

느타리버섯류의 자실체 건조 방법 및 주정 추출 기간별 페놀성 성분 함량 및 생리활성 효능 비교

엽소진 · 박혜성 · 강석민 · 한재구 · 이강효 · 조재한*

농촌진흥청 국립원예특작과학원 인삼특작부 버섯과

Phenolic contents and physiological properties of *Pleurotus ostreatus* by drying method and 30% fermented ethanol extraction for different periods

So-Jin Yeob, Hye-Sung Park, Suk-Min Kang, Jae-Gu Han, Kang-Hyo Lee, and Jae-Han Cho*

Mushroom Research Division, NIHHS, RDA, Eumseong 369-873, Korea

ABSTRACT: The total polyphenol and physiological activities of *Pleurotus ostreatus* 30% fermented ethanol using different drying methods and extraction periods were investigated. Based on the observed polyphenol content and physiological activity, freeze-drying showed better results than hot air-drying method for *P. ostreatus* extracted with 30% fermented ethanol for more than 15 days. The total phenolic compound content of 'Gosol' following the freeze-drying method for 15 days showed the highest value of 0.49 ± 0.02 mg/mL. Freeze-drying with extraction for 30 days for ASI 2344 showed the highest antioxidant activity based on the DPPH radical scavenging rate of $35.50 \pm 3.29\%$. Freeze-drying 'Gosol' for 30 days resulted in the highest anti-inflammatory and nitrite scavenging activity of $48.40 \pm 3.38\%$. Our results showed that *P. ostreatus* is a functional food.

KEYWORDS: Antioxidant, Anti-inflammatory, Phenolic contents, *Pleurotus ostreatus*

서론

버섯은 영양 및 약용학적으로 가치 있는 인류의 식량자원이다. 그리고 항균성, 항산화성, 항암성, 항염성 등에 관여하는 물질을 포함한다(Jose *et al.*, 2002; Ofodile *et al.*, 2005; Ajith *et al.*, 2007; Palacios *et al.*, 2011). 버섯류 중 가장 인기 있고, 널리 재배되는 식용버섯은 느타리버섯으

로 느타리버섯은 분류학적으로 담자균문, 균심아강, 주름버섯목, 느타리과, 느타리버섯속에 속하는 백색부후균의 일종으로 전 세계에서 생산된다(Hilber, 1989; Boekhout, 1990). 우리나라에서도 느타리버섯은 가장 많이 재배되며 지금까지도 생산량이 증가하는 추세이다(Yoo *et al.*, 2005; 2014 특용작물생산 실적, 2015). 느타리버섯과 같은 항산화성이 풍부한 식량을 섭취하게 되면 몸속에서 자유라디칼이 유발시키는 산화적인 손상을 막을 수 있다. 자유라디칼의 홀-전자는 불안정하고 매우 반응성이 높은 특성을 가지고 있는데, 이는 산화적인 손상뿐 아니라 DNA의 파괴, 발암작용, 생체분자의 산화 그리고 노화를 일으키는 세포 성능저하를 유발한다(Willcox *et al.*, 2004; Valko *et al.*, 2006). 대표적인 항산화 물질인 페놀성 성분들은 버섯의 중요한 항산화 물질이고 이는 자유라디칼 제거인자이자 저해인자로 식물만 가진 성분이다(Michalak *et al.*, 2006). 또한, 페놀성 화합물은 항염성에도 관여하고 있는데, 항염을 나타내는 생체내의 여러 기작에서 중요한 역할을 한다(Elizabeth *et al.*; 2004).

이 연구의 주된 목적은 버섯류 중 소비도가 높고 널리

J. Mushrooms 2016 December, 14(4):215-219
<http://dx.doi.org/10.14480/JM.2016.14.4.215>
 Print ISSN 1738-0294, Online ISSN 2288-8853
 © The Korean Society of Mushroom Science

*Corresponding author

E-mail : limitcho@korea.kr

Tel : +82-43-871-5717, Fax : +82-43-871-5702

Received December 6, 2016

Revised December 8, 2016

Accepted December 16, 2016

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.

제배되는 느타리의 페놀성 성분의 함량측정과 함께 항산화, 항염의 효능을 살펴보려한다. 또 느타리의 올바른 섭취를 위한 느타리의 건조법(동결건조법, 열풍건조법)과 주정 추출법의 기간을 달리하여 추후 느타리버섯의 기능성 건강식품으로서의 가치를 구명하고자 한다.

재료 및 방법

공시균주

본 연구에 사용된 느타리버섯 공시균주는 충북 음성군에 위치한 농촌진흥청 국립원예특작과학원 버섯과에 보존되어 있는 ASI(Agricultural Sciences Institute)균주 중 수한(ASI 2504), 춘추2호(ASI 2344), '고솔' 등 3균주로 농촌진흥청 국립원예특작과학원 버섯과의 버섯병재배동에서 발생시킨 자실체를 사용하였다

시료 건조

버섯자실체를 동결건조, 열풍건조의 두 가지 방법으로 하였다. 동결건조법의 경우, 시료를 냉동한 후 동결건조기기로 48시간 건조하였고, 열풍건조법의 경우, 시료를 60°C에서 24시간 건조하였다.

추출물 제조

동결건조 및 열풍건조법으로 건조된 시료는 분쇄한 후 건조 시료의 20배(v/w)의 30% 발효주정을 가하여 5일, 15일, 30일 동안 추출한 후 흡입 여과하였고, 여과액을 회전감압 농축하여 추출물을 제조하였다. DPPH 라디칼 소거능, 아질산염(NaNO₂) 소거능(Nitrite-scavenging activity)에는 DMSO를 용매로, 폴리페놀 함량은 D.W를 용매로 하여 농축물의 농도를 1 mg/mL로 하여 실험하였다.

폴리페놀 함량(Total polyphenol contents)

폴리페놀 함량은 Folin-Denis (1912) 방법에 의해 측정하였다. 느타리버섯 추출물 0.05 mL에 folin-reagent 0.05 mL 첨가한 후 3분간 정치시킨다. 그 후 10% Na₂CO₃ 0.05 mL 첨가한 후 혼합하고 1 시간동안 암반응 시킨다 음 750 nm에서 흡광도를 측정하였다. 표준물질로는 tannic acid를 이용하였고 작성한 표준곡선(Y=0.154X+0.0432, R²=0.997)으로부터 총 폴리페놀 함량을 구하였다.

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% methanol을 용매로 하여 0.2 mM의 DPPH solution을 준비한다. 준비된 0.2 mM DPPH solution 0.1 mL에 느타리버섯 추출물 0.1 mL을 넣고 빛을 차단한 상태에서 30분간 상온에서 반응시킨 다음 517 nm에서 흡광도를 측정하였고, 추출물 첨가구를 비

첨가구의 흡광도와 비교하여 백분율(%)로 나타내었다.

$$\text{Inhibition (\%)} = (\text{Abs}_{\text{sample}} - \text{Abs}_{\text{sample control}}) / (\text{Abs}_{\text{DMSO}} - \text{Abs}_{\text{DMSO control}}) \times 100.$$

아질산염(NaNO₂) 소거능(Nitrite-scavenging activity)

아질산염 소거능(nitrite scavenging effect)은 Gray와 Dugan(1975)의 방법으로 측정하였다. D.W.를 용매로 1 mM NaNO₂ 0.1 mL에 각각의 추출물을 0.2 mL를 가하고 0.1N HCl(pH 1.2)을 1 mL넣고 37°C에서 1시간 반응시킨 후 2% acetic acid 5 mL, Griess reagent(30% acetic acid에 1% sulfanilic acid와 1% naphthylamine을 1:1 비율로 혼합한 것) 0.4 mL를 혼합시킨다. 이를 15분간 상온에서 암반응 시킨 후 흡광도 520 nm에서 측정하여 추출액 첨가 전후에 잔존하는 아질산염량을 구하여 백분율(%)로 표기하였다.

$$\text{Inhibition (\%)} = (\text{Abs}_{\text{sample}} - \text{Abs}_{\text{sample control}}) / (\text{Abs}_{\text{DMSO}} - \text{Abs}_{\text{DMSO control}}) \times 100.$$

결과 및 고찰

폴리페놀 함량(Total polyphenol contents)

추출용매에 따른 느타리버섯 추출물의 폴리페놀 함량을 구하기 위하여 tannic acid를 표준물질로 함량을 계산하였다(Fig. 1). 느타리버섯의 건조 방법별, 추출 기간별 시료의 폴리페놀 함량은 Fig. 2와 같다. 건조 방법별로 살펴보면, 60°C에서 열풍건조법으로 건조하여 추출한 시료보다 냉각하여 동결건조법으로 건조한 후, 추출한 시료의 폴리페놀함량이 높게 나타났다. 각각의 폴리페놀함량을 30% 발효주정으로 15일 추출한 시료를 기준으로 건조 방법별로 비교하면, 수한은 열풍건조법일 때, 0.38±0.01 mg/mL, 동결건조법일 때, 0.41±0.01 mg/mL의 폴리페놀을 함유하였다. 춘추2호는 열풍건조법일 때, 0.38±0.03 mg/mL, 동결건조법일 때, 0.41±0.02 mg/mL의 함량을, 고솔은 열풍건조

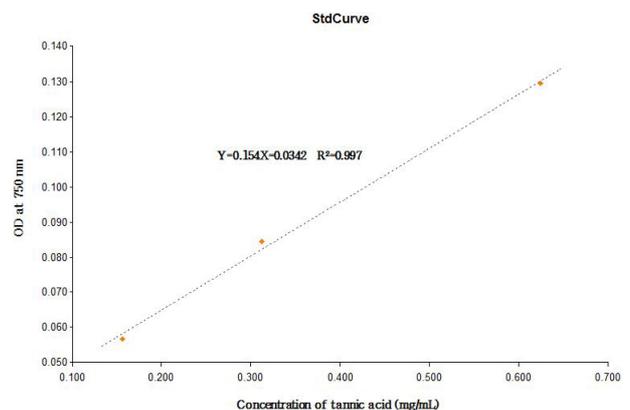


Fig. 1. Standard curve of tannic acid polyphenol contents.

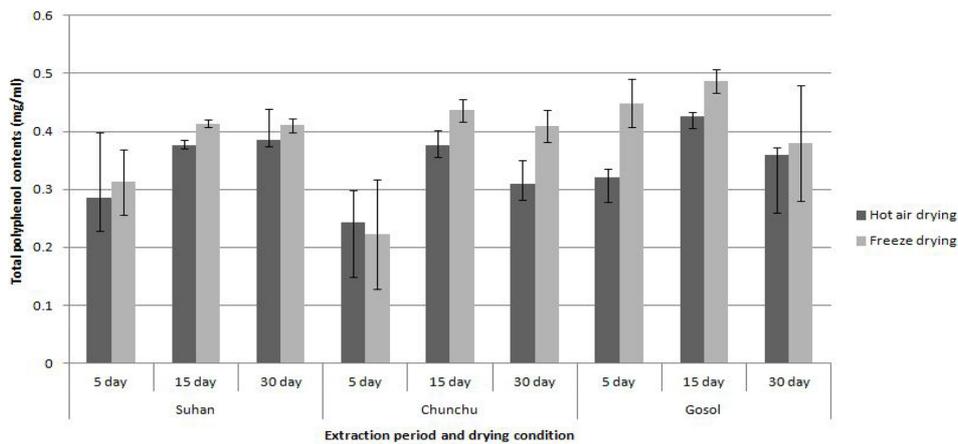


Fig. 2. Total polyphenol contents of 30% fermentation ethanol with different drying method and extraction period from *Pleurotus ostreatus*. The contents are represented by the mean±SD of three replications.

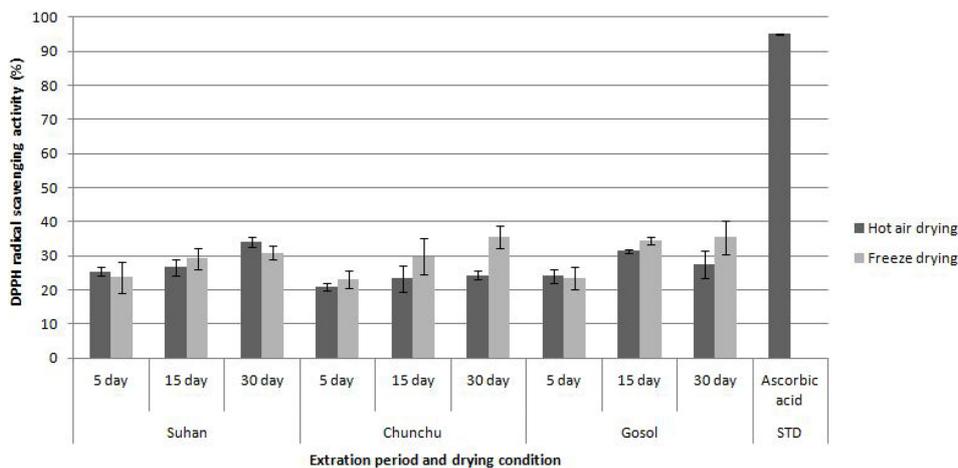


Fig. 3. Free radical scavenging activities of Total polyphenol contents of 30% fermentation ethanol with different drying method and extraction period from *Pleurotus ostreatus*. DPPH activities are represented by the mean±SD of three replications.

법일 때, 0.43±0.01 mg/mL, 동결건조법일 때, 0.49±0.02 mg/mL의 함량을 나타내었다. 추출한 기간별로 폴리페놀 함량을 비교하면, 15일 추출한 시료가 가장 높은 폴리페놀 함량을 나타내었고, 대부분의 페놀성 화합물이 추출된다는 것을 알 수 있었다.

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). 느타리버섯의 항산화 활성을 확인하기 위해 DPPH radical 소거활성을 측정된 결과는 Fig. 3과 같다. 건조 방법별로 살펴보면, 60°C에서 열풍건조법으로 건조하여 추출한 시료보다 냉각하여 동결건조법으로 건조한 후, 추출한 시료가 DPPH 라디칼 소거능에서 높은 효과를 낸다는 것을 알 수 있었다. 각각의 DPPH 소거능을 30% 발효주정으로 30일 추출한 시료를 기

준으로 건조 방법별로 비교하면, 수한은 열풍건조법일 때, 34.08±1.57%, 동결건조법일 때, 30.97±1.88%의 효능을 나타내었다. 춘추2호는 열풍건조법일 때, 24.40±1.25%, 동결건조법일 때, 35.50±3.29%의 효능을, 고솔은 열풍건조법일 때, 27.63±3.96%, 동결건조법일 때, 35.47±4.90%의 효능을 나타내었다. 추출한 기간별로 DPPH 라디칼 소거능을 비교하면, 추출시간이 증가할수록 효능도 증가함을 알 수 있었다. 이 결과는 30% 발효주정으로 추출할 때, 추출시간이 증가함에 따라 항산화를 나타내는 물질이 충분히 녹아나온다는 것을 알 수 있고, 이는 항산화 물질인 폴리페놀이 추출 시간의 증가에 따라 증가하는 앞의 폴리페놀함량 측정 결과와 상응한다. 이는 총 페놀성 화합물의 함량이 항산화에 영향을 미친다는 Wang 등(2003)의 보고와도 일치한다.

아질산염(NaNO₂) 소거능(Nitrite-scavenging activity)

질산염을 함유한 식품을 다량 섭취하게 되면 methe-

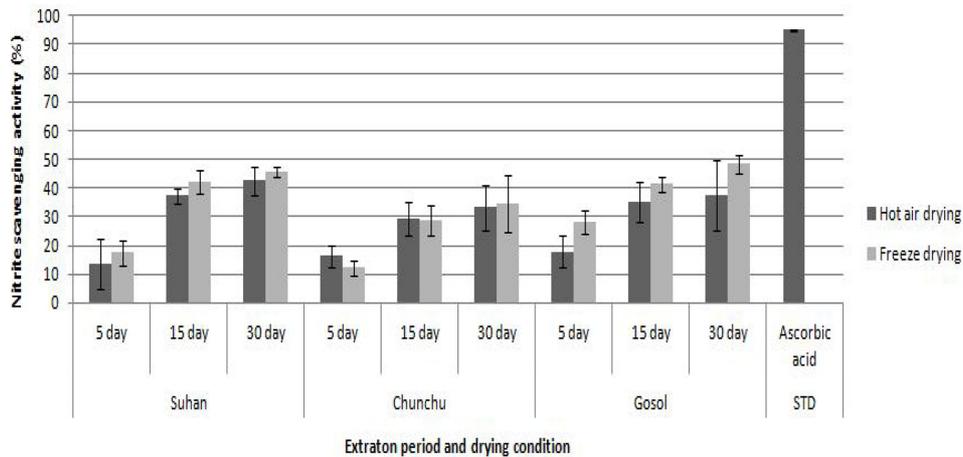


Fig. 4. Nitrite scavenging ability of 30% fermentation ethanol with different drying method and extration period from *Pleurotus ostreatus*. Nitrite scavenging activities are represented by the mean±SD of three replications.

moglobin증 등 중독증상이 발병되고, 발암물질인 nitrosoamine을 생성하게 되므로 이러한 아질산염을 소거하여 질병을 억제할 수 있는 천연물에 대한 검색이 많이 이루어지고 있다(Chung *et al*, 1999; Kim *et al* 2001). 느타리버섯의 아질산염 소거능을 측정된 결과는 Fig. 4와 같다. 건조 방법별로 살펴보면, 60°C에서 열풍건조법으로 건조하여 추출한 시료보다 냉각하여 동결건조법으로 건조한 후, 추출한 시료가 아질산염 소거능에서 높은 효과를 낸다는 것을 알 수 있었다. 각각의 아질산염 소거능을 30% 발효주정으로 30일 추출한 시료를 기준으로 건조 방법별로 비교하면, ‘수한’은 열풍건조법일 때, 42.47±4.75%, 동결건조법일 때, 45.66±2.0%의 효능을 나타내었다. ‘춘추2호’는 열풍건조법일 때, 33.33±7.89%, 동결건조법일 때, 34.47±9.89%의 효능을, ‘고솔’은 열풍건조법일 때, 37.44±12.07%, 동결건조법일 때, 48.40±3.38%의 효능을 나타내었다. 추출한 기간별로 아질산염 소거능을 비교하면, 추출시간이 증가할수록 효능도 증가함을 알 수 있었다. 이 결과는 30% 발효주정으로 추출할 때, 추출시간이 증가함에 따라 항염을 나타내는 물질이 충분히 녹아나온다는 것을 알 수 있고, 이는 항산화 물질인 폴리페놀이 추출 시간의 증가에 따라 증가하는 앞의 폴리페놀함량 측정 결과와 상응한다. Lee 등(1997, 2003)의 보고와 같이 버섯류에 함유된 페놀성 물질 및 유기용매 용해물질은 아질산염 소거작용에 크게 관여하는 것으로 판단되므로 느타리버섯은 항염에 큰 도움을 줄 것이라 사료된다.

적 요

느타리버섯의 건조방법별 30% 발효주정의 추출 기간을 달리하여 폴리페놀 함량을 분석하였다. 폴리페놀의 함량은 건조방법별로는 동결건조법으로 처리한 시료가 가장 높았고, 추출 기간별로는 15일의 시료가 높게 측정되었다. 동결

건조법으로 15일 추출한 각 균주별 폴리페놀 함량은 ‘수한’은 0.41±0.01 mg/mL, ‘춘추2호’는 0.44±0.02 mg/mL, ‘고솔’은 0.48±0.02 mg/mL으로 각각 나타났다. 항산화능과 항염의 효능은 동결건조법으로 처리하여 30일 동안 추출한 시료가 높게 나타났으며, 각 균주별 자유라디칼, 아질산염의 제거 비율을 살펴보면, ‘수한’은 30.97±1.88%, 45.66 ±1.98%, ‘춘추2호’는 35.50±3.29%, 34.47±9.89%, 고솔은 35.47±4.90%, 48.40±3.38%으로 각각 나타났다. 건조방법별로는 열풍 건조법 보다는 동결 건조법이 시료의 폴리페놀 함량, 항산화능 및 항염의 효능을 잘 나타내게 하는 건조법이었고, 추출기간별로 살펴보았을 때, 폴리페놀의 함량은 15일, 항산화능, 항염의 효과는 30일 추출한 시료가 가장 높았다. 이 결과는 15일까지는 페놀성 물질들이 충분히 빠져나온다는 것을 알 수 있고, 15일 이후에는 페놀성 화합물 외에 항산화 항염에 관여하는 물질들이 추출되어 항산화능, 항염의 효능을 높인다는 것을 추측할 수 있었다. 본 연구에서는 건조방법으로는 동결건조법, 추출기간은 15일 이상으로 하여 추출했을 때 폴리페놀의 함량이 가장 높고, 항산화능, 항염 효능이 높은 것으로 나타났다. 느타리버섯류는 건조 방법별 추출 기간별로 폴리페놀의 함량에 따른 항산화능과 항염의 효능이 다르게 나타나기 때문에 적절한 건조법과 추출 기간의 선택이 필요하다는 것을 알 수 있다. 이는 기능성 식품 및 건강식품을 개발하는데 있어 중요한 자료로 활용 할 수 있을 것이라고 생각된다.

감사의 말씀

본 연구는 농촌진흥청 연구과제 약용버섯류의 특성 및 기능성 평가(PJ0085232016)에 의하여 수행된 연구결과입니다.

참고문헌

- Ajith TA, Janardhanan KK. 2007. Indian medicinal mushrooms as a source of antioxidant and antitumor agents. *Clin Biochem Nutr*. 40: 157-162.
- Boekhout T. 1990. *Pleurotus. flora agaricina neelandica*. 2: 20-24.
- Blois MS. Antioxidant determination by the use of a stable free radical. *Nature*. 181: 1191-1200.
- Chung SY, Kim NK, Yoon S. 1999. Nitrite scavenging effect of methanol fraction obtained from green yellow vegetable juices. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr*. 28: 342-347.
- Elizabeth A. Miles, Pinelope Zoubouli, Philip C. Calder. 2004. *Nutrition* 21: 389-394.
- Hilber O. 1989. Valid, invalid and confusing taxa of the genus *Pleurotus*. *Mushroom Sci*. 12: 241-248.
- 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.
- Lee GD, Chang HG, Kim HK. 1997. Antioxidative and nitrite-scavenging activities of edible mushrooms. *Kor J Food Sci Technol*. 29: 432-436.
- Lee SJ, Moon SH, Kim T, Kim JY, Seo JS, Kim DS, Kim J, Kim YJ, Park YI. 2003. Anticancer and antioxidant activities of *Coriolus versicolor* culture extracts cultivated in the citrus extracts. *J Microbiol Biotech*. 31: 362-367.
- Folin O, Denis W. 1912. On phosphotungstic-phosphomolybdic compounds as color reagents. *J. Biol Chem*. 12: 239-243.
- Gardner PR, Fridovich I. Superoxide sensitivity of Escherichiacoli 6-phosphogluconate dehydratase. *J Biol Chem*. 266: 1478-1783.
- Gray JI, Dugan Jr LR. 1975. Inhibition of N-nitrosamine formation in model food systems. *J. Food Sci*. 40: 981-984.
- Jose N, Ajith TA, Janardhanan KK. 2002. Antioxidant, antiinflammatory, and antitumor activities of culinary-medicinal mushroom *Pleurotus pufmonanus* (Fr.) Quel. (*Agaricomycetideae*). *Int J Med Mushrooms* 4: 329-335.
- Michalak A 2006. Phenolic compounds and their antioxidant activity in plants growing under heavy metal stress. *Pol J Environ Stud* 15: 523-530.
- Ministry of agriculture, Food and Rural Affairs. 2015. 2014 Cash crop production records. 18-19.
- Ofofode LN, Uma NU, Kokubun T, Grayer RJ, Ogundipe OT, Simmonds MS. 2005. Antimicrobial activity of some *Ganoderma* species from Nigeria. *Phytother Res* 19: 310-313.
- Palacios I, Lozano M, Moro C, D'Arrigo M, Rostagno MA, Martinez JA, Garcia-Lafuente A, Guillamon E. 2011. Antioxidant properties of phenolic compounds occurring in edible mushrooms. *Food Chem* 128: 674-678.
- Valko M, Rhodes CJ, Moncol J, Izakovic M, Mazur M. 2006. Free radicals, metals and antioxidants in oxidative stress-induced cancer. *Chem Biol Interact* 160: 1-40.
- 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.
- Willcox JK, Ash SL, Catignani GL. 2004. Antioxidants and prevention of chronic disease. *Rev Food Sci Nutr* 44: 275-295.
- Yoo YB, Kong WS, Oh SJ, Cheong JC, Jang KY, Jhune CS. 2005. Trends of mushroom science and mushroom industry. *J Mushroom Sci Prod*. 2: 1-23.