

신품종 갈색양송이 '다향'의 화학성분과 항산화활성 및 α -Glucoamylase 저해활성

- 연구노트 -

김홍규¹ · 양의석¹ · 박기문² · 김관후³ · 김현호³ · 이가순^{3*}

¹충남농업기술원

²성균관대학교 식품생명공학과

³충남농업기술원 금산인삼약초시험장

Chemical Components, Antioxidant Activity, and α -Glucoamylase Inhibitory Activity of a New Mushroom Variety 'Dahyang'

Hong-Kyu Kim¹, Euy-Seog Yang¹, Gi-Moon Park², Gwan-Hou Kim³,
Hyun-Ho Kim³, and Ka-Soon Lee^{3*}

¹Chungcheongnam-do Agricultural Research & Extension Services, Chungnam 340-861, Korea

²School of Life Science and Biotechnologies, Sungkyunkwan University, Gyeonggi 440-746, Korea

³Geumsan Ginseng & Medicinal Crop Experiment Station, CNARES, Chungnam 312-823, Korea

Abstract

This study was conducted to investigate the quality characteristics, antioxidant activity, and α -glucoamylase inhibitory activity of Dahyang, a Chungnam Agricultural Research & Extension Service's newly bred cultivar of brown button mushroom. Total phenolic compound contents of Dahyang and the no. 705 mushroom were 189 ± 12 mg% and 168 ± 8 mg%, respectively. The major free sugars in Dahyang were mannitol (3.11%), xylose (0.12%), and trehalose (0.08%). β -Glucan content was 28.34% in Dahyang and 26.55% in the no. 705 mushroom, respectively. Electron donating ability by DPPH in Dahyang and the no. 705 mushroom was 52.14% and 45.27% for the water extract, and 57.81% and 46.93% for the 80% ethanol extract, respectively. α -Glucoamylase inhibitory activity in a 10 mg/mL concentration of water extract were was 33.25% in Dahyang and 29.22% in the no. 705 mushroom, respectively.

Key words: brown button mushroom, β -glucan, mannitol, antioxidative activity, α -glucoamylase inhibitor

서 론

버섯은 당질, 단백질, 비타민, 무기질 및 식이섬유가 풍부히 함유되어 있고, 특유의 맛과 향을 가진 것으로 최근 약용버섯뿐만 아니라 식용버섯류에서도 항암활성, 면역증강효과 및 항산화효과 등의 약리효과가 있다고 보고되고 있다(1-9). 식용버섯류 중에 양송이(*Agaricus bisporus*)는 주름버섯목(Agaricales)에 속하는 식용버섯으로서, 맛과 향기가 뛰어나서 세계적으로 널리 소비되는 버섯으로 알려져 있다. 우리나라에서도 생산량이 지속적으로 증가하여 2004년 24,000톤을 보였으나, 그 이후 생산량이 감소되어 2009년도에는 8,175톤을 생산하였다(10). 양송이 생산량 감소 현상의 원인은 대체 버섯류로 팽이, 큰느타리 버섯류의 생산이 증가되어 소비의 분산이 이루어진 점도 있겠지만 양송이는 수확 후 3~4일이 경과되면 색깔이 변하고 조직이 물러지는 현상이 생겨 상품적 가치가 저하되기 때문으로 판단된다. 이 문제를 해결하기 위하여 신선 양송이버섯의 선도유지에 관한

연구가 지속적으로 이루어지고 있다(11-13). 따라서 백색 양송이의 갈색화 현상이 일어나는 품질에 대한 대응책으로 우량계통을 선발하고자 하는 연구가 이루어져 1981년 You 등(14)은 신계통 양송이인 705호를 육성 보급한 바 있는데 이 품종은 백색양송이에 비하여 우량균주를 선발하여 육성 재배한 것으로 갖의 색깔이 백색보다는 크림색 혹은 갈색의 색을 띠고 있는 것이 특징이다. 이렇게 개발된 신품종의 갈색양송이 버섯이 일반 백색양송이보다 재배적인 특성이 좋을 뿐만 아니라 생리활성 효과가 더 좋다고 발표된 바 있어(8), 앞으로 품질이 우수한 양송이 품종이 더 보급될 필요가 있을 것으로 본다. 이에 따라 본 충남농업기술원에서 품질이 우수한 신품종 양송이인 '다향'을 개발하여 화학적, 물성적 특성을 조사한 결과, '다향'의 탄수화물 및 단백질 등의 일반성분의 특성은 기존 갈색양송이와 비슷하나 물성적 특성이 우수한 것으로 나타났기에(10) 이에 대한 생리기능성 물질인 폴리페놀성 물질 및 당알코올과 β -glucan의 함량을 분석하였고, 이들 성분이 항산화활성 및 항당뇨활성에 미치는

*Corresponding author. E-mail: lkasn@korea.kr
Phone: 82-41-753-9923, Fax: 82-41-753-1323

영향을 탐색하기 위하여 DPPH용액에 의한 전자공여능과 α -glucoamylase 저해활성을 검토하고자 하였다.

재료 및 방법

실험재료

본 실험에 사용된 양송이버섯은 충남농업기술원에서 육성 개발한 신품종 '다향' 양송이를, 대조군으로는 1981년 개발 보급된 '705호' 양송이를 이용하였다. 각각 균주를 충남 부여군소재 양송이 재배농가에서 일정한 조건으로 재배하여 수확한 것을 동결건조 하여 자실체 전체를 분쇄 후 분말로 사용하였다. 항산화활성과 α -glucoamylase 저해활성을 위한 시료는 시료분말 일정량에 80°C의 열수와 80% 에탄올 용액 각각 20배를 가하여 36시간 추출한 후 얻어진 추출물을 감압농축, 건조하여 사용하였다.

총 폴리페놀 함량

총 폴리페놀 함량 측정은 Coseteng과 Lee(15)의 방법을 이용하여 실험하였다. 즉 분말시료의 일정량을 80% ethanol을 20배 가하여 추출한 후 여과하였다. 그 여과액 1.0 mL에 Folin-Ciocalteu 시약 3.0 mL을 가하고 10분간 방치한 다음 7.5% NaCO₃ 1 mL을 첨가하여 30분간 실온에 방치한 후 분광광도계로 760 nm에서 흡광도 측정하였고, 표준물질로는 gallic acid를 이용하여 환산 정량하였다.

유리당 조성 및 함량

분말시료 일정량을 70°C의 물로 3시간 추출하여 그 추출액을 0.2 μ m membrane filter(Whatman Co., Kent, England)로 여과한 후, HPLC(Agilent 1200, Agilent Technologies, Santa Clara, CA, USA)에 10 μ L씩 주입하여 분석하였다. HPLC의 분석 조건은 사용한 칼럼은 MetaCarb 87H (7.8×300 mm, Varian Co., Lake Forest, CA, USA)이었고, 칼럼온도는 35°C, 유출용매는 0.008 N H₂SO₄ 0.6 mL/min로 흘러보냈으며, 당성분의 검출은 Refractive Index detector (Agilent 1200, Agilent Technologies)를 사용하여 당을 분석하였다.

β -Glucan 함량

β -Glucan의 함량은 Choi 등(6)의 방법에 따라 β -glucan assay kit(Megazyme International Ireland Limited, Bray, Ireland)를 사용하여 total glucan과 glucan 이외의 당 함량 간의 차이를 이용하여 구하였다. 즉 시료에 진한 염산을 첨가하여 100°C에서 2시간 동안 가수분해 시킨 후 2 N KOH를 이용하여 pH를 5.0으로 조정하였다. 가수분해액 200 mM의 sodium acetate buffer(pH 5.0)를 이용하여 희석한 후 원심분리 하여 상층액 100 μ L를 취하여 exo 1,3- β -glucanase와 β -glucosidase를 첨가한 후 glucose determination reagent (Megazyme International Ireland Limited)를 첨가하여 510 nm에서 흡광도를 측정하여 total glucan과 glucan 이외의

당 함량을 얻었다. α -Glucan과 glucan 이외의 당 함량은 시료에 2 N KOH를 넣고 20분간 열음이 채워진 수욕조에서 반응시킨 후 1.2 M sodium acetate buffer(pH 3.8)를 첨가하고 amyloglucosidase와 invertase를 넣어 40°C에서 반응시키고, 그 후 200 mM sodium acetate buffer를 가하고 glucose determination reagent를 첨가하여 510 nm에서 흡광도를 측정하였다.

$$\beta\text{-Glucan (\%, w/w)} = \text{Total glucan (\%, w/w)} - \alpha\text{-glucan (\%, w/w)}$$

항산화활성 측정

항산화활성은 DPPH(2,2-diphenyl-1-picryl-hydrazyl) 용액에 의한 전자공여능(electron donating ability)을 이용하여 Blois의 방법(16)을 일부 변형하여 평가하였으며 시료는 양송이버섯 에탄올 추출물 건조물을 이용하였다. 즉 1.5×10^{-4} M DPPH용액 mL당 시료추출건조물을 10 mg을 가하여 37°C의 온도에서 30분간 방치한 후 540 nm에서 흡광도를 측정하여 무첨가군의 흡광도에 대한 시료첨가구의 흡광도의 차이를 백분율(%)로 나타내었다.

α -Glucoamylase 저해활성

α -Glucoamylase 저해활성은 Park 등(17), Ko 등(18)의 방법에 따라 행하였다. 즉 α -glucoamylase(Sigma-Aldrich, St. Louis, MO, USA) 5 mg을 50 mM sodium phosphate 용액(pH 6.8) 1 mL에 용해하고, 기질인 가용성 전분(Sigma-Aldrich)은 증류수로 0.5% 용액을 만든 후 두 용액을 1:1의 비율로 혼합하였다. 양송이 시료추출 건조물은 10 mg/mL의 농도로 DMSO용매에 녹여 사용하였다. 이 반응용액은 37°C의 온도에서 1시간 반응시킨 후 150 μ L의 0.2 M NaOH로 반응을 종결시키고 중화하기 위하여 150 μ L의 0.2 M 초산용액을 넣어주었다. 반응 후 생성되는 유리 포도당 양을 측정하여 α -glucoamylase의 활성을 측정하였다. 대조군은 시료를 용해하는데 사용된 DMSO만을 처리한 것에서 생성되는 유리 포도당 양으로 결정하여 양송이 추출건조물에서 α -glucoamylase의 저해활성은 대조군에서 생성되는 유리 포도당 양에 대하여 양송이 추출건조물의 처리에 대한 유리 포도당의 생성이 감소되는 정도를 백분율로 나타내었다.

통계처리

모든 측정값은 3회 이상 분석하여 평균 \pm 표준편차로 나타내었고, 실험결과 간의 유의차분석은 one-way ANOVA와 Tukey' HSD test를 실시하여 99% 유의수준에서 검정하였다.

결과 및 고찰

총 폴리페놀 함량

신품종으로 개발한 양송이 '다향'의 총 폴리페놀성 물질의

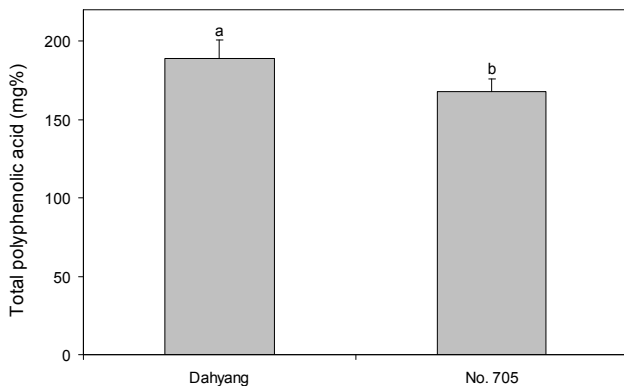


Fig. 1. Total polyphenolic acid content of Dahyang and No. 705 varieties on *Agaricus bisporus*. Each value represents the mean ± SD (n=3). Different letters indicate a significant difference (p<0.01) based the one-way ANOVA and Tukey' HSD test.

함량은 Fig. 1과 같이 189±12 mg%로 기존 705호 양송이 168±8 mg%에 비하여 약 20 mg% 더 높은 함량을 보여주었다. Lim 등(8)의 보고에 의하면 용매에 따라 백색 및 갈색 양송이의 폴리페놀함량을 분석한 결과, 백색보다는 갈색양송이가 함량이 더 높았다고 보고한 것과 비슷한 결과이어서 백색종의 양송이에 비하여 갈색종의 양송이가 폴리페놀 함량이 더 높은 것을 알 수 있었다. Lim 등(8)이 보고한 갈색양송이의 폴리페놀 함량이 약 80 mg%라고 보고한 것과 비교해보면 본 실험에서 정량된 값이 더 높은 결과를 보여주었고, Choi 등(6)이 보고한 식용버섯류 중 양송이의 페놀 함량 결과보다 낮은 값을 보여주었는데 이는 추출방법에 대한 차이에 기인된 것으로 생각된다.

유리당 조성 및 함량

다향 양송이의 유리당 조성 및 함량을 분석한 결과, Table 1과 같았다. 유리당 조성으로 mannitol, xylose 및 trehalose 3종이 확인되었으며 대조군이 705호 양송이도 비슷한 조성을 가지고 있었다. 다향 양송이의 유리당은 mannitol, xylose 및 trehalose 각각 3.11, 0.12 및 0.08%로 mannitol이 가장 많이 함유되어 있었고 대조군에 비하여 높은 함량을 보여주고 있었다. 이는 Hong과 Kim(19)이 양송이의 유리당 및 당알코올 조성을 분석하여 보고한 결과 6종이 검출되었고 본 실험에서는 검출되지 않은 arabitoli 상당히 많이 검출되었으며 glucose와 fructose가 검출된 결과와는 상당히 차이를 보였다. 이는 추출방법 및 시료의 처리방법에 차이가 있어서 나타난 결과로 생각되어지며, mannitol의 함량이 가장 높은

Table 1. Free sugar content of Dahyang and No. 705 varieties on *Agaricus bisporus* (%)

Varieties	Xylose	Mannitol	Trehalose	Total
Dahyang	0.12±0.04 ^{1)a2)}	3.11±0.56 ^a	0.08±0.02 ^a	3.31±0.47 ^a
No. 705	0.03±0.02 ^b	2.34±0.42 ^b	0.01±0.01 ^b	2.38±0.23 ^b

¹⁾Values are mean ± SD of triplicate determinations.
²⁾Means with different letters within the same column are significantly different (p<0.01) according to one-way ANOVA and the Tukey' HSD test.

것은 본 연구 결과와 동일한 결과로 나타났다. 본 실험에 사용된 버섯에 함유되어 있는 mannitol은 감미는 가지나 혈당량을 증가시키지는 못하고 삼투압을 조절하여 당뇨병 치료나 다이어트 효과에 도움을 주는 당알코올(20)로 Hong과 Kim(19)의 결과와 비교해볼 때 훨씬 더 많이 함유하고 있음을 알 수 있었다. 또한 양송이의 갓과 기둥의 크기에 따라서 분석한 결과 크기가 클수록 양송이의 주된 유리당인 mannitol, xylose 및 trehalose 함량은 감소하는 경향이였다. 일반 6탄당인 glucose와 fructose의 함량은 미미하게 증가하는 경향을 보여주어 크기에 따라서 유리당 함량에 차이가 있는 것으로 보아 속도에 따라서도 유리당 함량의 차이가 클 것으로 생각된다. Lim 등(12)에 의하면 신선 양송이의 포장방법에 따라 저장기간이 길어질수록 성분 함량이 감소되었다고 보고한 것 등을 고려하면 호흡율이 높은 버섯류에서는 같은 품종의 버섯이라고 하더라도 성분의 함량에 차이가 크게 나타남을 알 수 있었다.

β-Glucan 함량

β-Glucan은 비전분 다당류로서 혈중 콜레스테롤 강하 효능이 알려지면서 기능성식품 소재로서 많은 관심을 끌고 있다. 그 외에도 Kang 등(21)은 베타글루칸이 포도당 투석지연 및 당뇨취의 혈당에 미치는 영향을 조사한 결과 우수한 항당뇨효과가 있음을 보고하였고 Misuno(22)는 *Agaricus* 속 버섯에 함유되어 있는 수용성 다당체가 항암효과가 있다고 보고되어진 바 비전분 다당체를 많이 함유하고 있는 버섯류는 여러모로 이용가치가 높다고 볼 수 있다. 본 연구에 사용되어진 양송이버섯 내에 β-glucan의 함량을 분석한 결과, 다향 양송이버섯에 함유되어 있는 β-glucan의 함량은 건조물에 대하여 28.34%이었고 705호 양송이는 26.55%의 함량을 보였다(Fig. 2). 이는 Choi 등(6)의 결과에서 양송이버섯이 7.83%이라고 보고한 것보다는 훨씬 높은 함량을 보여주었고, Hong 등(2)은 아가리쿠스버섯에서 β-glucan이 약 25% 이상 함유되어있다고 보고한 것을 보면 본 실험에

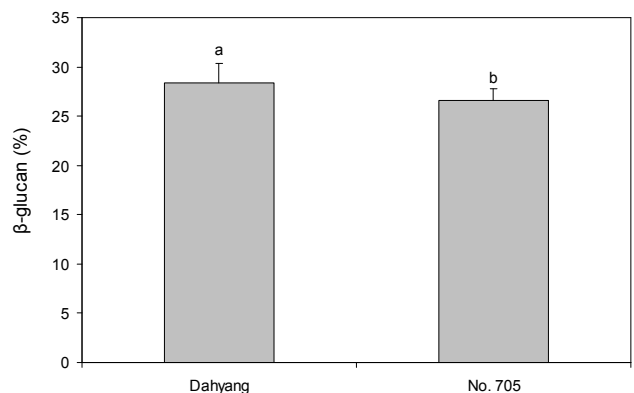


Fig. 2. β-Glucan content of dried Dahyang and No. 705 varieties on *Agaricus bisporus*. Each value represents the mean ± SD (n=3). Different letters indicate a significant difference (p<0.05) based the one-way ANOVA and Tukey' HSD test.

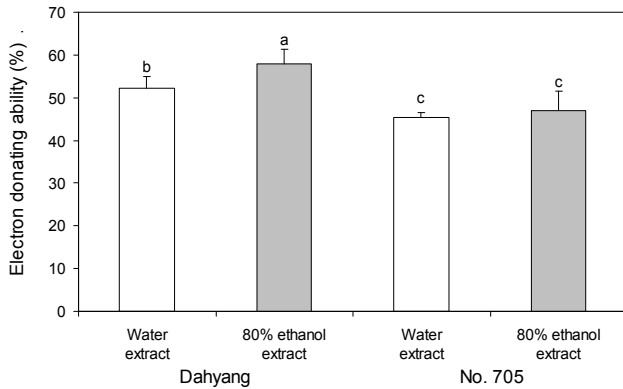


Fig. 3. Electron donating ability of Dahyang and No. 705 varieties on *Agaricus bisporus*. Treatment concentration of samples: 10 mg/mL. Each value represents the mean \pm SD (n=3). Different letters indicate a significant difference ($p < 0.01$) based on the one-way ANOVA and Tukey' HSD test.

사용된 양송이버섯은 β -glucan 함량이 높아 혈중 콜레스테롤 강하 및 항당뇨와 같은 기능성식품 소재로 이용할 가치가 있을 것으로 생각된다.

항산화활성 측정

다향 양송이와 705호 양송이의 물 추출물과 80% 에탄올 추출 건조물을 DPPH용액 1 mL에 10 mg의 농도가 되도록 첨가하여 전자공여능을 검토한 결과 Fig. 3과 같았다. 다향은 물 추출물과 80% 에탄올 추출 각각 52.14% 및 57.81%의 전자공여능을 보여 80% 에탄올 추출에서 항산화 효과가 더 높은 것을 볼 수 있었으며, 705호는 각각 45.27% 및 46.93%의 전자공여능을 보여 추출용매 간에 활성에는 차이가 인정되지 않았다. 일반적으로 항산화활성을 측정하는 방법은 여러 가지 방법(23)이 있는데 DPPH용액을 이용하여 간단하게 전자공여능을 측정함으로써 항산화활성의 유무를 확인해 볼 수 있으며 Chung(24)과 Lee 등(25)이 전자공여능과 폴리페놀성물질의 함량과는 밀접한 연관성이 있다고 보고하였다. 본 연구결과, Fig. 1에서 총 폴리페놀 함량이 705호보다 다향이 더 많이 함유되어있고, 705호보다 다향이 전자공여능이 더 높았으며, 물 추출물보다 80% 에탄올 추출물에서 더 높은 것을 보면, 양송이버섯에서도 양송이버섯에 함유되어 있는 폴리페놀물질이 항산화활성에 관여하고 있음을 알 수 있었다.

α -Glucosylase 저해활성

당뇨질환은 최근 인슐린의 절대적인 부족에서 오는 제1당뇨병과 인슐린저항성과 인슐린 분비능이 조화를 이루지 못해서 일어나는 제2당뇨병으로 구분되어지는데 우리나라 당뇨병자들은 대부분 인슐린 비의존형인 제2형 당뇨병을 가지고 있다고 한다(26). 따라서 인슐린 비의존형 당뇨병 치료 약물에 대한 연구로 당의 소화 및 흡수를 조절하고자 하는 연구가 많이 진행되고 있다(18,27-29). 본 연구에서도 다향 및 705호 양송이의 물 추출물 및 80% 에탄올 추출물에 대해

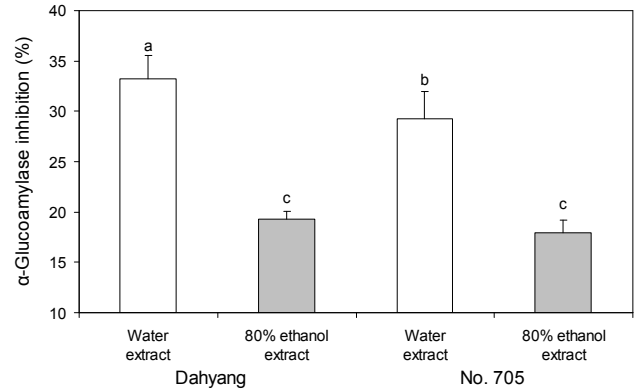


Fig. 4. Inhibitory activity of α -glucoamylase by Dahyang and No. 705 varieties on *Agaricus bisporus*. Treatment concentration of samples: 10 mg/mL. Each value represents the mean \pm SD (n=3). Different letters indicate a significant difference ($p < 0.01$) based one-way ANOVA and the Tukey' HSD test.

여 α -glucoamylase 저해활성을 측정해본 결과 Fig. 4와 같다. 물 추출물에서는 다향이 705호 양송이보다 저해활성이 더 높은 경향이었으며 80% 에탄올 추출물에서는 거의 비슷한 저해활성을 보였다. 또 두 버섯 품종 모두 80% 에탄올 추출물에서보다 물 추출물에서 저해활성이 훨씬 더 높은 저해활성을 보였다. 이는 80% 에탄올 추출물보다 물 추출물에서 α -glucoamylase 저해활성이 높은 것은 수용성인 β -glucan이 항당뇨효과가 있다고 보고한 것(21)을 토대로 보면 β -glucan이 항당뇨에 미치는 영향 중 α -glucoamylase 저해활성과도 어느 정도 관계가 있을 것으로 생각된다.

요 약

신품종으로 개발한 양송이 '다향'의 우수성을 조사하기 위하여 총 폴리페놀성 물질, 유리당 및 β -glucan의 함량과 항산화활성 및 α -glucoamylase 저해활성을 기존 유통되고 있는 705호 양송이와 비교 분석하였다. 총 폴리페놀 함량은 189 ± 12 mg%로 기존 705호 양송이 168 ± 8 mg%에 비하여 더 높았고, 유리당은 mannitol, xylose 및 trehalose의 3종이 각각 3.11, 0.12 및 0.08%로 mannitol이 가장 많이 함유되어 있었으며, β -glucan의 함량은 건조물에 대하여 28.34%이었고 705호 양송이는 26.55%의 함량을 보여 대조군에 비하여 높은 함량을 보여주고 있었다. DPPH용액에 의한 전자공여능은 다향은 물 추출물과 80% 에탄올 추출 각각 52.14% 및 57.81%, 705호는 각각 45.27% 및 46.93%를 보였으며, α -glucoamylase 저해활성은 물 추출물에서는 다향이 705호 양송이보다 저해활성이 더 높은 경향이었으며 80% 에탄올 추출물에서는 거의 비슷한 저해활성을 보였다.

문 헌

1. Park JM, Le, SH, Kim JO, Park HJ, Park JB, Sin JI. 2004. In vitro and in vivo effects of extracts of *Lentinus edodes*

- on tomur growth in human papilloma virus 16 on co-genes-transformed animal tumor model. *Korean J Food Sci Technol* 36: 141-146.
2. Hong JH, Youn KS, Choi YH. 2004. Characteristics of crude protein-bound polysaccharide from *Agaricus blazei* Murill by extraction and precipitation condition and its antitumor effect. *Korean J Food Sci Technol* 36: 586-593.
 3. Park MH, Oh KY, Lee BW. 1998. Anti-cancer activity of *Lentinus edodes* and *Pleurotus ostreatus*. *Korean J Food Sci Technol* 30: 702-708.
 4. Misuno T. 1990. Antitumor activity and some properties of water soluble polysaccharides from fruiting body of *Agaricus blazei* Murill. *Agric Biol Chem* 54: 2889-2896.
 5. Hirokazu K, Ryuichi I, Teturo K, Takashi M. 1989. Fractionation and antitumor activity of the water-insoluble residue of *Agaricus blazei* fruiting bodies. *Carbohydr Res* 186: 267-273.
 6. Choi SJ, Lee YS, Kim JK, Kim JK, Lim SS. 2010. Physiological activities of extract from edible mushrooms. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 39: 1087-1096.
 7. Oh HS, Ham SS. 1992. Antimutagenic effects of enzymatic browning reaction products of polyphenol compounds by polyphenoloxidase derived from mushroom (*Agaricus bisporus*). *Korean J Food Sci Technol* 24: 341-346.
 8. Lim TS, Do JR, Kwon OJ, Kim HK. 2007. Physiological activities of *Agaricus bisporus* extracts as affected by solvents. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 36: 383-388.
 9. Kwon MH, Lim EJ, Sung HC. 1998. Studies on bioactive polysaccharide isolated from *Agaricus bisporus*. *Korean J Agric Chem Biotech* 41: 60-67.
 10. Kim HK, Ham IG, Lee KS, Lee BJ, Kim YG, Yang ES, Yoo YB, Kim HG. 2011. Characteristics of a new button mushroom variety 'Dahyang'. *Korean J Mushroom Sci Product* 9: 17-21.
 11. Kim BS, Park SY, Jang MS, Kwon AS. 2007. Effect of prolongation by precooling treatment and improved packing of mushroom (*Agaricus bisporus*). *Korean J Food Preserv* 14: 109-112.
 12. Lim JH, Choi JH, Hong SI, Jeong MC, Kim DM. 2006. Effect of packaging treatment on quality of fresh-cut mushrooms (*Agaricus bisporus*) during storage. *Korean J Food Preserv* 13: 1-7.
 13. Kwon JH, Byun MW, Yoon HS. 1990. Monitoring of volatile flavor components and amino acids in fresh mushrooms effect of prolongation by precooling treatment and improved packing of mushroom (*Agaricus bisporus*). *Korean J Food Preserv* 22: 514-519.
 14. You CH, Byun MO, Park YH, Shin GC. 1981. Studies on the development of a new strain No. 705 of *Agaricus bisporus* (Lange) sing. *Korean J Mycol* 9: 133-139.
 15. Coseteng MY, Lee CY. 1987. Change in apple polyphenoloxidase and polyphenol concentrations in relation to degree of browning. *J Food Sci* 52: 985-989.
 16. Blois MS. 1958. Antioxidant determination by the use of stable free radical. *Nature* 181: 1199-1200.
 17. Park S, Jun DW, Park CH, Jang JS, Park SK, Ko BS, Kim BJ, Choi SB. 2004. Hypoglycemic effects of crude extracts of *Moutan Radicis Cortex*. *Korean J Food Sci Technol* 36: 472-477.
 18. Ko BS, Jun DW, Jang JS, Kim JH, Park SM. 2006. Effects of *Sasa borealis* and white lotus roots and leaves on insulin action and secretion *in vitro*. *Korean J Food Sci Technol* 38: 114-120.
 19. Hong JS, Kim TY. 1988. Contents of free-sugars & free sugar alcohols in *Pleurotus ostreatus*, *Lentinus edodes* & *Agaricus bisporus*. *Korean J Food Sci Technol* 20: 459-462.
 20. Park HY, Lee TS, Park HC, Oh SM, Park JK. 1994. The effects of glucose, mannitol and PGE₁ on the secretion of PDGF & PGL₂ in cultures human umbilical vein endothelial cells. *J Korean Surgical Soc* 46: 767-780.
 21. Kang TS, Lee MY, Baek SH, Jeong HS, Park HJ, Young JK, Jung IS. 2005. Effects of oat soluble β -glucan on glucose dialysis retardation and blood glucose in diabetic rats. *Food Engineering Progress* 9: 88-96.
 22. Misuno T. 1990. Antitumor activity and some properties of water soluble polysaccharides from fruiting body of *Agaricus blazei* Murill. *Agric Biol Chem* 54: 2889-2896.
 23. Kim YG. 2004. *Antioxidants*. Yeomungak, Seoul, Korea. p 199-208.
 24. Chung HJ. 1999. Antioxidant effect of ethanolic extracts of some tea materials on red pepper seed oil. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 28: 1316-1320.
 25. Lee SO, Lee HJ, Yu MH, Im HG, Lee IS. 2005. Total polyphenol contents and antioxidant activities of methanol extracts from vegetables produced in Ullung island. *Korean J Food Sci Technol* 37: 233-240.
 26. Park SM. 2007. Strategies for development of anti-diabetic functional foods. *Food Sci Ind* 40: 46-58.
 27. Lee WY, Ahn JK, Park Y, Park SY, Kim YM, Rhee HI. 2004. Inhibitory effects of proanthocyanidin extracted from *Distylium racemosum* on α -amylase and α -glucosidase activities. *Kor J Pharmacogn* 35: 271-275.
 28. Kwon GJ, Chopi DS, Wang MH. 2007. Biological activities of hot water extracts from *Euonymus alatus* leaf. *Korean J Food Sci Technol* 39: 569-574.
 29. Lee BB, Park SR, Han CS, Han DY, Park EJ, Park HR, Lee SC. 2008. Antioxidant activity and inhibition activity against α -amylase and α -glucosidase of *Viola mandshurica* extracts. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 37: 405-409.

(2011년 4월 25일 접수; 2011년 7월 14일 채택)