

## LED 광원에 따른 표고 톱밥배지 갈변효율 및 자실체 특성

박혜성<sup>1,\*</sup> · 이은지<sup>1</sup> · 이찬중<sup>1</sup> · 공원식<sup>1</sup> · 장명준<sup>2</sup> · 이관우<sup>3</sup><sup>1</sup>농촌진흥청 국립원예특작과학원 인삼특작부 버섯과<sup>2</sup>공주대학교 산업과학대 식물자원학과<sup>3</sup>충청북도농업기술원 친환경연구과Browning efficiency and fruiting body characteristics of *Lentinula edodes* according to LED light source with sawdust substrateHye-Sung Park<sup>1,\*</sup>, Eun-Ji Lee<sup>1</sup>, Chan-Jung Lee<sup>1</sup>, Won-Sik Kong<sup>1</sup>, Myoung-Jun Jang<sup>2</sup>, and Kwan-Woo Lee<sup>3</sup><sup>1</sup>Mushroom Research Division, NIHHS, RDA, Eumseong 27709, Korea<sup>2</sup>Department of Plant Resources, Kongju National University, Yesan 32439, Korea<sup>3</sup>Chungcheongbuk-do Agricultural Research & Extension Services, Cheongju 28130, Korea

**ABSTRACT:** We measured the antioxidant activities of Oak mushroom (*Lentinula edodes*) in browned sawdust medium under conditions of varying LED sources and amounts of light. Consequently, exposure to 200Lx blue LED resulted in highly efficient browning; the most efficient browning was shown at 200Lx, regardless of the type of luminous source. We identified that quantities obtained with the blue luminous source increased compared to those in other treatment plots. The DPPH radical scavenging test conducted to examine antioxidant activity revealed that the red luminous source caused high radical scavenging compared to efficient browning. The fruiting body for Nongjin-go, as a treatment plot with the highest scavenging, under a 400Lx red luminous source was  $34.3 \pm 1.80\%$  and that for 'Sanjo 701' at a 300Lx red luminous source was  $32.99 \pm 1.58\%$ . The polyphenol content, reported to be correlated with DPPH radical scavenging, showed no similar correlation in the 'Nongjin-go' variety. By contrast, 'Sanjo 701' showed a similar association.

**KEYWORDS:** Browning, LED, *Lentinula edodes*

## 서론

표고는 활엽수의 그루터기나 썩은 나무에서 발생하는 백색부후균이고(Leatham and Kirk, 1983; Oki *et al.*,

1981; Tokimoto *et al.*, 1982), 담자균문(Basidiomycota), 구멍장이버섯과(Polyporaceae), 잣버섯속(*Lentinus*), 송이과(Tricholomataceae) 표고속(*Lentinula*)에 속하는 버섯으로 재배면적과 생산량이 매년 증가하고 있어 고소득 작목으로 자리잡고 있다(Kang *et al.*, 2004).

표고(*Lentinula edodes*)은 우리나라에서 주로 재배 및 식용되고 있으며, 특유의 향과 맛을 지니고 있어 그 소비가 점차 증가하고 있다. 또한 항암효과와 고혈압, 동맥경화 등 기능성 효과가 증명되어(Chang *et al.*, 1990; Chang and Miles, 1989) 웰빙을 넘는 힐링 음식으로 대두되고 있다. 지금까지의 톱밥배지재배 연구는 적합품종의 육성(Bak *et al.*, 2010, Jang *et al.* 2009)과 배지의 재료 및 수분함량(Kim and Jeon, 2002; Seo *et al.*, 2012; Koo *et al.*, 1999)에 대한 연구 등 재배환경과 재배생리에 관한 연구가 주로 보고되었고 갈변에 대한 연구는 많이 이루어지지 않고 있다.

J. Mushrooms 2017 December, 15(4):195-201  
<http://dx.doi.org/10.14480/JM.2017.15.4.195>  
 Print ISSN 1738-0294, Online ISSN 2288-8853  
 © The Korean Society of Mushroom Science

\*Corresponding author

E-mail : hyesung2@korea.kr

Tel : +82-43-871-5722, Fax : +82-43-871-5702

Received November 10, 2017

Revised November 20, 2017

Accepted November 28, 2017

This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

우리나라 표고 재배방식은 원목재배에서 톱밥 봉지재배로 변화함에 따라 배지 표면에 나무 표피와 같은 역할을 할 수 있도록 갈변시키는 단계가 필요해졌다. 배지를 갈변시키게 되면 외부 공기와 접촉시에도 쉽게 다른 균이 오염되지 않고, 배지 내 수분증발을 억제하여 버섯발생에 도움을 주기 때문에 필요한 단계이지만 배지의 갈변을 위해서는 매우 긴 시간이 소요된다(Kim *et al.*, 2012). 따라서 표고 봉지재배시 배지의 갈변을 촉진시키는 연구가 요구되기 때문에 관행적으로 사용되는 백열등이나 형광등 대신 LED를 이용하여 광원 종류 및 세기에 따른 표고배지 갈변효율을 분석한 결과를 보고하고자 한다.

## 재료 및 방법

### 공시균주

본 연구에 사용된 표고 공시균주는 충북 음성군에 위치한 농촌진흥청 국립원예특작과학원 버섯과에 보존되어 있는 ASI(Agricultural Sciences Institute)균주 중 ‘농진고’와 ASI 3305‘산조 701호’ 등 2균주로 농촌진흥청 국립원예특작과학원 버섯과에서 봉지재배를 수행하였다. 배지 조성은 참나무톱밥과 미강을 8:2(v/v)로 혼합하여 사용하였고 수분함량은 65%로 조절한 뒤 1.5 kg씩 봉지에 담아 배지를 제조하였다.

### 광원종류 및 광량선발

LED 광원은 청색, 백색, 녹색, 적색 등 4종류를 이용하였고, 종균접종 후 배양이 완료된 배지를 갈변시키기 위해 100~500lx까지 100lx간격으로 명배양 시기에 각각 처리하여 광원 종류 및 세기에 따른 갈변효율을 측정하였다. 톱밥봉지의 색 변화를 조사하기 위해 톱밥봉지에 상, 중, 하로 3부분씩 표시를 하여 일정한 부분을 10일 간격으로 색도계(Minolta Chroma Meter, CR-400)를 사용하여 Lab 색도를 측정하였다.

### 형태적 특성검정

LED 광원 종류별로 갈변시킨 배지에서 발생된 표고 자실체를 수확하여 형태적 특성검정을 하였다. 검정내용으로는 갖의 가로, 세로, 직경 및 두께 그리고 대의 길이 및 굵기를 Caliper(Mitutoyo Digital Calipers)를 사용하여 측정하였고, 갖과 대의 색도는 색도계를 사용하여 Lab 색도를 측정하였으며, 그 외 형태적 특성은 농업과학기술 연구조사 분석기준(농촌진흥청, 2012)에 준하여 수행하였다.

### 추출물 제조

표고 자실체를 동결건조한 후 분쇄하여 건조 시료의 20배(v/w)의 D.W를 가하여 24시간씩 3회 반복 추출한 후 Whatman Filter No.2를 사용하여 여과하였고, 여과액

을 회전감압 농축한 후 추출물을 제조하여 실험에 사용하였다.

### DPPH 라디칼 소거능(DPPH radical-scavenging activity)

DPPH 라디칼 소거능 실험은 Blois (1958)의 방법을 변형하여 전자공여효과로 나타나는 각 추출물에 대한 환원력을 측정하였다. 99.9% methanol에 녹인 0.2 mM DPPH solution 0.1 mL에 표고 열수추출물 0.1 mL을 넣고 10초간 혼합한 후 빛을 차단한 상태에서 30분간 상온에서 반응시킨 다음 517 nm에서 흡광도를 측정하였고, 추출물 첨가구와 비첨가구의 흡광도 차이를 백분율(%)로 나타내었다.

### 폴리페놀 함량(Total polyphenol contents)

폴리페놀 함량은 Folin-Denis (1912) 방법에 의해 측정하였다. 표고버섯 열수추출물 0.1 mL에 folin-reagent 0.1 mL 첨가한 후 3분간 정치시킨다. 그 후 10% Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 0.1 mL 첨가한 후 혼합하고 1시간동안 암반응 시킨 다음 750 nm에서 흡광도를 측정하였다. 표준물질로는 galic acid를 이용하였고 작성한 표준곡선( $Y=0.00114X+0.233$ ,  $R^2=0.994$ )으로부터 총 폴리페놀 함량을 구하였다.

### 통계처리

모든 실험은 3회 이상 반복하였으며 통계처리는 SPSS Statistics 19 프로그램을 사용하여 시료의 평균 및 표준편차를 구하였으며, 각 실험의 평균차에 대한 통계적 유의성 검정은 Duncan의 다중검증법(DMRT, Duncan's multiple range test)(Duncan, 1955)으로 하였다.

## 결과 및 고찰

### 광원종류 및 광량선발

LED 광원은 청색, 백색, 녹색, 적색 등 4종류를 이용하여 100~500lx까지 100lx간격으로 각각 처리한 결과 ‘농진고’와 ‘산조 701호’ 모두 청색 LED에서 가장 좋은 갈변효율을 나타내는 것을 확인하였고, 광량에 따른 갈변효율로는 광원 종류에 상관없이 200lx에서 높은 갈변효율을 나타냈다(Table 1). ‘농진고’에서 갈변효율이 높은 광원 순서는 청색, 백색, 녹색 순이었고, 적색은 월등히 떨어지는 효율을 보였다. ‘산조 701호’의 경우 청색, 녹색, 백색, 적색 순으로 갈변효율을 나타냈다(Table 2).

### 형태적 특성검정

LED 광원 종류 및 세기별로 갈변시킨 배지에서 발생된 표고 자실체의 형태적 특성조사를 수행하였다. 조사결과 ‘농진고’와 ‘산조 701호’ 모두 청색 100, 200lx에서 높은 수량을 나타내었고(Table 3), ‘산조 701호’에서는 녹색광원에서도 청색광원과 비슷하게 높은 수량을 보이는 것을 확

**Table 1.** Change of chromaticity(L-value) according to the LED source and incubation period in 'Nongjingo'(Lentinula edodes)

LED intensity (lux)	Incubation period (days)	LED source											
		Blue			White			Green			Red		
		T <sup>a</sup>	M <sup>b</sup>	B <sup>c</sup>	T	M	B	T	M	B	T	M	B
100	60	38.8 abc	49.2	48.2	43.9 abc	56.0	52.7	43.2 abc	62.6	73.7	49.9 a	63.7	63.6
200	60	37.4 c	51.4	61.2	39.6 abc	58.9	53.6	40.4 abc	48.3	48.7	44.0 abc	47.0	67.7
300	60	41.9 abc	51.8	47.4	49.4 abc	43.1	60.6	47.4 abc	47.4	53.2	44.3 abc	52.8	71.1
400	60	41.6 abc	45.6	45.5	41.3 abc	56.9	57.7	49.6 a	52.4	64.6	45.4 abc	42.8	54.2
500	60	38.0 bc	69.2	46.0	44.7 abc	44.0	51.8	40.6 abc	66.1	46.7	44.6 abc	69.7	58.9

<sup>a</sup> 0~50 mm part of substrate length<sup>b</sup> 50~100 mm part of substrate length<sup>c</sup> 100~150 mm part of substrate length**Table 2.** Change of chromaticity(L-value) according to the LED source and incubation period in 'Sanjo 710'(Lentinula edodes)

LED intensity (lux)	Incubation period (days)	LED source											
		Blue			White			Green			Red		
		T <sup>a</sup>	M <sup>b</sup>	B <sup>c</sup>	T	M	B	T	M	B	T	M	B
100	60	46.5 bc	72.8	72.6	55.5 abc	69.5	75.7	49.2 bc	71.0	77.1	62.0 abc	76.7	73.5
200	60	46.9 bc	68.8	72.9	50.3 bc	55.2	72.1	46.6 bc	65.0	72.0	67.0 ab	69.7	74.9
300	60	45.7 bc	51.4	63.8	58.3 abc	63.7	66.7	44.8 bc	62.4	74.1	62.5 abc	77.8	76.7
400	60	47.3 bc	60.8	78.5	48.4 bc	58.1	72.3	43.9 c	69.7	75.8	52.8 bc	73.4	77.8
500	60	64.0 abc	62.3	65.7	45.7 bc	58.2	73.9	53.6 bc	77.7	69.6	75.7 a	83.2	80.4

<sup>a</sup> 0~50 mm part of substrate length<sup>b</sup> 50~100 mm part of substrate length<sup>c</sup> 100~150 mm part of substrate length**Table 3.** Fruit body characteristics of 'Nongjingo'(Lentinula edodes) by LED

LED	lux	Weight (g/3 fruitbodies)	Pileus diameter(mm)		Pileus thickness (mm)	Stipe thickness (mm)	Stipe length (mm)	Chromaticity			Hardness(N)	
			long	short				L	a	b	Pileus	Stipe
Blue	100	71.1 c	43.3	40.0	7.7	6.5	35.8	37.0	8.5	15.0	1.4	6.1
	200	70.1 cd	44.1	44.5	22.8	15.6	42.3	19.6	5.9	4.5	1.4	4.4
	300	57.7 j	47.2	47.0	21.0	12.7	35.5	19.4	6.2	4.6	1.1	4.9
	400	70.3 cd	51.9	49.2	21.0	15.0	40.8	21.9	6.5	5.7	1.1	5.4
	500	54.2 k	46.3	47.4	20.7	13.1	38.1	22.8	8.1	7.2	1.1	6.6
White	100	59.5 hi	44.8	45.0	25.8	13.4	37.2	20.6	7.1	5.5	1.1	5.8
	200	49.8 l	35.8	35.0	9.8	9.0	23.6	29.1	7.6	11.5	2.0	5.3
	300	- <sup>b</sup>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	400	61.9 g	45.6	49.3	18.8	14.6	44.0	20.3	7.6	5.6	1.5	5.8
	500	64.8 f	49.8	51.1	20.7	14.6	38.3	23.4	6.0	6.0	1.1	5.1
Green	100	64.0 f	42.7	43.8	16.0	9.4	39.1	19.3	5.3	4.5	1.3	5.8
	200	68.6 de	45.2	45.3	22.1	15.0	40.5	20.0	5.6	4.7	1.3	6.2
	300	67.4 e	49.5	48.8	21.0	14.2	43.5	22.1	6.3	5.6	2.2	6.1
	400	73.3 b	53.6	50.6	21.6	14.4	44.2	21.9	5.9	5.5	1.4	5.9
	500	41.6 n	40.5	40.1	18.8	12.4	25.4	20.6	7.8	5.8	1.2	5.3
Red	100	38.8 o	37.6	39.3	17.2	9.7	32.1	20.7	7.2	5.7	1.8	7.3
	200	46.4 m	45.4	43.2	17.5	11.9	37.2	20.7	7.7	4.6	1.3	5.6
	300	61.1 gh	47.0	48.0	17.8	14.6	44.0	21.0	7.0	5.9	1.2	9.1
	400	76.7 a	54.0	47.4	10.3	6.3	32.8	44.6	8.9	18.3	1.5	8.4
	500	46.3 m	45.7	41.6	11.3	6.9	25.4	33.0	7.6	12.9	1.5	5.7
Darkness		58.2 ij	44.6	43.2	22.3	13.7	42.5	19.9	5.2	4.4	1.3	6.3
FL. <sup>a</sup>		61.0 gh	44.4	46.8	18.2	15.9	42.6	19.8	6.0	4.6	1.4	4.8

<sup>a</sup> Fluorescent lamp<sup>b</sup> No fruitbodies

**Table 4.** Fruit body characteristics of Sanjo 701(*Lentinula edodes*) by LED

LED	lux	Weight (g)	Pileus diameter(mm)		Pileus thickness (mm)	Stipe thickness (mm)	Stipe length (mm)	Chromaticity			Hardness(N)	
			long	short				L	a	b	Pileus	Stipe
Blue	100	75.4 d	51.0	46.3	18.0	16.7	52.6	24.4	9.2	7.9	1.6	3.6
	200	91.0 b	48.8	48.8	9.3	8.0	32.6	25.1	10.7	9.1	1.7	4.2
	300	69.2 fg	40.7	40.0	8.4	6.9	36.8	23.4	9.5	7.7	2.2	4.2
	400	69.8 f	55.3	55.7	15.6	15.8	48.6	27.7	11.1	10.6	1.5	6.9
	500	- <sup>b</sup>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
White	100	43.1 mn	43.7	41.6	16.4	13.9	30.8	25.7	9.9	8.6	1.9	4.9
	200	66.6 h	40.8	39.6	7.6	5.7	38.0	22.9	9.4	7.6	1.9	4.4
	300	44.2 m	43.8	41.3	14.5	13.4	30.5	30.9	10.5	16.7	2.2	6.4
	400	58.0 j	48.1	47.8	17.2	16.2	48.4	23.5	8.4	7.2	1.7	4.6
	500	73.7 e	51.9	45.9	17.5	14.6	37.0	31.6	12.9	17.4	2.0	5.1
Green	100	93.2 a	51.0	55.8	19.1	21.8	47.8	26.7	10.0	9.2	2.0	3.0
	200	90.4 b	52.8	55.1	17.2	17.3	51.5	23.0	7.3	6.3	1.6	4.0
	300	72.9 e	44.3	45.8	7.3	6.3	37.4	28.2	10.2	9.6	1.7	4.8
	400	85.6 c	57.9	54.8	20.3	17.5	50.9	23.7	12.3	7.9	1.9	3.9
	500	49.1 l	48.3	46.7	17.3	13.0	37.8	31.3	12.6	17.2	1.9	5.1
Red	100	69.4 fg	47.9	49.2	18.5	15.4	46.5	26.2	11.2	9.6	1.8	3.9
	200	61.0 i	37.9	36.5	9.7	7.5	35.7	23.4	10.0	7.8	1.5	3.4
	300	42.0 n	44.3	40.5	14.7	14.0	38.0	29.7	12.7	14.9	2.3	4.6
	400	62.6 i	51.6	45.2	16.0	15.9	46.1	23.5	9.6	8.1	1.7	5.3
	500	52.8 k	49.5	42.9	15.2	12.8	27.5	32.1	12.4	17.3	2.3	5.6
Darkness		59.1 j	47.7	47.7	16.4	17.1	46.6	22.2	8.9	6.9	2.0	5.6
F.L. <sup>a</sup>		67.8 gh	46.2	49.5	19.5	19.2	49.0	24.0	9.3	8.1	2.1	4.6

<sup>a</sup> Fluorescent lamp<sup>b</sup> No fruitbodies

인하였다(Table 4). 이외에 광원 종류 및 세기가 품질에 관여하는 경향은 보이지 않았다.

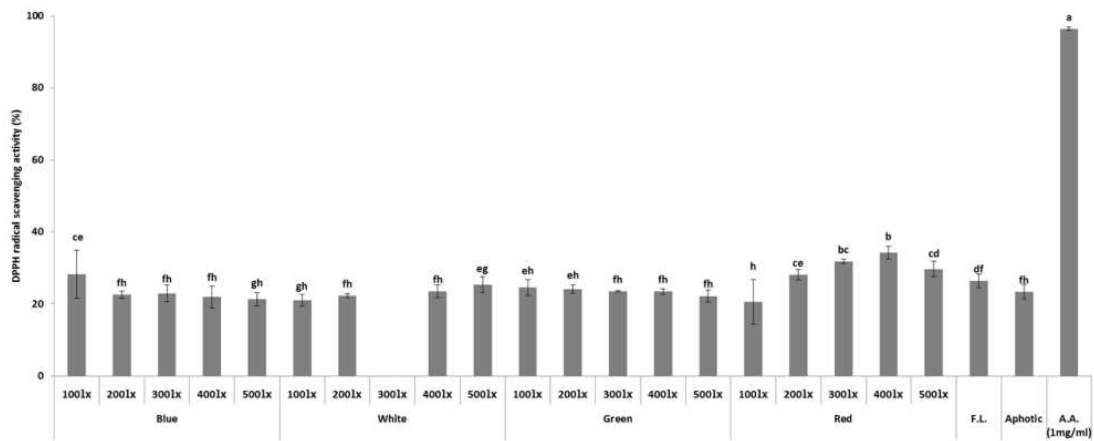
#### DPPH 라디칼 소거능 (DPPH radical-scavenging activity)

비타민 C와 같이 섭취 가능한 항산화물질은 free radical을 환원시키거나 제거하여 활성산소를 제거하는 비효소적 방어체제로 질병예방을 위한 중요한 물질이다 (Gardner and Fridovich, 1991). LED 광원 종류 및 세기별로 갈변된 배지에서 발생된 표고 자실체의 항산화 활성을 확인하기 위해 DPPH radical 소거활성을 측정된 결과 Fig. 1과 Fig.2와 같이 두 품종 모두 적색광원에서 갈변시킨 배지에서 발생된 표고가 평균적으로 높은 라디칼 소거능을 보였고, 다른 광원과 세기별 발생시킨 자실체에서는 광원에 의해 항산화 활성 수치가 변하는 경향이 없었다. 광원종류 및 세기별로 가장 높은 소거능을 보인 처리구로는 ‘농진고’에서는 적색광원 400lx에서 발생된 자실체가 34.3±1.80%였고 다음으로는 적색 300lx에서 31.8±0.65%, 적색 500lx에서 29.7±2.1% 순이었고, ‘산조701호’는 적색

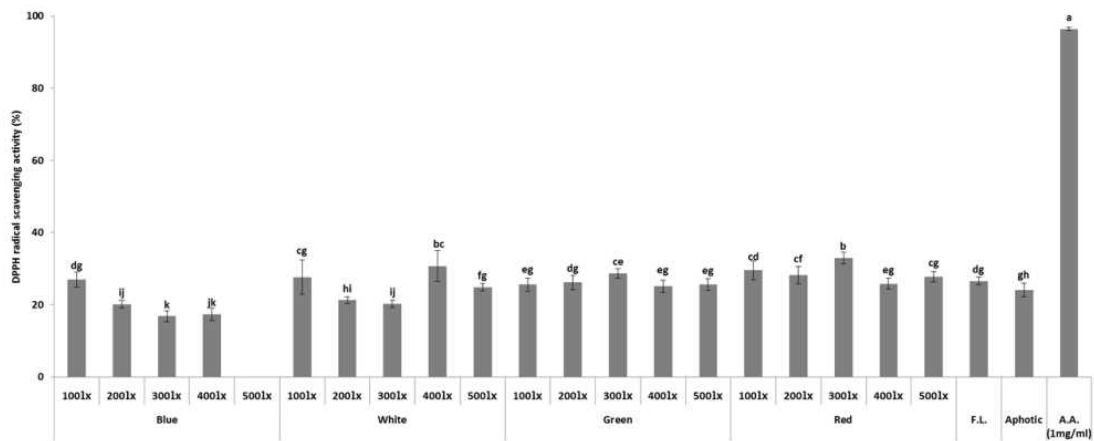
광원 300lx에서 32.99±1.58%, 백색 400lx에서 30.67±2.3%, 적색 100lx에서 29.51±2.5% 순으로 나온 것을 확인하였다. ‘농진고’는 적색광에서 갈변시킨 배지에서 항산화 활성이 높았고, 다른 광원과 세기에 의해 항산화 활성 수치가 변하는 경향은 볼 수 없었다. Han 등(2015)이 보고한 표고 용매별 추출물의 항산화 활성결과 중 열수추출물의 항산화결과와 비교하면 비슷한 수치를 나타냈고, 표고 메탄올 추출물의 라디칼 소거능이 500 µg/ml에서 9%라고 보고한 Qi 등(2013)의 결과와 비교하면 추출 용매는 다르지만 그보다 높은 항산화 활성을 보이는 경향을 확인하였다.

#### 폴리페놀 함량 (Total polyphenol contents)

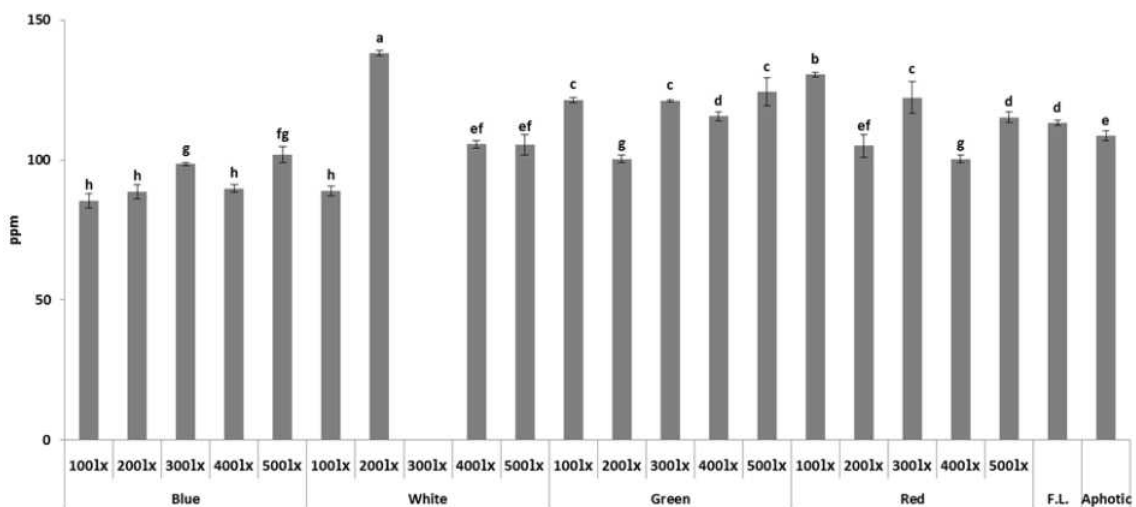
LED 광원 종류 및 세기별로 갈변된 배지에서 발생된 표고버섯 자실체의 폴리페놀 함량을 구하기 위하여 tannic acid를 표준물질로 함량을 계산하였다. 광원 종류 및 세기별 총 폴리페놀 평균 함량은 ‘농진고’의 경우 녹색과 적색에서 116.6 ppm과 114.7 ppm으로 가장 많은 양의



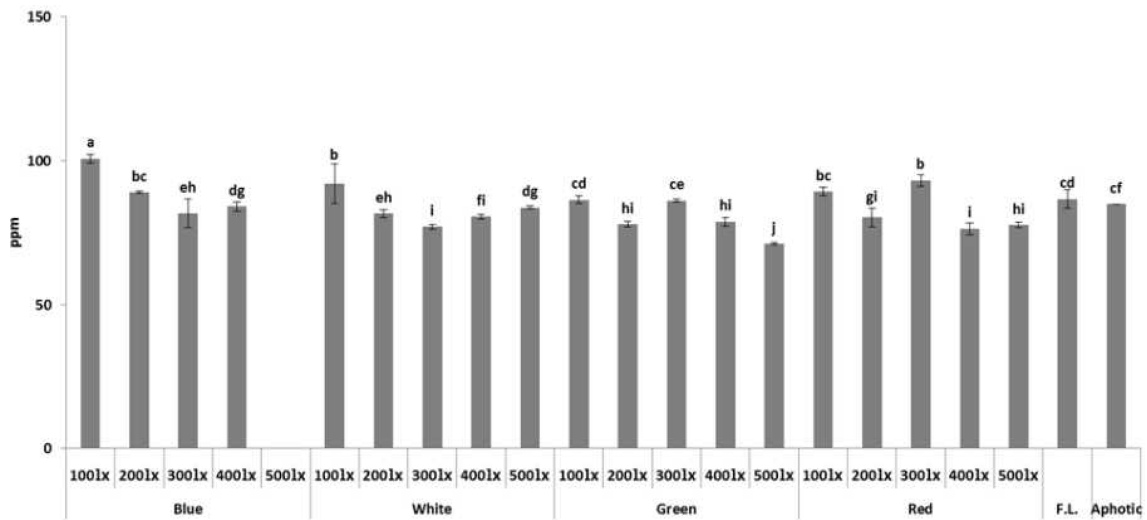
**Fig. 1.** Free radical scavenging activities of hot-water extracts from 'Nongjingo' (*Lentinula edodes*). DPPH activities are represented by the mean $\pm$ SD of three replications. Different letters indicate significant differences at the level of  $p < 0.05$  among samples.



**Fig. 2.** Free radical scavenging activities of hot-water extracts from 'Sanjo 701' (*Lentinula edodes*). DPPH activities are represented by the mean $\pm$ SD of three replications. Different letters indicate significant differences at the level of  $p < 0.05$  among samples.



**Fig. 3.** Total polyphenol contents of hot-water extracts from 'Nongjingo' (*Lentinula edodes*). The contents are represented by the mean $\pm$ SD of three replications. Different letters indicate significant differences at the level of  $p < 0.05$  among samples.



**Fig. 4.** Total polyphenol contents of hot-water extracts from ‘Sanjo 701’ (*Lentinula edodes*). The contents are represented by the mean±SD of three replications. Different letters indicate significant differences at the level of  $p < 0.05$  among samples.

폴리페놀 함량을 보였고(Fig. 3), ‘산조701호’의 경우 청색과 적색에서 88.8 ppm과 83.3 ppm으로 높은 폴리페놀 함량을 나타냈다(Fig. 4). ‘농진고’에서 가장 높은 함량을 보인 처리구는 백색 200lx에서 138.1±1.01 ppm이었고, 적색 100lx와 300lx에서 130.47±0.88 ppm, 122.28±5.64 ppm 순으로 높은 폴리페놀 함량을 보였다. ‘산조701호’는 청색 100lx에서 100.64±1.52 ppm으로 가장 높은 함량을 나타냈고, 적색 300lx에서 93.04±2.03 ppm, 백색 100lx에서 91.87±6.85 ppm 순으로 나타났다. 폴리페놀 함량 또한 광원 종류 및 세기가 증가함에 따라 함량이 증가하거나 감소되는 경향은 볼 수 없었다. 폴리페놀 함량은 라디칼 소거능에 중요한 역할을 한다고 보고되었으며(Siddhuraju P. et al, 2002) ‘농진고’에서는 상관관계를 볼 수 없었지만, ‘산조701호’에서는 유사한 관계(P-value=0.029)를 볼 수 있었다. 이는 DPPH 라디칼 소거능과 총 페놀성 화합물의 함량을 밀접한 상관관계가 있다고 보고한 Wang 등(2003)의 보고와도 일치한다.

### 적 요

LED 광원 종류별로 갈변시킨 톱밥배지에서 발생된 표고버섯의 항산화 활성을 측정하였다. 광원 종류 및 광량 선발에서는 청색LED 200lx에서 갈변 효율이 가장 좋았고, 광원 종류에 상관없이 200lx에서 높은 갈변효율을 보였다. 수량에서도 청색광원이 다른 처리에 비해 우수하였다. 항산화 활성을 확인하기 위한 DPPH radical 소거능 실험에서는 갈변효율과는 달리 적색광원에서 평균적으로 높은 라디칼 소거능을 보였고, 가장 높은 소거능을 보인 처리구로 ‘농진고’는 적색광원 400lx에서 발생

된 자실체가 34.3±1.80%, ‘산조701호’는 적색광원 300lx에서 32.99±1.58%로 나타났다. DPPH 라디칼 소거능과 상관관계가 있다고 알려진 폴리페놀 함량은 ‘농진고’에서는 유사한 상관관계를 보이지 않았지만 ‘산조701호’에서는 유사한 상관관계를 보였다.

### 감사의 글

본 연구는 농촌진흥청 공동연구과제 ‘과제명’ (PJ011967012017)에서 수행한 연구결과로 연구비 지원에 감사드립니다.

### References

Bak WC, Park YA, Lee BH, Ka KH. 2010. Characteristics of net shiitake strain “Sanlim No. 7” produced di mon hybridization method. *Kor J Mycol.* 38:28-28.

Chang ST, Miles PG. 1989. Mushroom science in edible mushrooms and their cultivation. CRC Press, London. pp. 325.

Chang YS, Lee HB, Lee SR, Shi ZI. 1990. Studies on the extracts preparation of Korean shiitake mushroom (*Lentinus edodes*). *Korean J Food Sci.* 22:828-832.

Han SR, Kim MJ, Oh TJ. 2015. Antioxidant activities and antimicrobial effects of solvent extracts from *Lentinus edodes*. *J Korean Soc Food Sci Nutr.* 44:1144-1149.

Jang MJ, Lee YH, Lee HB, Liu JJ and Ju YC. 2009. Studies on breeding and cultivation characteristics of *Lentinula edodes* strains for sawdust cultivation. *Kor J Mycol.* 9:105-109.

Kang MY, Kim S, Yun HJ, Nam SH. 2004. Antioxidative activity of the extracts from browned oak mushroom (*Lentinus edodes*) with unmarketable quality. *Korean J Food Sci*

- Technol.* 36:648-654.
- Kim WS and Jeon C. 2002. Effect of medium composition on yield and qualities of fruitbody in sawdust medium cultivation of *Lentinus edodes*. *J Life Sci Nat Res.* 24:63-71.
- Kim YH, Park SC, Jhune CS, You CH, Sung JM, Kong WS. 2012. BCR(Brown Color Repressor) gene isolation related to mycelial browning of *Lentinus edodes*. *J Mushrooms.* 10: 120-128.
- Koo CD, Kim JS, Cho NS, Min DS. 1999. Effect of water content in oak sawdust on the mycelial growth of *Lentinula edodes*. *J Korean For Soc.* 1999:87-88.
- Leatham, G.F. and Kirk, T.K. 1983. Regulation of lignolytic activity by nutrient nitrogen in White rot basidiomycetes. *FEMS Microbiol Lett.* 16:65-67.
- Oki T., Watanabe H., Ishikawa H. 1981. The biodegradation of lignin by shiitake *Lentinus edodes*(Berk.) Sing. *Mokuzai Gakkaishi* 27:696-702.
- Seo DS, Park YW, Koo CD, Lee HY. 2012. C, N components and hyphae amount change according to fruiting body develop stage in *Lentinula edodes* sawdust culture medium. *J Korean For Soc.* 2012:509-511.
- Siddhuraju P, Mohan PS, Becker K. 2002. Studies on the antioxidant activity of Indian Laburnum(*Cassia fistula L.*): a preliminary assessment of crude extracts from stem bark, leaves, flowers, and fruit pulp. *Food Chem.* 79:61-67.
- Qi Y, Zhao X, Lim YI, Park KY. 2013. Antioxidant and anticancer effects of edible and medicinal mushrooms. *J Korean Soc Food Sci Nutr.* 42:655-662.
- Tokimoto K., and Komatsu M. 1982. Influence of temperature on mycelium growth and primordium for *Lentinus edodes*. *Trans Mycol Soc Japan.* 23:385-390.
- Wang SY, Chang HN, Lin KT, Lo CP, Yang NS, Shyur LF. 2003. Antioxidant properties and phytochemical characteristics of extracts from *Lactuca indica*. *J Agric Food Chem.* 26:1506-1512.