

글루탐산나트륨 첨가배지에서 재배된 새송이버섯의 특성 및 생리활성 연구

윤동연¹ · 박기문¹ · 이재흥^{2*}

¹성균관대학교 생명공학부, ²한국기술교육대학교 기계정보공학부

Characteristics and Biological Properties of *Pleurotus eryngii* grown on Monosodium Glutamate-enriched Media

Dong-Yeon Yoon¹, Ki-Moon Park¹, and Jae-Heung Lee^{2*}

¹Department of Food Science and Biotechnology, Sungkyunkwan University, Suwon 440-746, Korea

²School of Mechanical Engineering, Korea University of Technology and Education, Cheonan 330-708, Korea

Abstract This study was performed to investigate the composition of amino acids and biological properties with the ethanol extract of fruiting bodies of *Pleurotus eryngii* grown on the sawdust compost mix (400 g sawdust plus 200 g rice bran) supplemented with various dosages of monosodium glutamate (MSG). Amino acid composition analyses showed that arginine, glutamic acid, alanine and glycine increased as the dosage of MSG was increased, whereas histidine, serine, methionine, isoleucine, leucine and phenylalanine did not increase. γ -Aminobutyric acid (GABA) content increased significantly up to 1.18 mg/g extract when 6 g MSG was supplemented to the sawdust mix. Antioxidant activity of the extract was estimated and compared to the standard antioxidant (ascorbic acid). The antioxidant property such as 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl (DPPH) radical scavenging activity increased with the extract samples of increasing dosage of MSG. Although the extract showed low levels of nitrite scavenging activity, this activity increased up to 1.5-2.0 fold when MSG was supplemented to the sawdust mix above a dosage of 0.5 g. The results obtained from the present investigation would appear that *Pleurotus eryngii* grown on the MSG-enriched sawdust mix can be used more effectively as one of potential sources of functional foods.

Keywords: DPPH, GABA, MSG, nitrite scavenging activity, *Pleurotus eryngii*

서 론

최근 의학 기술의 발전과 경제 여건의 개선에 힘입어 생활에 여유가 생기면서 수명 증가에 따른 노인 인구의 비율이 증가하고 각종 만성 성인병들이 늘어나고 있다. 오늘날 이런 질병들의 예방 또는 치료를 위해 일상생활에서부터 건강 유지에 보다 많은 관심을 쏟고 있으며, 따라서 요즘 사람들은 일상생활에서 섭취하는 식품까지도 단지 맛이 아닌 건강을

지키기 위한 것으로 생각하고 있다. 즉 인체 건강 유지에 좋은 ‘기능성 식품’들이 각광을 받고 있는 추세이다.

개념적으로 ‘기능성 식품’이란 인간의 질병을 예방하거나 진행을 더디게 함으로써 몸의 건강을 증진시키는 기능을 하는 식품 성분 또는 그 성분을 포함하는 식품이다 [1,2]. 현재 우리나라에서도 기능성 식품에 대한 연구가 활발하게 진행되고 있으며 식품의약품 안전청에 따르면 건강기능식품의 생산량 및 매출액이 꾸준한 증가세를 나타내고 있다. 국내에서 판매되고 있는 건강기능식품에는 여러 가지 많은 품목이 있지만 버섯에 관련된 기능성 제품의 생산량과 매출액은 매우 저조한 편으로 이에 대한 연구가 미미한 수준이다. 버섯은 분류학상 진균류에 속하며 대부분이 담자균류에

*Corresponding author

Tel: +82-41-560-1249, Fax: +82-41-560-1253

e-mail: jaeheung@kut.ac.kr

속하고 일부는 자낭균류에 포함된다. 현재 지구상에 존재하는 버섯의 종류는 14만종으로 추정되며 단지 10% 만이 알려져 있다 [3]. 버섯은 또한 독특한 향과 맛을 갖고 있어 옛날부터 전통 음식으로 널리 사용되어져 왔으며 질병의 치료 및 예방에 효과가 있기 때문에 약용 등의 목적으로 사용되어져 왔다 [4]. 예를 들어 혈중 콜레스테롤 저하효과와 혈압 강화작용에는 영지버섯 (*Ganoderma lucidum*) [5]과 표고버섯 (*Lentinus edodes*) [6] 등이 있으며, 항암 작용에는 왕송이버섯 (*Tricholoma giganteum*), 갓버섯 (*Lepiota procera*), 잎새버섯 (*Grifola frondosa*) 등의 추출물인 단백당체가 효과가 있다고 보고되고 있다 [7]. 그리고 버섯은 영양학적으로는 섬유질과 단백질이 많고 지방이 적어 성인들의 다이어트를 위한 저칼로리 식품, 무공해 식품으로 각광 받고 있다.

새송이버섯 (*Pleurotus eryngii*), 일명 큰느타리버섯은 분류학적으로 담자균문, 진정담자균강, 주름버섯목, 느타리버섯과, 느타리버섯속에 속하며 식용 버섯의 한 종류로 버섯 자루가 다른 느타리버섯보다 굵고 길며 느타리버섯류 중 가장 맛있는 버섯으로 알려져 있다. 주로 유럽에서 프랑스와 독일, 중앙아시아, 지중해 연안, 아프리카북부 등지에서 자생하는 버섯이고 [8], 우리나라에는 1997년에 경남농업기술원에 의해 ‘새송이버섯 (*Pleurotus eryngii*)’이라고 명명되었으며, 농촌진흥청과 협동 연구에 의해 재배 보급되었다. 평균적으로 갓의 크기는 약 4~5 cm이고, 대는 약 3~10 cm, 담자포자는 약 8~11 × 4~5 μm 정도로 알려져 있다 [9]. 새송이버섯은 소비성장이 가장 높아질 것 기대하는 버섯이나 저장성이 낮고 수요와 공급이 잘 맞지 않아 가격이 낮아져 경쟁력이 저하되었으며 그로 인한 농가의 피해도 많이 발생하고 있는 실정이다. 따라서 새송이버섯의 약리학적 생리활성을 잘 이용한 부가가치가 높은 기능성식품으로의 개발이 필요하다.

아미노산은 단백질의 기본 구성단위로 생명현상에 필수적이며 단백질의 가수분해에 의해 생성되어져 나온다. 맛을 지닌 아미노산들의 인체 효능에 대해서 보면 대표적인 예로 감칠맛과 짠맛을 지닌 alanine은 근육에 있는 독성물질의 배출을 돕고 저혈당증을 막아주며, glycine은 근육의 퇴화를 지연시키며 피부 조직의 재생과 복구 및 중추신경계와 전립선의 기능 유지에 필수적이고, 쓴맛을 지닌 arginine는 면역계를 강화하고, 종양과 암세포의 성장과 전이 등을 지연시키는 등 이외에도 다른 유리 아미노산들이 인체에 많은 효능을 준다고 알려져 있다. 그중에서 가장 대표적인 조미 맛을 가진 glutamic acid의 수용성을 향상시키기 위해 제조된 MSG (Monosodium Glutamate)는 식품첨가물의 대표적인 화학조미료 성분으로서 1908년 일본의 ‘이케다 박사’에 의해 다시마 추출물에서 발견된 물질로서, 가공식품업체, 외식업체, 일반 음식점 및 가정에 이르기까지 맛을 내기 위한 조미료로 많이 사용되어 지고 있다.

현재 버섯 소비량은 점점 증가되고 있긴 하지만 그에 비해 기능성식품 원료로써 사용되어지는 비율이 높지가 않으며 연구 실적 또한 부진한 편이다. 따라서 본 연구에서는 ‘화학조미료’라고 불리어지는 저가의 MSG (~US \$1/kg)를 새송

이버섯 (*Pleurotus eryngii*) 배지에 첨가하여 재배가 완료되었을 때 자실체 내 아미노산 성분들이 어떻게 변화되며 그에 따른 특성 및 생리활성 변화들이 어떻게 개선되는지 연구함으로써 궁극적으로 부가가치가 높은 기능성버섯을 개발하여 버섯을 재배하는 농가들의 소득 향상과 국내 생물 산업 발전에 기여 하고자 한다.

재료 및 방법

실험재료 및 자실체 활성성분 추출

본 실험에서 쓰인 MSG는 순도 99.9% 이상으로 (주)CJ에서 생산된 원료를 사용하였으며, 이 성분을 수분함량이 63~67%로 맞춰진 톱밥배지 (톱밥 400g + rice bran 200 g per bottle)에 0.5, 1, 1.5, 2, 3, 6 g씩 첨가하여 121°C 90분간 살균하여 배지로 사용하였다. 살균된 배지에 균사를 만연시킨 PDA 배지 조각 2개를 접종하여 키운 종균을 약 17 g 접종하여 배양실에서 23°C로 35일간 배양시켰다. 배양 후 통상의 균궤기, 슈기 및 수확기까지 총 65~70일간의 재배기간을 거쳐 자실체를 발생시켰다. 재배가 완료된 모든 자실체 시료는 deep freezer에서 냉동시켜 동결건조기로 건조한 후 분쇄했다. 추출용매는 건물대비 25배 80% ethanol를 사용하여 30°C에서 72시간 동안 교반하면서 활성성분을 추출하였고, 여과 후 40°C에서 감압 농축하여 100% 시료로 사용하였다.

아미노산 분석

아미노산 분석을 위하여 동결 건조한 시료를 0.5mm 이하로 분쇄한 후 시료를 칭량하여 바이알에 0.1 g을 넣고 6 N 염산 1 mL를 가하였다. 질소가스로 충전하고 105°C drying oven에서 24시간 산 가수분해하고 상온에서 냉각시킨 후 바이알에서 600 μL를 취하여 tube에 넣고 5분간 원심 분리한 다음 200 μL를 취하여 speed vacuum에서 농축시킨 후 -70°C에 보관하면서 시료로 사용하였다. 농축된 시료를 0.45 μm syringe filter로 여과 후 일정량을 취해 바이알로 옮긴 후 Accq·Tag Ultra Derivatization Kit (Waters)를 사용해 55°C로 가열된 heating block에서 10분 동안 유도체화시켰다. 다시 10초간 vortex 시킨 후 이것을 standard (amino acid hydrolysate standard, Waters)와 같이 Table 1의 조건 하에서 UPLC (Waters)로 분석하였다.

Table 1. Conditions for amino acid estimation with UPLC

Column	Accq·Tag Ultra Column, 2.1 × 100 mm, 1.7 μm
Mobile phase 1	Solvent : Accq·Tag Ultra Eluent A Concentrate
Mobile phase 2	Solvent : Accq·Tag Ultra Eluent B
Flow rate	0.7 mL/min
Run time	9.5 min
Wavelength	254 nm
Injection volume	1 μL

GABA (γ -aminobutyric acid) 분석

GABA분석은 시료 0.5 g를 막자사발에 마쇄하여 methanol: chloroform: water (12 : 5 : 3)의 혼합액을 10 mL 가해준 후 원심분리 (5,000 × g, 30 min, 4°C)를 통하여 상층액을 회수하였고, 침전물에 chloroform: water (3 : 5)의 혼합액을 8 mL 을 가하여 2차 추출한 후 1, 2차 원심분리 (5,000 × g, 30 min, 4°C)로부터 얻은 상층액을 동결건조 하였다. 건조시료를 소량의 증류수로 용해한 후 0.45 μ m syringe filter를 이용하여 여과하였다. Accq·Tag Reagent를 사용하여 형광 유도 체화 시켰으며, 이것을 분석시료로 사용하여 Table 2 조건 으로 분석하였다.

Table 2. Conditions for GABA estimation with HPLC

Column	Accq·Tag Column (3.9 mm × 150 mm)
Mobile phase	Solvent : ACN 75%
Flow rate	1 mL/min
Run time	55 min
Wavelength	254 nm

항산화실험

DPPH (1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl) radical 소거활성측 정실험은 대표적인 항산화활성 실험방법 [10]을 사용하였다. 자색의 DPPH를 99.9% methyl alcohol에 녹인 0.05 mM 용액 3.9 mL에 각 시료 (10 mg/mL)들을 각각 0.1 mL씩 넣어 10초간 vortexing하고 30분간 암반응 후 517 nm에서 흡 광도를 측정하였으며 positive control로서는 ascorbic acid (1 mg/mL)를 이용하였다. DPPH radical 소거 활성은 다음과 같이 백분율로 나타내었다 [11].

$$\text{DPPH radical scavenging activity (\%)} = \{1 - (SA/CA)\} \times 100$$

SA: absorbance of sample.

CA: absorbance of control.

아질산염 소거능 실험

아질산염 소거작용은 Gray and Duran [12] 방법을 이용해 측정하였다. 1 mM NaNO₂ 용액에 각각 농도가 1%로 맞춰진 여과된 시료들을 2 mL 가하고 여기에 0.1 N HCl 및 pH 1.2, pH 3.0, pH 4.2로 조정된 citrate buffer를 넣고 최종 부피를 10 mL로 제조하였다. 이 용액을 37°C에서 1시간 동안 반응시킨 후 반응액 1 mL에 2% acetic acid 5 mL를 첨가한 다음 30% acetic acid를 용매로 하여 제조한 0.5% sulfanilic acid와 0.5% naphthylamine 혼합용액을 0.4 mL 첨가하고 혼합하였다. 이 혼합액을 실온에서 15분간 반응 시킨 후 520 nm에서 흡광도를 측정하여 잔존하는 아질산량을 구하였다. 아질산염 소거작용은 시료를 첨가한 경우와

첨가하지 않은 경우의 아질산염 백분율로써 나타내었다.

$$\text{Nitrite scavenging activity (\%)} = \{1 - (A-C)/B\} \times 100$$

A : absorbance of 1 mM NaNO₂ added sample after standing for 1 hr.

B : absorbance of 1 mM NaNO₂.

C : absorbance of control.

결과 및 고찰

MSG 첨가가 자실체의 아미노산 조성에 미치는 영향

버섯에 아미노산들이 많이 함유되어 있다는 사실은 이미 잘 알려져 있다. 일본의 ‘테라시타’ 등은 150종류 버섯의 유리아미노산함량을 조사한 결과 양송이와 같은 송이과와 노랑느타리, 팽이 등의 주름버섯목과에서 함량이 가장 높은 것으로 보고했다 [13]. Fig.1 (A)는 MSG 를 첨가하지 않은 상태에서 배양된 새송이버섯의 자실체를 UPLC로 분석한 결과 (control)이며, (B)는 배지에 MSG 6 g/bottle 혼합 첨가 하여 배양한 자실체를 분석한 결과이다. 이 그래프에서 알 수 있듯이 몇몇 유리아미노산 peak들의 면적을 비교한 결과 control군보다는 MSG 6 g/bottle 첨가군에서 각 유리아미노산들의 peak들의 면적이 넓음을 확인할 수 있었다. MSG 첨가효과를 좀 더 구체적으로 조사하기 위하여 여러 용량의 MSG를 첨가하여 배양한 다음에 대조군과 비교하여 아미노산 각 성분 함량을 정량하고 요약한 결과를 Table 3에

Table 3. Compositions of amino acids obtained from *Pleurotus eryngii* grown on sawdust compost mix (sawdust 400 g + rice bran 200 g/bottle) supplemented with various amounts of MSG

Amino acid	Contents of amino acids (mg/g dry weight)				
	Control	MSG 1 g/bottle	MSG 2 g/bottle	MSG 3 g/bottle	MSG 6 g/bottle
Histidine	0.33	0.43	0.29	0.45	0.37
Serine	1.58	1.57	1.75	1.34	1.61
Arginine	3.74	3.68	3.86	3.97	4.49
Glycine	2.34	2.45	2.30	3.18	3.26
Aspartic acid	3.36	3.42	5.42	3.95	3.76
Glutamic acid	3.58	3.54	3.56	4.07	4.17
Threonine	4.86	5.33	4.15	5.34	5.11
Alanine	2.63	2.6	2.76	2.76	2.95
Proline	2.05	2.53	2.07	2.34	2.55
Cystine	0.42	0.43	0.42	0.38	0.22
Lysine	0.99	1.14	1.03	1.64	1.36
Tyrosine	0.78	0.71	0.85	0.54	0.80
Methionine	4.09	3.92	4.03	4.3	4.12
Valine	2.99	3.06	2.73	3.05	3.20
Isoleucine	0.57	0.57	0.45	0.68	0.53
Leucine	2.77	2.78	2.56	2.86	2.95
Phenylalanine	2.07	2.05	1.98	2.13	2.08

Data are average of three experiments.

나타내었다. 전체적인 결과를 정리하면 MSG 6 g/bottle 첨가하여 배양된 자실체에서는 arginine (3.74 → 4.49 mg/g), glutamic acid (3.58 → 4.17 mg/g), alanine (2.63 → 2.95 mg/g), glycine (2.34 → 3.26 mg/g)로 증가됨을 알 수 있었으며, 그 증가 정도는 대체적으로 MSG의 첨가 용량에 따른 용량 상관성을 보여 주었다. 한편 함량 변화가 없는 아미노산으로는 histidine, serine, methionine, isoleucine, leucine, phenylalanine 등이었으며 cystine은 오히려 감소되는 경향을 보였다. 이러한 결과는 배지에 첨가된 MSG가 새송이버섯으로 흡수되고, 다시 이 MSG 성분이 다른 arginine, alanine, glycine 등 여러 아미노산들의 합성에 긍정적인 영향을 주었기 때문으로 생각된다.

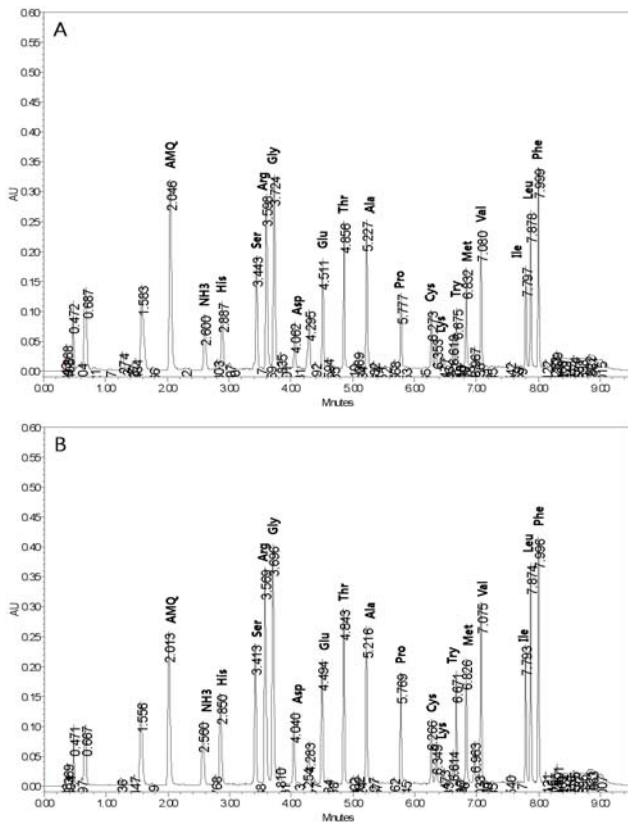


Fig. 1. Chromatograms of free amino acids obtained from the *Pleurotus eryngii* grown on with or without MSG-enriched media. A: control, B: MSG supplemented with 6 g/bottle.

MSG 첨가가 자실체의 GABA 생성에 미치는 영향

GABA (γ -aminobutyric acid)는 4개의 탄소로 구성되어 있고 glutamate decarboxylase 효소의 탈탄산 반응에 의해 CO₂와 함께 생성된다 [14]. GABA는 뇌 대사 증진 [15], 스트레스 해소, 치매, 결장암 및 대장암에 좋은 억제성 신경 전달물질 [16]로 중추신경계에 30%를 차지하고 있으며 더 나아가 기능성 식품 성분으로 많이 이용되어지고 있다 [17]. 일반적으로 인체에서 GABA 필요량은 식품으로 섭취할 경우

하루 500~3,000 mg 정도인데 보통 곡류식품에 존재하는 GABA함량은 일반미 1~4 mg/100 g, 발아현미 10~100 mg/100 g, 녹차 35~205 mg/100 g, 김치 30~580 mg/100 g, 오이 50~500 mg/100 g 등으로 알려져 있다.

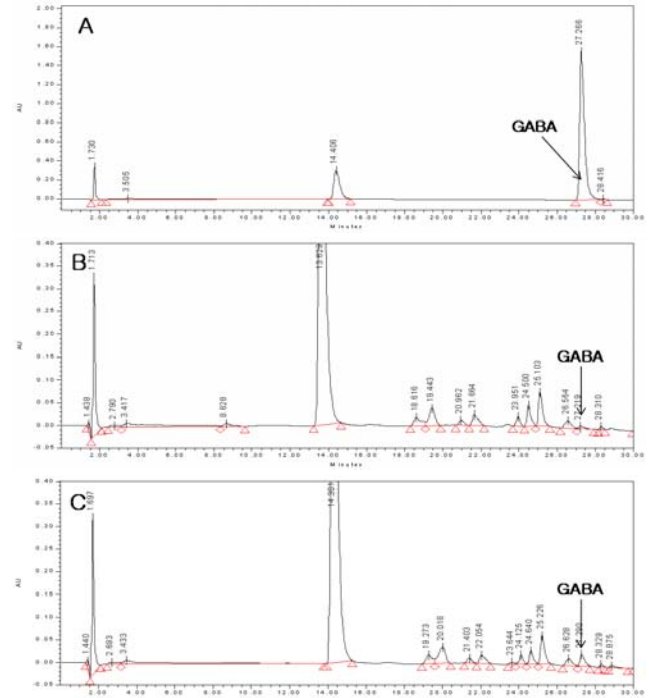


Fig. 2. Chromatograms for GABA estimation in fruiting bodies obtained from *Pleurotus eryngii* grown on with or without MSG-enriched media. A: GABA standard (0.02 M), B: Control (without MSG supplement), and C: Sample supplemented with MSG 6 g/bottle.

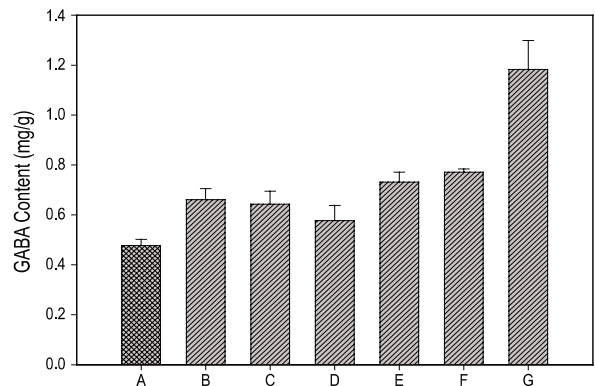


Fig. 3. The effect of MSG dosage on GABA content in fruiting bodies obtained from *Pleurotus eryngii* grown on different MSG-enriched media. A: MSG 0, B: 0.5 g, C: 1 g, D: 1.5 g, E: 2 g, F: 3 g and G: 6 g.

GABA 함량을 HPLC로 분석한 전형적인 크로마토그램을 Fig. 2에 나타내었다. A는 GABA 표준품 (0.02 M), B는 MSG 성분을 배지에 첨가하지 않은 자실체 (control), 그리고

C는 MSG를 6 g/bottle 첨가하여 배양된 자실체로부터 얻어진 샘플의 크로마토그램이다. MSG를 bottle 당 0, 0.5, 1, 1.5, 2, 3, 6 g 첨가한 경우에 대하여 자실체내에 GABA 함량을 측정하여 Fig. 3에 나타내었다. Fig. 3에서 알 수 있듯이 전반적으로 MSG 첨가량이 증가 할수록 GABA의 함량도 증가함을 알 수 있었고, MSG를 6 g 첨가했을 경우 대조군에 비하여 GABA의 함량은 약 2.4배 (1.18 mg/g) 증가되는 결과가 얻어졌다. 이는 자실체내에 glutamic acid가 증가됨에 따라 glutamate decarboxylase에 의하여 GABA가 증가되기 때문으로 사료된다.

MSG 첨가가 자실체의 항산화효과의 증진에 미치는 영향

DPPH radical 소거활성측정 실험은 안정화된 free radical을 가지고 있는 자색의 수용성 물질 DPPH가 항산화물질을 만나면 전자가 분리되고 소멸되면서 색깔이 변하고 515 nm ~ 520 nm에서 최대의 흡광도를 가져 이를 이용해 식품의 항산화력을 측정하는 실험이다 [10]. 인체에는 당뇨병, 뇌졸중, 암등을 비롯한 각종 퇴행성 질환의 원인이 되는 불안정한 free radical [18]을 지닌 활성산소들이 많은데 이러한 활성산소들은 과일 및 녹황색 채소 등의 항산화식품들을 섭취했을 때 잘 반응하여 반응성이 높은 radical 등을 소거 및 안정화시킴으로써 각종 노화 및 질병들을 예방하는데 많은 도움을 준다 [19].

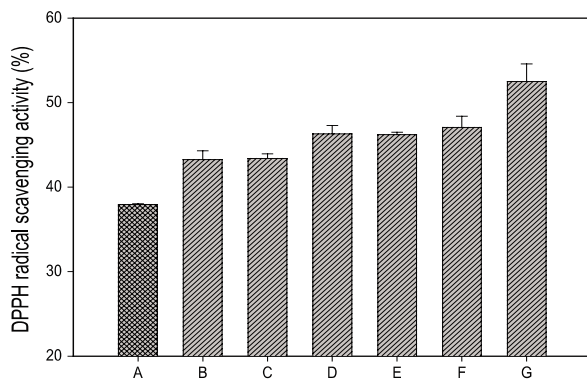


Fig. 4. The effect of MSG dosage on DPPH radical scavenging activity in fruiting bodies obtained from *Pleurotus eryngii* grown on different MSG-enriched media. A: MSG 0, B: 0.5 g, C: 1 g, D: 1.5 g, E: 2 g, F: 3 g and G: 6 g.

Fig. 4에서 알 수 있듯이 MSG 성분을 배지에 혼합해 재배한 경우 전체적인 DPPH radical 소거능은 control (A: 37.9%)에 비해 약간 증가됨을 알 수 있었다. 즉, MSG 함량 증가별 소거능은 B: 43.3%, C: 43.4%, D: 46.3%, E: 46.2%, F: 47.1%, G: 52.5%로 증가되어 항산화 활성이 점차 높아진 것을 알 수 있었다. 비슷한 연구 결과로서 아미노산 첨가가 anthocyanins 색소의 안정성과 항산화효과에 긍정적인 영향을 미치는 것으로 이미 보고되어 있다 [20]. 대조군 A (37.9%)에서 나타나는 소거능은 버섯 추출물에 존재하는 phenol 및 flavonoid

성분들에 의하여 나타나는 것으로 사료된다 [21]. MSG첨가군의 증가된 소거활성 효과는 분명하지만 표준 항산화물질인 ascorbic acid (ASA)의 소거 활성 (94.6%)에 비하면 비교적 약한 활성을 보이고 있다고 사료된다.

MSG 첨가가 자실체의 아질산염 소거능 향상에 미치는 영향

다양한 식품에 쓰이는 식품첨가물 중에는 nitrates가 많이 포함되어 있는데, 이 질소화합물은 위내에서 발암물질인 nitrite로 변화된다. 이러한 nitrite와 amine류를 많이 함유하고 있는 음식물들을 동시에 섭취했을 경우 위내에서 발암성 물질인 nitrosoamine이 생성될 확률이 높다고 알려져 있다 [22].

각 MSG 성분을 배지에 혼합 첨가하여 재배한 새송이버섯 자실체 추출물의 아질산염 소거능은 control (10.8%)에 비해서 전체적으로 높은 아질산염 소거율 (15~20%)를 얻을 수 있었다 (Fig. 5). 즉, 배지에 혼합된 MSG의 함량 증가에 따른 자실체 추출물의 아질산염 소거율은 B:15.3%, C:14.7%, D:16.0%, F:16.0%, E:19.0%, G:20.6%로 증가했다. 비록 대조군 (positive control)인 1% ascorbic acid 처리 시 아질산염 소거능은 76.54%로 높았지만, 배지에 약간의 MSG만 첨가되더라도 아질산염 소거율이 1.5-2.0배 증가됨을 알 수 있었다. 본 연구 결과로부터 배지에 소량의 저렴한 MSG를 첨가함으로써 새송이버섯의 기능성을 어느 정도 향상시킬 수 있음을 알 수 있었다.

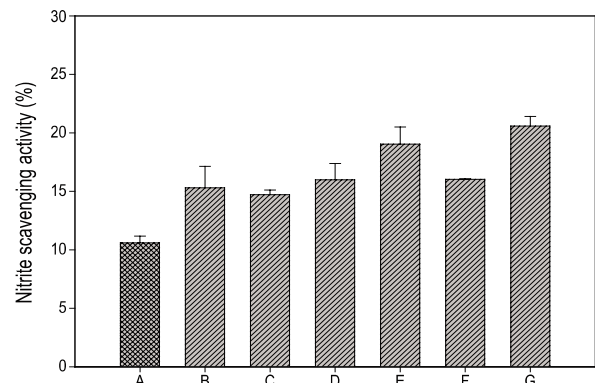


Fig. 5. The effect of MSG dosage on nitrate scavenging activity in fruiting bodies obtained from *Pleurotus eryngii* grown on different MSG-enriched media. A: MSG 0, B: 0.5 g, C: 1 g, D: 1.5 g, E: 2 g, F: 3 g and G: 6 g.

요 약

새송이 버섯 (*Pleurotus eryngii*) 재배배지에 글루탐산나트륨 (monosodium glutamate, MSG)을 혼합 첨가하여 재배한 자실체의 아미노산 및 γ -aminobutyric acid (GABA) 함량 변화, 그리고 항산화 작용 등의 생리활성을 분석하여

새송이버섯의 기능성 향상 가능 여부를 조사하였다. 실험 결과 MSG 첨가량이 증가함에 따라 arginine, glutamic acid, alanine, glycine 등 아미노산은 함량이 증가되었으며 histidine, serine, methionine, isoleucine, leucine, phenylalanine 등은 함량 변화는 거의 없었다. 한편 MSG 첨가량을 증가시키기에 따라 자실체의 GABA 함량은 전체적으로 증가되었으며 MSG 6 g/bottle 첨가군에서 자실체내에 가장 높은 GABA 함량 (1.18 mg/g)을 얻을 수 있었다. 또한 배지에 MSG 첨가량을 증가시키기에 따라 자실체 추출물의 DPPH (1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl) radical 소거능 및 아질산염 소거능 (nitrite scavenging activity)도 증가됨을 알 수 있었다. 이러한 결과로부터 새송이버섯을 재배할 때 배지에 소량의 저렴한 MSG (~US \$1/kg)를 첨가하면 아미노산 조성 및 항산화 작용 등 생리활성이 개선되는 고 기능성 새송이버섯 식품 소재가 개발될 수 있을 것으로 사료된다.

감 사

이 논문은 한국기술교육대학교 교육연구진흥비지원 프로그램의 일부 지원에 의하여 수행되었음.

접수 : 2010년 1월 18일, 게재승인 : 2010년 6월 24일

REFERENCES

- Schmidl, M. K. and T. P. Labuza (2000) *Essentials of functional foods*: Aspen Publishers, Inc., Gaithersburg, Maryland, USA.
- Wildman, R. C. (2001) *Handbook of Nutraceuticals and Functional Foods*: CRC Press, New York, USA.
- Hawlsworth, D. L. (2001) *The tropical fungal biota*. pp. 264-270, Cambridge University.
- Lee, J. W., C. H. Chung, H. I. Jeong, and K. H. Lee (1990) Anticomplementary and antitumor activities of the extract from the mycelia of *Lentinus edodes* IY-105. *J. Appl. Microbiol. Biotechnol.* 18: 571-577.
- Kabir, Y., S. T. Kimura, J. Tomura, and J. Nutr (1998) Dietary effect of *Ganoderma lucidum* mushrooms on blood pressure and lipid levels in spontaneously hypertensive rats. *Kor. Soc. Food Sci. Nutr.* 27: 940-944.
- Yamamura, Y. and K. W. Cochrane (1986) A selective inhibitor of myxoviruses from shiitake Mushroom. *Science* 9: 495-507.
- Zhang, H., K. Kubok, H. Aoki, and N. Naba (1994) Anti-diabetic activities present in the fruiting body of *Grifola frondosa* (mitake). *Biol. Pharm. Bull.* 17: 1106-1110.
- Zervakis, G. I. and G. K. Venturella (2001) Genetic polymorphism and taxonomic infrastructure of the *Pleurotus eryngii* species-complex as determined by RAPD analysis, isozyme profiles and ecomorphological characters. *Microbiology* 147: 3183-3194.
- Zadrazil, F. (1974) The ecology and industrial production of *Pleurotus ostreatus*, *Pleurotus florida*, *Pleurotus cornucopiae*, and *Pleurotus eryngii*. *Mushroom Sci.* 9: 621-655.
- Blois, M. S. (1958) Antioxidant determinations by the use of a stable free radical. *Nature* 181: 1199-1200.
- Wang, S. Y., J. H. Wu, S. S. Cheng, C. P. Lo, H. N. Chang, L. F. Shyr, and S. T. Chang (2004) Antioxidant activity of extracts from *Calocedrus formosana* leaf, bark, and heartwood. *Journal of Wood Science* 50: 422-426.
- Gray J. I. and L. R. Dugan (1975) Inhibition of N-nitrosamine formation in model food system. *J. Food Sci.* 40: 981-984.
- Kim, J. Y., K. D. Moon, S. D. Lee, S. H. Cho, H. I. Kang, S. T. Yee, and K. I. Seo (2004) Physicochemical properties of *Pleurotus eryngii*. *Kor. J. Food Preservation* 11: 347-351.
- Satya, N. and P. M. Nair (1990) Metabolism enzymology and possible roles of γ -aminobutyrate in higher plants. *Phytochemistry* 29: 367-375.
- Mody, I., Y. Dekoninck, T. S. Otis, and I. Soltesz (1994) Bringing the cleft at GABA synapses in the brain. *Trends Neurosci.* 17: 517-525.
- Krogsgaard-Larsen, P. (1989) GABA receptors. In *Receptor Pharmacology and Function.*: M. Williams, R. A. Glennon, and P. W. Timmermans (eds.), pp. 349-383, Marcel Dekker Inc, New York.
- Oh, S. H. and C. H. Oh (2004) Effect of germinated brown rice extract with enhanced levels of GABA on cancer cell proliferation and apoptosis. *J. Med. Food* 7: 19-23.
- Choe, C. S., E. S. Song, I. S. Kim, and M. H. Kang (2003) Antioxidative Activities of *Castanea Crenata* Flos. Methanol extracts. *Kor. J. Food Sci. Technol.* 35: 1216-1220.
- Kahl, R. and A. G. Hildebrandt (1986) Methodology for studying antioxidant activity and mechanisms of action of antioxidants. *Food and Chemical Toxicology* 24: 1007-1014.
- Oh, J. K. and I. Y. Imm (2005) Effect of amino acids addition on stability and antioxidative property of anthocyanins. *Kor. J. Food Sci. Technol.* 37: 562-566.
- Veena, P., S. Sangita, and P. Sandip (2009) Free radical scavenging activity of *Grangea maderaspatana*. *Pharmacognosy Magazine* 15: 381-387.
- Park, S. H., O. M. Kim, and I. W. Hyeon (1995) New synthetic medium for growth of mycelium of *Pleurotus species*. *Kor. J. Mycology* 23: 275-183.