

추출용매에 따른 큰느타리 버섯의 영양성분 및 생리활성

박혜성 · 김수연 · 김희순 · 한재구 · 이강효 · 조재한*

농촌진흥청 국립원예특작과학원 인삼특작부 버섯과

Nutritional contents and physiological activity of *Pleurotus eryngii* by extraction solvents

Hye-Sung Park, Su-Yeon Kim, Hui-Sun Kim, Jae-Gu Han, Kang-Hyo Lee and Jae-Han Cho*

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

ABSTRACT: Physiological activities of 70% methanol, fermented ethanol and hot-water extracts of *Pleurotus eryngii* were investigated. Free radical scavenging activities of *P. eryngii* extracts were determined according to the elimination of DPPH radicals. Their nitrite scavenging activity and total polyphenol content were also determined. Amino acid analysis showed that phenylalanine (Phe) and glutamic acid (Glu) are most abundant essential and non-essential amino acids in the analyzed extracts. The hot-water extract of ASI 2394 represented the highest antioxidant activity with the DPPH radical scavenging rate value of $40.97 \pm 1.65\%$. ASI 2820 displayed the superior capacity to eliminate nitrate regardless of extraction solvents. The hot-water extract of ASI 2887 had the highest content of polyphenol. Our results showed that *P. eryngii* is well qualified as a functional food.

KEYWORDS: *Pleurotus eryngii*, Physiological activity, Amino acid

서론

버섯은 대형 자실체를 형성하는 특징을 지닌 담자균류와 자낭균류에 속하는 고등균류이다(Kim *et al.*, 2003). 버섯은 지방함량이 낮고 비타민과 각종 무기성분이 풍부하게 함유되어 있으며(Kim *et al.*, 2007), 섬유질이 많은 저칼로리 식품으로 알려져 있다(Yoon *et al.*, 2010). 큰느타리버섯은 분류학적으로 담자균아문(Basidiomycotina), 주름버섯목(Agaricales), 느타리버섯과(Pleurotaceae), 느타

리버섯속(*Pleurotus*)에 속하는 식용버섯으로(Hilber, 1989; Boekhout, 1990) 우리나라에서는 새송이버섯이라는 명칭으로 더 익숙하다. 큰느타리버섯은 맛과 향이 좋아 소비가 늘고 있으며 다른 버섯에 비해 수분함량이 낮고 저장성이 좋아 수출 상품으로 기대가치가 큰 버섯이다(Kang *et al.*, 2000; Cho *et al.*, 2001).

큰느타리버섯에 관한 연구로는 Pamela 등(1999; 2004)이 버섯의 조리 전후의 영양학적 성분을 보고하였고, Kang (1999)과 Lee (2002)는 큰느타리버섯 에탄올 추출물의 단백질당류에 의한 암세포 성장 억제능을 보고하였다. 또한 Hwang 등(2003)이 대장암 세포 증식 및 세포사멸에 미치는 영향을 보고하였고, Hui 등(2002)이 항산화 활성 탐색 등을 보고하였으며, Yoon 등(2010)은 글루탐산 나트륨 첨가 배지에서 재배된 큰느타리버섯의 기능성을 보고하였다.

이처럼 기능성 식품으로 주목받고 있는 큰느타리버섯은 영양학적 가치가 높고, 단백질, 비타민 등 각종 무기성분을 풍부하게 함유하고 있어 건강식품으로서의 이용도가 증가하고 있다.

따라서 본 연구에서는 큰느타리버섯의 추출용매에 따른 영양성분 및 생리활성을 조사하고자 아미노산 함량과 DPPH 라디칼 소거능, 아질산염 소거능, 폴리페놀 함량을

J. Mushrooms 2015 December, 13(4):282-287
<http://dx.doi.org/10.14480/JM.2015.13.4.282>
 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 November 27, 2015
 Revised December 7, 2015
 Accepted December 23, 2015

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.

측정하였으며, 이를 통해 큰느타리버섯의 기능성 식품 및 건강식품으로서의 가치를 구명하고자 한다.

재료 및 방법

공시균주

본 연구에 사용된 큰느타리버섯 공시균주는 충북 음성군에 위치한 농촌진흥청 국립원예특작과학원 버섯과에 보존되어 있는 ASI(Agricultural Sciences Institute)균주 중 ASI 2394, 2820, 2824, 2839, 2887 등 5균주로 농촌진흥청 국립원예특작과학원 버섯과의 버섯병재배동에서 발생시킨 자실체를 사용하였다.

추출물 제조

버섯자실체를 동결건조시켜 분쇄한 후 건조 시료의 20 배(v/w)의 D.W, 70% methanol, 95% 발효주정을 각각 가하여 24시간씩 3반복 추출한 후 흡입 여과하였고, 여과액을 회전감압 농축하여 추출물을 제조하였다.

아미노산 성분 분석(Amino acid analysis by HPLC)

시료 0.1 g을 6N HCL 1 mL와 혼합해 N₂gas 충전 후 105°C에서 24시간 가수분해 한 후 원심분리하여 상등액 0.2 mL을 취해 감압농축 한 다음 25 mM HCl 0.5 mL에 녹였다. 이 용액을 1 mL 주사기에 취하여 0.45 µm syringe filter로 여과한 후, AccQ-Fluor Reagent kit로 형광유도체화 반응시켰다. 형광유도체 반응은 AccQ fluor reagent: borate buffer:sample(standard)=2:7:1로 total volume이 0.1 mL가 되게 혼합한 후 55°C에서 9분간 반응시켜서 HPLC 분석 시료로 사용하였다. 아미노산 성분 분석에 이용된 HPLC의 분석 조건은 Table 1과 같다.

DPPH 라디칼 소거능(DPPH radical-scavenging activity)

DPPH 라디칼 소거능 실험은 Blois (1958)의 방법을 변

형하여 전자공여효과로 나타나는 각 추출물에 대한 환원력을 측정하였다. 99.9% methanol에 녹인 0.2 mM DPPH solution 0.1 mL에 큰느타리버섯 추출물 0.1 mL을 넣고 10초간 혼합한 후 빛을 차단한 상태에서 30분간 상온에서 반응시킨 다음 517 nm에서 흡광도를 측정하였고, 추출물 첨가구와 비첨가구의 흡광도를 백분율(%)로 나타내었다.

아질산염(NaNO₂) 소거능(Nitrite-scavenging activity)

아질산염 소거능(nitrite scavenging effect)은 Gray와 Dugan(1975)의 방법으로 측정하였다. 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 암반응시킨 후 흡광도 520 nm에서 측정하여 추출액 첨가 전후에 잔존하는 아질산염량을 구하여 백분율(%)로 표기하였다.

폴리페놀 함량(Total polyphenol contents)

폴리페놀 함량은 Folin-Denis (1912) 방법에 의해 측정하였다. 큰느타리버섯 추출물 0.1 mL에 folin-reagent 0.1 mL 첨가한 후 3분간 정치시킨다. 그 후 10% Na₂CO₃ 0.1 mL 첨가한 후 혼합하고 1시간동안 암반응 시킨다음 750 nm에서 흡광도를 측정하였다. 표준물질로는 tannic acid를 이용하였고 작성한 표준곡선(Y=0.159X+0.231, R²=0.999)으로부터 총 폴리페놀 함량을 구하였다.

통계처리

모든 실험은 3회 이상 반복하였으며 통계처리는 SPSS Statistics 19 프로그램을 사용하여 시료의 평균 및 표준편차를 구하였으며, 각 실험의 평균치에 대한 통계적 유의성 검정은 Duncan의 다중검증법(DMRT, Duncan's multiple range test)(Duncan, 1955)로 하였다.

결과 및 고찰

아미노산 성분 분석(Amino acid analysis by HPLC)

큰느타리버섯의 아미노산 17종류를 분석하여 필수아미노산과 비필수아미노산으로 나누어 정리한 결과는 Table 2와 Table 3과 같다. 필수아미노산 총 함량은 품종별로는 ASI 2824에서 6.176 mg/g 으로 가장 높으며, ASI 2394에서 4.158 mg/g 으로 낮게 나온 것을 확인하였고, 성분별로는 Phe 성분이 5.25 mg/g으로 가장 높게 나왔으며 Arg, Leu, Thr 등이 높게 나왔다. 비필수아미노산 총 함량도 ASI 2824에서 5.14 mg/g 으로 가장 높게 나온 것을 확인하였으며, 성분별로는 Glu 성분이 3.77 mg/g 으로 가장 높고 Gly, Cys, Ala 순이었다. Jeong and Shim(2004)이 큰느타리버섯의 아미노산을 분석한 결과 Tyr, Glu, Lys이

Table 1. HPLC loading condition for quantifying amino acid

Instrument	Waters 515 HPLC pump 2 units Waters 717plus auto-sampler Waters pump control module
Column	AccQ-Tag For Hydrolysate Amino Acid Analysis column (3.9 × 150 mm)
Mobile phase	Eluent A: 10% AccQ-Tag Eluent B: 60% Acetonitrile
Detection	Waters 2475 Fluorescence detector (λ=249 nm)
Flow rate	1 mL/min (gradient mode)
Injection volume	10 µl
Oven temperature	36°C
Software	Empower pro

Table 2. Essential amino acid contents of *P. eryngii* strains

	Arg	His	Ile	Leu	Lys	Met	Phe	Thr	Val
ASI 2839	0.91	0.54	0.50	0.78	0.19	0.28	0.98	0.78	0.52
ASI 2824	1.05	0.05	0.61	0.9	0.22	0.38	1.27	1.02	0.63
ASI 2887	1.04	0.58	0.52	0.79	0.18	0.30	1.10	0.84	0.53
ASI 2820	0.83	0.51	0.47	0.71	0.16	0.26	0.94	0.71	0.48
ASI 2394	0.90	0.07	0.48	0.72	0.17	0.27	0.96	0.10	0.49

Table 3. Non-essential amino acid contents of *P. eryngii* strains

	Ala	Asp	Cys	Glu	Gly	Pro	Ser	Tyr
ASI 2839	0.57	0.55	0.60	0.81	0.61	0.49	0.56	0.65
ASI 2824	0.72	0.66	0.82	0.87	0.69	0.60	0.11	0.67
ASI 2887	0.65	0.54	0.69	0.52	0.59	0.50	0.09	0.70
ASI 2820	0.59	0.53	0.59	0.76	0.55	0.46	0.08	0.68
ASI 2394	0.59	0.54	0.56	0.49	0.58	0.47	0.09	0.71

주요 아미노산으로 보고하였으며, Kim 등(2004)이 보고한 큰느타리버섯의 아미노산은 Arg, Lys, Glu, Phe, His 순으로 함유되어 있다고 보고한 점으로 보아 큰느타리버섯의 품종에 따라 아미노산 조성이 차이가 난다는 것을 확인할 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). 큰느타리버섯의 항산화 활성을 확인하기 위해 DPPH radical 소거활성을 측정함

결과 Fig. 1과 같이 열수 추출물과 95% 발효주정 추출물에서 70% 메탄올 추출물보다 높은 라디칼 소거능을 보였고, 추출용매별 가장 높은 소거능을 보인 품종으로는 70% 메탄올 추출물에서 ASI 2887이 $34.4 \pm 1.19\%$, 95% 발효주정 추출물에서는 ASI 2394가 $40.62 \pm 4.9\%$, 열수 추출물에서 ASI 2887이 $40.97 \pm 1.65\%$ 로 나온 것을 확인하였다. Kim 등(2005)과 Seo 등(2011)은 에탄올 추출물이 열수 추출물보다 높은 라디칼 소거능을 보인다고 보고된 바 있는데, 본 실험에서의 열수 추출온도, 그리고 발효주정과 에탄올의 차이에 의하여 라디칼 소거능이 다른 경향을 보였고, ASI 2887과 2394가 모든 추출 처리구에서 높은 라디칼 소거능을 보였으며, ASI 2820과 2824는 이

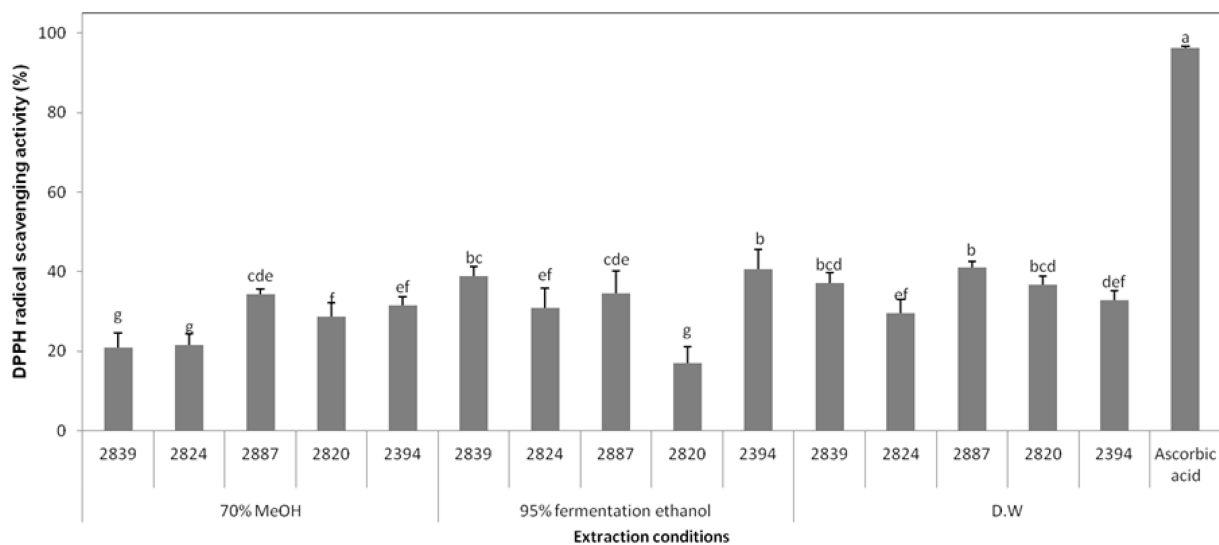


Fig. 1. Free radical scavenging activities of 70% MeOH, 95% fermentation ethanol and hot-water extracts from *Pleurotus eryngii*. DPPH activities are represented by the mean \pm SD of three replications. Different letters indicate significant differences at the level of $p < 0.1$ among samples.

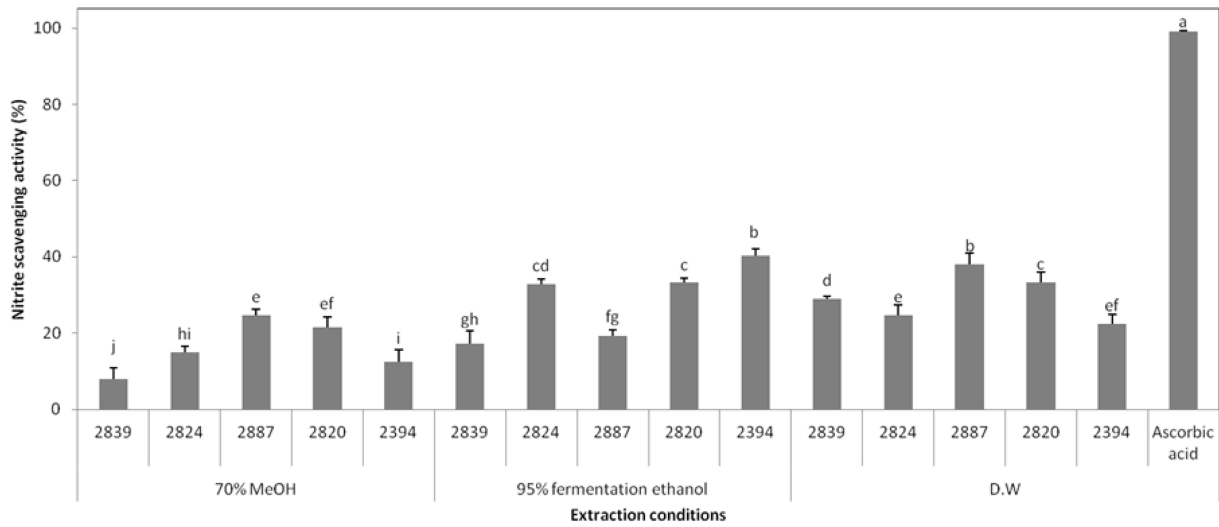


Fig. 2. Nitrite scavenging ability of 70% MeOH, fermentation ethanol and hot-water extracts from *Pleurotus eryngii*. Nitrite scavenging activities are represented by the mean±SD of three replications. Different letters indicate significant differences at the level of $p < 0.05$ among samples.

에 비하여 조금 낮은 경향을 보였다.

아질산염 (NaNO₂) 소거능 (Nitrite-scavenging activity)

질산염을 함유한 식품을 다량 섭취하게 되면 methemoglobin증 등 중독증상이 발병되고, 발암물질인 nitrosoamine을 생성하게 되므로 이러한 아질산염을 소거하여 질병을 억제할 수 있는 천연물에 대한 검색이 많이 이루어지고 있다(Kim *et al*, 1996; Chung *et al*, 1999; Kim *et al* 2001). 큰느타리버섯의 아질산염 소거능을 측정한 결과는 Fig. 2에 나타내었다. 추출용매별 아질산염 소거능은 95% 발효주정과 열수 추출물에서 대부분 70% 메탄올 추출물보다 높은 아질산염 소거능을 보였고, ASI 2820은 70% 메탄올, 95% 발효주정, 열수 추출물에서 각각 21.45±2.73, 33.32±1.06, 33.31±2.65 mg/g으로 추출용매에 상관없이 높은 아질산염 소거능을 보였다. Lee 등(1997, 2003)의 보고와 같이 버섯류에 함유된 페놀성 물질 및 유기용매 용해물질은 아질산염 소거작용에 크게 관여하는 것으로 판단되므로 큰느타리버섯은 아질산염 소거능에 큰 도움을 줄 것이라 사료된다.

폴리페놀 함량 (Total polyphenol contents)

추출용매에 따른 큰느타리버섯 추출물의 폴리페놀 함량을 구하기 위하여 tannic acid를 표준물질로 함량을 계산하였다(Fig. 3). 폴리페놀 함량 역시 열수 추출물에서 가장 높은 함량을 가진 것으로 나타났고, 열수와 70% 메탄올 추출물에서는 ASI 2887이 7.3±0.13 mg/g, 4.65±0.29 mg/g으로 가장 높은 함량을 보였으며, 95% 발효주정 추출물에서는 ASI 2839가 2.47±0.06 mg/g으로 가장 높은 함량을 나타냈다(Fig. 4). Lee 등(2014)이 보고한 바와 같이 다른 추출물에 비해 열수 추출물에서 총 폴리페놀 함

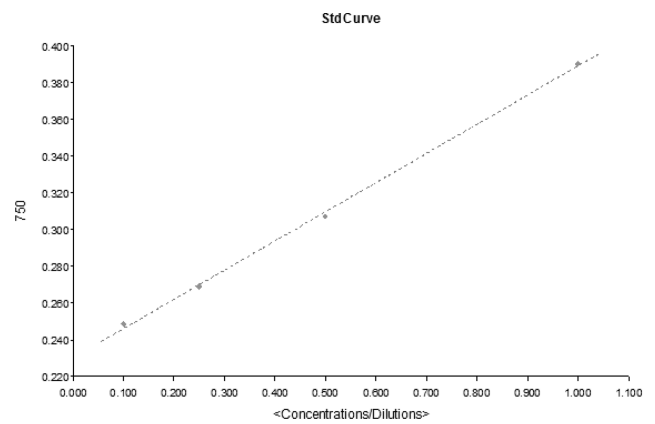


Fig. 3. Standard curve of tannic acid polyphenol contents.

량이 더 높은 것을 확인하였고, 이는 DPPH 라디칼 소거능과 총 페놀성 화합물의 함량을 밀접한 상관관계가 있다고 보고한 Wang 등(2003)의 보고와도 일치한다.

적 요

큰느타리버섯의 아미노산을 함량을 분석하고, 70% 메탄올, 95% 발효주정, 물 추출물의 항산화 활성을 측정하였다. 아미노산 17종류 분석결과 필수아미노산에서는 체내 단백질을 구성하는 Phe의 함량이 가장 높았고, 비필수 아미노산에서는 감칠맛을 내는 Glu가 가장 높은 함량을 보였다. DPPH 라디칼 소거능에서는 ASI 2887이 70% 메탄올, 95% 발효주정, 열수 추출용매별로 34.37±1.19, 34.66±5.46, 40.97±1.65 mg/g으로 소거능을 보였고, 아질산염 소거능 역시 열수추출물이 다른 추출물보다 소거능이 높았으며 ASI 2820이 70% 메탄올, 95% 발효주정, 열

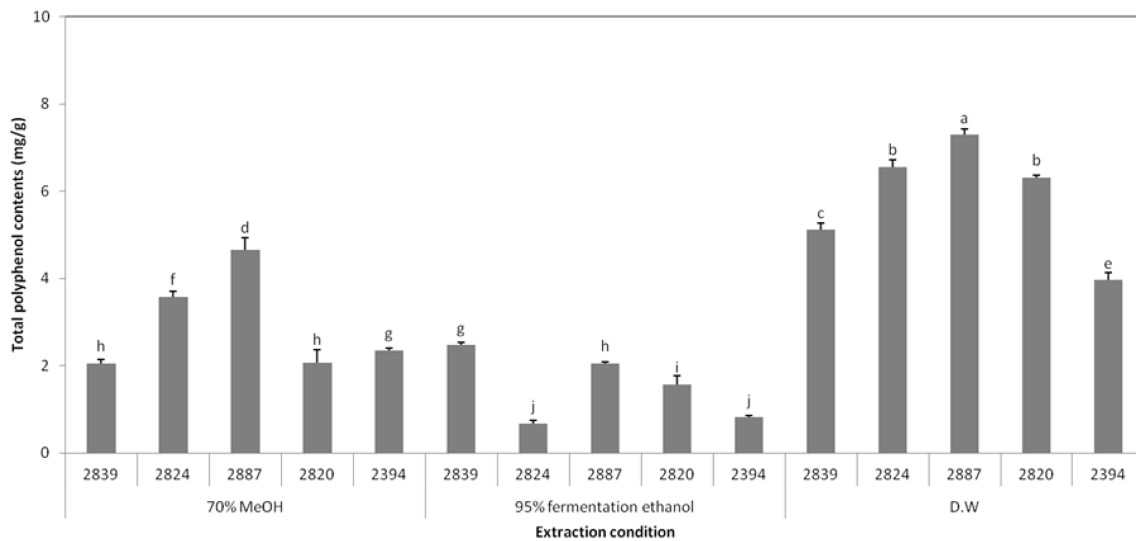


Fig. 4. Total polyphenol contents of 70% MeOH, fermentation ethanol and hot-water extracts from *Pleurotus eryngii*. The contents are represented by the mean \pm SD of three replications. Different letters indicate significant differences at the level of $p < 0.05$ among samples.

수 추출물에서 각각 21.45 ± 2.73 , 33.32 ± 1.06 , 33.31 ± 2.65 mg/g으로 추출용매에 상관없이 높은 아질산염 소거능을 보였다. 폴리페놀 함량도 열수 추출물에서 가장 높은 함량을 보였고 가장 높은 함량을 보인 것은 ASI 2887로 DPPH 라디칼 소거능과 유사한 관계를 보이는 것을 확인하였다. 큰느타리버섯은 아미노산과 생리활성 물질의 다량 함유하고 있어 기능성 식품 및 건강식품으로서의 활용이 기대된다.

감사의 말씀

본 연구는 농촌진흥청 연구과제 식용재배 버섯의 기능성 성분 분석 및 증진기술개발(PJ0095702015)에 의하여 수행된 연구결과입니다.

References

- Blois MS. Antioxidant determination by the use of a stable free radical. *Nature*. 181: 1191-1200.
- Boekhout T. 1990. *Pleurotus. flora agaricina neelandica*. 2: 20-24.
- Cho SH, Lee SD, Ryu JS, Kim NG, Lee DS. 2001. Changes in quality of king oyster mushroom (*Pleurotus eryngii*) during modified atmosphere storage. *Korean J. Postharvest Sci. Technol.* 8: 367-373.
- 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.
- Duncan DB. 1955. Multiple range and multiple F test. *Biometrics*. 11: 1-42.
- 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.
- Hilber O. 1989. Valid, invalid and confusing taxa of the genus *Pleurotus*. *Mushroom Sci.* 12: 241-248.
- Hui YF, Den ES, Chi TH. 2002. Antioxidant and free radical scavenging activities of edible mushrooms. *J. Food Lipids.* 9: 35-46.
- Hwang YJ, Nam HK, Chang MJ, Noh GW, Kim SH. 2003. Effect of *Lentinus edodes* and *Pleurotus eryngii* extracts on proliferation and apoptosis in human colon cancer cell lines. *Korean J. Food Sci. Nutr.* 32: 217-222.
- Jeong CH, Shim KH. 2004. Quality characteristics of sponge cakes with addition of *Pleurotus eryngii* mushroom powders. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 33: 716-722.
- Kang MS. 1999. Studies on the artificial cultivation and physiological activity of *Pleurotus eryngii*. *Masters degree thesis. Kangwon National University.*
- Kang MS, Kang TS, Kang AS, Shon HR, Sung JM. 2000. Studies on mycelial growth and artificial cultivation of *Pleurotus eryngii*. *Korean J. Mycol.* 28: 73-80.
- 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.
- Kim HK, Han HS, Lee GD, Kim KH. 2005. Physiological activities of fresh *Pleurotus eryngii* extracts. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 34: 439-445.
- Kim HS, Ha HC, Kim TS. 2003. Research and prospects in new functional mushroom-*Tremella fuciformis*, *Grifora*

- frondosa*, and *Hypsizigus marmoreus*. *Food Sci. Ind.* 36: 42-46.
- Kim JY, Moon KD, Lee SD, Cho SH, Kang HI, Lee ST, Seo KI. 2004. Physicochemical properties of *Pleurotus eryngii*. *Korean J. Food Preservation.* 11: 347-351.
- Kim MU, Kwon OJ, Woo HS, Cho YJ. 2007. Culture condition for biomass of *Pleurotus eryngii*. *J.Korean Soc. Appl. Biol. Chem.* 50: 1-5.
- 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 DJ. 2002. Studies on characteristics of isolates, bioactivity and artificial cultivation of *Pleurotus eryngii* *quel*. *Ph.D. degree thesis, Dankook University.*
- Lee GD, Chang HG, Kim HK. 1997. Antioxidative and nitrite-scavenging activities of edible mushrooms. *Korean J. Food Sci. Technol.* 29: 432-436.
- Lee HJ, Do JR, Chung MY, Kim HK. 2014. Antioxidant activities of *Pleurotus cornucopoeae* extracts by extraction condition. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 43: 836-841.
- 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.
- Pamela M, Loreta G, Stefania M, Vittorio V, Laura P. 1999. Nutrients in edible mushroom: an inter-species comparative study. *Food Chemistry.* 65: 477-482
- Pamela M, Stefania M, Altero A, Laura P. 2004. Commercial mushrooms: nutritional quality and effect of cooking. *Food Chemistry.* 84: 201-206.
- Seo SY, Ahn MS, Choi SR, Song EJ, Choi MK, Kim YS. 2011. Analysis of nutritional compositions and biological activity of *Agrocybe aegerita*. *J. Mushroom Sci. Production.* 9: 116-122.
- 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.
- Yoon DY, Park KM, Lee JH. 2010. Characteristics and biological properties of *Pleurotus eryngii* grown on monosodium glutamate-enriched media. *KSBB Journal.* 25: 277-282.