

## 표고버섯의 항산화능과 알코올분해능에 미치는 영향

김재현, 정종길\*

동신대학교 한의과대학 본초학교실

### Antioxidant Activities and the Effect of Reducing Serum Alcohol Concentration of *Lentinus edodes*

Chae-Hyun Kim, Jong-Gil Jeong\*

Department of Herbology, College of Oriental Medicine, Dongshin University

#### ABSTRACT

**Objectives** : The purpose of this study is to evaluate antioxidant activities and reducing serum alcohol concentration of extract of *Lentinus edodes* on the alcohol administered rats.

**Methods** : Antioxidant effect was measured by total phenolic compound and DPPH-radical scavenging activity of extract of *Lentinus edodes* *in vitro*. Blood alcohol concentration, aldehyde concentration, malondialdehyde concentration, glutathion concentration were measured *in vivo*.

**Results** : The extract of *Lentinus edodes* increased DPPH-radical scavenging activity dose-dependently. The water extract with boiling water showed lower antioxidant activity and phenolic content than 70% ethanol extract *in vitro*. Blood alcohol concentration was significantly reduced by pre-treatment of ethanol extract of *Lentinus edodes*. The effect was more significant than commercial product used as a positive control.

**Conclusions** : This study suggest that *Lentinus edodes* can be a potential nature resource for the management of ethanol toxicity although the mechanism of action involved in the treatment remains to be explored.

**Key words** : *Lentinus edodes*, serum alcohol concentration, ethanol toxicity, antioxidant activity

#### 서 론

버섯류는 진균류에 속하는 담자균과 자낭균 중 자실체를 형성하는 고등균류로서 탄수화물, 단백질, 지질, 무기질 및 비타민 등의 영양소를 골고루 함유하고 있을뿐더러 독특한 맛과 향기를 지니고 있어 예로부터 식용 및 약용으로 널리 이용되어 왔으며, 자연 식품, 저칼로리 식품 및 무공해 식품으로도 진가가 인정되는 식품이다<sup>1)</sup>. 그 중 표고버섯(*Shiitake*, *Lentinus edodes*)은 담자균강 주름버섯목 느타리과 갯버섯속에 속하는 식용버섯으로 봄에서 가을에 걸쳐 주로 참나무류 등 활엽수의 나무토막, 그루터기 위에 단생 또는 군생하는 목재 백색부후균이며

일본, 한국, 중국, 필리핀, 뉴기니아, 뉴질랜드 등지에서 자생하고 있다<sup>2-3)</sup>. 표고버섯에는 각종 아미노산과 ergosterol 을 많이 함유하고 있고 hypocholesterol성 물질인 ientinacin (=eritadenine)이 있으며, 항암성 물질로서는 lentinan이 있고, polyene계의 항균작용이 있는 물질도 발견되었다. 또한 항virus작용이 있는 물질, 방향성 물질도 추출되었다<sup>4,5)</sup>. 또한 표고버섯은 강장, 이뇨, 고혈압, 신장염, 신경쇠약, 불면증, 천식, 위궤양 등에 효능이 있는 것으로 알려져 왔으며 또한 면역 활성화에 대한 연구가 행해지고 있다<sup>6)</sup>.

우리나라의 음주 문화의 특성으로 나타나는 과음과 빈번한 음주로 많은 사람들이 숙취를 경험한다. 숙취는 알

\* 교신저자 : 정종길, 전남 나주시 대호동 252 동신대학교 한의과대학 본초학교실

· Tel : 061-330-3523 · E-mail : jgj3523@naver.com

· 접수 : 2009년 11월 23일 · 수정 : 2009년 12월 11일 · 채택 : 2009년 12월 21일

코올 섭취 후 두통이나 속쓰림 등으로 나타나고, 이를 감소시킬 수 있는 약물을 찾는 연구들이 많이 이루어지고 있지만 현저한 효과를 나타내는 것은 많지 않다<sup>7)</sup>. 숙취를 경험하게 하는 원인 물질로는 술 속의 알코올 성분 자체와 그 1차 대사산물인 아세트알데히드를 들 수 있는데 체내의 알코올은 알코올 가수분해효소(alcohol dehydrogenase, ADH)에 의하여 간에서 산화적으로 대사가 이루어져 아세트알데히드를 생산하며, 대사산물인 아세트알데히드는 비특이적인 알데히드 가수분해효소(aldehyde dehydrogenase, ALDH)에 의해서 아세테이트로 전환되고 일부는 노나 CO<sub>2</sub>로 배설된다<sup>8)</sup>. 더구나 동양인의 반 정도(한국인의 15~20% 정도)에서는 ALDH의 불활성형이 존재하여, 음주 시 알데히드가 혈액 중에 축적되므로 소량의 음주로도 숙취를 경험한다<sup>9)</sup>.

표고버섯의 항산화능과 숙취해소 식품으로서의 가능성을 구명하기 위하여, 페놀함량, 전자공여능의 활성도, 혈중 알코올 농도, 아세트알데하이드 농도, 간조직에서의 지질과산화물 농도, 글루타치온 농도를 관찰하였다.

## 재료 및 방법

### 1. 재료

#### 1) 표고버섯 추출물의 제조

본 실험 재료인 표고버섯은 장흥산 표고버섯을 구입하여 70%의 에탄올과 열수 추출하여 여지로 여과하여 여액을 rotatory evaporatio (40°C)에 농축하여 동결 건조하여 사용하였다. 70% 에탄올 추출물을 LE (Etanol extract of *Lentinus edodes*) 하였고 열수 추출물은 LW (Water extract of *Lentinus edodes*) 로 표현하였다.

#### 2) 실험 동물

실험동물은 (주) 샘타코(경기 오산)로부터 구입한 웅성 Sprague-Dawley계 흰쥐 250~300 g을 사용하였다. 동물은 일정한 온도(25°C)와 규칙적인 조명(12시간 명/암)이 자동적으로 조절되는 동물실에서 사육되었고 사료와 음수가 자유롭게 공급되었으며, 일주일간의 적응기간을 거친 후 본 실험에 사용하였다.

### 2. 방법

#### 1) 총 페놀성 화합물 함량

총 페놀성 화합물의 함량은 Folin-Denis의 방법을 변형하여 측정하였다<sup>10)</sup>. 즉, 시료 1 ml에 2%(W/V) Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 용액 1 ml를 가하여 3분간 상온에서 반응시킨 후, 50% Folin-Ciocaltea 시약 0.2 ml를 첨가하여 30분간 상온에서 반응시켰다. 이 혼합물을 10분간 13,400×g에서 원심분리한 후 상등액 1 ml를 취하여 750 nm에서 흡광도를 측정하였다. 이 때 표준곡선은 Ellagic acid를 이용하여 작성

하였다.

#### 2) 전자공여능 측정

전자공여능(electron donating ability)은 Blois의 방법을 이용하였다<sup>11)</sup>. 시료용액 0.25 ml에 0.2mM의 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl (DPPH, Sigma, ST Louis, MO, USA) 1 ml를 넣고 10초간 vortex mix 후 25°C에서 30분간 반응시킨 후 517 nm에서 흡광도를 측정하였다. 전자공여능은 시료 첨가군과 무첨가군의 흡광도 차이를 백분율로 나타내었다.

#### DPPH radical scavenging activity

$$(\%) = 100 - [(A-B)/C] \times 100$$

A : 시료첨가군의 흡광도 값

B : Blank의 흡광도

C : 무첨가군의 흡광도 값

#### 3) 실험군 분류 및 처치

급성알코올 중독실험에서 웅성 Sprague-Dawley계 흰쥐를 무처치군(N), 식염수군(C-), 숙취해소음료인 A투여군(C+), 표고버섯 알코올추출군(LE)으로 나누었다. 표고버섯 알코올추출물만 사용한 이유는 총 페놀함량, 전자공여능에서 열수추출물보다 항산화능력이 우수한 것으로 판명되었기 때문이다. 먼저 사료 섭취로 인해 나타날 수 있는 위장관을 통한 에탄올의 흡수 방해 현상을 배제하기 위해 에탄올을 경구투여하기 전에 18시간 동안 절식시켰다. 에탄올 투여 30분 전에 식염수군에는 식염수 1ml, 숙취해소음료인 C+투여군에는 숙취해소 음료 1 ml를 경구 투여하였고, 표고버섯 알코올추출군(LE)에는 200 mg/ml 농도의 알코올추출물 1 ml를 투여하였다. 모든 군에 에탄올을 체중 kg 당 4 g 수준으로 1회 경구 투여하였다. 시간 경과에 따른 혈중 에탄올 농도와 아세트알데히드 농도변화를 측정하기 위해 에탄올 경구투여 후 1, 2.5, 4시간 후에 채혈하였다.

혈액은 4°C, 3,000 rpm에서 10분간 원심 분리하여 혈청을 얻고, 즉시 -80°C의 초저온냉동고에 넣어 급속 동결시켜 보관하였다.

#### 4) 혈중 에탄올과 아세트알데히드 농도 측정

혈청에 함유되어 있는 에탄올과 아세트알데히드는 에탄올 측정용 kit (R-Biopharm, Germany)와 아세트알데히드 측정용 kit (R-Biopharm, Germany)를 이용하여 측정하였다. 에탄올은 ADH에 의해 산화되어 아세트알데히드를 생성하고, 아세트알데히드는 ALDH에 의해 산화되어 acetate를 생성한다. 이 과정에서 NAD<sup>+</sup>가 NADH로 환원되므로 NADH양의 변화를 340nm에서의 흡광도 변화로 측정하였다.

#### 5) TBARS assay

실험쥐의 간조직에서 지질 과산화 정도는 BIOXYTECH

MDA-586 kit (OXIS International Inc, Portland, OR, USA)를 이용하여 설명서에 따른 검액 제조 후 586nm에서 흡광도 변화로 측정하였다.

6) Glutathione activity assay

실험쥐의 간조직에서 글루타치온 효소의 활성 정도는 BIOXYTECH GSH-420 kit (OXIS International Inc, Portland, OR, USA)를 이용하여 설명서에 따른 검액 제조 후 420 nm에서 흡광도 변화로 측정하였다.

7) 통계처리

통계분석법은 일원배치분산분석(one-way analysis of variance, ANOVA)을 실시하였으며 대조군과 투여군 사이의 통계학적 유의차는 *t*-test를 사용하여 *p*<0.05 수준에서 각 실험군간의 유의차를 검증하였다.

3. 연구결과

1) 총 페놀성 화합물 함량

표고버섯의 열수추출물(LW)과 에탄올 추출물(LE)에서 총 페놀성 화합물의 함량을 분석한 결과, 에탄올 추출물에서 더 많은 폴리페놀함량을 보였다. 에탄올 추출물이 열수추출물보다 평균 77% 정도 더 많은 총페놀성 화합물 함량을 보였다(Fig. 1).

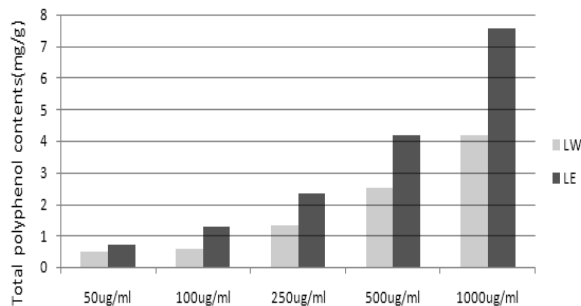


Fig. 1. Polyphenol contents of the extract from *Lentinus edodes*

Values of column are equivalents of Ellagic acid. LE contains more polyphenol content than LW.

LW : Water extract of *Lentinus edodes*. LE : Etanol extract of *Lentinus edodes*.

2) DPPH 라디칼 소거능 측정

표고버섯의 추출용매별, 농도별에 따른 DPPH에 대한 전자공여능을 측정한 결과, 전체적으로 5~17% 정도의 전자공여능을 나타내었고, 그 중에서 70%에탄올 추출물이 가장 우수한 결과를 나타내었다. 추출용매별로 전자공여능이 가장높게 나타난 농도는 4 mg/ml로 0.05 mg/ml의 Ascorbic acid에 비하여 25% 정도의 전자공여능을 보였다. 또한 농도가 증가할수록 비례적으로 전자공여능이 높아지는 경향을 보였다(Fig. 2).

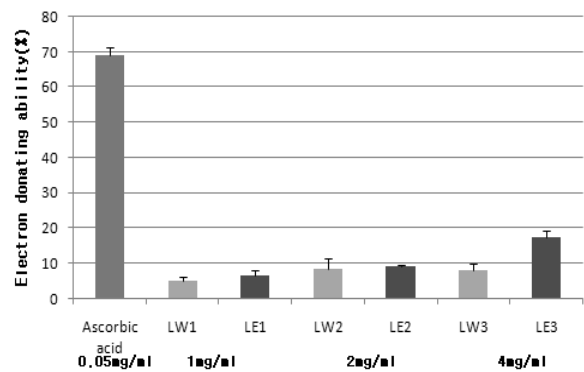


Fig. 2. Electron donating ability of the extract from *Lentinus edodes*

LW : Water extract of *Lentinus edodes*. LE : Etanol extract of *Lentinus edodes*.

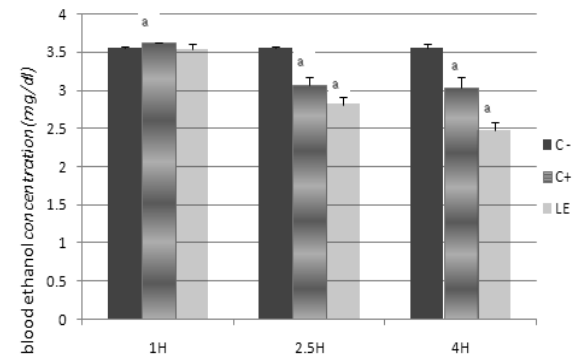


Fig. 3. Changes of blood ethanol concentration(mg/dl) in rats

C- : group administered normal saline. C+ : group administered hangover drink A. LE : group administered Etanol extract of *Lentinus edodes*. Blood ethanol concentration was decreased more rapidly in LE group. a : Significantly different from saline group at *p*<0.05

3) 혈중 에탄올 농도와 아세트알데히드 농도

에탄올을 경구 투여한 후 시간 경과에 따른 혈중 에탄올 농도 변화를 Fig. 3에서 나타내었다. 모든 군에서 에탄올 투여 1시간 후에 치사량에 가까운 높은 혈중 에탄올 농도를 나타내었고 2.5시간, 4시간 후에 통계적으로 유의미하게 감소하였다. 또한 표고버섯실험군이 시중에 유통되는 숙취해소음료를 사용한 양성대조군보다도 더 우수한 효과를 보이고 있었다. Fig. 4에서는 혈중 아세트알데히드 농도변화를 나타내었다. 식염수군에서는 1시간 부터 높은 아세트알데히드 농도가 4.5시간까지 별 변화없이 유지되었고 양성대조군과 표고버섯실험군은 혈중 아세트알데히드 농도가 서서히 올라가는 경향을 보였으나 통계적으로 의미는 없었다.

4) TBARS assay

Fig. 5에서 실험쥐의 간조직에서 활성산소(reactive oxygen species, ROS)에 의한 지질과산화의 최종산물인 malondialdehyde (MDA) 농도(μM)를 보이고 있다. 식염

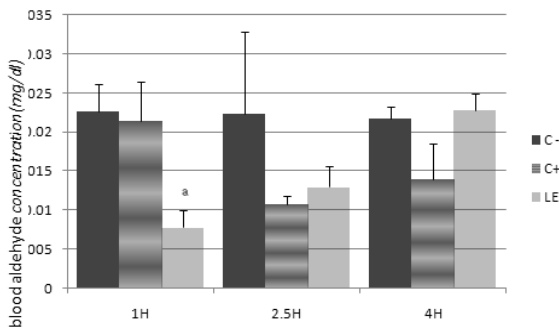


Fig. 4. Changes of blood acetaldehyde concentration(mg/dl) in rats

C- : group administered normal saline. C+ : group administered hangover drink A. LE : group administered Etanol extract of *Lentinus edodes*. a: Significantly different from saline group at  $p < 0.05$ .

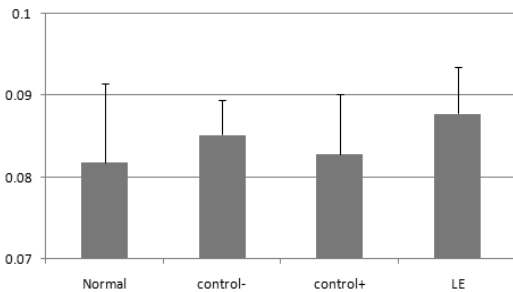


Fig. 5. Effect of *Lentinus edodes* on TBARS levels in liver

There is no statistical difference. C- : group administered normal saline. C+ : group administered hangover drink A. LE : group administered Etanol extract of *Lentinus edodes*.

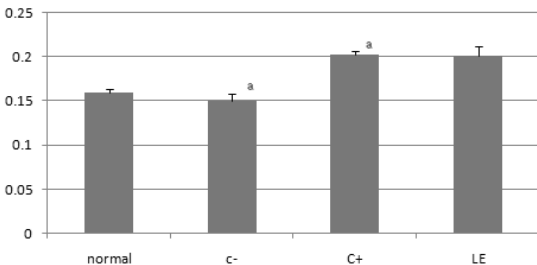


Fig. 6. Effect of *Lentinus edodes* on GSH levels in liver

C- : group administered normal saline. C+ : group administered hangover drink A. LE : group administered Etanol extract of *Lentinus edodes*. a : Significantly different from saline group at  $p < 0.05$ .

수군(C-), 숙취해소음료인 C투여군(C+), 표고알코올추출군(LE) 모두에서 무처치군(N)보다 높은 malondialdehyde (MDA) 농도를 보였으나 오차가 크고 통계적으로 의미가 없었다.

5) GSH assay

Fig. 6에서 실험쥐의 간조직에서의 강력한 항산화물질인 glutathion (GSH) 농도( $\mu\text{M}$ )를 보이고 있다. 양성대조군(C+)에서 무처치군(N)이나 식염수군(C-)군 보다 높은 GSH 농도( $0.203 \mu\text{M}$ )를 보였다. 표고알코올추출군(LE)에

서도 양성대조군(C+)가 비슷한 정도의 GSH 농도( $0.201 \mu\text{M}$ )를 보였으나 통계적으로 의미가 없었다.

고찰

표고버섯(*Lentinus edodes*)은 담자균류 주름버섯목 느타리과 잣버섯속에 속하는 식용 버섯으로 봄에서 가을에 걸쳐 주로 참나무류 등 활엽수의 나무토막, 그루터기 위에 단생 또는 군생하는 목재 백색부후균이며 한국, 일본, 동남아시아, 뉴질랜드 등지에 분포되어 있다. 한약명으로는 香蕈(향심)이라고 하는데 우리 나라 중부이남에 많이 퍼져 있고 고성, 양덕, 창성, 전천지방에도 많다<sup>12)</sup>. 香蕈은 한의학적으로 맛은 달고 성질은 평한 것으로 인식하였으며 胃經 肝經으로 歸經한다고 보았다. 효능과 주치는 《日用本草》에서 “益氣하고 공복감을 느끼지 않게한다. 風을 치료하고 영긴 혈을 푼다”, 《醫林纂要》에서는 “痘毒을 치료한다”라고 되어 있다<sup>13)</sup>. 또한 표고버섯은 단백질, 지방, 단수화물,식이섬유,비타민과 미네랄이 매우 풍부한 공급원이며 항바이러스, 항곰팡이, 항독소, 면역활성을 통한 항암작용, 고지혈증을 낮추는 작용, 항응고작용이 있는 것으로 알려져 왔다<sup>14,15)</sup>. 항균효과에서는 표고버섯의 물 및 에탄올 추출물에서 E.coli를 포함한 여러 병원균에 대한 항균효과를 여지(disc) 방법을 이용하여 확인하였으며 열내성 및 pH 안정성도 있다고 보고되고 있다. 그리고 체내의 보체계 활성화 및 macrophage의 활성화, interferone 생성의 촉진 등과 같은 면역기능에도 작용한다. 표고버섯의 다당체 성분인  $\beta$ -1,3 glucan (lentinanR)은 항암주사약제로 이용되고 있다.

알코올 섭취는 인체 기능의 효율적인 수행능력을 저하시키는 여러 가지 독성효과를 나타낸다. 이러한 영향은 에탄올 자체에 의한 영향, 에탄올의 산화과정에서 생성되는 아세트알데히드의 영향 등으로 구분될 수 있는데, 세부적인 영향을 살펴보면 미토콘드리아의 대사기능 저하, 지질대사의 억제, 신경자극의 불규칙한 현상조래, 대사성 산성화 현상조래 등을 들 수 있다<sup>16)</sup>.

식물성 페놀화합물들은 식물계에 널리 분포되어 있는 2차 대사산물로서 수산기를 통한 수소공여와 페놀고리의 공명 안정화로 프리라디칼을 소거하며, 지질의 산화를 억제하는 가장 대표적인 항산화물질로 보고되고 있다<sup>17)</sup>. Lo와 Cheung은 버섯 균사체 및 자실체에서 추출된 주항산화성분이 페놀성 화합물이며 Mau 등도 망태버섯의 주항산화성분이 페놀성 화합물이라고 보고하였다<sup>18,19)</sup>. 본 실험에서 표고버섯의 열수추출물(LW)과 에탄올 추출물(LE)에서 총페놀성 화합물의 함량을 분석한 결과, 1,000  $\mu\text{g/ml}$ 에서 에탄올 추출물은 7.58, 물추출물은 4.18의 폴리페놀함량을 보이는 등 평균적으로 에탄올 추출물이 열수추출물보다 평균 77% 정도의 더 많은 총페놀성 화합물 함량을 보이므로 에탄올 추출물이 열수추출물보다 더 우수한 항산화활성을 가질 것으로 예상할 수 있다. 그러므로 DPPH

radical을 이용한 항산화능력 실험에서도 에탄올 추출물이 열수추출물보다 평균 57% 정도의 더 우수한 전자공여능을 보였다. 특히 에탄올 추출물에서 4 mg/ml의 농도에서 0.05 mg/ml의 ascorbic acid의 25%에 해당하는 전자공여능을 보였다.

이상의 결과를 바탕으로 표고버섯 70% 에탄올 추출물이 숙취해소에 대한 효과를 확인하고자 숙취해소에 대한 객관적인 평가 방법으로 사용되는 혈중 에탄올 및 아세트알데히드 농도측정을 우선적으로 실시하였다.

혈중 에탄올 및 아세트알데히드 농도 변화를 측정하기 위해 쥐에 에탄올을 경구투여하기 30분 전에 에탄올추출물을 경구 투여하였다. 그리고 에탄올을 경구 투여한 후 채혈을 하여 같은 양의 식염수와 숙취해소음료를 투여한 군과 비교하였다. 모든 군에서 에탄올 투여 1시간 후에 치사량에 가까운 높은 혈중 에탄올 농도를 나타내었고 2.5시간, 4시간 후에 통계적으로 유의미하게 감소하였다. 또한 표고버섯실험군이 숙취해소음료를 사용한 양성대조군보다도 더 우수한 효과를 보이고 있다. 아세트알데히드 농도를 살펴보면 식염수군에서는 1시간부터 4.5시간까지 높은 농도로 유지되었고 양성대조군과 표고버섯실험군은 혈중 아세트알데히드 농도가 서서히 올라가는 경향을 보였으나 통계적으로 의미는 없었다. 이와 같은 결과를 통해서 체내로 흡수된 에탄올과 에탄올의 대사과정에서 생긴 아세트알데히드를 제거하는 데 효과적임을 알 수 있고, 그로 인해 알코올 섭취 후 나타나는 숙취증상을 완화시킬 수 있을 것이라고 생각 할 수 있다.

또한 표고버섯이 알코올에 의한 간손상에 대한 항산화보호기능을 살펴보기 위하여 간조직에서의 malondialdehyde (MDA)와 glutathione (GSH)의 변화를 살펴보았다. 과산화지질은 oxygen radicals에 의한 불포화지방산에서 일어나는 산화반응이며 oxygen radicals의 직접적인 작용보다는 철 이온 존재하에 superoxide와 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>의 상호작용에 의해 형성되는 OH·에 의해간접적으로 일어나며, 이의 주된 손상장소가 DNA나 세포막이다. 이와 같은 지질의 과산화는 여러 가지 독물에 의한 간 손상으로 이어지는 기전으로 인정되어진다<sup>20)</sup>. Glutathione은 산화적인 손상으로 부터 적혈구를 보호한다. 그것은 disulfide bond에 의해서 연결된 두 개의 tripeptide에 의해서 환원된 형태(GSH)와 산화된 형태(GSSG) 사이를 순환한다. GSSG는 전자 근원과 같은 NADPH를 사용하는 flavoprotein인 glutathione reductase에 의해서 GSH로 환원된다. Glutathione은 호기적 생명체에서 해로운 부산물인 hydrogen peroxide와 organic peroxide와 함께 반응함으로써 해독작용에서 중요한 역할을 수행한다<sup>21)</sup>.

표고버섯이 알코올에 의한 간조직의 malondialdehyde (MDA) 농도(μM)의 변화에 대한 영향을 살펴보면 식염수군(-), 숙취해소음료인 C투여군(+), 표고알코올추출군(LE) 모두에서 무처치군(N)보다 높은 malondialdehyde (MDA) 농도를 보였으나 오차가 크고 통계적으로 의미가 없었다. 또한 glutathion(GSH) 농도(μM)의 변화를 살펴

보면 양성대조군(C+)에서 무처치군(N)이나 식염수군(-)군보다 높은 GSH 농도(0.203 μM)를 보였다. 표고알코올추출군(LE)에서도 양성대조군(C+)가 비슷한 정도의 GSH 농도(0.201 μM)를 보였다. 알코올에 의한 간조직의 손상에 있어 활성산소와의 관계에 대한 더 많은 연구가 필요할 것으로 보인다.

## 결론

본 연구는 표고버섯 추출물의 항산화능력과 숙취해소 효과를 연구한 것으로, 표고버섯 알코올추출물이 열수추출물보다 더 높은 페놀함량과 전자공여능을 보였다. 또한 표고버섯 알코올추출물은 혈중에탄올농도를 무처치군에 비해 빨리 저하시켰다. 결과적으로 표고버섯은 숙취에 있어 효과적으로 이용될 수 있을 것으로 사료된다.

## 참고문헌

- 오세인, 이미숙. 표고버섯 에탄올 추출물의 산화적 스트레스 억제 효과와 항돌연변이 효과. 한국식품영양학회지. 2007 ; 20(4) : 341-8.
- 김용두, 김경제, 조덕봉. 표고버섯 추출물의 항균활성. 한국식품저장유통학회지. 2003 ; 10(1) : 89-93.
- 露木英男. 표고버섯의 지질에 관한 연구. 韓國營養食糧學會誌. 1985 ; 14(4) : 419-27.
- 마상조. 건조표고버섯의 각종 용매추출물의 항산화작용의 효과. Korean J Food SCI Technol. 1983 ; 15(2). 150-4.
- 김하원, 민흥기, 강창률, 김병욱. 골목에 따른 표고버섯의 성분 비교. 한국균학회지. 1980 ; 8권(1) : 21-3.
- 최미연, 정수자, 임상선. 표고버섯 열수 추출물이 발암원을 급여한 흰쥐의 간 기능 관련 효소활성에 미치는 영향. Korean J Food & Nutr. 1998 ; 11(1) : 114-22.
- 박선민, 강박광, 정태호. Mildronate가 혈청 알코올 농도와 숙취에 미치는 영향. 한국식품영양과학회지. 1998 ; 27(1) : 168-74.
- Lieber CS. Alcohol and the liver: Update. Gastroenterology. 1994 ; 106 : 1085-90.
- 김초일. 숙취의 원인과 결과. 식품산업과 영양. 1999 ; 4(1) : 26-30.
- Gutfinger T. Polyphenols in olive oils. J Am Oil Chem Soc. 1981 ; 58 : 966-8.
- MS Blois. Antioxidant determination by the use of a stable free radical. Nature. 1958 ; 26 : 1199.
- 한의학대사전편찬위원회. 한의학대사전. 정담. 2001 ; 1712.
- 이경순. 중약대사전. 정담. 1999 ; 4758-59.
- Hatvani N & Mecs I. Production of laccase and

- manganese peroxidase by *Lentinus edodes* on malt-containing by-product of the brewing process. *Process Biochemistry*. 2001 ; 37 : 491-6.
15. Watanabe A, Yamaguchi S, Urabe K, & Asada Y. Occurrence of a unique amino acid racemase in a basidiomycetous mushroom, *Lentinus edodes*. *Journal of Molecular Catalysis B. Enzymatic*. 2003 ; 23 : 379-87.
  16. 김기진. 감식초 함유 음료 섭취가 알콜분해 및 생리적 기능회복에 미치는 영향. *운동과학*. 1999 ; 8(3) : 495-505.
  17. Shahi F, Wanasundara PK. Phenolic antioxidant. *Crit Rev Food Sci*. 1992 ; 32 : 67-103.
  18. Lo KM, Cheung PCK. Antioxidant activity of extracts from the fruiting bodies of *Agrocybe aegerita* var. *alba*. *Food Chem*. 2005 ; 89 : 533-9.
  19. Mau JL, Lin HC, Song SF. Antioxidant properties of several specialty mushrooms. *Food Res Int*. 2002 ; 35 : 519-26.
  20. 남천석, 강금석, 하배진. CCl<sub>4</sub>로 유도된 간 기능장애에 대한 갈파래 푸코이단 추출물의 보호효과. *한국생물공학회지*. 2007 ; 22(2) : 73-7.
  21. Rosen DR et al. Mutations with familial amyotrophic lateral sclerosis. *Nature*. 1993 ; 362 : 59-62.