

## 표고버섯(*Lentinus edodes*) 용매 추출물의 항산화 활성 및 항균 효과

한소라 · 김미진 · 오태진

선문대학교 제약공학과

### Antioxidant Activities and Antimicrobial Effects of Solvent Extracts from *Lentinus edodes*

So-Ra Han, Mi-Jin Kim, and Tae-Jin Oh

Department of Pharmaceutical Engineering, SunMoon University

**ABSTRACT** The aim of this study was to investigate the antioxidant and antimicrobial activities of various solvent (acetone, ethyl acetate, and ethanol) extracts from *Lentinus edodes*. The antioxidant activities were evaluated by measuring total polyphenol and flavonoid contents, 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) radical scavenging activity, and 2,2'-azino-bis(3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid) (ABTS) radical scavenging activity. Total polyphenol content and ABTS radical scavenging activity were highest in ethanol extract. ABTS radical scavenging activity of ethanol extract showed the highest value (98.5%), which was similar to that of ascorbic acid (95.7%). The ethyl acetate extract from *Lentinus edodes* showed relatively high total flavonoid content and DPPH radical scavenging activity. Negative correlations were found between total polyphenol contents and DPPH radical scavenging activities in *Lentinus edodes* extracts. Antimicrobial activities of the extracts were determined against *Bacillus subtilis*, *Staphylococcus aureus*, *Micrococcus luteus*, *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, and *Enterobacter cloacae* by the disc diffusion method. The acetone and ethanol extracts showed moderate antimicrobial activities against almost all tested microorganisms except *E. coli* and *S. aureus*, respectively. The ethyl acetate extract showed a significant growth inhibition effect against *E. coli*, *Ent. cloacae*, and *B. subtilis*.

**Key words:** ABTS, antimicrobial effect, antioxidant activity, DPPH, *Lentinus edodes*

## 서 론

생활수준의 향상으로 현대사회에서는 건강증진과 노화억제에 관심이 높아지면서 식품으로 섭취 가능한 항균, 항산화, 항암 효과를 지닌 천연물에 관한 활발한 연구를 진행하고 있다(1-3). 일반적으로 버섯은 맛과 향이 독특하고 아미노산, 단백질, 지질, 무기질 및 비타민 등의 영양소가 풍부한 저열량 식품으로 이들 버섯의 자실체와 균사체에서 항암작용, 면역 증강작용 및 성인병 예방 등의 효과가 밝혀짐에 따라 기능성 건강식품으로 이용되고 있으며, 의약품 소재로도 주목받고 있다(4,5).

식용버섯으로 많이 알려진 표고버섯은 참나무, 밤나무, 서어나무 등 활엽수의 고목에서 발생하며, 담자균류 주름버섯목 느타리과 갓버섯 속에 속한다. 한국, 일본, 중국 등 동남아시아 지역에서 주로 재배되며, 특유의 향과 다양한 약리작용을 가지고 있어 예로부터 송이 및 능이 버섯과 더불어 3대 주요 식용버섯으로 알려져 있다. 이와 같이 표고버섯은

식용 및 약용으로 널리 이용되었던 천연물로서 성인병 예방, 암세포 증식 억제, 고혈압, 당뇨병 등에 효능이 있는 것으로 보고되어 있다(5-7). 표고버섯은 면역기능을 높여 항암 효과를 나타내는 lentinan( $\beta$ -1,3-*D*-glucan), 혈액 중 콜레스테롤을 제거하여 고혈압, 동맥경화 등 성인병 예방 효과를 나타내는 eritadenine, 그리고 체내에서 비타민 D로 생성되어 칼슘의 흡수를 높여 주는 ergosterin 등을 포함한다고 보고되었다(8-11). 표고버섯의 항산화 활성에 관한 연구는 열수 추출물과 에탄올 추출물을 이용해 총 폴리페놀 함량과 전자공여능 관련 항산화 활성을 비교하여 에탄올이 표고버섯의 추출용매로 적합하다고 보고되었으며(12), 메탄올 추출물에서 총 폴리페놀, 플라보노이드 함량 및 전자공여능 등을 이용한 항산화 활성 등이 일부 보고되었다(13). 용매 추출에 따른 활성 비교뿐만 아니라 표고버섯의 건조 방법에 따라서도 추출물의 총 폴리페놀 함량과 전자공여능 등을 조사하여 그들의 항산화 활성을 비교하였다(14). 또한 표고버섯의 항균 활성에 관한 연구로는 에탄올 추출물이 열수 추출물보다 그람 양성 및 그람 음성균에 대한 높은 항균 활성을 나타내는 것으로 보고되었다(15). 이와 같이 표고버섯의 항산화 및 항균 활성에 대한 연구는 일부 보고되었으나 다양한 유기용매 추출물에서의 다재내성 관련 항균 및 항산화 활성

Received 22 April 2015; Accepted 2 July 2015

Corresponding author: Tae-Jin Oh, Department of Pharmaceutical Engineering, SunMoon University, Asan, Chungnam 31460, Korea  
E-mail: tjoh3782@sunmoon.ac.kr, Phone: +82-41-530-2677

보고는 아직까지 수행되지 못한 실정이다. 따라서 본 연구에서는 아세톤, 에탄올, 에틸아세테이트 등을 이용한 표고버섯 추출물에 대하여 총 폴리페놀, 플라보노이드 함량, DPPH 라디칼 소거능 및 ABTS 라디칼 소거능 등의 항산화 활성 그리고 그람 양성균에 대한 항균 활성을 측정하여 보고하고자 한다.

## 재료 및 방법

### 실험 재료 및 추출물 제조

실험에 사용된 식용 표고버섯은 충남 홍성군에 위치한 왕지마을 표고농장에서 2014년 10월에 구입한 후 자연 건조하고 분쇄하여 사용하였다. 사용된 모든 용매와 시약은 Sigma-Aldrich Co.(St. Louis, MO, USA)에서 구입하였다. 분쇄한 표고버섯 가루 50 g에 acetone, ethyl acetate 그리고 ethanol을 각각 400 mL씩 넣고 72시간 동안 교반하여 추출하였으며, 이를 여과하고 rotary evaporator(EYELA A-1000S, Tokyo Rikakikai Co., Tokyo, Japan)로 감압 농축하였다. 각 농축물을 dimethyl sulfoxide(Sigma-Aldrich Co.) 5 mL에 녹여 최소 농도를 갖는 ethyl acetate 추출물의 농도인 98 mg/mL에 일정하게 맞춘 후 -20°C에서 보관하면서 실험에 사용하였다.

### 총 폴리페놀 함량 측정

표고버섯의 용매 추출물이 포함하고 있는 폴리페놀의 함량을 조사하기 위해 Folin-Denis의 방법을 일부 변형하여 측정하였다(16). 표고버섯 추출물 45  $\mu$ L와 1 N Folin-Ciocalteu reagent(Sigma-Aldrich Co.) 45  $\mu$ L를 혼합하여 상온에서 3분간 정치시킨 후, 2%  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  910  $\mu$ L를 첨가하였다. 혼합액을 상온에서 30분간 방치하여 반응시킨 후 760 nm에서 흡광도(MECASYS, Daejeon, Korea)를 측정하였다. 표준물질로 gallic acid를 이용한 검량선을 작성하여 총 폴리페놀 함량을 mg gallic acid equivalent(GAE)/g extract로 표시하였다. 각 3회 반복실험을 실시하여 평균값을 구하였다.

### 총 플라보노이드 함량 측정

표고버섯으로부터 얻은 모든 용매 추출물의 플라보노이드 함량을 조사하기 위해 Lee 등(11)의 방법을 일부 변경하여 측정하였다. 표고버섯 추출물과 2%  $\text{AlCl}_3$ 을 각각 500  $\mu$ L씩 혼합하여 상온에서 1시간 동안 반응시킨 후 420 nm에서 흡광도를 측정하였다. 표준물질로 quercetin을 사용하여 작성한 표준 검량선으로부터 총 플라보노이드 함량을 mg quercetin equivalent(QE)/g extract로 나타내었다. 각 3회 반복실험을 실시하여 평균값을 구하였다.

### DPPH 라디칼 소거능 측정

2,2-Diphenyl-1-picrylhydrazyl(DPPH, Sigma-Aldrich

Co.)로 시료의 라디칼 소거 활성을 측정하는 Blois(17)의 방법을 활용하여 표고버섯 추출물의 DPPH에 대한 환원력인 전자공여능을 측정하였다. 표고버섯 추출물 30  $\mu$ L에 0.1 mM DPPH 용액 970  $\mu$ L를 첨가하여 1 mL가 되도록 혼합하였다. 이 반응액을 암소에서 30분간 방치한 후 517 nm에서 흡광도를 측정하였다. 전자공여능은 표고버섯 추출물의 첨가구과 무첨가구의 흡광도 차이를 백분율로 나타내었다. 각 3회 반복실험을 실시하여 평균값을 구하였으며, 1 mM ascorbic acid를 대조구로 사용하였다.

$$\text{전자공여능(\%)} = \left(1 - \frac{\text{시료 첨가구의 흡광도}}{\text{무첨가구의 흡광도}}\right) \times 100$$

### ABTS 라디칼 소거능 측정

2,2'-Azino-bis(3-ethylbenzothiazoline-6-sulphonic acid)(ABTS, Sigma-Aldrich Co.) 라디칼 소거능 측정은 Re 등(18)의 방법을 일부 변형하여 측정하였다. 7.4 mM ABTS와 2.6 mM potassium persulfate를 혼합한 후 암소에서 24시간 정도 방치하여 ABTS 용액을 준비한다. 표고버섯 추출물 30  $\mu$ L와 ABTS 용액 970  $\mu$ L를 혼합한 후 암소에서 30분 방치하여 734 nm에서 흡광도를 측정하였다. 3회 반복실험을 실시하여 평균값을 구하였으며 1 mM ascorbic acid를 대조구로 사용하였다. ABTS의 계산법은 다음과 같다.

$$\text{ABTS 라디칼 소거 활성(\%)} = \left(1 - \frac{\text{시료 첨가구의 흡광도}}{\text{무첨가구의 흡광도}}\right) \times 100$$

### 항균 활성 측정

표고버섯 추출물의 항균 활성 측정에 사용한 균주는 그람 양성균인 *Bacillus subtilis*(KCTC1918), *Staphylococcus aureus*(KCTC1928), *Micrococcus luteus*(KCTC1915) 그리고 그람 음성균인 *Escherichia coli*(KCTC2441), *Pseudomonas aeruginosa*(KCTC1637), *Enterobacter cloacae*(KCTC1685) 등이며, 모두 미생물자원센터(Korean Collection for Type Cultures, KCTC, Daejeon, Korea)에서 분양받아 사용하였다. 분양받은 각 균주에 대한 표고버섯 추출물의 항균 활성은 disc diffusion method(19)로 측정하였다. 각 시험 균주는 LB 액체배지에 접종하여 37°C에서 24시간 배양한 후 흡광도를 0.1로 조절하고 LB 평판배지에 면봉으로 도말하였다. 표고버섯 추출물 30  $\mu$ L를 흡수·건조시킨 paper disc( $\phi$  6 mm, Whatman AA discs, Whatman International, St. Louis, MO, USA)를 도말한 평판배지 위에 밀착시키고 37°C incubator에서 24시간 배양한 다음, disc의 주위에 생성된 clear zone의 크기를 측정하여 항균 활성을 비교하였다.

### 통계처리

모든 실험은 3회 반복 실시하여 평균±표준편차로 나타내었으며, 자료의 통계분석은 PASW Statistics 18.0(SPSS

Inc., Chicago, IL, USA)을 이용하여 ANOVA test와 Duncan's multiple range test 등으로  $P < 0.05$  수준에서 유의성을 검증하였다.

## 결과 및 고찰

### 총 폴리페놀 및 플라보노이드 함량

폴리페놀은 식물계에 널리 분포되어 있는 2차 대사산물로서 분자 내 -OH기를 가지고 있기 때문에 전자를 공여할 수 있어 활성산소에 의한 산화를 억제하는 항산화 작용뿐만 아니라 항암 및 항균 작용 등 다양한 생리활성이 알려져 있다(20,21). 용매에 따른 표고버섯 추출물의 총 폴리페놀 함량 측정 결과는 Table 1과 같다. 폴리페놀 함량은 ethanol 추출물에서 2.12 mg GAE/g extract로 가장 높았으며, acetone 추출물과 ethyl acetate 추출물에서 각각 1.81 mg GAE/g extract, 1.53 mg GAE/g extract의 함량을 나타내었다. 이 같은 결과는 유의적 차이는 없었으나 Cheung 등(22)에 의해 보고된 바와 같이 극성 용매를 이용한 표고버섯 추출물에서 더 많은 폴리페놀 성분이 함유되어 있음을 보여주는 유사한 결과이다. 또한 Qi 등(13)의 연구에서 표고버섯의 methanol 추출물에 대한 폴리페놀 함량이 10.0 mg RE/g 인 것과 달리 본 연구에서는 ethanol, acetone, ethyl acetate 등 모든 용매 추출물에서 다소 낮은 폴리페놀 함량을 확인할 수 있었다.

폴리페놀 화합물의 일종인 플라보노이드 함량은 Table 1에 나타내었다. Ethyl acetate 추출물에서 1.18 mg QE/g extract, acetone 추출물과 ethanol 추출물에서는 각각 1.08 mg QE/g extract, 0.35 mg QE/g extract를 확인할 수 있었다. 이러한 연구의 결과는 Qi 등(13)이 보고한 표고버섯의 methanol 추출물에 대한 플라보노이드 함량이 0.01 mg RE/g이라는 보고에 비해 전체적으로 높은 플라보노이드 함량을 3종류의 모든 용매 추출물에서 확인한 의미 있는 결과이다. 그리고 플라보노이드가 폴리페놀류에 속하는 한 종류이기 때문에 당연히 폴리페놀 함량에 비해 플라보노이드 함량이 약간 낮게 나타난 것으로 생각된다. 또한

**Table 1.** Total polyphenol and flavonoid contents of extracts from *Lentinus edodes*

	Total polyphenol (mg GAE/g extract) <sup>1)</sup>	Total flavonoid (mg QE/g extract) <sup>2)</sup>
Acetone	1.81±0.49 <sup>a3)</sup>	1.08±0.02 <sup>a</sup>
Ethyl acetate	1.53±0.30 <sup>a</sup>	1.18±0.00 <sup>a</sup>
Ethanol	2.12±0.79 <sup>a</sup>	0.35±0.05 <sup>b</sup>

<sup>1)</sup>Values are expressed as mg gallic acid equivalent (GAE) per g of extract.

<sup>2)</sup>Values are expressed as mg quercetin equivalent (QE) per g of extract.

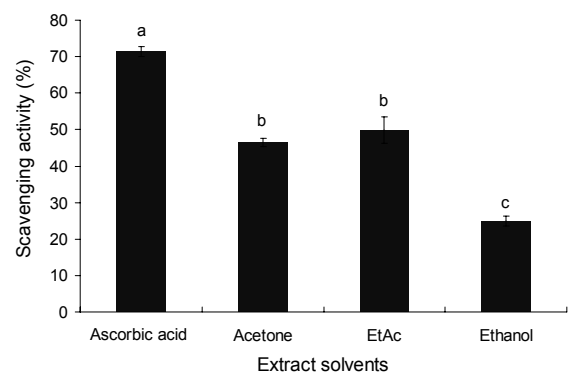
<sup>3)</sup>The results represent mean±SD of values obtained from three independent experiments

Mean with different letters (a,b) within a column are significantly different by Duncan's multiple range test ( $P < 0.05$ ).

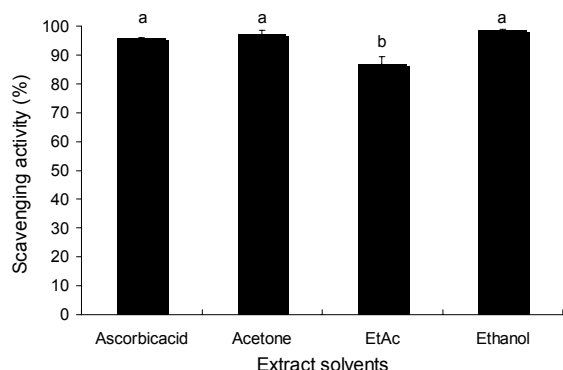
표고버섯의 경우 비플라보노이드 계열의 폴리페놀이 더 많은 양으로 존재하고 주요 폴리페놀이 페놀산이라는 보고처럼(23) 본 연구에서도 폴리페놀 함량에 비해 플라보노이드 함량이 낮게 조사된 것으로 미루어 보아 표고버섯에 함유된 폴리페놀류가 플라보노이드보다 페놀산이 주요 성분일 것으로 사료된다.

### DPPH 라디칼 소거 활성

DPPH 라디칼은 추출물의 항산화 물질의 라디칼과 반응하여 짙은 보라색이 탈색되어 흡광도가 감소되는 원리를 이용하여 표고버섯 추출물의 전자공여능을 측정하였다(24, 25). 여러 용매를 이용한 표고버섯 추출물의 DPPH 라디칼 소거능 측정 결과는 Fig. 1과 같다. DPPH 라디칼 소거능은 ethyl acetate 추출물에서 49.9%로 가장 높게 나타났고, acetone과 ethanol에서 각각 46.5%, 25.0%로 확인되었다. 대조구로 사용된 ascorbic acid의 71.3%보다는 전체적으로 낮은 소거 활성을 보이지만 methanol 추출물의 라디칼 소거능이 500 µg/mL에서 9%라고 보고한 Qi 등(13)의 결과와 비교하면 상당히 높은 전자공여 작용을 확인할 수 있었다. 또한 Kang 등(26)의 보고에 따르면 폴리페놀 함량이 많을수록 DPPH 라디칼 소거능은 증가한다고 하였으나 이와 달리 본 연구 결과에서는 DPPH 라디칼 소거능과 폴리페놀 함량은 음의 상관관계를 나타내었으며( $r = -0.93$ ), 이와 대조적으로 DPPH 라디칼 소거능과 플라보노이드 함량의 관련성에서는 0.95의 양의 상관관계를 보였다. 결과적으로 표고버섯의 경우 폴리페놀 화합물 중 플라보노이드 함량이 증가할수록 높은 DPPH 라디칼 소거능을 보이는 본 연구의 결과에서도 알 수 있듯이 플라보노이드 화합물이 DPPH 라디칼 소거 활성에서 중요한 역할을 담당하고 있는 것으로 생각되며, 또한 항산화 활성은 phenolics, peptides, organic acids 및 다른 항산화 물질의 복합적인 활성이라고 보고된 바와 같이(27-29) 표고버섯 추출물은 용매에 따라



**Fig. 1.** DPPH free radical scavenging activity of extracts from *Lentinus edodes*. The results represent mean±SD of values obtained from three independent experiments. Ascorbic acid (1 mM) was used as positive control. EtAc: ethyl acetate. Means with different letters (a-c) on the bars are significantly different by Duncan's multiple range test ( $P < 0.05$ ).



**Fig. 2.** ABTS activity of extracts from *Lentinus edodes*. The results represent mean±SD of values obtained from three independent experiments. Ascorbic acid (1 mM) was used as positive control. EtAc: ethyl acetate. Means with different letters (a,b) on the bars are significantly different by Duncan's multiple range test ( $P<0.05$ ).

페놀성 화합물 외에 함유된 다른 항산화 물질의 추출 정도가 다르게 나타나는 것으로 사료된다.

#### ABTS 라디칼 소거 활성

ABTS 라디칼 소거능은 ABTS와 potassium persulfate의 반응으로 생성되는 ABTS<sup>+</sup> free 라디칼이 추출물 내의 항산화 물질에 의해 제거되어 라디칼의 짙은 청록색이 무색으로 탈색되는 원리를 이용한 항산화 활성 측정법이다(18). Fig. 2는 용매에 따른 표고버섯 추출물의 ABTS 라디칼 소거능 측정 결과로 ethanol 추출물에서 98.5%, acetone 추출물에서 97.2%의 소거 활성을 보여 대조군으로 사용된 ascorbic acid의 95.7%보다 전체적으로 높은 라디칼 소거능을 확인하였다. Hong 등(30)의 보고에 의한 표고버섯의 80% methanol 추출물(10 mg/mL)에서 70.2%의 ABTS 라디칼 소거 활성 결과와 비교하면 본 연구에서 수행된 모든 ethanol, acetone 및 ethyl acetate 용매 추출물에서 상당히 높은 활성을 확인할 수 있었다. 알려진 바와 같이 반응속도가 빠른 ABTS 라디칼 소거 활성은 극성 및 비극성 물질 모두와 반응하여 소거될 뿐만 아니라 일부 항산화 물질들과 잘 반응하여 DPPH 라디칼 소거 활성보다 높은 활성을 보인다는 보고와 같이(31), 본 연구 결과에서도 DPPH 라디칼보다 ABTS 라디칼에서 더 높은 소거 활성을 확인할 수 있었다. ABTS 라디칼 소거 활성은 플라보노이드 함량 및 DPPH 라디칼 소거 활성에서 음의 상관관계(각각  $r=-0.66$ ,  $r=-0.68$ )를 나타낸 반면, ABTS 라디칼 소거 활성과 폴리페놀 함량은 0.90의 양의 상관관계를 나타내었다. 이러한 결과는 Jin(32)이 보고한 바와 같이 DPPH와 ABTS의 라디칼 종류가 다르고, 위에서 언급한 여러 항산화 물질이 2종류의 라디칼에 결합하는 정도가 다르기 때문에 DPPH와 ABTS의 라디칼 소거능에서 차이가 발생하는 것으로 사료된다. 또한 총 폴리페놀 함량이 표고버섯의 ABTS 라디칼 소거 활성에 좀 더 유의적인 영향을 제공했을 것으로 해석된다.

#### 표고버섯의 다제내성 균주에 대한 항균 활성

표고버섯의 추출물이 다제내성 미생물에 대해 가지는 항균력을 비교하기 위해 paper disc diffusion법을 이용하여 3종의 그람 양성균 *B. subtilis*, *S. aureus*, *M. luteus*와 3종의 그람 음성균 *E. coli*, *P. aeruginosa*, *Ent. cloacae*에 대한 표고버섯 추출물의 항균 활성 측정 결과를 Table 2에 나타내었다. 표고버섯 추출물(2.98 mg/disc)의 항균 활성은 ethyl acetate 추출물의 경우 *E. coli*(9 mm), *Ent. cloacae* (9 mm), *S. aureus*(10 mm) 및 *B. subtilis*(11 mm)에 강한 활성을 보였으며 *P. aeruginosa*(8 mm)와 *M. luteus*(8 mm)에 다소 약한 활성을 확인하였다. 표고버섯 acetone 추출물의 경우 *E. coli*를 제외한 *P. aeruginosa*(8 mm), *M. luteus* (8 mm), *Ent. cloacae*(7 mm), *S. aureus*(7 mm) 및 *B. subtilis*(7 mm)에 다소 약한 활성을 보였으며, ethanol 추출물의 경우에도 *S. aureus*를 제외한 나머지 5종, *P. aeruginosa*(7 mm), *E. coli*(7 mm), *M. luteus*(8 mm), *Ent. cloacae* (8 mm) 및 *B. subtilis*(7 mm)에 대하여 전체적으로 약한 항균 활성을 나타내었다. 결과적으로 표고버섯의 ethyl acetate 추출물은 6균주 모두에 대해 전체적으로 좋은 항균 활성을 보였으며, 그중에서도 *B. subtilis*의 경우 가장 큰 항균 활성(+++, 11 mm)을 나타내었다. *P. aeruginosa* 균의 경우 acetone 추출물, ethyl acetate 추출물 및 ethanol 추출물 모두 다소 약한 활성을 보였으며, *E. coli* 균에 대한 acetone 추출물을 제외한 나머지 모든 추출물에서는 항균 활성을 확인하였다. *M. luteus*, *Ent. cloacae* 및 *B. subtilis* 등의 균에서는 모든 추출물에서 활성을 보였으며, *S. aureus* 균에 대해서는 ethanol 추출물을 제외한 나머지 모든 추출물에서도 항균 활성을 나타내는 것으로 미루어 보아 전반적으로 표고버섯은 대부분의 항균 테스트 균주에 대해서 항균 효과를 가지고 있는 것으로 확인되었다.

표고버섯의 ethanol 추출물에서 항균 효과가 높다고 조사되어 ethanol이 표고버섯의 항균성 물질 추출용매로 적절하다는 보고가 있었으나(15), 본 연구에서 ethanol, acetone, ethyl acetate 추출물의 항균 효과를 비교한 결과 ethyl acetate의 항균 활성이 가장 높다는 것을 확인할 수 있었다. 이러한 결과는 다른 버섯에서도 보고되었는데, 먼저 Lee 등(33)은 구름버섯 균사체 배양액의 ethyl acetate 추출물이 *P. aeruginosa* CCARM2171과 *S. aureus* CCARM3230에

**Table 2.** Antimicrobial activity of extracts from *Lentinus edodes*

	Acetone	EtAc	Ethanol
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	+	+	+
<i>Escherichia coli</i>	-	++	+
<i>Micrococcus luteus</i>	+	+	+
<i>Enterobacter cloacae</i>	+	++	+
<i>Staphylococcus aureus</i>	+	++	-
<i>Bacillus subtilis</i>	+	+++	+

-, no inhibition (<6 mm); +, slight inhibition (6~8 mm); ++, moderate inhibition (~10 mm); +++, heavy inhibition (>10 mm). EtAc: ethyl acetate.

대해 높은 항균 활성을 나타내었다고 보고하였다. 또한 새송이버섯의 ethyl acetate 추출물이 *E. coli*와 *P. aeruginosa* 등에서 일부 항균 활성을 보였으며(34), 구름버섯, 상황버섯 및 노루궁뎅이버섯 등의 균사체로부터 얻어진 ethyl acetate 추출물에서도 *E. coli*와 *Salmonella* Typhimurium 등에서 높은 항균 활성이 보고되었다(35). 위에서 설명한 바와 같이 천연물의 항균 활성 검색에 있어 추출에 적합한 용매를 선정하는 것이 매우 중요한데, 표고버섯의 ethyl acetate 추출물이 다양한 균주에서 높은 항균 활성을 나타내는 본 연구의 결과처럼, 특히 표고버섯의 경우에는 ethanol보다 ethyl acetate가 항균 활성 물질 추출에 적합한 용매로 생각된다.

## 요 약

식용 표고버섯을 acetone, ethyl acetate 및 ethanol 등 여러 용매로 추출하여 각 추출용매에 따른 표고버섯 추출물의 항산화 및 항균 활성을 측정하였다. 추출물은 최소 농도인 98 mg/mL에 맞추어 모든 실험을 진행하였다. 표고버섯의 폴리페놀 함량은 유의적 차이는 보이지 않았으나 극성이 큰 ethanol 추출물이 acetone 추출물과 ethyl acetate 추출물보다 다소 높게 조사되었으며, ABTS 라디칼 소거능에서도 유사한 경향을 확인하였다. 반면에 플라보노이드 함량과 DPPH 라디칼 소거능은 ethyl acetate와 acetone 추출물이 ethanol 추출물보다 다소 높게 조사되었다. 폴리페놀과 플라보노이드 함량은 낮았지만 DPPH 라디칼 소거능에서 항산화 활성을 확인할 수 있었으며, 특히 ABTS 라디칼 소거능은 86.8~98.5%로 표준물질 항산화제인 ascorbic acid보다 좀 더 높은 항산화 활성을 확인하였다. 표고버섯의 다체내성 관련 항균 활성은 ethyl acetate 추출물이 6종의 다체내성 균주인 3종의 그람 양성균 *Bacillus subtilis*, *Staphylococcus aureus* 및 *Micrococcus luteus*와 3종의 그람 음성균 *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa* 및 *Enterobacter cloacae* 등 모두에서 항균 활성을 가지고 있는 것을 확인하였다. 특히 *B. subtilis*에 대하여 가장 높은 항균 활성을 보였으며, *P. aeruginosa*, *M. luteus*, *Ent. cloacae* 및 *B. subtilis*에서는 acetone, ethyl acetate 및 ethanol 추출물 모두에서 항균 활성을 확인할 수 있었다.

## 감사의 글

본 과제(결과물)는 교육과학기술부의 재원으로 지원을 받아 수행된 산학협력 선도대학(LINC) 육성사업의 연구 결과입니다.

## REFERENCES

1. Choi OK, Kim Y, Cho GS, Sung CK. 2002. Screening for antimicrobial activity from Korean plants. *Korean J Food & Nutr* 15: 300-306.
2. Valko M, Leibfritz D, Moncol J, Cronin MT, Mazur M, Telser J. 2007. Free radicals and antioxidants in normal physiological functions and human disease. *Int J Biochem Cell Biol* 39: 44-84.
3. Yim SB, Kim MO, Koo SJ. 1991. Determination of dietary fiber contents in mushrooms. *Korean J Soc Food Sci* 7: 69-76.
4. Chaovanalikit A, Wrolstad RE. 2004. Total anthocyanins and total phenolics of fresh and processed cherries and their antioxidant properties. *J Food Sci* 69: 67-72.
5. Park MH, Oh KY, Lee BW. 1998. Anti-cancer activity of *Lentinus edodes* and *Pleurotus ostreatus*. *Korean J Food Sci Technol* 30: 702-708.
6. Lee IS, Chae HJ, Moon H. 2008. Inhibitory effect of aqueous extracts from the fruit body of *Lentinus edodes* on rat intestinal mucosa  $\alpha$ -glucosidase activity and reducing the increase of blood glucose after Streptozotocin-induced diabetic rats. *J Exp Biomed Sci* 14: 63-68.
7. Mizuno T. 1999. The extraction and development of anti-tumor-active polysaccharides from medicinal mushrooms in Japan. *Int J Med Mushrooms* 1: 9-29.
8. Enman J, Rova U, Berglund KA. 2007. Quantification of the bioactive compound eritadenine in selected strains of shiitake mushroom (*Lentinus edodes*). *J Agric Food Chem* 55: 1177-1180.
9. Hatvani N. 2001. Antibacterial effect of the culture fluid of *Lentinus edodes* mycelium grown in submerged liquid culture. *Int J Antimicrob Agents* 17: 71-74.
10. Kim H, You J, Jo Y, Lee Y, Park I, Park J, Jung MA, Kim YS, Kim S. 2013. Inhibitory effects of *Lentinus edodes* and rice with *Lentinus edodes* mycelium on diabetes and obesity. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 42: 175-181.
11. Lee GD, Chang HG, Kim HK. 1997. Antioxidative and nitrite-scavenging activities of edible mushroom. *Korean J Food Sci Technol* 29: 432-436.
12. Kim CH, Jeong JG. 2009. Antioxidant activities and the effect of reducing serum alcohol concentration of *Lentinus edodes*. *Kor J Herbology* 24: 159-164.
13. 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.
14. Kim MJ, Chu WM, Park EJ. 2012. Antioxidant and antigenotoxic effects of shiitake mushrooms affected by different drying methods. *J Korean Soc Food Sci Nur* 41: 1041-1048.
15. Kim YD, Kim KJ, Cho DB. 2003. Antimicrobial activity of *Lentinus edodes* extract. *Korean J Food Preserv* 10: 89-93.
16. Folin O, Denis W. 1915. A colorimetric method for determination of phenols (and phenol derivatives) in urine. *J Biol Chem* 22: 305-308.
17. Blois MS. 1958. Antioxidant determinations by the use of a stable free radical. *Nature* 181: 1199-1200.
18. Re R, Pellegrini N, Proteggente A, Pannala A, Yang M, Rice-Evans C. 1999. Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free Radic Biol Med* 26: 1231-1237.
19. Piddock LJ. 1990. Techniques used for the determination of antimicrobial resistance and sensitivity in bacteria. *J Appl Bacteriol* 68: 307-318.
20. Di Carlo G, Mascolo N, Izzo AA, Capasso F. 1999. Flavonoids: old and new aspects of a class of natural therapeutic drugs. *Life Sci* 65: 337-353.

21. Jankun J, Selman SH, Swiercz R, Skrzypczak-Jankun E. 1997. Why drinking green tea could prevent cancer. *Nature* 387: 561.
22. Cheung LM, Cheung PCK, Ooi VEC. 2003. Antioxidant activity and total phenolics of edible mushroom extracts. *Food Chem* 81: 249-255.
23. Ferreira IC, Barros L, Abreu RM. 2009. Antioxidants in wild mushrooms. *Curr Med Chem* 16: 1543-1560.
24. Kim SM, Cho YS, Sung SK. 2001. The antioxidant ability and nitrite scavenging ability of plant extracts. *Korean J Food Sci Technol* 33: 626-632.
25. Que F, Mao L, Zhu C, Xie G. 2006. Antioxidant properties of Chinese yellow wine, its concentrate and volatiles. *LWT - Food Sci Technol* 39: 111-117.
26. Kang YH, Park YK, Lee GD. 1996. The nitrite scavenging and electron donating ability of phenolic compounds. *Korean J Food Sci Technol* 28: 232-239.
27. Choi CW, Kim SC, Hwang SS, Choi BK, Ahn HJ, Lee MY, Park SH, Kim SK. 2002. Antioxidant activity and free radical scavenging capacity between Korean medicinal plants and flavonoids by assay-guided comparison. *Plant Science* 163: 1161-1168.
28. Gallardo C, Jeiménz L, García-Conesa MT. 2006. Hydroxycinnamic acid composition and in vitro antioxidant activity of selected grain fractions. *Food Chem* 99: 455-463.
29. Vundać VB, Brantner AH, Plazibat M. 2007. Content of polyphenolic constituents and antioxidant activity of some *Stachys* taxa. *Food Chem* 104: 1277-1281.
30. Hong MH, Jin YJ, Pyo YH. 2012. Antioxidant properties and ubiquinone contents in different parts of several commercial mushrooms. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 41: 1235-1241.
31. Huang D, Ou B, Prior RL. 2005. The chemistry behind antioxidant capacity assays. *J Agric Food Chem* 53: 1841-1856.
32. Jin SY. 2011. Study on antioxidant activities of extracts from different parts of Korean and Iranian pomegranates. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 40: 1063-1072.
33. Lee JS, Kim T, Lee YH, Jin CM, Kim HG, Kim WJ, Oh DC, Park YI. 2006. Antimicrobial activity of the *Coriolus versicolor* liquid culture extracts against antibiotic resistant bacteria and purification of active substance. *Korean J Mycol* 34: 92-97.
34. Kim HJ, Ahn MS, Kim GH, Kang MH. 2006. Antioxidative and antimicrobial activities of *Pleurotus eryngii* extracts prepared from different aerial part. *Korean J Food Sci Technol* 38: 799-804.
35. Park JW, Kim T, Lim DJ, Lee HB, Joo YS, Park YI. 2004. Antibacterial activities of mushroom liquid culture extracts against livestock disease-causing bacteria and antibiotic resistant bacteria. *Korean J Mycol* 32: 145-147.