Journal of Mushroom Science and Production
Vol. 9, No 3, p116-122 September 2011
Copyright © 2011 by The Korea Society of Mushroom Science
Printed in S. Korea

버들송이(*Agrocybe aegerita*) 영양성분 및 생리활성 분석

서상영*, 안민실, 최소라, 송은주, 최민경, 김영선
전라북도농업기술원 자원식품과

Analysis of nutritional compositions and biological activity of *Agrocybe aegerita*

Sang-Young Seo*, Min-Sil Ahn, So-Ra Choi, Eun-Ju Song, Min-Kyung Choi, Young-Sun Kim
Resources and Food Division, Jeollabuk-do Agricultural Research & Extension Services, Iksan 570-704, Korea.

(Received August 25, 2011, Revised September 5, 2011, Accepted September 7, 2011)

ABSTRACT: The mushroom *Agrocybe aegerita* was analyzed to evaluate the nutritional value of this potential food and to enhance the cultivation and consumption. Among the nutritional compositions of *Agrocybe aegerita*, contents of crude proteins, crude fats and ashes were 38.3%, 3.0% and 8.2% respectively. The contents of potassium and phosphorus were higher than that of other minerals. Total phenolics contents were 65.2㎍/㎖ and 46.0㎍/㎖ in water extract and ethanol extract, respectively. Total flavonoids were estimated as 12.5㎍/㎖ contents of water extract and ethanol extract were 7.1㎍/㎖. Free radical scavenging activity against DPPH of ethanol extract, 79.2% was higher than that of water extract(58.2%). The contents of total phenolics, flavonoids and antioxidant activity by the DPPH scavenging activity of *Agrocybe aegerita* were higher than those of *Pleurotus eryngii* and *Pleurotus ostreatus*. The tyrosinase inhibitory activity showed 63.2% and 65.0% in water extract and ethanol extract, respectively. Angiotensin converting enzyme inhibitory activity of water extract was 78.7% and 75.0% in ethanol extract. In this study, *Agrocybe aegerita* has abundant essential nutrients and thus is good source of functional health food.

KEYWORDS : *Agrocybe aegerita*, nutritional composition, polyphenol, antioxidant, angiotensin converting enzyme

서 론

버섯은 각종 탄수화물, 단백질, 무기질 및 아미노산 등과 같은 다양한 영양분을 함유하고 있고, 맛과 향이 우수하며 조직감이 독특하여 소비자들로부터 큰 인기를 얻고 있다. 또한 항산화 활성 등 여러 가지 생리활성 효과에 대한 연구결과(최세진 등, 2010)가 보고되면서 식용과 약용으로 널리 이용되고 있다. 우리나라에서 버들송이는 1987년 경기도 광릉에서 채집되어 처음으로 분류동정(Lee, 1998) 되었으며, 이밖에도 일본, 북아메리카, 유럽 그리고 아프리카 등에 분포하고 있다. 분류학적으로는 주름버섯목(Agaricales), 소똥버섯과(Bolbitiaceae), 볏짚버섯속(Agrocybe)의 담자균류에 속하는 버섯으로 우리나라 경우 봄에서 가을에 걸쳐 활엽수의 고사목이나 그루터기에 발생하는 사물기생균이다. 이 버섯의 육질은 씹는 맛이 좋고 약간 담백한 느낌을 주며 송이와 같은 향이 나는 버섯으로 식용버섯으로서 뛰어난 맛과 향을 가지고 있다. 자실체는 자루, 갓, 주름살, 턱받이로 구성되어 있으며, 인공재배 버들송이버섯의 갓은 생육초기에 짙은 갈색이다가 후기에는 갈색으로 변하며, 갓의 지름은 3cm 내외이다. 자실체의 자루는 백색에 가까우며 길이는 10~15cm 이다(Lee, 1998). 섬유질이 많고 필수아미노산과 비타민(B2, D), 미네랄(칼륨, 인)이 풍부하며, 항산화활성 및 항암활성은 물론 혈압강하, 항알레르기, 항세균, 항바이러스, 혈소판 응집저해 효과가 있다. 중성 단백다당체인 Agrocybin은 쥐 실험에서 70% 이상의 종양억제율과 200%에 가까운 수명 연장 효과가 있는 것으로 보고되었다. 1989년 농촌진흥청 농업과학기술연구소에서 "버들송이 1호"라는 품종으로 재배 방법을 확립하여 농가에 보급한 바 있으나 온 · 습도 및 광 등 재배조건이 적절하지 않을 경우 발이율이 낮고 생육이 균일하지 않으며 기형버섯 발생이 높은 버섯이다.

버들송이버섯의 국내외 연구는 주로 인공배양 배지에 관한 연구(Kim 등, 1989 ; Park과 Lee, 1990 ; Lee 등, 1998), 신품종 육종(차월석 등, 2002 ; Jeon 등, 2010), 액체종균 배양(Cheong 등, 2003), 균사체 배양 및 활용(신성의 등, 2002 ; 차월석 등, 2004 ; Park 등, 2008), 병원균 분리 동정(Choi

* Corresponding author 〈ssy7717@korea.kr〉

등, 2010), 항산화활성(Lo와 Peter, 2005), 항암(Chenguang 등, 2003), 염기서열 분석 및 유전자 연구(Gonzalez 등, 1998 ; Bois 등, 1999), 형질전환(Noel과 Labarere, 1994) 분야에서 이루어져 있다.

국내 식용버섯 재배는 느타리버섯, 큰느타리버섯, 팽이버섯 등 일부 품목에 편중되어 있고, 자동화 재배시설과 재배규모가 커짐에 따라 과잉생산과 집중출하 시 영세농가는 경제적 어려움에 직면하게 된다. 따라서 버섯 재배품목을 다양화 하여 버섯시장에 탄력적으로 대응하고 농가에 안정적 소득을 창출할 수 있는 새로운 품목을 탐색하여 소비자의 다양한 욕구를 충족시켜 생산과 소비를 활성화 하고자 본 시험을 수행하였다.

재료 및 방법

실험재료

본 시험에 사용된 버들송이버섯은 경북 칠곡군 소재의 한솔영농조합에서 구입하였으며, 대조군으로 사용한 큰느타리버섯(*Pleurotus eryngii*)과 느타리버섯(*Pleurotus ostreatus*)은 익산 소재의 대형마트에서 구입하였다. 각각의 버섯은 깨끗이 손질하여 동결건조 한 후 분말로 제조하여 냉장보관 하면서 사용하였다.

일반성분 및 무기성분 분석

버들송이버섯의 일반성분은 AOAC의 표준분석법에 의하여 분석하였다. 수분은 105℃ 상압가열건조법으로 측정하였고, 조단백질은 Kjeldahl법, 조지방은 Soxhlet 추출법, 조회분은 550℃ 회화로에서 직접 회화시켜 중량법으로 정량하였다. 무기성분은 시료 1g에 분해용액($HClO_4$:H_2SO_4:H_2O_2 = 9:2:5, v/v) 25ml를 가하여 hot plate에서 무색으로 변할 때까지 가열 후 분해용액 100ml로 양을 맞추고 여과한 후 ICP로 분석하였다.

버섯 추출물 제조

열수추출물은 동결건조한 버섯분말 중량의 100배(v/w)의 증류수를 가하고 100℃에서 3시간동안 환류냉각법으로 추출하였고, 에탄올 추출은 80% 에탄올을 이용하여 24시간 동안 실온에서 3회 반복 추출한 후 감압여과와 감압농축기를 사용하여 농축 후 본 실험에 사용하였다.

페놀성 화합물 함량

폴리페놀은 Gutifinger(1981)의 Folin-Ciocalteau 방법으로 측정하였다. 버들송이버섯 추출액 1ml을 95% 에탄올과 증류수를 첨가하여 일정농도로 희석 후 1N Folin-ciolteu reagent 0.5ml 첨가하였다. 5분간 정치 후 sodium carbonate 5% 용액 1ml을 가하고 1시간 정치시킨 다음 725nm에서 흡광도를 측정하였다. 표준곡선은 gallic acid를 이용하여 작성하였다.

플라보노이드 함량은 Davis의 방법을 변형(Lee 등, 20001)하여 이용하였다. 추출 시료액에 증류수를 첨가하여 10배 희석 후 d-ethylenglycol 0.8ml 와 1N NaOH 1ml를 가한 후 37℃에서 1시간 정치 후 420nm에서 흡광도를 측정하였다. 표준곡선은 rutin을 이용하여 산출하였다.

DPPH radical 제거활성

버섯 추출물의 항산화 효과는 Blois(1958)의 방법을 변형하여 DPPH에 대한 전자공여 효과로 추출물에 대한 환원력을 측정하였다. 시료 추출액 0.5ml에 60uM DPPH(1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl) 용액 3ml를 가하여 10초간 vortexing 후 호일로 빛을 차단한 상태로 상온에서 15분간 방치 후 517nm에서 흡광도를 측정하였고 blank는 시료 대신 메탄올을 사용하였다.

DPPH radical scavenging activity (%) = 〔1-(시료흡광도/대조군 흡광도)〕 × 100

Tyrosinase 저해활성

Tyrosinase 저해활성은 tyrosinase의 작용 결과 생성되는 DL- ß -3,4-dihydroxyphenyl alanine(DOPA) chrome을 비색법에 의해 측정하였다(Jung 등, 1995). 기질로서 0.175M phosphate buffer(pH 6.8) 0.6ml에 5mM L-DOPA 용액 0.6ml를 가한 후 시료 추출액 1.5ml을 첨가하였다. 여기에 mushroom tyrosinase(110units/ml) 0.3ml를 처리 한 후 35℃에서 2분 항온반응 시킨 후 475nm에서 흡광도를 측정하고 아래 계산식에 따라 Tyrosinase 저해율을 산출하였다.

Tyrosinase inhibitory effect(%)=1-(S-B)/C×100

S : 시료 첨가 반응액 흡광도

B : 효소액 대신 buffer 첨가 반응액 흡광도

C : 시료액 대신 증류수 첨가 반응액 흡광도

ACE 저해활성

버들송이버섯 추출물의 Angiotensin-converting enzyme(ACE)의 저해활성은 Cushman 등(Cushman과 Cheung, 1971)의 방법을 변형하여 분석하였다. 시료액 50㎕에 0.1 M sodium borate buffer(pH 8.3) 100㎕와 기질용액 5mM HHL(Hip-His-Leu, sigma) 50㎕를 섞은 후 37℃에서 10분 반응시킨 다음 ACE(0.2u/㎖) 50㎕를 첨가하고 37℃에서 30분 반응시킨 후 1N HCl과 ethyl acetate를 처리하였다. 원심분리 후 상등액을 건조시켜 증류수로 용해시키고 생성된 hippuric acid 양을 228 nm에서 흡광도를 측정하여 조사

Table 1. Proximate components(%) of *Agrocybe aegerita*

Moisture	Crude protein	Crude fat	Crude ash	Dietary fiber	
				Stipe	Pileus
90.6	38.3	3.0	8.2	34.4	28.1

Table 2. Mineral contents of *Agrocybe aegerita* (mg/100g)

Cu	Fe	Mn	Zn	Ca	K	Mg	Na	P
1.7	3.7	23.0	8.0	3.1	3,478.6	176.2	13.0	870.5

하였고 대조구는 시료대신 증류수를 이용하였다.

ACE inhibitory effect(%) = [(A − B)/(A − C)]×100

A : 시료 대신 증류수 첨가 반응액 흡광도

B : 시료 첨가 반응액 흡광도

C : 반응 초기 1 N HCl 첨가 반응정지 시킨 반응액 흡광도

결과 및 고찰

일반성분 및 무기성분 분석

버들송이버섯의 일반성분을 분석한 결과는 Table 1과 같다. 수분함량은 90.6%로 아위버섯(83.2%)이나 새송이버섯(87.8%) 보다는 수분이 많았고 느타리버섯(91.3%) 보다는 적었다(Hong 등, 2004). 버들송이버섯의 조단백질은 38.3%, 조지방은 3.0%로 분석 되었는데, 이것은 새송이버섯 열풍 및 동결건조 분말을 시료로 사용했을 때 분석 결과인 조단백 2.38%와 조지방 0.8% 함량과는 큰 차이가 있었다(Jeong과 Shim, 2004). 그리고 조회분 함량은 8.2% 이었으며, 식이섬유 함량은 버섯의 자루 부위가 34.4%, 갓 부위는 28.1% 으로 나타났다.

버들송이버섯에 함유되어 있는 Cu, Fe, Mn 등의 무기질에 대한 함량을 분석한 결과는 Table 2에 나타내었다. 무기성분 중에서는 K가 3,478.6mg으로 가장 많이 함유되어 있었고, 다음으로는 P(870.5mg)과 Mg(176.2mg) 순이었다. 버들송이버섯의 K 함량은 Hur와 Kim(1991)이 보고한 표고버섯(2.53 mg), 영지버섯(1.48 mg), 느타리버섯(22.14mg), 송이버섯(79.00mg)과 비교하여 보면 아주 높은 양이며, 아가리쿠스버섯(3,139mg)이나 차신고버섯(3,318mg)보다도(Lee 등, 1998 ; Lee 등, 2009) 더 많은 함량을 가지는 것으로 나타났다. 이밖에도 버들송이버섯에는 Mn, Na, Zn 등과 같은 무기성분이 함유되어 있는 것으로 조사되었다.

페놀성 화합물 함량

폴리페놀은 phenolic hydroxyl을 2개 이상 갖고 있는 방향족 화합물로 우리 몸에 있는 활성산소를 중화시키고, 항암, 항산화, 항균활성과 같은 생리활성 기능을 가지는 물질로 보고되고 있다(Durkee와 Thivierge, 1977; Kozlowska 등, 1983; An 등, 2002; Ahmad 등, 2000).

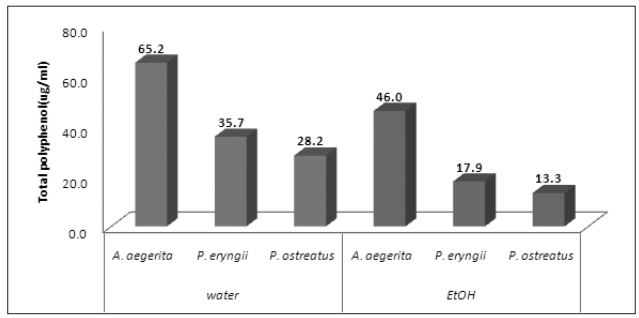

Fig. 1. Total polyphenol contents in extracts prepared from different solvent of *Agrocybe aegerita*

본 실험에서 버들송이버섯 추출물을 이용하여 분석한 총 폴리페놀 함량은(Fig. 1) 열수추출의 경우 65.2㎍/㎖, 에탄올 추출에서는 46.0㎍/㎖로 열수추출에서 더 많은 함량을 나타냈고 이는 물 추출의 경우 저분자와 고분자가 동시에 추출되기 때문인 것으로 판단되었다. 대표적 식용버섯인 큰느타리버섯과 느타리버섯의 총 폴리페놀 함량과 비교 분석한 결과, 버들송이버섯의 총 폴리페놀 함량이 열수추출의 경우 1.8~2.3배, 에탄올 추출의 경우 2.5~3.4배 많은 것으로 조사 되었다. Um등(2010)은 느타리속 버섯류의 폴리페놀 함량에서 노랑 느타리버섯이 39.13±0.82mg%로 가장 많고, 분홍 느타리버섯이 20.19±0.92mg%로 가장 낮다고 보고한 바 있다. 버들송이버섯의 플라보노이드 함량(Fig. 2)은 열수추출에서 12.5㎍/㎖으로 에탄올 추출의 7.1㎍/㎖ 보다 함량이 많았으며 플라보노이드 함량 역시 버들송이버섯이 큰느타리버섯 이나 느타리버섯 보다 많았다.

DPPH radical 제거활성

폴리페놀과 같은 항산화물질은 free radical과 반응하여 전자를 공여함으로써 free radical을 환원시키거나 제거하

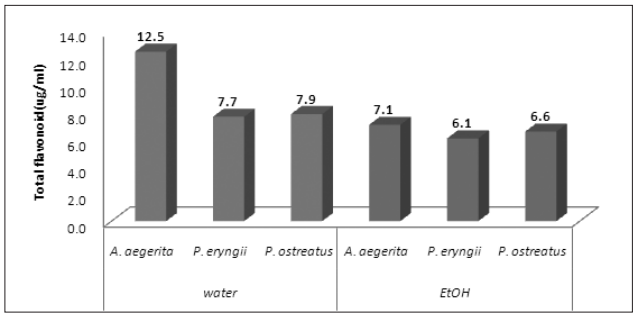

Fig. 2. Total flavonoid contents in extracts prepared from different solvent of *Agrocybe aegerita*

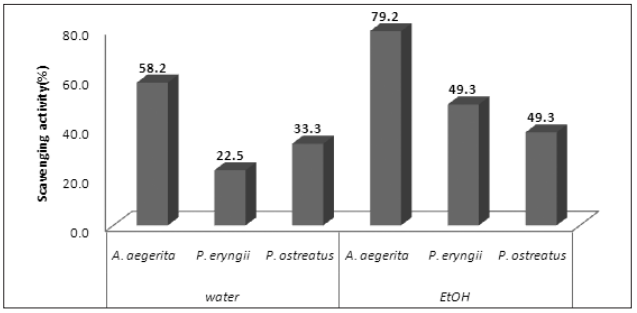

Fig. 3. Scavenging activity of DPPH radicals of water and ethanol extracts of *Agrocybe aegerita*

여 독성을 감소시킨다. 이러한 기능은 세포의 노화를 억제하는 척도로도 이용할 수 있다(Torel 등, 1986). 보라색을 띠는 DPPH radical이 시료 속의 항산화물질과 반응하여 옅은 노랑색으로 변하게 되고, 이러한 색의 변화가 곧 항산화능의 척도로서 항산화능이 높은 시료와 반응하면 노란색으로 변화가 뚜렷하여 517 nm에서 작은 흡광도 값을 나타내고, 항산화능이 낮은 시료를 처리하면 보라색에서 많은 변화가 일어나지 않아 큰 흡광도 값을 갖게 된다.

이러한 원리를 이용하여 버들송이버섯 열수 및 에탄올 추출물의 DPPH radical 제거 활성을 조사한 결과는 Fig. 3과 같다. 열수추출에서 58.2%, 에탄올 추출에서 79.2%의 free radical 제거활성을 나타내 열수추출보다는 에탄올 추출에서 항산화활성이 높았고, 이러한 결과는 상황버섯 열수 및 에탄올 추출물의 항산화 효과 검정(Kim 등, 2008), 이나 새송이버섯 추출물의 생리활성 효과 보고(Kim 등, 2005)와 유사한 경향 이었다. Lee 등(Lee 등, 2002)은 버들송이버섯의 균사체 추출액과 배양액을 용매별 분획 후 각 분획별로 항산화 효과를 조사한 보고서에 따르면, 균사체 추출액의 ethyl acetate 분획과 butanol 분획, 배양액의 butanol 분획 모두에서 70% 이상의 항산화 활성을 나타냈다고 보고하였다.

버들송이버섯과 큰느타리버섯 그리고 느타리버섯의 free radical 제거활성을 비교한 본 실험에서는 버들송이버섯의 항산화활성이 높음을 알 수 있었다.

Tyrosinase 저해활성

Tyrosinase는 아미노산의 한 종류인 tyrosine의 산화를 촉매하여 3-4-dioxyphenylalanine(DOPA)를 거쳐 DOPA quinone이 되고 이것은 다시 5,6-quinone-indole-2-carboxylic acid를 형성한 후 산화 중합반응을 거쳐 최종적으로 흑갈색의 멜라닌을 형성한다. Tyrosinase 저해활성은 이러한 효소 작용을 저해함으로써 최종적으로 생산되는 멜라닌 합성을 저해하여 미백효과를 검증하는데 이용된다.

버들송이버섯 열수 및 에탄올 추출물에 대해 멜라닌 합성에 중요한 역할을 하는 tyrosinase 저해활성을 측정한 결과는 다음과 같다(Fig. 4). 열수 추출물은 63.2%, 에탄올 추출물에서는 65.0%의 저해활성을 나타내어 추출용매에 따른 큰 차이는 보이지 않았다. Lee 등(Lee 등, 2002)이 보고한 자료에 의하면 버들송이버섯 균사체 추출액의 물 분획에서 대조구에 비해 2배 이상의 멜라닌 생성 저해 활성이 있다고 보고하였다. Kim 등(2008)은 상황버섯의 tyrosinase 저해활성은 열수추출물 보다는 에탄올 추출물에서 우수하였고 보고하였으며, 새송이버섯은 갓보다 자루에서 활성이 높았으며 100% 에탄올 추출물에서 58.57%로 비교물질인 0.1% L-ascorbic acid 보다 31.29% 더 높게 조사되었다고 보고(Kim 등, 2005)된 바 있다.

ACE 저해활성

불활성인 Angiotensine Ⅰ은 Angiotensin-converting enzyme(ACE)에 의하여 활성이 매우 높은 Angiotensine Ⅱ로 전환된다. Angiotensine Ⅱ는 혈압을 상승시키는 호르몬으로 세동맥의 근육벽을 수축시키고, 부신에서 aldosteron이라는 호르몬을 방출시킨다. Aldosteron은 신장에 작용해 Na을 유지시키고 K을 배출시키는데 나트륨은 수분을 저장시키기 때문에 혈액량이 증가하여 혈압이 상승하게 된다. ACE 저해인자는 ACE를 저해함으로써 Angiotensine Ⅱ의 생성을 저하시키고 세동맥을 확장시켜 혈압을 낮추는 효과를 나타내며, 이러한 ACE 저해인자로는 저분자 peptide들과 이들의 유도체들, catechin 그리고 rutin 같은 폴리페놀 성분들이 알려져 있다(Maruyama 등, 1989).

버섯류의 ACE 저해활성 효과는, 느타리버섯 18품종의 ACE 저해활성 연구결과(Um 등, 2010) 노랑느타리에서 60.5±0.2%로 가장 높은 저해활성을 보였고 수한 품종이 7.2±0.3%로 가장 낮았다. Choi 등(2001)은 왕송이버섯 61.3%, 잎새버섯 58.7%, 운지버섯 37.7%의 저해활성을 나타낸다고 하였으며, Lee 등(2003)은 비늘버섯 66.0%, 잎새버섯 61%의 ACE 저해활성을 보고하였으며, 상황버섯은

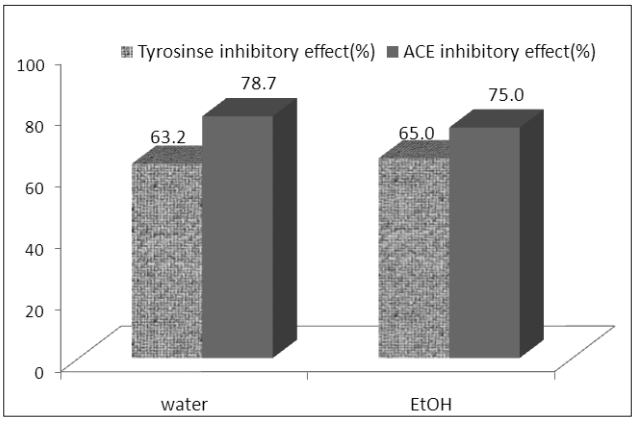

Fig. 4. Tyrosinase and ACE inhibitory effect on water and ethanol extracts of *Agrocybe aegerita*

80% 에탄올 추출물에서 95.1%의 항고혈압 효과가 있다고 보고 된 바 있다(Lee 등, 2006).

버들송이버섯의 ACE 저해활성을 분석한 결과, 열수 추출물은 78.7%, 에탄올 추출물은 75.0%의 저해활성을 나타내어 열수 추출물에서 다소 높은 경향이었다(Fig. 4). 이러한 결과로 볼 때 버들송이 버섯의 ACE 저해활성은 다른 버섯들과 비교하였을 때 상당히 우수함을 알 수 있다.

적 요

식용버섯으로서 버들송이버섯의 우수성을 검증하고 재배면적과 소비의 확대보급을 위하여 일반성분, 무기성분, 총 폴리페놀 함량 그리고 전자공여능 등 몇가지 생리활성을 측정하였다. 일반성분은 조단백질이 38.3%로 높게 나타났으며, 무기성분은 K, P, Mg, Mn 및 Na 순으로 높게 나타났다. 총 폴리페놀 함량은 열수추출물은 65.2㎍/㎖, 에탄올 추출물은 46.0㎍/㎖ 이었으며, 플라보노이드 함량은 열수추출물에서 12.5㎍/㎖, 에탄올 추출물에서 7.1㎍/㎖ 이었다. DPPH radical 제거 활성은 열수추출물에서 58.2%, 에탄올 추출물에서 79.2%의 free radical 제거활성을 보여 열수 추출물보다는 에탄올 추출물에서 항산화활성이 높았다. 버들송이버섯 추출물의 총 폴리페놀함량, 플라보노이드 함량 그리고 DPPH radical 제거 활성은 큰느타리버섯 또는 느타리버섯보다 함량이 많고 항산화활성이 높은 것으로 조사되었다. Tyrosinase 저해활성은 열수 추출물은 63.2%, 에탄올 추출물에서는 65.0%의 저해활성을 나타내어 추출용매에 따른 큰 차이는 보이지 않았다. ACE 저해활성은 열수 추출물은 78.7%, 에탄올 추출물은 75.0%의 저해활성을 나타내어 열수 추출물에서 다소 높은 경향이었다. 이러한 결과로 볼 때 버들송이 버섯은 큰느타리버섯이나 느타리버섯 보다 폴리페놀 물질과 같은 항산화성분이 많고, 생리활성이 우수하여 식용버섯으로의 가치가 충분한 것으로 나타났다.

감사의 말씀

본 연구는 농촌진흥청 지역특화기술개발사업으로 수행된 연구결과의 일부이며 연구비 지원에 감사드립니다.

참고문헌

신성의, 차월석, 채정기, 이병래, 강시형, 오동규. 2002. 버들송이 버섯 균사체의 심부배양을 이용한 균사체 및 세포외 다당류 생산. 한국생물공학회, 생물공학의 동향 X. 171-172.

차월석, 이명렬, 조배식, 박세영, 오동규. 2004. 플라스크배양에서 버들송이버섯 균사체 배양에 관한 연구. 생명과학회지. 14 : 560-566.

차월석, 채정기, 권규혁, 오득실, 이병래, 이동병, 오동규. 2002. 버들송이 및 아위버섯의 교잡육종. 한국생물공학회, 생물공학의 동향 X. 277-278.

최세진, 이연실, 김진경, 김진규, 임순성. 주요 식용버섯 추출물의 생리활성 효과. 2010. 한국식품영양과학회지. 39 : 1087-1096.

Ahmad, N., Gupta, S. and Mukhtar, H. 2000. Green tea polyphenol epigallocatechin-3-gallate differentially modulates nuclear factor B in cancer cells versus normal cells. Arch Biochem Biophys 376 : 338-346.

An, B. j., Bae, M. J., Choi, H. J., Zhang, Y. B., Sung, T. S. and Choi, C. 2002. Natural products, organic chemistry: isolation of polyphenol compounds from the leaves of Korean persimmon (*Diospyrus kaki* L. Folium). Korean J. Soc Agric Chem Biotechnol 45 : 212-217.

Blois, M. S. 1958. Antioxidant determination by the use of stable free radical. Nature. 26 : 1198-1199.

Bois, F., Barroso, G., Gonzalez, P. and Labarère, J. 1999. Molecular cloning, sequence and expression of *Aa-polB*, a mitochondrial gene encoding a family B DNA polymerase from the edible basidiomycete *Agrocybe aegerita*. Mol and General Gen. 261 : 508-513.

Chenguang, Z., Hui, S., Xin, T. and Yipeng, Q. 2003. An antitumour lectin from the edible mushroom *Agro-*

cybe aegerita. Biochem J. 374 : 321–327.

Cheong, J. C., Hong, I. P., Jang, K. Y. and Park, J. S. 2003. Culture condition and Inoculum volume of liquid spawn on the bottled cultivation of *Agrocybe cylindracea*. Korean J. Mycol. 31 : 94–97.

Choi, H. S., Cho, H. Y., Yang, H. C., Ra, K. S. and Suh, H. J. 2001. Angiotensin I converting enzyme inhibitor from *Grifola frondosa*. Food Res. Int. 34 : 177–182.

Choi, I. Y., Choi, J. N., Sharma, P. K. and Lee, W. H. 2010. Isolation and Identification of Mushroom Pathogens from *Agrocybe aegerita*. Korean J. Mycol. 38 :3 10–315.

Cushman, D. W. and Cheung, H. S. 1971. Spectrophotometic assay and properties of angiotensin–converting enzyme of rabbit lung. Biochem. Pharmacol. 20 : 1637–1648.

Durkee, A. B. and Thivierge, P. A. 1977. Ferulic acid and other phenolics in oat seeds. J. Food Sci. 42 : 551–558.

Gonzalez, P., Barroso, G. and Labarère, J. 1998. Molecular analysis of the split *cox*1 gene from the Basidiomycota *Agrocybe aegerita*: relationship of its introns with homologous Ascomycota introns and divergence levels from common ancestral copies. Gene. 220:45–53.

Gutifinger, T. 1981. Polyphenols in olives. JAOCS. 58, p 966.

Hong, K. H., Kim, B. Y. and Kim, H. K. 2004. Analysis of nutritional components in *Pleurotus ferulea*. Korean J. Food Sci. Technol. 36 : 563–567.

Hur, Y. H. and Kim, O. K. 1991. Studies on the mineral content of edible mushrooms. Kor. J. Env. Halth. Soc. 17 : 129–135.

Jeon, D. H., Ha, T. M., Choi, Y. C. and Yoo, Y. B. 2010. Breeding of a New Cultivar, 'Sanggang' with Upright Stipe and Improved Shelf life in *Agrocybe aegerita*. Kor. J. Breed. Sci. 42 : 711–716.

Jeong, C. H. and Shim, K. H. 2004. Quality characteristics of sponge cakes with addition of *Pleurotus eryngii* mushroom powders. Korean J. Soc. Food Sci. Nutr. 33 : 716–722.

Jung, S. W., Lee, N. K., Kim, S. J. and Han, D. S. 1995. Screening of tyrosinase inhibitor from plants. Korean J. Food Sci. Technol. 27 : 891–896.

Kim, H. K., Han, H. S., Lee G. D. and Kim, K. H. 2005. Physiological activities of fresh *Pleurotus eryngii* extracts. J. Kor. Soc. Food Sci Nutr. 34 : 439–445.

Kim, H. K., Park, J. S. and Kim, Y. S. 1989. Studies on the artificial cultivation of *Agrocybe aegerita* (Brig) sing using pine sawdust substrate. Korean J. Mycol. 17 : 124–131.

Kim, J. O., Jung, M. J., Choi, H. J., Lee, J. T., Lim, A. K., Hong, J. H. and Kim, D. I. 2008. Antioxidative and Biological Activity of Hot Water and Ethanol Extracts from *Phellinus linteus*. Korean J. Soc. Food Sci. Nutr. 37 : 684–690.

Kozlowska, H., Rotkiewicz, D. A., Zadernowski, R. and Sosulski, F. W. 1983. Phenolic acids in rapeseed and mustard. J. Am. Oil Chem. Soc. 60 : 1119–1131.

Lee, J. Y. 1998. Coloured Korean Mushrooms I. Academic Press, 137.

Lee, H. D., Kim, Y. G., Kim, H. G., Han, G. H., Moon, C. S. and Hur, I. B. 1998. Bottle cultivation of *Pleurotus ostreatus* and *Agrocybe aegerita* using agricultural by–product. Korean J. Mycol. 26 : 47–50.

Lee, D. H., Kim, J. H., Cheong, J. C., Gong, W. S., Yoo, Y. B., Park, J. S., Yoo, C. H. and Lee, J. S. 2003. Screening of mushrooms having angiotensin I converting enzyme inhibitor. Korean J. Mycol. 31 : 148–154.

Lee, H. W., Lee, D. W., Ha, H. C., Jung, I. C. and Lee, J. S. 2002. Antioxidant activities of the mycelium and culture broth of *Phellinus igniarius* and *Agrocybe cylindracea*. Korean J. Mycol. 30 : 37–43.

Lee, J. M., Son, E. S., Oh, S. S. and Han D. S. 2001. Contents of total flavonoid and biological activities of edible plants. Korean J. Dietary Culture 16 : 504–514.

Lee, K. H., Kwon, H. J., Chun, S. S., Kim, J. H., Cho, Y. J. and Cha, W. S. 2006. Biological activities of extracts from *Phellinus linteus*. J. Korean Soc. Appl. Biol. Chem. 49 : 298–303.

Lee, K. J., Yun, I. J., Kim, H, Y., Park, Y. H., Ham, H. J., Park, Y. H., Joo, J. H., Lim, S. H. and Kim, K. H. 2009. Analysis of general components and vitamin and mineral contents of the mushroom *Agrocybe chaxingu*. Korean J. Food Preserv. 16 : 549–553.

Lee, M. H., Lee, H. J. and Cho, I. S. 1998. Chemical compositions of *Agaricus blazei* Murill fruiting bodies cultivated in a Korean local farm. J. Food Hyg. Safety. 13 : 94–98.

Lo, K. M. and Peter, C. K. 2005. Antioxidant activity of extracts from the fruiting bodies of *Agrocybe aegerita* var. alba. Food Chemistry 89 : 533–539.

Maruyama, S., Miyoshi, S. and Tanaka, H. 1989. Angiotensin I– converting enzyme inhibitors derived from ficus caric. Agric. Biol. Chem. 53 : 2763–2767.

Noel, T. and Labarere, J. 1994. Homologous transformation of the edible basidiomycete *Agrocybe aegerita* with the URA1 gene: characterization of integrative events and of rearranged free plasmids in transformants. Current Genetics. 25 : 432–437.

Park, S., Gong, J. W. and Lee, K. S. 2008. Calcium absorption and growth characteristics of *Agrocybe cylindracea* mycelia in submerged culture. Korean J. Food Sci. Technol. 40 : 419–423.

Park, S. and Lee, J. S. 1990. Optimization of sawdust media composition and culture conditions for the mycelial growth and primordia formation of *Agrocybe cylindracea*. Korean J. Mycol. 18 : 198–202.

Torel, J., Gillard, J. and Gillard, P. 1986. Antioxidant activity of flavonoids and reactivity with peroxy radical. Phytochemistry. 25 : 383–385.

Um, S. N., Jin, G. E., Park, K. W., Yu, Y. B and Park, K. M. 2010. Physiological Activity and Nutritional Composition of *Pleurotus Species*. Korean J. Food Sci. Technol. 42 : 90–96.