

## 잣버섯의 영양 성분 및 생리 활성 분석

정혜선<sup>1</sup> · 박예나<sup>1</sup> · 유영복<sup>2</sup> · 전대훈<sup>3</sup> · 박기문<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>성균관대학교 식품생명공학과, <sup>2</sup>농촌진흥청 국립원예특작과학원 버섯과, <sup>3</sup>경기도농업기술원 버섯연구소

### Analysis of nutritional contents and physiological activities of *Neolentinus lepideus*

Hyesun Jung<sup>1</sup>, Yena Park<sup>1</sup>, Young-Bok Yoo<sup>2</sup>, Dae-Hoon Jeon<sup>3</sup> and Ki-Moon Park<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Department of Food Science & Biotechnology, Sungkyunkwan Univ

<sup>2</sup>National Institute of Horticultural & Herbal Science, Rural Development Administration

<sup>3</sup>Mushroom Research Station, Gyeonggi-Do Agricultural Research and Extension service

(Received December 5, 2013 / Revised December 8, 2013 / Accepted December 27, 2013)

**ABSTRACT** – This study was conducted to investigate the physiological activities and nutrition contents of Gonji No.10 and Solhyang, the strains of *Neolentinus lepideus*. In nutritional contents of two strains of *N. lepideus*, the content of free sugars and sugar alcohols and total polyphenol were more in Gonji No.10 than Solhyang. The total contents of amino acids and  $\beta$ -glucan in Solhyang are more than those in Gonji No.10. Solhyang also showed higher DPPH radical scavenging activity than Gonji No.10. In particular, hot water extract of Solhyang has higher inhibitory activity of  $\alpha$ -amylase and  $\alpha$ -amyloglucosidase while Gonji No.10 has higher anti-inflammatory effect than Solhyang. But, they have similar effects on nitrite scavenging activity.

**KEYWORD** – Beta-glucan, DPPH radical, *Neolentinus lepideus*, Nutritional content, Physiological effects

## 서 론

잣버섯은 구장이버섯과 잣버섯속에 속해 있는 버섯으로 침엽수의 고목 및 그루터기에서 자생하며 우리나라뿐만 아니라 일본, 러시아 등 세계 각국에 분포되어 있다(김과 한, 2008). 발생 시기는 늦봄부터 가을까지이며 홀로 자라거나 다발로 자라는 특성을 가지고 있다. 잣버섯은 식용으로 알려져 있지만 가벼운 중독 증상을 일으키기도 하여 사람에게 따라서는 가벼운 구토 증상과 어지러움을 호소하기도 한다(박과 이, 1994). 잣의 지름은 5~15 cm이며 처음에는 우산모양이지만 차차 편평형이 된다고 한다(박과 이, 1994). 잣버섯의 식감이 송이와 비슷하여 씹는 질감이 단단하고 소나무향이 나며, 인공재배는 1980년대부터 성공하여 다른 버섯에 비해 인공재배 역사가 길진 않다. 국내에서는 2009년 잣버섯의 신품종인 ‘솔향’을 개발(장명준 등, 2011)하였고 새로이 교잡계통으로 곤지 10호가 개발되었다.

많은 버섯의 항암, 면역증강 및 항고혈압, 항당뇨 등 여러 생리활성 효과가 다양한 연구결과에 의해 밝혀지고 있으며 이로 인해 건강식품으로 각광받고 있

다. 그 중 목이버섯의 경우 항산화활성 및 항비만 활성, 항당뇨 활성(조세현 등, 2011)이 보고되어 있으며, 땀구알버섯의 항암활성(Roland *et al.*, 1960), 영지버섯의 콜레스테롤 저하 작용(Kabir *et al.*, 1998), 쯤나무싸리버섯의 항균 작용(Erkel *et al.*, 1992) 등이 보고되었다. 잣버섯에 대해서는 항산화(Yoon *et al.*, 2011) 및 항고지혈증(Yoon *et al.*, 2011), 항암 효과(진미림 등, 1998), 면역증강(Choi *et al.*, 2006)에 대한 생리활성 과 영양학적 분석으로는 gallic acid 및 chlorogenic acid, vanillin 등 총 7가지의 phenolic compound가 함유되어 있다는 보고(Yoon *et al.*, 2011)와 vitamin D의 전구체인 ergosterol을 함유하는 것이 보고되어 있다(Kim, 1979). 따라서, 본 연구에서는 다른 버섯류에 비해 생리활성 및 영양 성분에 대한 연구가 다양하지 않은 것으로 판단되어 국내에서 개발된 잣버섯 품종인 솔향과 곤지 10호의 영양, 생리학적 특성을 비교 분석하였다.

## 재료 및 방법

### 실험 재료

본 실험에 사용한 버섯은 경기도 농업기술원 버섯

\*Corresponding author: pkm1001@skku.edu

연구소에서 제공받은 잣버섯인 솔향과 곤지 10호 품종을 사용하였다.

#### 유리당 및 당알코올 분석

동결 건조한 버섯 0.5 g을 85% ethanol 25 ml로 shaking incubator에서 48시간 동안 추출한 후 원심분리하고, 상등액 1 ml를 취해 농축하였다. 농축액을 3차 증류수 200  $\mu$ l에 용해한 후 syringe filter(JSscientific, INC. Nylon syringe filter 17 mm, 0.45  $\mu$ m)로 여과하여 HPLC 분석시료로 사용하였다. HPLC는 Agilent 1200 HPLC pump, Agilent 1260 auto-sampler, Agilent 1260 Differential Refractometer detector, ChemStation software를 사용하였으며, 분석 column은 Grace Prevail carbohydrate ES 5u (250 $\times$ 4.6 mm)를 사용하였고 이동상은 75% Acetonitrile 용액을 isocratic mode로 흘려주었다. Injection volume는 10  $\mu$ l를 주입하였고, RI detector(30 $^{\circ}$ C)를 사용하여 검출하였다.

#### 아미노산 분석

동결 건조한 버섯 0.1 g을 6 N HCl 1ml과 혼합하고 Fluorescence Waters Pico-Tag Workstation으로 N<sub>2</sub> gas 충전 후 24시간 동안 가수분해하였다. 가수분해 후 원심 분리하여, 상등액 200  $\mu$ l을 취해 speed-vacuum(Hanil, KR/AUTOSPIN 4080C)으로 농축한 다음 25 mM HCl 500  $\mu$ l에 녹였다. 이 용액을 주사기에 취하여 syringe filter(PVDF 0.45  $\mu$ m)로 여과한 후, AccQ-Fluor Reagent kit로 형광유도체화 반응시켰다. 형광유도체 반응은 AccQ fluor reagent : borate buffer : sample(standard) = 2 : 7 : 1로 total volume이 100  $\mu$ l가 되게 혼합한 후 55에서 반응시켜서 HPLC 분석 시료로 사용하였다. Agilent HPLC와 Agilent Diode Array detector, ChemStation software를 사용하였으며, column은 Eclipse AAA 3.55u (150 $\times$ 4.6 mm)를 사용하였고 이동상은 A용매로 40 mM NaH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> 용액, B용매는 ACN : MeOH : DW = 4.5 : 4.5 : 1 용액을 gradient mode로 흘려주면서 시료 0.5  $\mu$ l를 주입한 후 UV detector(=338, 262 nm, 40 $^{\circ}$ C)를 사용하여 검출하였다.

#### $\beta$ -glucan 분석

$\beta$ -glucan 함량은 BETA-GLUCAN kit(Megazyme, Ireland)를 사용하여 측정하였다. 즉,  $\beta$ -glucan의 함량은 total glucan과  $\alpha$ -glucan의 당 함량을 구한 후, 두 개의 당 함량 차이로  $\beta$ -glucan을 측정하였다. 건조된 자실체 100 mg에 37% HCl 1.5 ml를 첨가하여 100

에서 2시간 동안 가수분해 시킨 후 2 N KOH를 이용하여 pH를 조정하였다. 가수 분해액을 200 mM의 sodium acetate buffer(pH 5.0)로 희석한 후 원심분리하고 상등액 100  $\mu$ l을 취하여 exo 1,3- $\beta$ -glucanase와  $\beta$ -glucosidase를 첨가한 후 glucose determination reagent (Megazyme, Ireland)를 첨가하고, 510 nm에서 흡광도를 측정하여 total glucan과  $\alpha$ -glucan 이외의 당 함량을 분석하였다.  $\alpha$ -glucan의 당 함량은 시료에 2 N KOH를 넣고 20분간 얼음이 채워진 수욕에서 반응 후 1.2 M sodium acetate buffer(pH 3.8)를 첨가하고 amyloglucosidase와 invertase를 넣고, 새 튜브에 옮겨 GOPOD reagent 3 ml를 넣어 40 $^{\circ}$ C에서 20분간 반응시킨 후 510 nm에서 흡광도를 측정하였으며  $\beta$ -glucan 함량은 다음의 식을 이용하여 분석하였다.

$$\text{Total glucan}(\%w/w) = \Delta E \times F/W \times 90$$

$$\alpha\text{-glucan}(\%w/w) = \Delta E \times F/W \times 90 \text{ (final volume 100 mL)}$$

$$\beta\text{-glucan} = \text{Total glucan} - \alpha \text{ (}\alpha\text{-glucan)}$$

$$\Delta E = \text{reaction absorbance} - \alpha \text{ blank absorbance}$$

$$F = 100/\text{GOPOD reagent absorbance for 100 ug of D-glucose standard}$$

$$W = \text{weight of sample}$$

#### Total polyphenol 분석

Total polyphenol 함량은 Folin-Denis colorimetric method 방법(Swain *et al.*, 1959)에 따라 측정하였다. 즉, 추출시료 15  $\mu$ l에 증류수 1.26 ml와 2 N Folin-Ciocalteuphenol reagent(Sigma Chemical Co., St.Louis, MO, USA, F9252)를 75  $\mu$ l 첨가하고 3분간 실온에서 방치하였다. 여기에 20% Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 용액 150  $\mu$ l를 가하여 실온에서 1시간 방치하고 UV spectrophotometer (Ultrospec 3100 pro, Amersham Diosciences, Sweden)를 사용하여 750 nm에서 흡광도를 측정하였다. Total polyphenol 화합물은 gallic acid(Sigma, G7384)를 이용한 표준곡선으로부터의 함량을 구하였다.

#### 잣버섯 추출물 제조

버섯 자실체를 동결 건조하여 분쇄한 후 건조 시료에 20배의 100% 및 80% 메탄올을 가하여 30에서 24시간 동안 shaking incubator를 이용하여 교반하면서 추출하였다. 이 과정을 한 번 더 진행하여 추출한 상등액을 흡입 여과한 후 감압 농축하여 각각 100% 및 80% 메탄올 추출물을 제조하였다. 또한, 열수추출물 제조를 위하여 건조 시료 20배의 3차 증류수를

가하여 100°C에서 3시간 동안 추출하였다. 이 과정을 반복하여 최종적으로 나온 추출액을 흡입 여과 한 후 여과액을 동결 건조하여 분석 실험에 사용하였다. 기존의 열수추출 방식으로 추출한 상등액에 에탄올을 가하여 70% 에탄올 용액이 되게 한 후 침전된 다당체를 제거하고 여과액을 동결 건조한 후 분석 실험에 사용하였다.

**DPPH radical 소거활성**

DPPH radical 소거능 활성은 Blois의 방법(Blois, 1958)을 변형시켜 99.9% methanol에 녹인 0.1 mM DPPH 1.17 ml에 버섯시료 100% 메탄올 추출물을 농도별로 0.03 ml씩 넣고 10초간 잘 혼합한 후 빛을 차단한 상태에서 30분간 상온에서 반응시킨 다음 517 nm에서 흡광도를 측정하였다. Positive control은 ascorbic acid(0.025-0.2 mg/ml)을 사용하였으며, DPPH 소거능은 시료 용액의 첨가구와 무첨가구 사이의 흡광도의 차이를 백분율로 나타내었다.

**Nitrite 소거능**

잣버섯 추출물의 nitrite scavenging activity는 Gray와 Dugan의 방법(Gray and Dugan, 1975)에 따라 시료 1 ml에 1 mM NaNO<sub>2</sub> 용액 1 ml을 가한 뒤 0.1 N HCl로 pH 1.2가 되게 조절한 후 총량이 10 ml가 되도록 조절하였다. 37°C에서 1시간 동안 반응시킨 후 반응액 1 ml을 취해 2% acetic acid 5 ml 및 30% acetic acid로 제조한 Griess 시약(1% sulfanilic acid : 1% naphthylamine = 1:1 혼합액) 0.4 ml와 혼합하였다. 이 혼합액을 상온에서 15분간 반응시킨 후 520 nm에서 흡광도를 측정하여 잔존하는 아질산염을 측정한 후 소거율을 계산하였다. 대조군은 Griess 시약 대신 동량의 증류수를 가하여 측정하였으며 positive control은 ascorbic acid(1 mg/ml)를 사용하였다.

**α-amylglucosidase 저해활성**

α-1,4 및 α-1,6 글루코시드결합을 분해하는 효소인 α-amylglucosidase(Sigma, USA)를 사용하여 버섯 추출물이 이 효소의 활성을 저해함으로써 단당류의 소화흡수를 저해하는 정도를 측정, 간접적인 항당뇨 활성을 측정하였다. 즉, α-amylglucosidase를 50 mM sodium acetate(pH 5.0)로 희석하고 기질로 20 mg/ml의 maltose 용액을 사용하였다. 버섯시료 추출물 100 μl와 α-amylglucosidase 100 μl를 넣고 37°C에서 10분간 pre-incubation 후 동량의 기질을 첨가하고 1시간 반응시킨 후 0.2 M NaOH를 첨가하여 반응을

중결시킨 다음 0.2 M acetate를 첨가하여 중화시켰다. 그리고 DNS(3,5-dinitrosalicylic acid) 환원당 정량법에 의하여 동량의 DNS를 넣고 90°C에서 10분간 가열하고 실온으로 냉각 후 증류수 1 ml를 가해 575 nm에서 흡광도를 측정하였다. 반응 후 생성되는 유리 glucose양을 측정하여 α-amylglucosidase의 저해활성을 측정하였으며 positive control은 acarbose(10 mg/ml)를 사용하였다.

**α-amylase 저해활성**

α-amylase inhibitory activity 측정은 Sidney의 방법(Sidney et al., 1995)을 사용하였다. 잣버섯 추출물을 시험관에 각각 100 μl 넣고 α-amylase(0.98 unit/mL) 100 μl를 넣어 교반한 후 실온에서 5분간 방치하였다. 방치 후 기질 용액인 1% starch 용액을 동량 넣어 교반한 후 실온에서 5분간 방치하였다. DNS용액 300 μl 첨가 후 끓는 물에서 5분간 암반응 시키고 흐르는 물로 냉각시킨 다음 증류수 500 μl를 넣고 550 nm에서 측정하였다. 대조군은 α-amylase 대신 0.02 M phosphate buffer (pH 6.9)를 사용하였다.

**NO assay**

Mouse macrophage cell line인 Raw 264.7를 한국 세포주은행(KCLB)에서 분양 받아 사용하였고 배지는 DMEM(Dulbecco's Modified Eagle's Medium, WelGENE Inc, Daegu, Korea)에 10% FBS (fetal bovine serum, HyClone, South Logan, UT, USA), 1% penicillin-streptomycin(BioWhittaker, Inc: 10,000 U/pen/mL, 10,000 μg strep/mL, Lancaster, MA, USA)을 첨가하여 사용하였다. 염증반응은 내독소인 LPS (Lipopolysaccharide, Sigma Chemical Co, ST. Louis, MO, USA)와 IFN-γ(interferon gamma, Sigma, St. Louis, MO, USA)를 사용하여 Raw 264.7 cell에 처리하고 버섯추출물을 첨가하여 생성되는 염증 유발물질인 nitric oxide(NO)량을 Griess 시약으로 측정하였다. 즉, 세포배양 상등액과 Griess 시약을 1:1로 혼합하여 96-well plate(Costar, New York, NY, USA)에 반응 후 측정하였으며 positive control로 Dexamethasone (Sigma Chemical Co, ST. Louis, MO, USA) 1 μg/ml를 사용하였다.

**통계처리**

모든 값은 평균치±표준편차로 표시하였고, 집단 간 평균의 차이는 SPSS 19.0 for windows 프로그램을 이용하여 two-tailed unpaired Student's t-test 및 one-

**Table 1.** Compositons and content of free sugars and sugar alcohols in *N. lepideus*. (unit : mg/g)

Free sugars & Sugar alcohols	sample	
	Solhyang	Gonji No.10
Arabitol	15.40 ± 1.93	45.65 ± 0.95*
Fructose	3.39 ± 0.72	4.62 ± 1.33**
Mannitol	7.51 ± 0.85	25.80 ± 1.15*
Trehalose	38.89 ± 1.31	44.11 ± 0.99**

The results were expressed as the mean plus standard error of the mean.

Statlcal significance compared to control by student's *t*-test(\*  $p < 0.05$ , \*\*  $p < 0.01$ ).

way analysis of variance(ANOVA) test를 이용하였다. 각 실험의 평균차에 대한 통계적 유의성 검증은 Duncan의 다중검증법(DMRT : Duncan's multiple range test)을 통해 하였으며,  $p < 0.05$  및  $p < 0.01$  수준에서 검증하였다.

## 결과 및 고찰

### 유리당 및 당알코올 분석

85% 에탄올로 추출한 자실체 추출물을 이용하여 버섯의 단맛을 결정하는 유리당 및 당 알코올의 종류 및 그 함량을 분석한 결과는 Table 1과 같다. 즉, 잣 버섯에 함유된 유리당과 당알코올은 각각 2종류로서 fructose, mannitol, arabitol, trehalose임을 확인하였다. 그 중 가장 많은 양을 함유한 trehalose는 건물 g 당 곤지 10호 44.11±0.99 mg, 솔향 38.89±1.31 mg 순으로 높은 함량을 나타냈다. 눈꽃동충하초의 경우 glycerol, mannitol, glucose, sucrose가 함유되어 있었으며(허현 등, 2005), 보통의 식용버섯이나 약용버섯이 5~6개의 유리당 성분이 검출되는 것(Kim, 2006)에 비해 잣버섯의 경우 적은 성분을 포함하고 있는 것으로 나타났다.

### 아미노산 분석

잣버섯 자실체 분말을 이용하여 식품에 조미 맛을 제공하는 구성 아미노산 성분을 확인한 결과는 Table 2와 같다. 총 아미노산 함량은 솔향이 건물 100 g당 685.57±13.16 mg으로 가장 높았으며, 곤지 10호가 369.35±97.53 mg으로 낮은 것으로 나타났다. 이는 다른 버섯류의 아미노산 함량을 비교하였을 때 목이버섯이 건물 100 g당 최대 2.222 g을 포함하는 것에 비해(김태호 등, 2012) 잣버섯의 경우 낮은 함량을 가지는 것을 알 수 있었다. 아미노산 중 glutamic

**Table 2.** Compositions and content of amino acids in *N. lepideus*. (unit : mg/100 g)

Amino acid	Sample	
	Solhyang	Gonji No.10
asp	78.97 ± 2.09	33.98 ± 8.72*
glu	112.27 ± 3.60	49.15 ± 13.94*
ser	32.14 ± 0.03	20.06 ± 5.21**
his	13.05 ± 0.33	7.45 ± 2.39*
gly	34.21 ± 0.28	18.87 ± 4.82*
thr	31.47 ± 0.73	18.96 ± 5.28**
arg	35.87 ± 0.17	18.63 ± 4.71*
ala	43.56 ± 1.65	28.88 ± 7.31**
tyr	13.61 ± 0.20	7.54 ± 2.37*
val	37.12 ± 0.78	23.19 ± 6.57**
met	6.66 ± 0.75	4.64 ± 1.38**
phe	35.79 ± 0.88	20.89 ± 5.94*
ile	28.44 ± 0.48	17.13 ± 4.95**
leu	54.94 ± 1.28	31.50 ± 8.64*
lys	39.85 ± 2.18	23.39 ± 6.96*
hyp	52.29 ± 0.18	28.39 ± 5.65*
pro	35.33 ± 1.69	16.70 ± 2.75*
total	685.57 ± 13.16	369.35 ± 97.53*

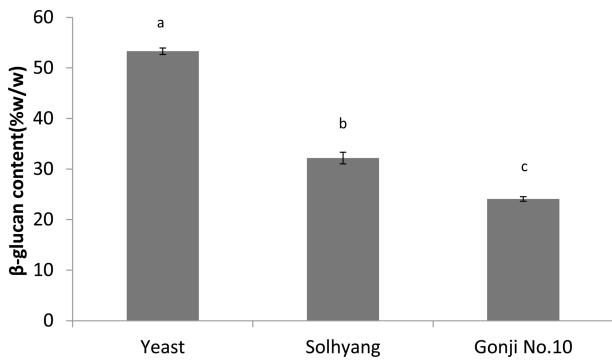
The results were expressed as the mean plus standard error of the mean.

Statlcal significance compared to control by student's *t*-test(\*  $p < 0.05$ , \*\*  $p < 0.01$ ).

acid 및 aspartic acid 등이 모든 잣버섯에서 높은 함량을 나타냈으며, 또한 필수아미노산인 valine 및 leucine, isoleucine, threonine, lysine, phenylalanine 등이 다량 함유되어 있는 것으로 나타났다. 그러나 신경전달물질인 GABA는 검출되지 않았다.

### $\beta$ -glucan 분석

일반적으로 담자균류 자실체 내에는  $\beta(1\rightarrow3)$  및  $\beta(1\rightarrow4)$ ,  $\beta(1\rightarrow6)$  결합으로 이루어진 glucan이 존재하며, 배양 균사체 내에도 균사체 내와 배지에  $\beta(1\rightarrow3)$ 를 주쇄로 한 glucan이 풍부하게 존재하는 것으로 보고되었다(Kajimura and Suga, 2004). 잣버섯 2품종의  $\beta$ -glucan을 분석한 결과 Fig. 1과 같이, 솔향의 경우 32.18±1.16%로 높은 함량을 보였고, 그 다음으로 곤지 10호가 24.08±0.45%가 가장 낮은 함량을 나타내었다. 이는 갈색목이버섯의  $\beta$ -glucan 함량인 25.21%에 비해(김태호 등, 2012) 솔향의 경우 높은 함량을 가지는 것을 알 수 있었으며,  $\beta$ -glucan이 지닌 생리활성 중 하나인 항암 활성에 기여할 것으로 사료된다.



**Fig. 1.**  $\beta$ -glucan contents of *N. lepideus*. The results were expressed as the mean plus standard error of the mean. Data were analyzed by one-way ANOVA using SPSS(Duncan's multiple range test).

**Table 3.** Total polyphenol contents of various extracts from *N. lepideus* spp.(unit : mg GAE/g dry weight)

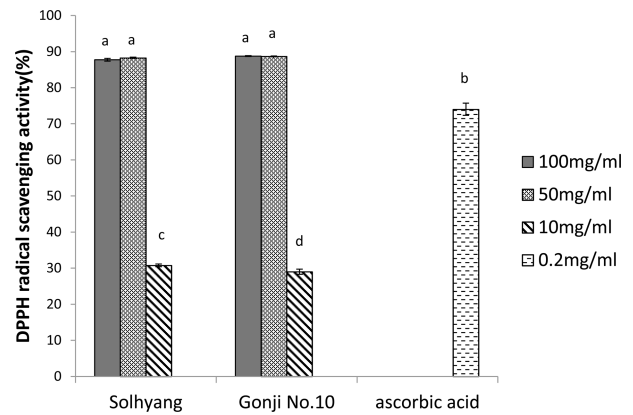
Extracts	Sample	
	Solhyang	Gonji No.10
100% MeOH extracts	6.92±0.38 <sup>a</sup>	10.64±0.89 <sup>c</sup>
Hot water crude extracts	11.88±0.82 <sup>d</sup>	15.02±0.50 <sup>e</sup>
Hot water + EtOH supernatant	8.43±0.25 <sup>b</sup>	11.53±0.65 <sup>d</sup>

The results were expressed as the mean plus standard error of the mean.

Data were analyzed by one-way ANOVA using SPSS(Duncan's multiple range test).

**Total polyphenol 분석**

Total polyphenol 함량을 분석한 결과는 Table 3과 같다. 메탄올과 열수 추출물의 total polyphenol 함량을 두 품종 간 비교한 결과 곤지 10호 열수추출물이 15.02±0.50 mg gallic acid equivalent/g dry weight (mg GAE/g DW)로 가장 높은 함량을 보였다. 술향 열수추출물(11.88±0.82 mg GAE/g DW), 술향 열수추출물 에탄올 침지 상등액(11.53±0.65 mg GAE/g DW), 곤지 10호 메탄올 추출물(10.64±0.89 mg GAE/g DW), 곤지 10호 열수 추출물 에탄올 침지 상등액(8.43±0.25 mg GAE/g DW), 술향 메탄올 추출물(6.92±0.38 mg GAE/g DW) 순으로 낮은 함량을 보였다. 이와 같은 결과로 곤지 10호의 total polyphenol 함량이 술향보다 유의적으로 높은 것을 알 수 있었으며 또한, 열수추출물의 경우 메탄올 추출물에 비해 높은 total polyphenol 함량을 나타냈다. 일반적으로 polyphenol은 유기용매에 잘 용해된다고 알려져 있는데 열수 추출물의 수율이 메탄올 추출물보다 2배 가량 높아 메탄올 추출물보다 더 높은 total polyphenol 함량을 가지는 것으로 사료된다. 다른 버섯 종류의



**Fig. 2.** Scavenging activity of the 99.9% methanol extracts from the fruiting body of *N. lepideus* against 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl. The results were expressed as the mean plus standard error of the mean. Data were analyzed by one-way ANOVA using SPSS (Duncan's multiple range test).

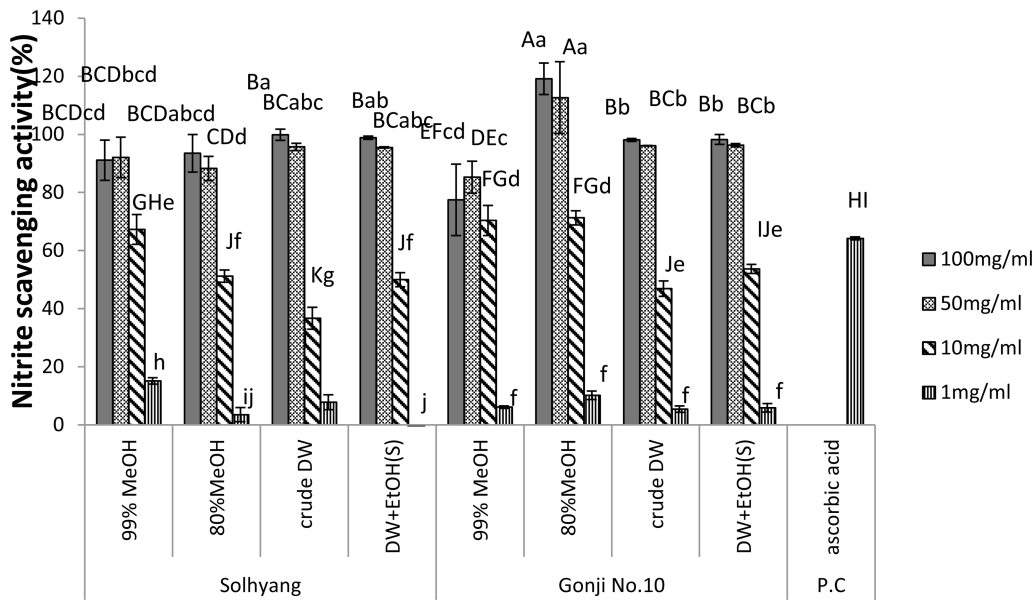
total polyphenol 함량과 비교하였을 때도 솔송나무갯버섯의 경우 2.267 mg GAE/g DW, 그물버섯 2.267 mg GAE/g DW(Sarikurkcü and Yamac, 2008)에 비해 갯버섯이 높은 polyphenol 함량을 함유하는 것을 알 수 있었고, 목이버섯이 최대 39 mg GAE/g DW를 포함하는 것에 비해서는 낮은 수치임을 알 수 있었다(김태호 등, 2012).

**DPPH radical 소거활성**

노화 및 암 발생 등에 원인 물질로 알려진 radical 소거능 즉, 항산화활성에 대한 갯버섯 메탄올 추출물의 생리활성을 확인한 결과는 Fig. 2과 같다. 곤지 10호와 술향의 품종간의 항산화 활성에 대한 유의적인 큰 차이는 나타나지 않았으나, 100 mg/ml의 농도와 50 mg/ml의 농도에서 두 품종 모두 80%를 넘는 높은 항산화 활성을 보였다. 이는 선행 연구 결과의 2 mg/ml의 농도에서 메탄올 추출물이 75.72%의 소거능을 나타내는 것과(Yoon et al., 2011) 비교하였을 때 보다 낮은 활성을 나타내 사용 시료간의 차이 등으로 사료된다. Positive control로 쓰인 ascorbic acid의 경우 0.2 mg/ml의 농도에서 74.03±1.68%의 소거능을 나타내었으며, Fig. 2에 제시하지는 않았으나 0.1 mg/ml의 농도에서는 35.42±0.23%, 0.05 mg/ml의 농도에서는 17.91±0.11%의 소거능을 나타내었다.

**Nitrite 소거능**

식품첨가물에 포함되어 있는 nitrate는 위 내에서 발암 물질인 nitrite로 바뀌는데 nitrite와 amine류를

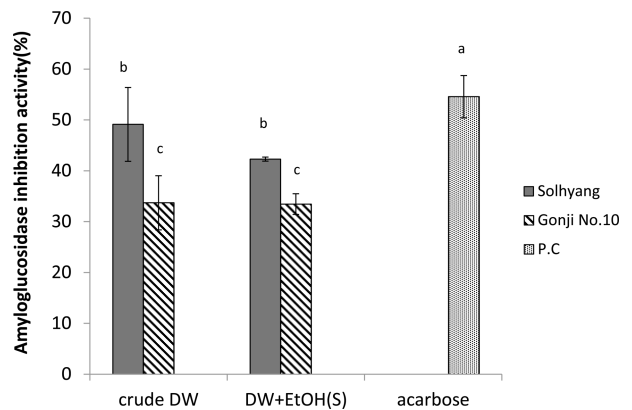


**Fig. 3.** Nitrite scavenging activity of various extracts from the fruiting body of *N. lepideus*. The results were expressed as the mean plus standard error of the mean. Data were analyzed by one-way ANOVA using SPSS(Duncan's multiple range test).

많이 함유하는 물질을 동시에 섭취하였을 경우 위 내에서 발암성 물질인 nitrosamine이 생성될 확률이 높아진다(Park *et al.*, 1995). 잣버섯 용매별 추출물을 농도별로 위 내와 비슷한 조건인 pH 1.2에서 반응시킨 후 nitrite 소거능을 측정된 결과는 Fig. 3과 같다. 두 품종 모두 80% 메탄올 추출물이 가장 높은 nitrite 소거능을 나타내었으며, 100 mg/ml의 농도에서 유의적으로 곤지 10호가 119.14±5.43%로 솔향의 93.52±6.48%보다 더 높은 활성을 나타내었다. 잣버섯 추출물 10 mg/ml 농도 이상에서 positive control인 1 mg/ml의 ascorbic acid의 nitrite 소거능과 비슷한 활성을 나타내었다. 또한, 10 mg/ml 이상의 농도에서 대부분의 추출물이 40% 이상의 소거능을 나타내어 10 mg/ml에서 느타리버섯과 표고버섯이 40%와 30% 이상의 소거능을 나타내는 것보다 더 높은 활성을 나타내었다(최세진 등, 2010).

**α-amyloglucosidase 저해활성**

α-amyloglucosidase는 α-1,4 및 α-1,6 glucoside 결합을 가수분해하는 효소로 이 효소의 억제율을 측정함으로써 간접적으로 항당뇨 효과를 확인하였고, 그 결과는 Fig. 4와 같다. 100% 및 80% 메탄올 추출물의 경우 항당뇨 효과를 확인할 수 없었으며 최종적으로 효과가 있는 열수추출물의 경우 10 mg/ml의 농도에서 positive control로 쓰인 acarbose(10 mg/ml)의 54.57±4.16%의 활성보다는 낮지만 열수추출물이 에

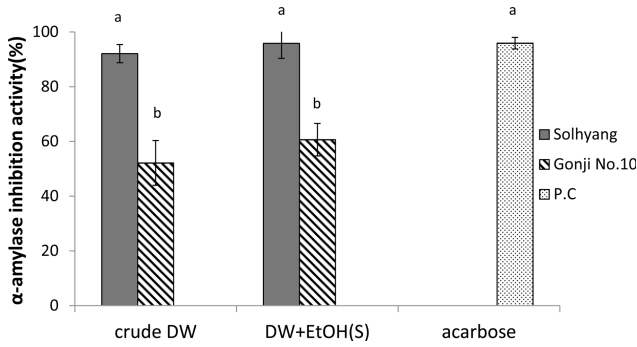


**Fig. 4.** Amyloglucosidase inhibitory activity of various extracts from the fruiting bodies of *N. lepideus*. (Sample concentration of 10 mg/ml) The results were expressed as the mean plus standard error of the mean. Data were analyzed by one-way ANOVA using SPSS(Duncan's multiple range test).

탄올을 첨가하여 다당체를 침전시킨 열수 추출물보다 유의적으로 두 품종 모두 높은 활성을 나타내는 것을 확인할 수 있었다.

**α-amylase 저해활성**

α-amylase 저해 활성에 따른 항당뇨 활성을 확인한 결과 Fig. 5과 같이 잣버섯 추출물은 50 mg/ml의 농도에서 솔향 열수추출물을 에탄올로 침지시킨 상등액의 경우 95.80±5.47%의 높은 저해활성을 나타내었고, 솔향 열수 추출물이 92.05±3.32%의 저해 활성

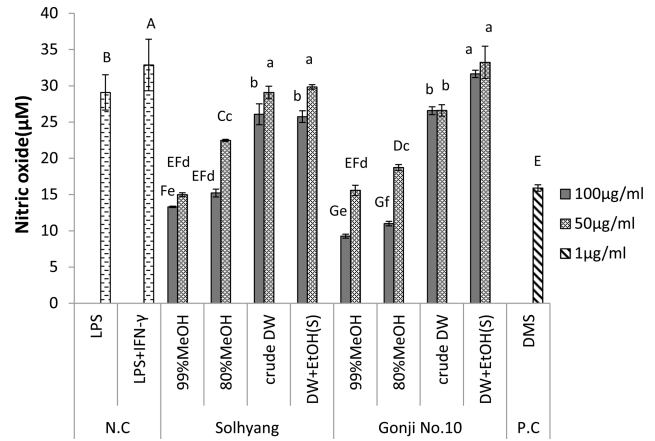


**Fig. 5.** α-amylase inhibitory activity of various extracts from the fruiting bodies of *N. lepideus*. (sample concentration of 50 mg/ml, P.C concentration of 10 mg/ml) The results were expressed as the mean plus standard error of the mean. Data were analyzed by one-way ANOVA using SPSS(Duncan's multiple range test).

으로 그 다음으로 높은 활성을 나타내었다. 곤지 10호 열수 추출물이 52.12±8.16%, 열수추출물을 에탄올로 침지시킨 상등액의 경우의 60.62±5.95%의 저해 활성을 나타내었다. positive control로 사용된 acarbose(10mg/mL)는 95.90±2.10%의 저해 활성을 보여 솔향의 열수추출물이 비슷한 활성을 나타내는 것으로 확인되었다.

**NO assay**

mouse 유래의 대식세포인 RAW 264.7에 인위적으로 염증성 매개물질을 증가시키는 LPS와 IFN-γ를 첨가하여 nitric oxide를 유도한 후 잣버섯 추출물을 농도별로 처리한 결과는 Fig. 6과 같다. 대조군으로 LPS를 단독으로 처리 시 29.08±2.44 μM이 생성되었고, LPS와 IFN-γ를 동시에 처리하였을 때는 32.86±3.55 μM의 nitric oxide가 분비되었다. LPS와 IFN-γ와 함께 시료를 처리한 결과 솔향보다 곤지 10호 추출물이 유의적으로 더 낮은 nitric oxide가 분비되어 높은 항염 활성을 나타내는 것을 확인할 수 있었다. 그리고 메탄올 추출물이 열수 추출물보다 더 높은 항염 활성을 나타내었다. 곤지 10호 추출물 중 positive control로 쓰인 dexamethasone과 비교하였을 때 100%, 80%메탄올 추출물 100 μg/ml의 농도에서 유의적으로 더 낮은 nitric oxide 함량을 나타내 잣버섯의 항염 활성을 확인할 수 있었다. 이는 1 mg/ml의 목이버섯 열수추출물이 65.31%의 nitric oxide 저해능을 가지는데 반해(조세현 등, 2012) 100 μg/ml의 농도의 곤지 10호 100% 메탄올 추출물이 71.82±0.82%의 높은 저해율을 나타내 잣버섯이 높은 항염



**Fig. 6.** Nitric oxide inhibition activity of various extracts of *N. lepideus*. The results were expressed as the mean plus standard error of the mean. Data were analyzed by one-way ANOVA using SPSS(Duncan's multiple range test).

활성을 가지는 것을 확인할 수 있었다.

**적 요**

잣버섯 품종인 솔향과 개량 신품종 곤지 10호를 비교 분석한 결과 영양 성분 분석의 경우 유리당과 당알코올의 경우 총 4종류의 성분이 검출되었고, 그 중 trehalose의 경우 건물 g당 곤지 10호 44.11±0.99 mg, 솔향 38.89±1.31 mg로 검출된 당 중에서 가장 높은 함유량을 나타냈으며, 곤지 10호가 솔향에 비해 유의적으로 높은 수치를 나타내었다. 아미노산은 총 24종 중 17종이 검출되었고 유리당과는 반대로 솔향의 총 아미노산 함량이 곤지 10호보다 유의적으로 높았다. 대표적으로 항암 활성을 가진다고 알려진 물질인 β-glucan의 경우 솔향이 곤지 10호보다 높은 수치를 나타내지만 품종 간의 유의차는 없는 것으로 나타났으며, 항산화 성분인 total polyphenol 함량은 곤지 10호의 열수추출물이 15.02±0.50 mg GAE/g DW으로 가장 높은 것을 확인하였다.

자실체의 생리 활성 분석으로는 항산화 실험인 DPPH radical 소거능 실험에서는 두 품종 모두 농도별에 따른 차이는 있지만 품종 간의 유의차는 없었다. 항암 활성을 알아보기 위하여 nitrite 소거능을 실시하였으며 두 품종 모두 메탄올 추출물에서 10 mg/ml에서까지 대부분 40% 이상의 nitrite를 소거하여 발암물질인 nitrosoamine을 없애 항암 효과가 있는 것으로 나타났다. 항당뇨 실험으로 α-amylglucosidase 및 α-amylase 저해 활성을 실험한 결과, 이 모두 솔

항 열수 추출물이 positive control로 쓰인 acarbose와 같은 농도이거나 더 높은 농도에서 비슷한 저해 활성을 나타내는 것을 알 수 있었으며 이는 곤지 10호보다 유의적으로 활성이 우수하였다. 또한, 마우스 유래 RAW264.7 cell line을 이용하여 항염 활성을 확인한 결과 nitric oxide의 저해능은 열수 추출물보다 메탄을 추출물이 더 효과가 있는 것을 확인하였으며 곤지 10호 메탄을 추출물이 술향 메탄을 추출물보다 효과가 좋은 것을 확인할 수 있었다.

### 감사의 글

본 연구는 농촌진흥청 공동연구사업 “소규모 재배 버섯의 지역특화 기반구축 연구”의 지원에 의해 이루어진 연구의 일부이며 지원에 감사 드립니다.

### 참고문헌

- Blois, M. S. 1958. Antioxidant determination by the use of a stable free radical. *Nature*. **181** : 1191-1200.
- Choi, J.J, Jin, M.R, Lee, J.K, Lee, W.Y, Park, Y.I, Han, Y.N and Kim, S.Y. 2006. Control of cytokine gene expression by PG101, a water-soluble extract prepared from *Lentinus lepideus*. *Biochemical and Biophysical Research Communications* **339** : 880-887.
- Erkel, G, Anke, T, Gimenez, A and Steglich, W. 1992. Antibiotics from basidiomycetes. XLI. Clavicornic acid, a novel inhibitor of reverse transcriptases from *Clavicornia pyxidata* (Pers. ex Fr.) Doty. *J. Antibiot.* **45** : 29-37.
- Gray, J. I. and Dugan, J.R.L. 1975. Inhibition of N-nitrosamine formation in model food system. *J. Food Sci.* **40** : 981-985.
- Kabir, YK, Kimura, S and Tamura, T. 1998 Dietary effect of *Ganoderma lucidum* mushroom on blood pressure and lipid levels in spontaneously hypertensive rats(SHR). *J. Nutr. Sci. vitaminol.* **34** : 433-438.
- Kajimura, M. and Suga, T. 2004. Research and development of functional food including superfine BETA-glucan (Lentinan). *Chemical Industry* **55** : 466-475.
- Kim, M.Y. 2006. Comparioson of Free Amino acids, mono- and di-saccharides, and phenolic compounds concentration, and antioxidant activities on edible and medicinal mushrooms. MS Thesis. Konkuk University.
- Kim, S.W. 1979. 잣버섯의 성분 연구(I). *Kor. J. Mycol.* **7** : 9-11.
- Park, S.H., Kim, O.M. and Hyeon, J. W. 1995. New synthetic medium for growth of mycelium of *Pleurotus* species. *Kor. J. mycol.* **23**(3) : 275-283.
- Roland JF, Chmielewicz ZF, Weiner BA, Gross AM, Boening OP, Luck JV and Stevens JA. 1960. Calvacin: A new antitumor agent. *Science* **132** : 1897.
- Sarikurkcuc, D. and Yamac, M. 2008. Evaluation of the antioxidant activity of four edible mushrooms from the central anatolia, Eskisehir-Turkey: *Lactarius deterrumus*, *Suillus collitinus* *Boletus edulis*, *Xerocomus chrysenteron*. *Bioresource Technology* **99** : 6651-6655.
- Sidney, P., O. Colowick, and K. Nathan. 1995. Methods in enzymology. **1** : 149-150.
- Swain, T., Hillis W.E. and Ortega M. 1959. Phenolic constituents of *Ptunus domestica*. I. Quantitative analysis of phenolic constituents. *J. Sci Food Agric.* **10** : 83-88.
- Yoon, K.N, Nuhu, A, Lee, K.R, Shin, P.G, Cheong, J.C, Yoo, Y.B and Lee, T.S. 2011. Antioxidant and Antityrosinase Activities of Various Extracts from the Fruiting Bodies of *Lentinus lepideus*. *Molecules.* **16** : 2334-2347.
- Yoon, K.N, Lee, J.S, Kim, H.Y, Lee, K.R, Shin, P.G, Cheong, J.C, Yoo, Y.B, Nuhu A, Ha, T.M and Lee T.S. 2011. Appraisal of Antihyperlipidemic Activities of *Lentinus lepideus* in Hypercholesterolemic Rats. *Mycobiology.* **39**(4): 283-289.
- 김태호, 조세현, 김민지, 유영복, 장미향, 박기문. 2012. 목이버섯 품종간 영양 성분 비교. *한국버섯학회지* **10** : 29-36.
- 김현중, 한상국. 2008. 광릉의 버섯. p. 349. 국립수목원 박람회, 이호득. 1994. 한국의 버섯. pp. 56-57. 교학사
- 장명준, 이윤혜, 주영철, 박영진, 구한모. 2011. 잣버섯 신품종 ‘술향’의 재배적 특성. *한국버섯학회지*. **9** : 101-104.
- 조세현, 김태호, 유영복, 오진아, 장미향, 박기문. 2012. 목이버섯의 생리활성 식품과학회지. *한국식품과학회지*. **44** : 330-335.
- 진미림, 정규선, 정병각. 1998. 잣버섯 균사체로부터 분리한 단백당체의 압중에 따른 선별적 항암작용. *대한약학회지*. **42** : 480-486.
- 최세진, 이연실, 김진경, 김진규, 임순성. 2010. 주요 식용버섯 추출물의 생리활성 효과. *한국식품영양과학회지*. **39**(8) : 1087-1096.
- 허현, 이민웅, 홍인표. 2005. 눈꽃등총하초의 생리활성에 관한 연구. *한국버섯학회지*. **3** : 90-94.