과 백색광도 0.85~0.87로 비교적 형태가 균일한 것으로 나타났다. 갓 크기는 청색광의 직경과 길이가 각각 49.4, 31.3 mm로 백색광, 녹색광 보다 현저하게 큰 것으로 나타났으며, 갓 색은 청색광의 명도(L)가 40.2로 녹색광(55.7), 백색광(53.3)보다 낮아 갓 색이 가장 짙고, 적색도(a) 또한 가장 높은 것으로 나타났다. Yanagibashi *et al.*(2005)은 큰느타리버섯에 대하여 광과장이 자실체 형태에 미치는 영향을 조사한 결과 갓의 직경이 백색광(형광등) > 청색광(LED) > 적색광(LED) > 무처리 순으로, 갓 신장에 있어서는 청색광(LED)보다는 형광등이, 무처리 보다는 광조사가, 적색광보다는 청색광이 효과적이라고 보고하였는데, 본 연구에서 광원을 형광등으로 동일하게 처리하여 수행한 결과는 백색광보다는 청색광의 갓 신장이 높은 것으로 나타나 다소 차이가 있었다.

**백색광의 광량이 자실체 발생 및 생육에 미치는 영향**

일반적으로 광 자극은 균사생장을 저지시켜 원기 형성을 촉진시키는데(신·서, 1989), Fig. 3은 광량에 따른 앞새버섯의 발이율을 나타냈다. 발이경과 4일째 200 lux의 발이율이 75%로 가장 높고, 500 lux는 54%, 800 lux는 46%, 1200 lux는 31% 순이었다. 모든 처리구에서 발이경과 일수가 늘어날수록 발이율이 서서히 증가하다가 9일째 200 lux는 92%, 500 lux는 77%, 800 lux는 79%, 1200 lux는 73%로 광량이 증가할수록 발이율은 다소 떨어지는

Table 1. Cultivation properties and yield of *Grifola frondosa* under three light sources

Light source <sup>a</sup>	Spawn running (days)	Initiation of fruiting body (days)	Development of fruiting body (days)	Cultivation period (days)	Yield	
					(g/kg bags)	BE <sup>b</sup> (%)
White	35	3	14	52	242.4 <sup>a</sup>	69.3
Blue	35	4	14	53	230.0 <sup>b</sup>	65.7
Green	35	5	16	56	215.5 <sup>c</sup>	61.6

<sup>a</sup>500 lux light intensity.

<sup>b</sup>Biological efficiency (BE) = fresh weight of mushrooms divided by air-dried substrates × 100.

<sup>a-c</sup>Different letters within a column are significantly different ( $p < 0.05$ ).

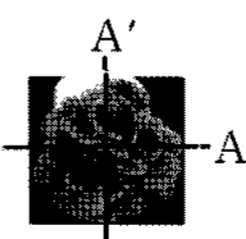
Table 2. Morphological properties of fruiting bodies of *Grifola frondosa* under three light sources

Light source	Cluster of fruiting body			Pileus size				Pileus color <sup>b</sup>		
	Major diameter (A) (mm)	Minor diameter (A') (mm)	(A'/A) <sup>a</sup>	Height (mm)	Width (mm)	Length (mm)	Thick-ness (mm)	L	a	b
White	159.8 <sup>a</sup>	135.3 <sup>a</sup>	0.85 <sup>b</sup>	80.3 <sup>ab</sup>	31.4 <sup>b</sup>	23.2 <sup>b</sup>	2.06 <sup>b</sup>	53.3 <sup>b</sup>	3.91 <sup>c</sup>	15.0 <sup>a</sup>
Blue	147.8 <sup>b</sup>	137.4 <sup>a</sup>	0.93 <sup>a</sup>	86.5 <sup>a</sup>	49.4 <sup>a</sup>	31.3 <sup>a</sup>	2.35 <sup>a</sup>	40.2 <sup>c</sup>	6.60 <sup>a</sup>	15.0 <sup>a</sup>
Green	145.9 <sup>b</sup>	127.6 <sup>a</sup>	0.87 <sup>ab</sup>	76.5 <sup>b</sup>	32.5 <sup>b</sup>	21.5 <sup>c</sup>	2.33 <sup>a</sup>	55.7 <sup>a</sup>	4.35 <sup>b</sup>	15.5 <sup>a</sup>

<sup>a</sup>A'/A = major diameter of cluster of fruiting body/minor diameter of cluster of fruiting body.

<sup>b</sup>L: lightness, a: redness, b: yellowness.

<sup>a-c</sup>Different letters within a column are significantly different ( $p < 0.05$ ).



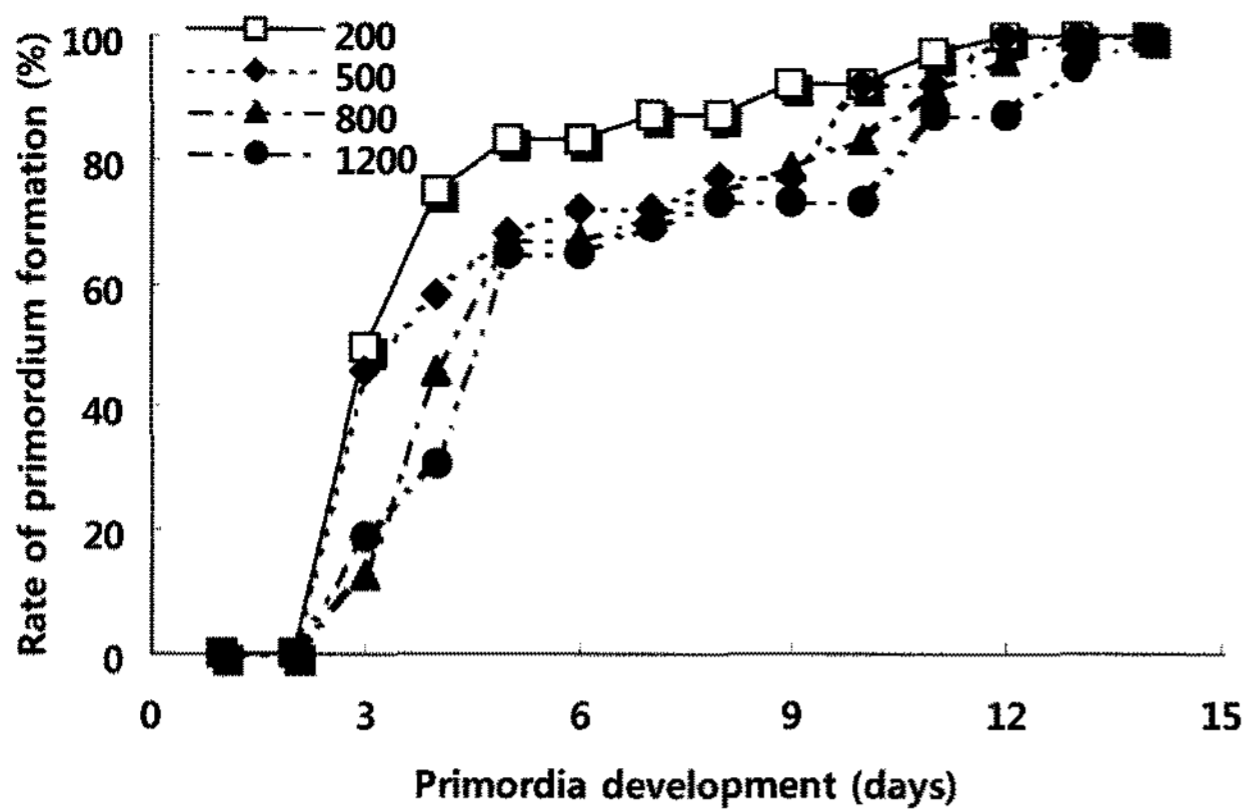


Fig. 3. The ratio of primordium formation of *Grifola frondosa* under various light intensities.

것으로 나타났다.

광량에 따른 초발이 소요일수는 200 lux가 4일로 가장 빠르며, 500, 800, 1200 lux는 5일이었따(Table 3). 그러나 생육일수는 500 lux가 9일로 가장 빠르고, 200 lux는 10일, 800, 1200 lux는 11일로 나타났으며, 전체 재배일수에도 영향을 미쳐 200, 500 lux는 49일로 800, 1200 lux의 51일 보다 2일 가량 단축되었다. 봉지당 수량성은 500 lux가 257 g으로 가장 높아 잎새버섯의 생육에 적합한 광량은 500 lux로 판단되었다.

자실체 갓의 형성과 대의 신장에는 광과장 뿐만 아니라 광량 또한 중요한 요소로서 Table 4는 광량에 따른 잎새버섯의 자실체 형태적 특성을 나타내었다. 500 lux의 광량에서 자실체 다발의 장경(A)과 단경(A')이 각각 170.4

mm, 147.5 mm로 다른 처리구에 비해 큰 것으로 조사되었으며, 다발의 장단비(A'/A)는 200 lux가 0.93으로 다른 처리구보다 원형에 가까운 것으로 나타났다. 갓 크기를 측정된 결과 갓 두께는 처리간의 차이를 보이지 않았으나, 갓의 직경과 길이는 광량과 비례하여 더욱 커지고, 갓 색은 더 짙어지는 경향을 보였다. 광 강도에 따른 맛 버섯의 생체반응전위 및 형태형성에 관한 연구결과, 광의 강도가 높아질수록( $2 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$ 보다  $10 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$ 에서) 생체전위 반응이 크기 때문에, 갓이 발달하고 갓 색도 더욱 진하게 나타난다고 보고하였는데(Yanagibashi *et al.*, 2006), 본 연구 결과도 이와 같은 경향으로 나타났다.

## 적 요

잎새버섯의 생육환경 중에 광이 자실체 발생 및 생육에 미치는 영향을 구명하기 위하여 광질 3종류(청색광, 녹색광, 백색광), 광량 4수준(200, 500, 800, 1200 lux)으로 시험한 결과는 다음과 같다. 광질이 자실체 발생 및 생육에 미치는 영향을 조사한 결과 백색광의 발이율이 청색, 적색보다 높고 초발이 소요일수도 3일로 청색광, 녹색광의 5일보다 빠른 것으로 나타났다. 생육일수는 백색광과 청색광이 14일로 녹색광(16일)보다 2일 빠르며, 전체 재배일수 또한 백색광이 52일로 청색광보다 1일, 녹색광보다 4일 단축되었다. 봉지당 수량성에서도 백색광이 242 g으로 청색광(230 g)과 녹색광(216 g)보다 우수하였다. 백색광의 광량이 자실체 발생 및 생육에 미치는 영향을 조사한 결과 200 lux의 광량에서 발이율이 가장 우수하고,

Table 3. Cultivation properties and yield of *Grifola frondosa* under various white light intensities

Light intensity (lux)	Spawn running (days)	Initiation of fruiting body (days)	Development of fruiting body (days)	Cultivation period (days)	Yield	
					(g/kg bags)	BE <sup>a</sup> (%)
200	35	4	10	49	241.0 <sup>b</sup>	68.9
500	35	5	9	49	257.4 <sup>a</sup>	73.5
800	35	5	11	51	208.3 <sup>c</sup>	59.5
1200	35	5	11	51	233.3 <sup>c</sup>	66.7

<sup>a</sup>Biological efficiency (BE) = fresh weight of mushrooms divided by air-dried substrates  $\times$  100.

<sup>a-c</sup>Different letters within a column are significantly different ( $p < 0.05$ ).

Table 4. Morphological properties of fruiting bodies of *Grifola frondosa* under various white light intensities

Light intensity (lux)	Cluster of fruiting body			Pileus size				Pileus color <sup>b</sup>		
	Major diameter (A) (mm)	Minor diameter (A') (mm)	(A'/A) <sup>a</sup>	Height (mm)	Width (mm)	Length (mm)	Thick-ness (mm)	L	a	b
200	155.7 <sup>bc</sup>	145.3 <sup>ab</sup>	0.93 <sup>a</sup>	88.1 <sup>a</sup>	31.9 <sup>c</sup>	21.5 <sup>c</sup>	2.01 <sup>a</sup>	55.2 <sup>a</sup>	4.31 <sup>b</sup>	17.5 <sup>a</sup>
500	170.4 <sup>a</sup>	147.5 <sup>a</sup>	0.87 <sup>ab</sup>	90.5 <sup>a</sup>	32.3 <sup>c</sup>	22.4 <sup>bc</sup>	2.08 <sup>a</sup>	56.2 <sup>a</sup>	4.44 <sup>b</sup>	17.8 <sup>a</sup>
800	145.4 <sup>c</sup>	123.2 <sup>c</sup>	0.85 <sup>b</sup>	85.1 <sup>a</sup>	35.9 <sup>b</sup>	23.5 <sup>b</sup>	2.12 <sup>a</sup>	50.8 <sup>b</sup>	4.70 <sup>b</sup>	16.1 <sup>b</sup>
1200	163.4 <sup>ab</sup>	139.0 <sup>b</sup>	0.86 <sup>ab</sup>	86.3 <sup>a</sup>	37.6 <sup>a</sup>	25.2 <sup>a</sup>	1.95 <sup>a</sup>	50.5 <sup>b</sup>	5.47 <sup>a</sup>	15.7 <sup>b</sup>

<sup>a</sup>A'/A = major diameter of cluster of fruiting body/minor diameter of cluster of fruiting body.

<sup>b</sup>L: lightness, a: redness, b: yellowness.

<sup>a-c</sup>Different letters within a column are significantly different ( $p < 0.05$ ).

초발이 소요일수도 4일로 500, 800, 1200 lux의 7~8일보다 3~4일 정도 빠른 것으로 나타났다. 생육일수는 500 lux가 9일로 가장 빨랐으며, 전체 재배일수는 200, 500 lux가 49일로 800, 1200 lux의 51일보다 2일정도 빨라 광량이 증가할수록 재배기간이 다소 길어졌다. 봉지당 수량은 500 lux가 257 g으로 가장 우수하였고, 광량이 증가할수록 갓의 크기가 신장되고, 갓 색이 다소 진한 것으로 나타났다.

### 감사의 글

본 연구결과는 농촌진흥청 현장협력기술개발과제 연구비지원의 일부결과이며, 연구비 지원에 감사드립니다.

### 참고문헌

- 김정환, 원선이, 서건식, 지정현, 주영철. 2006. 경기도농업기술원 시험연구보고서. pp. 617-638.
- 신관철, 서건식. 1989. 영지의 비자실체성 담자포자 형성에 미치는 광의 영향. 한국균학회지 17:189-193.
- 정환채, 주현규. 1989. 앞새버섯 우량계통 육성과 인공재배법 개발. 농사시험연구논문집 31:43-47.
- きのこ年監編集部. 2006.きのこ年監. (株)プラソツワルド. pp. 29-30.
- 古川久彦. 1992.きのこ學. 共立出版株式會社.
- 大森清壽, 小出博志. 2006.キノコ栽培全科. 社団法人 農山漁村文化協會. pp. 97-109.
- Choi, H. S., Cho, H. Y., Yang, H. C., Ra, K. S. and Suh, H. J. 2001. Angiotensin I-converting enzyme inhibitor from *Grifola frondosa*. *Food Res. Intl.* 34:177-182.
- Fukushima, M., Ohashi, T., Fujiwara, Y., Sonoyama, K. and Nakano, M. 2001. Cholesterol-lowering effects of maitake (*Grifola frondosa*) fiber, shitake (*Lentinus edodes*) fiber, and enokitake (*Flammulina velutipes*) fiber in rats. *Soc. Exp. Biol. Med.* 226:758-765.
- Glickman, G., Byrne, B., Pineda, C., Hauck, W. W. and Brainard, G. C. 2006. Light therapy for seasonal affective disorder with blue narrow-band light-emitting diodes (LEDs). *Biol. Psychiatry* 59:502-507.
- Kodama, N., Murata, Y., Asakawa, A., Inui, A., Hayashi, M., Sakai, N. and Nanba, H. 2005. Maitake D-fraction enhances antitumor effects and reduces immunosuppression by mitomycin-C in tumor-bearing mice. *Nutrition* 21:624-629.
- Mark, M. 2001. Maitake extracts and their therapeutic potential - A review. *Altern. Med. Rev.* 6:48-60.
- Mau, J. H., Lin, H. C. and Song, S. F. 2002. Antioxidant properties of several specialty mushrooms. *Food Res. Intl.* 35:519-526.
- Nanba, H., Kodama, N., Schar, D and Turner, D. 2000. Effects fo maitake (*Grifola frondosa*) glucan in HIV-infected patients. *Mycosci.* 41:293-295.
- Shen, Q., Geiser, D. M. and Royse, D. J. 2002. Molecular phylogenetic analysis of *Grifola frondosa* (maitake) reveals a species partition separating eastern North American and Asian isolates. *Mycologia.* 94:472-482.
- Shen, Q. and Royse, D. J. 2001. Effects of nutrient supplements on biological efficiency, quality and crop cycle time of maitake (*Grifola frondosa*) *Appl. Microbiol. Biotechnol.* 57:74-78.
- Talpur, N. A., Echard, B. W., Fan, A. Y., Jaffari, O., Bagchi, D. and Preuss, H. G. 2002. Antihypertensive and metabolic effects of whole maitake mushroom powder and its fractions in two rat strains. *Mol. Cell. Biochem.* 237:129-136.
- Wu, M. J., Cheng, T. L., Cheng, S. Y., Lian, T. W., Wang, L. and Chiou, S. Y. 2006. Immunomodulatory properties of *Grifola frondosa* in submerged culture. *J. Agric. Food Chem.* 54:2906-2914.
- Yanagibashi, H., HIRAMA, J., Sakamoto, K. and Miyamoto, T. 2005. Effects of wavelength of light stimuli and environmental temperature on the bio-electric potential and the morphogenetic properties of *Phoilita nameko*. *J. SHITA* 17:11-18.
- Yanagibashi, H., Matsuoka, D., HIRAMA, J. and Miyamoto, T. 2006. Effects of light intensity on the bio-electric potential and the morphogenetic properties of *Phoilita nameko*. *J. SHITA* 18:167-172.