

## 기능성물질 첨가시 느타리버섯 생육 및 생리활성물질의 변화

박재성<sup>1\*</sup>, 최재선<sup>1</sup>, 최성열<sup>1</sup>, 송인규<sup>1</sup>, 윤 태<sup>1</sup>, 이준수<sup>2</sup>, 구창덕<sup>2</sup>

<sup>1</sup>충청북도농업기술원, <sup>2</sup>충북대학교 농업생명환경대학

### Effect of functional material addition on the growth and physiological activity materials in *Pleurotus ostreatus*

Jae-Seong Park<sup>1\*</sup>, Jae-Sun Choi<sup>1</sup>, Seong-Yeol Choi<sup>1</sup>, In-Gyu Song<sup>1</sup>,  
Tae Yun<sup>1</sup>, Jun-Soo Lee<sup>2</sup>, Chang-Duck Koo<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Chungcheongbuk-Province Agricultural Research and Extension Services, Cheongwon, 363-883, Korea  
<sup>2</sup>College of Agriculture, Life & Environment Sciences, Chungbuk National Univ., Cheongju, 361-763, Korea

(Received August 16, 2009. Accepted September 5, 2009)

**ABSTRACT :** This experiment was carried out on culture media which affect growth, development and physiological effect to *Pleurotus ostreatus*, when aqueous ferrum, red pepper powder, leaves of *ginkgo biloba* were added to culture media. The yield of fresh mushroom per 850ml PP bottle in chunchu-neutari was highest by 144g in 34.9g aqueous ferrum added, ferrous content don't affected to yield of mushroom, but variety of *Pleurotus ostreatus* affect to yield. Mineral content of fruit body and culture media in Suhan-neutari was different to mineral kind, ferrous content of fruit body was similar to 0.31-0.43mg/kg when ferrous content of media was increased in 0.89mg/kg to 10.8mg/kg. The more content of red pepper powder in culture media was high, the more capsaicin content in fruit body was high. transferred capsaicin was highest by 6 mg/100g in Suhan-neutari. Total phenolics content were higher in culture media which was added aqueous ferrum and red pepper powder, but correlation don't showed total phenolics content among antioxydant activity, reducing power, chelating capacity. Macrophage activation was higher in Suhan-neutari than other *Pleurotus* spp.

**KEYWORDS :** Antioxydant activity, Capsaicin, Ferrum, Phenolics, *Pleurotus ostreatus*

## 서 언

진균류인 버섯은 생태계 내에서 유기물을 분해하여 자연에 환원시키는 중요한 역할을 하며 당질, 단백질, 비타민, 무기질, 아미노산 및 효소 등의 일반 영양소들이 풍부할 뿐만 아니라 다양한 약리작용을 가지고 있어 예로부터 식용 및 민간약 부문에서 널리 이용되어 왔다(Wasser and Weis, 1999). 그 중에서 느타리버섯(*Pleurotus ostreatus*)은 담자균문 주름버섯목 송이과에 속하는 버섯으로, 활엽수 또는 침엽수의 죽은 가지나 그루터기 등에 기생하는 백색목재 부후균의 일종으로 동남아 등 세계 여러 나라에 분포되어 있으며 여러 나라에서 인공재배되고 있다. 우리나라의 2006년 재배 버섯 생산량은 141천톤으로(농림부, 2007), 느타리 46천톤, 팽이 34천톤, 새송이 43천톤으로 3종의 버섯이 주로 재배되고 있으며, 느타리는 재배면적의 33%(305ha), 생산량의

32%를 차지하는 중요한 버섯이다.

느타리버섯은 향기가 좋아서 예부터 식용으로 이용되어 왔으며 각종 아미노산이 풍부하고 항암 및 항균작용이 있는 다당류를 함유하고 있어 식품으로의 수요가 증가하고 있다(Sarangi et al, 2006). 현재 버섯의 생리적 효과는 영지, 표고, 상황 등의 버섯에서만 널리 알려져 있을 뿐 느타리버섯의 유용 성분 및 항암효과, 혈당강화작용, 항산화작용 그리고 다당류의 면역증강작용 등의 생리 효능에 대한 연구는 미흡한 실정이다.

본 시험에서는 느타리 버섯의 배지 조성에 따른 버섯의 생육과 생리활성을 분석하여 기능성 버섯을 생산하고자 수행하였다.

## 재료 및 방법

### 버섯 배지의 조제

충청북도농업기술원 균이팀에서 보유하고 있는 버섯재배사에

\* Corresponding author <pppppp2633@korea.kr>

서 시험을 수행하였으며, 느타리의 원균(原菌)은 균이담에서 보유하고 있는 춘추2호, 수한, 흑평, 여름느타리 품종을 이용하였다. 버섯 접종원의 제조는 포플러톱밥과 쌀겨를 8:2의 비율로 배지혼합기에서 혼합하였고, 수분함량은  $63 \pm 2\%$ 로 조절하여 850cc 배양병에 충전하고, 121°C에서 90분간 멸균한 후에 25°C 정도로 냉각시켜 종균을 접종하여 22°C에서 23일간 암배양하였다.

기본 톱밥배지(포플러톱밥 40kg+쌀겨 15kg)에 고춧가루 500g, 1kg, 5kg을 혼합한 배지, 철(Fe)을 17.4g(100ppm), 34.9g(200ppm), 174.5g(1,000ppm)을 각각 첨가한 배지, 건조하고 분쇄한 은행낙엽을 500g, 1kg, 2.5kg을 첨가한 배지를 수분함량  $63 \pm 2\%$ 로 조절한 후에 고압멸균기에서 121°C에서 90분간 멸균하고 상온으로 냉각한 뒤에 준비한 접종원을 접종하였다. 접종한 배지를 22°C에서 23일간 암배양하고 균균기를 실시하여 발이시킨 후 자실체의 수량 및 특성을 조사하였고, 버섯의 자실체와 배지에 포함된 무기물의 함량은 버섯 자실체를 건조후 분쇄하여 충북농업기술원 토양환경연구팀에 의뢰하여 조사하였다.

### 시료 및 추출액의 제조

항산화 활성 측정에 사용된 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl (DPPH), 항산화 성분 함량 측정에 이용된 표준물질인 gallic acid standard 및 Folin-Ciocalteu reagent는 모두 Sigma Chemical Co. (St. Louis, MO)에서 구입 하였다. 그 밖에 사용된 추출용매 및 시약은 analytical 및 HPLC 등급을 사용하였다. 배지 조성을 달리하여 재배한 느타리(춘추, 수한, 여름, 흑평)는 건조후 마쇄하여 열수 추출하였다. 24시간 후 추출물은 filter paper (TOYO, No. 2)를 이용하여 고형분을 제거하고 100mL로 정용하였다. 각 추출물은 질소 충전하여 -20°C에 보관하면서 시험에 사용하였다.

### Capsaicinoid 함량 분석

버섯시료 5g과 acetonitrile 20mL를 혼합하여 homogenizer로 균질화하여 100mL 메스플라스크로 정용하였다. Waters C18 Cartridge column은 acetonitrile과 물(50:50)로 활성화한 뒤, 시료 5mL에 다시 물 4mL, 1% acetic acid 용액 1mL로 용출하였고, 추출물은 0.45  $\mu$ m membrane filter로 여과하여 HPLC (HP-1100, USA Hewlett Packard Co.)로 분석하였다. 검출기는 형광검출기 (HP-1100, USA Hewlett Packard Co.) ( $Ex \lambda = 280$ nm,  $Em \lambda = 320$ nm)를 이용하였으며, 분석컬럼은 Luna 5  $\mu$ m C18(2) 100A (250×4.60 mm)를 이용하였다. 이동상은 acetonitrile : water : acetic acid (60 : 39 : 1, v/v/v)로 유속은 1.0mL/min으로 설정하였다.

### 총 폴리페놀 화합물의 정량

Dewanto 등의 방법에 따라 Folin-Ciocalteu reagent가 추출물의 폴리페놀성 화합물에 의해 환원된 결과 몰리브덴 청

색으로 발색하는 것을 원리로 분석하였다(Dewanto, 2002). 각 추출액 100  $\mu$ L에 2% sodium carbonate ( $Na_2CO_3$ ) 용액 2mL를 가한 후 3분 방치하여 50% Folin-Ciocalteu reagent 100  $\mu$ L를 가하였다. 30분 후 반응액의 흡광도 값을 720nm에서 측정하였고 표준물질로 gallic acid (Sigma Chemical Co., USA)를 사용하였다. 검량선을 작성 후 추출물의 총 폴리페놀 함량은 mg gallic acid equivalent per 100g sample로 나타내었다.

### DPPH 라디칼을 이용한 항산화력 측정

DPPH 라디칼 제거능은 김(김, 2001) 등의 방법을 변형하여 실행하였다. 0.2mM DPPH 용액 1mL에 추출액 50  $\mu$ L를 가하여 흡광도의 변화를 520nm에서 정확히 30분 후에 측정하였으며 Trolox를 사용하여 표준곡선을 작성하여 항산화활성을 계산하였다.

### 환원력

환원력은 Mau 등의 방법을 변형하여 측정하였다(Mau et al, 2004). 느타리 열수 추출물 250  $\mu$ L에 200mM sodium phosphate buffer (pH 6.6) 250  $\mu$ L, 1% potassium ferricyanide ( $K_3Fe(CN)_6$ ) 250  $\mu$ L를 각각 혼합하여 50°C에서 20분 동안 반응시킨 후 1% trichloroacetic acid ( $CCl_3COOH$ , w/v)를 가하였다. 위 혼합액 500  $\mu$ L에 증류수 500  $\mu$ L, 0.1% ferric chloride ( $FeCl_3 \cdot 6H_2O$ ) 100  $\mu$ L를 각각 가한 후 반응액을 3배 희석하여 흡광도 값을 700nm에서 측정하였다. 반응액은  $Fe^{3+}$  과  $Fe^{2+}$  간의 상호 전환에 의하여 청록색을 나타내며 흡광도 값이 클수록 높은 환원력을 의미한다.

### 금속이온 제거능

금속이온 제거능은 Yena 등의 방법을 변형하여 실행하였다(Yena et al., 2002). 버섯 추출물내의 항산화 성분에 의해  $Fe^{2+}$  이온이 제거되어 더 이상 ferrozine- $Fe^{2+}$  복합체를 형성하지 않는 것을 반응원리로 하여 측정하였다. 버섯 열수 추출물 1mL에 2mM ferrous chloride ( $FeCl_2 \cdot 4H_2O$ ), 5mM ferrozine (3-(2-pyridyl)-5, 6-bis-(4-phenylsulfonic acid)-1,2,4-triazine)을 각각 100  $\mu$ L씩 가하여 흡광도 값의 조정을 위해 증류수를 일정량 혼합하였다. 10분간 상온에서 방치한 후 562nm에서 흡광도를 측정하여 시료 첨가구와 비첨가구의 흡광도 차를 백분율로 표시하여 금속이온 제거능으로 나타내었다.

### Mitogen 활성 측정

Lymphocyte mitogenic activity는 MTT assay법을 이용하여 측정하였다(Charmichael et al. 1987). Lymphocyte mitogenic activity는 ICR mouse (6~8주령)로부터 비장을 적취한 후 RPMI 1640 medium으로 세척하고 금속체(mesh #100) 위에 위치시킨 다음 주사기의 고무마개로 누르면서 비장으로부터 세포를 방출시켰다. 이 액을 금속체(mesh

#200)로 여과하고, 원심분리(1,500rpm, 10min)하여 상등액을 제거하였다. 살균된 0.2% NaCl 용액 2mL를 가하여 30초 이내에 20mL의 RPMI 1640 medium을 넣고, 원심분리(1,500rpm, 10min)하여 세포를 회수한 후 다시 RPMI 1640 medium으로 3회 세정하고 세포농도를  $5 \times 10^6$  cells/mL로 조정하였다. 세포 농도가 조정된 액 90 $\mu$ L씩을 96 well plate에 분주한 다음 시료 10 $\mu$ L을 가하고 37°C, 5% CO<sub>2</sub> 배양기에서 3일간 배양하였다. 그 후 MTT 용액(1mg/mL)을 가하고 37°C, 5% CO<sub>2</sub> 배양기에서 5시간 반응시켜 MTT formazan 침전물을 얻은 후 조심스럽게 상등액을 제거하였다. 이때 얻어진 formazan은 100 $\mu$ L의 0.04N HCl/isopropanol을 가하고 5분간 용해시킨 뒤 동량의 물을 가한 후 570nm에서 흡광도를 비교하여 lymphocyte의 증식 정도를 비교하였다.

### Macrophage 활성화능 측정

6~8주령의 ICR mouse의 복강에 5% thioglycollate medium(TM)을 2~2.5mL 주사한 후 72시간내에 유도된 복강 macrophage를 회수하였다. RPMI 1640 medium으로 다시 2~3회 세척하고 세포수를  $1 \times 10^6$  cell/mL로 조정하여 96well plate에 200 $\mu$ L씩 분주하였다. 이들은 37°C, 5% CO<sub>2</sub> 배양기에서 2시간 배양후 세척하여 각 well에 macrophage monolayer를 형성시켰다. 각 well에 180 $\mu$ L RPMI 1640 medium과 20 $\mu$ L 시료를 첨가하여 37°C, 5% CO<sub>2</sub> 배양기에서 24시간동안 배양하였다. 활성화된 macrophage monolayer는 RPMI 1640 medium으로 세척한 후, Triton X-100을 가하여 세포막을 용해하였다. 유리된 lysosomal phosphatase를 기질인 p-NPP (p-nitrophenyl phosphate)와 반응시킨 후 50  $\mu$ L의 0.2M borate buffer를 사용하여 반

응을 중지시킨후 microplate reader를 이용하여 405nm에서 흡광도를 측정하였다(Suzuki et al, 1990).

## 결과 및 고찰

### 철 첨가한 배지에서의 느타리 품종별 생육

느타리의 배지에 철을 첨가하여 생육을 조사한 결과 병당 수량이 가장 많은 처리는 춘추 품종에 철 34.9g을 첨가하였을 때 144g으로 가장 높았으나, 수한에서는 70g으로 가장 적었고, 흑평에서는 110g, 여름느타리에서는 84g으로 철의 함량이 수량에 영향을 미치지 않은 것으로 생각되었다. 평균 수량은 춘추품종이 124g, 수한이 83g, 흑평이 100g, 여름이 85g으로 품종간 약간의 차이에 있었다. 유효경수는 여름느타리가 19.9개로 가장 많았으며, 유효경수가 많아짐에 따라 개체중이 3.4g, 갓 직경이 20.3mm와 22.5m.5m대 직경이 6.1m.5m대 길이가 41m.로 가장 작았으며, 춘추품종이 유효경수 14.4개로서 개체중이 6.5g, 갓 직경이 28.5mm와 34.2mm, 대 직경이 7.5mm, 대길이가 52.3mm로 가장 컸다. 철의 농도가 174.5g까지는 느타리의 생육에 영향을 미치지 않았는데, NaCl의 농도가 0.2%까지는 버섯의 수량에 영향을 미치지 않았다는 결과(Jhune et al., 2006)와는 다소 다른 경향이었다.

버섯 자실체 수확후 자실체와 배지에 포함된 무기물의 함량은 표 2와 같이 자실체와 배지의 함량 차이는 무기물의 종류에 따라 차이가 컸다. 총 질소함량은 배지에는 1.2% 정도였으나 자실체에는 6%정도로 배지에 비해 훨씬 높았으며, C/N율에 있어서도 자실체는 6.2~6.9배였으나, 배지는 36배로 차이가 크게 나타났다. CaO와 MgO는 배지내의 함량보다 자실체의 함량이 적었으나, K<sub>2</sub>O, Cu, Zn의 경우 배지에 포

표 1. 철 첨가 배지에서의 느타리 생육상황.

품종명	처리량	수량 (g)	유효경수 (개)	개체중 (g)	갓 직경 (mm)		갓두께 (mm)	대직경 (mm)	대길이 (mm)
					가로	세로			
춘추	대 조	116 <sup>1</sup>	12.8	5.1	24	28	3.8	6.8	47
	17.4g	100	12.6	5.8	26	31	3.8	7.4	47
	34.9g	144	20.0	7.3	31	38	3.9	8.4	47
	174.5g	137	12.3	7.8	33	40	4.1	7.4	68
수한	대 조	89	19.8	4.7	22	25	4.4	10.3	38
	17.4g	85	13.2	3.4	20	23	4.3	8.1	38
	34.9g	70	9.5	3.0	16	20	3.0	8.7	36
	174.5g	88	10.4	5.5	38	30	4.5	12.0	44
흑 평	대 조	98	14.6	5.7	30	30	3.5	7.5	43
	17.4g	97	10.5	8.9	35	39	3.2	10.5	52
	34.9g	110	13.2	6.5	31	36	3.6	8.5	48
	174.5g	97	13.4	5.2	23	26	2.7	9.0	40
여 름	대 조	87	15.7	3.5	20	22	4.0	6.3	45
	17.4g	85	19.1	3.3	20	22	4.0	6.1	39
	34.9g	84	22.0	3.2	21	23	4.0	5.9	36
	174.5g	83	22.8	3.5	20	23	4.4	6.0	42

LSD(5%) Main plot(A) 11.72 Sub plot(B) 4.99 A×B 9.97 C,V(%) Main plot(A) 5.98 Sub plot(B) 6.03

<sup>1</sup>850cc, PP병

표 2. 철 첨가후 수한품종의 자실체 및 무기물 함량.

구분	처리량	C (%)	N (%)	C/N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (%)	K <sub>2</sub> O (%)	CaO (%)	MgO (%)	Cu (ppm)	Fe (ppm)	Zn (ppm)
자실체	대 조	39.8	5.8	6.9	2.98	3.02	0.02	0.28	17.1	0.40	94
	17.4g	39.7	5.8	6.8	2.89	2.79	0.02	0.27	16.8	0.31	93
	34.9g	39.5	6.2	6.4	3.31	3.08	0.02	0.30	24.8	0.43	100
	174.5g	39.4	6.4	6.2	2.51	2.77	0.02	0.28	19.7	0.35	111
배 지	대 조	43.1	1.2	35.9	2.37	1.14	0.49	0.75	1.5	0.89	61
	17.4g	43.1	1.2	35.9	2.54	1.11	0.47	0.75	2.2	1.99	63
	34.9g	43.1	1.2	35.9	2.61	1.16	0.49	0.75	2.4	2.89	65
	174.5g	43.1	1.2	35.9	1.94	0.95	0.45	0.70	2.1	10.8	69

함된 양보다 자실체에 더 많은 양이 포함되어 있었다. 특히 철을 각각 17.4, 34.9, 174.5g을 첨가하였을 때 배지의 철 함량은 1.99, 2.89, 10.8ppm으로 나타났다. 또한 배지내에 철의 함량을 증가시켜도 자실체에 포함된 철의 함량은 0.31~0.43ppm의 분포를 보여 철의 함량이 높아도 자실체에 포함되어 있는 양은 변화되지 않고 거의 일정한 양이 포함되어 있는 것으로 나타나, 자실체로 전이되는 특성은 각각 다른 것으로 판단되었다.

**은행낙엽 첨가시 자실체 생육**

은행낙엽을 첨가한 배지에서 생육한 자실체의 특성은 표 3과 같다. 수량은 춘추품종이 116.8g으로 가장 많았고, 후평, 수한, 여름느타리의 순으로 높았다. 은행낙엽을 각각 500g, 1,000g 및 2,500g 첨가하였을 때 각각 120g, 114, 118g의

범위로 처리간의 차이가 인정되지 않았다. 은행잎 천혜녹증을 살포시 버섯파리의 발생이 90% 정도 감소되었다는 보고(2004, 농진청)와 은행잎 추출물의 점박이용에 대해 살충 효과와 기피효과(Lee et al., 2005)가 존재함에 따라 은행낙엽의 활용도는 더욱 높아질 것으로 기대된다.

**고춧가루 첨가시 캡사이신 함량**

고추의 매운 맛 성분인 캡사이시노이드(Capsaicinoid)에는 캡사이신(Capsaicin), 디하이드로캡사이신(Dihydrocapsaicin), 노르디하이드로캡사이신(Nordihydrocapsaicin), 호모캡사이신(Homocap -saicin), 호모디하이드로캡사이신(Homodihydrocapsaicin)의 5개가 주성분이며, 매운 맛의 주 성분은 Capsaicin, Dihydrocapsaicin이 80~90%를 차지하는 것으로 알려져 있다.

표 3. 은행낙엽 첨가시 생육상황.

품종	처리량	수 량 (g)	유효경수 (개)	개체중 (g)	갓 직경 (mm)		갓두께 (mm)	대직경 (mm)	대길이 (mm)
					가로	세로			
춘추	대 조	116 <sup>J</sup>	12.8	5.1	24	28	3.8	6.8	47
	500g	120	19.4	5.1	24	27	3.4	6.8	56
	1,000g	114	14.6	7.3	31	37	3.5	7.6	62
	2,500g	118	12.8	7.4	30	39	3.2	7.4	47
수한	대 조	89	19.8	4.7	22	25	4.4	10.3	38
	500g	83	15.8	5.3	27	32	7.3	13.9	39
	1,000g	93	16.0	5.8	29	34	5.2	9.6	42
	2,500g	102	16.4	5.3	30	34	4.7	11.8	44
후평	대 조	98	14.6	5.7	30	30	3.5	7.5	43
	500g	100	17.8	7.2	30	34	4.1	8.7	63
	1,000g	91	14.0	4.8	21	23	4.6	8.9	43
	2,500g	106	15.0	7.9	33	36	3.0	8.7	48
여름	대 조	87	15.7	3.5	20	22	4.0	6.3	45
	500g	85	21.0	3.6	21	22	4.5	6.6	44
	1,000g	84	15.7	3.6	20	22	4.2	5.9	44
	2,500g	84	21.3	3.2	21	23	4.3	6.6	41

LSD(5%) Main plot(A) 3.24 Sub plot(B) 5.87 A×B 11.74 C,V(%)Main plot(A) 5.65 Sub plot(B) 7.10 J 850cc, PP병

고춧가루를 첨가한 배지에서 생육한 느타리의 Capsaicin 함량을 분석한 결과는 표 4와 같다. 배지에 동일한 비율로 고추를 첨가했음에도 불구하고 수한품종의 경우 Capsaicin이 대조구에서 검출되지 않았으나, 고춧가루를 5kg을 첨가한 배지에서 생육한 느타리에서 6mg/100g이 검출되어 가장 많은 Capsaicin이 전이된 것으로 나타났으며, 나머지 품종들에서는 약 3mg/100g 정도가 전이되었다. 또한, 고춧가루의 함량이 많을수록 전이되는 Capsaicin의 양도 많아졌다. 매운맛을 내는 Capsaicinoid의 다른 유도체인 Dihydrocapsaicin은 검출되지 않았다.

표 4. 건조버섯중 Capsaicinoid의 함량. (단위 : mg/100g)

품종명	처리량	Capsaicin	Dihydrocapsaicin
흑 평	대 조	ND ↓	ND
	1kg	1.46	ND
	5kg	3.83	ND
춘 추	대 조	ND	ND
	1kg	0.74	ND
	5kg	3.52	ND
수 한	대 조	ND	ND
	1kg	1.42	ND
	5kg	6.00	ND
여 름	대 조	ND	ND
	1kg	1.12	ND
	5kg	2.58	ND

↓ND : Not detected

**총 페놀성 화합물 함량**

느타리버섯 4품종의 배지 조성에 따른 총 페놀성 화합물의

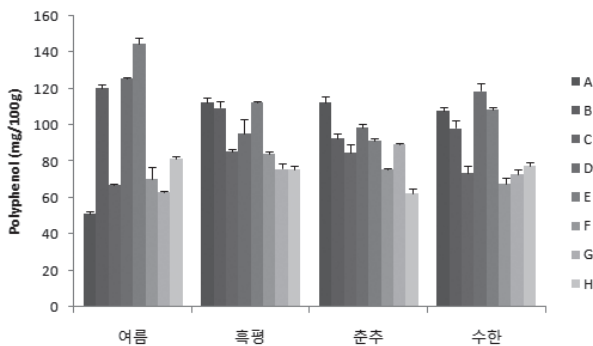


그림 1. 열수추출물에 포함된 총 페놀성 화합물의 함량. A; Control, B; 고추 1kg, C; 고추 5kg, D; 철 17.4g, E; 철 174.5g, F; 은행낙엽 500g, G; 은행낙엽 1,000g, H; 은행낙엽 2,500g

함량은 그림 1과 같다. 총 페놀성 화합물의 함량은 버섯재배 배지에 철을 174.5g 첨가한 여름느타리 품종이 가장 높은 함량을 나타내었으며 (145mg/100g) 은행잎을 첨가한 배지보다는 철이나 고춧가루를 첨가한 배지에서 재배한 버섯의 페놀성 화합물 함량이 높은 경향이었다.

여름느타리 품종을 제외하고 흑평, 춘추, 수한 품종은 고춧가루, 철, 은행잎을 첨가한 배지보다 대조구 배지에서 재배한 버섯의 페놀성 화합물의 함량이 다소 많은 경향이었다. 페놀성 화합물은 특히 과채류 및 곡류 등과 같은 식물성 식품에 다량 존재하며 그 종류는 지금까지 수천가지 이상인 것으로 보고되고 있다(Takehara et al., 1979). 또한 그 각각의 구조와 치환기의 종류 혹은 개수에 따라 항산화력은 차이를 보인다. 본 연구 결과 항산화력과 총 페놀성 화합물 함량 간에는 서로 영향을 미치지 않는 것으로 판단되었는데, 이것은 버섯 품종 혹은 재배환경에 따라 각각의 페놀성 화합물의 조성이 다르기 때문인 것으로 생각되었다.

**항산화력**

느타리 추출액의 DPPH 라디칼을 이용한 항산화력은 그림 2와 같이, TEAC(trolox equivalent antioxidant capacity, mM)값으로 나타내었다. 4품종 중 여름느타리 품종이 가장 높은 항산화력을 나타내었으며, 철을 처리한 여름느타리에서 가장 높은 항산화력을 나타내었다. 다른 느타리 품종들에서 고춧가루와 철을 처리하였을 경우 항산화력이 증가하였으나, 은행잎을 처리하였을 경우에는 시료 사이에 뚜렷한 항산화력의 변화를 나타내지 않았다. 흑평 품종의 경우 대조구가 고춧가루, 철, 은행잎을 처리한 경우보다 높게 나타났는데, 자세한 검토가 필요할 것으로 보인다. 위에서 언급한 것처럼 총 페놀성 화합물의 함량과 총 항산화력 간에 상관성을 나타내지 않은 것으로 유추해 보면 버섯의 항산화력은 단일 페놀성 화합물에서 기인되는 것이 아닌 버섯 내 존재하는 여러 성분들 간의 시너지 효과인 것으로 생각되었다.

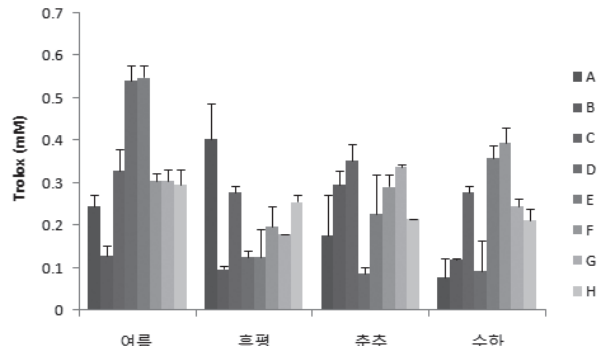


그림 2. 열수추출물의 항산화 능력. A; Control, B; 고추 1kg, C; 고추 5kg, D; 철 17.4g, E; 철 174.5g, F; 은행낙엽 500g, G; 은행낙엽 1,000g, H; 은행낙엽 2,500g

**금속이온 제거능**

느타리버섯의 금속이온 제거능을 비교한 결과는 그림 3과 같다. 항산화력 및 환원력과는 상이하게 춘추와 수한 품종이 높은 금속이온 제거능을 나타냈으며 철과 고춧가루를 처리한 것보다 은행잎을 처리한 시료가 높은 활성을 나타내었다. 금속이온 제거능과 본 연구에서 측정된 항산화 성분인 페놀성 화합물과는 서로 영향을 주지 않는 것으로 판단되었는데, 이것은 금속이온을 제거하는 물질과 유리 라디칼을 제거하는 물질간의 작용기작의 차이점에서 비롯된 것으로 생각되었다.

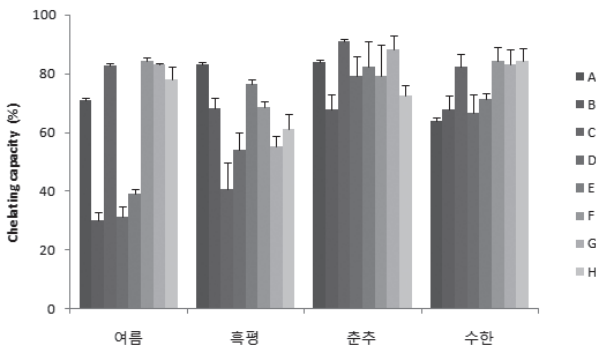


그림 3. 열수추출물의 금속이온 제거능  
A; Control, B; 고추 1kg, C; 고추 5kg, D; 철 17.4g, E; 철 174.5g, F; 은행잎 500g, G; 은행잎 1,000g, H;은행잎 2,500g

**환원력**

느타리 4품종의 환원력을 측정된 결과, 페놀성 화합물의 함량과 항산화력이 우수하였던 철 174.5g 처리구 역시 높은 환원력을 나타내었으나, 품종 간 차이는 크지 않은 경향이였다(그림 4). 이로써 느타리의 열수추출물에는 수소를 공여함으로써 유리 라디칼을 안정화시키고 산화반응을 종결시킬 수 있는 reductone이 함유되어 있을 것으로 판단되었다.

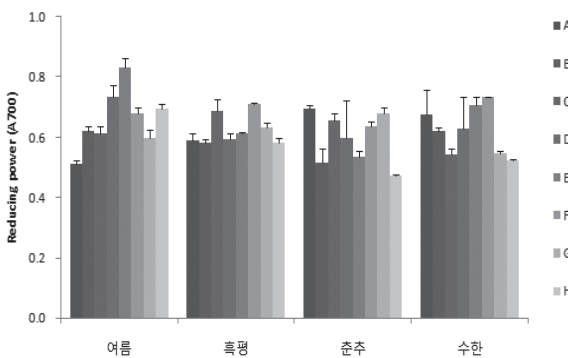


그림 4. 열수추출물의 환원력  
A; Control, B; 고추 1kg, C; 고추 5kg, D; 철 17.4g, E; 철 174.5g, F; 은행잎 500g, G; 은행잎 1,000g, H;은행잎 2,500g

**Mitogen 활성**

버섯 열수 추출물의 mitogen 활성은 그림 5와 같다. Negative control을 100%로 보았을 때 Lipopoly- saccharide (LPS)를 10 $\mu$ g/ml을 처리하였을 경우 그 활성이 약 300% 증가한 것과는 달리, 느타리 4품종의 열수추출물을 처리하였을 경우에는 활성을 나타내지 않았다.

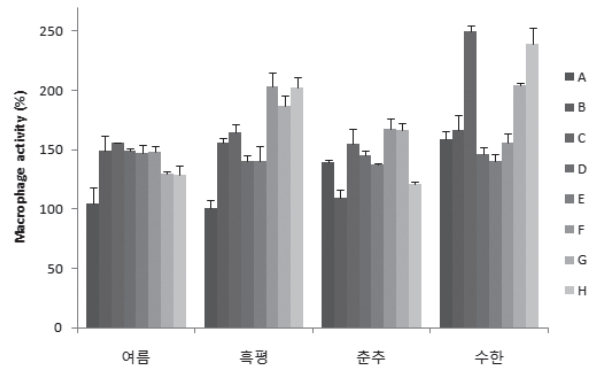


그림 6. 열수추출물의 Macrophage 활성화능  
A; Control, B; 고추 1kg, C; 고추 5kg, D5; 철 17.4g, E; 철 174.5g, F; 은행잎 500g, G; 은행잎 1,000g, H;은행잎 2,500g

**Macrophage 활성화능**

느타리의 열수 추출물의 macrophage 활성화능은 그림 6과 같다. Negative control 100%로 보았을 때 Lipopolysaccharide (LPS)를 10 $\mu$ g/ml을 처리하였을 경우 그 활성이 약 115% 증가하였다. 반면 버섯시료를 처리하였을 경우 수한 품종이 다른 품종에 비해 높은 활성을 나타내었으며 특히 고춧가루(5kg)와 은행잎을 처리하였을 경우 그 활성이 각각 250%와 240%까지 증가하였다.

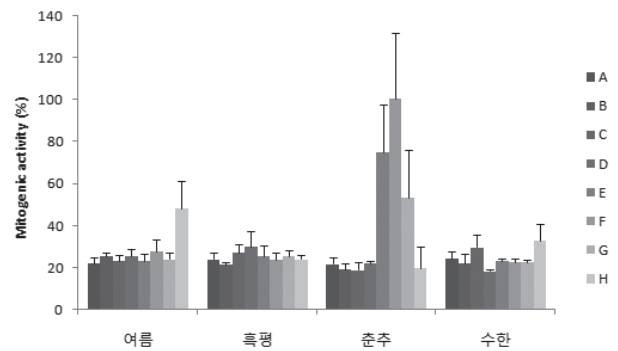


그림 5. 열수추출물의 Mitogen 활성  
A; Control, B; 고추 1kg, C; 고추 5kg, D; 철 17.4g, E; 철 174.5g, F; 은행잎 500g, G; 은행잎 1,000g, H;은행잎 2,500g

## 적 요

느타리버섯의 배지에 철, 고춧가루, 은행잎을 첨가하였을 때 버섯의 생육과 생리활성을 분석한 결과는 다음과 같다. 수량은 춘추 품종에 철 34.9g을 첨가하였을 때 144g으로 가장 높았고, 나머지 품종간에는 차이가 없었으며, 34.9g 및 174.5g 처리시 17.4g 처리에 비해 수량이 높은 경향이였다.

자실체와 배지에 포함된 무기물의 함량은 종류별로 차이가 있었으며, 배지중 철의 함량이 증가하여도 자실체내의 철의 함량은 0.31~0.43mg/kg으로 거의 일정하게 유지되었다. 배지에 포함된 고춧가루의 함량이 많아질수록 자실체에 포함된 캡사이신의 함량도 많아졌으며, 수한품종에서 6mg/100g으로 가장 많이 전이되었다.

철이나 고추를 첨가한 배지에서 재배한 버섯에서 페놀성 화합물의 함량이 높게 나타났으며, 항산화력과 총 페놀성 화합물 함량, 환원력과 총페놀성 화합물 함량, 금속이온 제거능과 페놀성 화합물의 함량 간에는 서로 영향을 미치지 않는 경향이였다. Macrophage 활성화능은 수한 품종이 다른 품종에 비해 높은 경향이였다.

## 인용문헌

- Charmichael J, Degraff WG, Gazdar AF, Minna JO, Michell JB. 1987. Evaluation of a tetrazolium based semiautomated colorimetric assay, assessment of chemosensitivity testing. *Cancer Res* 47 : 936~941.
- Dewanto , V., W. Xianzhong, and R. H. Liu. 2002. Processed sweet corn has higher antioxidant activity. *J. Agric. Food Chem.* 50 : 4959~4964.
- In-Hwa Lee, Myung-Su Seol and Jong-Dae Park. 2005. Repellent and Pesticidal Effect of Ginkgo biloba Leaves Extracts on the *Tetranichus urticae*, *Aphis gossypii* and *Myzus persicae*. *J. Kor. Soc. Appl. Biol. Chem.* 48 :150~154.
- Jhune C. S., Sul H. J., Kong W. S., Yoo Y. B., Cheong J. C., Chun S. C. 2006. Effects of NaCl Concentrations on Production and Yields of Fruiting Body of Oyster Mushrooms, *Pleurotus* spp. *Kor. J. Mycol.* 34 : 39~53.
- Kim S. M., Cho Y.S., Sung S. K. 2001. The antioxidant ability and nitrate scavenging ability of plant extracts. *Korean J Soc Food Sci. Technol.* 33 : 626~632.
- Mau JL, Huang PN, Huang SJ and Chen CC. 2004. Antioxidant properties of methanolic extracts from two kinds of *Antrodia camphorata* mycelia. *Food Chemistry* 86: 25~31.
- Sarangi I, Ghosh D, Bhutia SK, Mallick SK, Maiti TK. 2006. Anti-tumor and immunomodulating effects of *Pleurotus ostreatus* mycelia-derived proteoglycans. *Int Immunopharmacol* 6(8) : 1287~1297.
- Suzuki I, Tanaka H, Kinoshita A, Oikawas S, Osawa M, Yadomae T. 1990. Effect of orally administered  $\beta$ -glucan on macrophage function in mice. *Int. J Immunopharma* 12 : 675~684.
- Takehara, M., K. Kuida, and K. Mori. 1979. Antiviral activity of virus like particles from *Lentinus edodes* (shiitake). *Arch. Virol.* 59: 269~274.
- Wasser SP and Weis, AL. 1999. Medicinal properties of substances occurring in higher Basidiomycetes mushroom: current perspective (review). *International Journal of Medicinal mushroom.* I : 31~62.
- Yena, G. C., P. D. Duhb, and L. Tsaia. 2002. Antioxidant and pro-oxidant properties of ascorbic acid and gallic acid. *Food Chem.* 79 : 307~313.
- 농림수산식품부. 2007. 특용작물통계.
- 농촌진흥청. 2004. 은행잎 배지와 목탄을 이용한 느타리버섯 재배기술 개발. 현장애로기술개발사업 농업인개발과제결과보고서. pp. 43.