

미강과 솔잎, 강황 분말을 첨가한 현미에 배양한 상항버섯 균사체 추출물의 생리활성에 관한 연구

박호숙¹ · 전태욱² · 최한석³ · 김종만¹ · 김명곤^{2*}

¹원광대학교 농화학과, ²전북대학교 바이오식품공학과, ³농촌진흥청 국립농업과학원 농식품자원부

Physiological Activities of Extracts from *Phellinus linteus* on Brown Rice added Rice Bran, Pine Needle and Turmeric Powder

Hyo-Suk Park¹, Tae-Woog Jeon², Han-Seok Choi³, Joong-Man Kim¹ and Myung-Kon Kim^{2*}

¹Department of Agricultural Chemistry, Wonkwang University, Iksan 570-749, Korea

²Department of Bio-Food Technology, Chonbuk National University, Iksan 570-752, Korea

³Department of Agro-food Resources, NAAS, RDA, Suwon 441-853, Korea

(Received 11, April 2011., Accepted 16 July 2011)

ABSTRACT : This study was carried out to examine Electron donating ability (EDA), nitrite scavenging, tyrosinase inhibition, ACE inhibition activity and fibrinolytic activity of culture extracts from *Phellinus linteus* which was grown added rice bran, pine needles and turmeric in brown rice. Electron donating ability of *Phellinus linteus* extract (PLE) was lower in the water extract than the ethanol extract. Nitrite scavenging activity was the highest in PLE from ethanol extract than water extract. Especially, when the pine needles was addition treatment, the nitrite scavenging activity was about 70% at pH 1.2 by ethanol extract. Tyrosinase inhibition activity of PLE was highest in the water extract than ethanol extract, and inhibition rate was the most higher in the extract by hot water added pine needles. ACE inhibition activity were very low effective at water and ethanol extract. Fibrinolytic activities were similarly strong in rice bran, pine needles and turmeric powder. Especially, when rice bran was added, showed the activity was increased about 5% than plasmin. Therefore, It may be used for the food industry as natural source of bioactive compound after further investigation, such as in vivo experiment.

KEYWORDS : Brown rice, *Phellinus linteus*, Physiological activity, Pine needles, Turmeric

서 론

최근 국민들의 건강에 대한 관심이 높아짐에 따라 건강 기능성 식품에 관한 연구가 꾸준히 진행되면서 다양한 제품들이 개발되어 상품화 되고 있다. 버섯에서 우수한 약리효능이 밝혀짐에 따라 건강 기능성 식품의 신소재로서 버섯 소비도 꾸준히 증가하고 있다(Kim *et al.*, 2008). 또한 버섯 균사체는 자실체와 유사한 생리적 기능을 가지는 것으로 보고되었으며, 식용이나 의료용으로 복용하여도 독성 및 부작용이 나타나지 않아 인체에 손상을 주지 않는 이점이 있다고 보고하였다(Jung *et al.*, 2002; Han *et al.*, 2003; Jung, 2006). 따라서 버섯을 곡물에 직접 배양하면 별도의 추출공정 없이 기능성 식품 개발에 충분히 활용될 수 있다(Jung *et al.*, 1996; Jung *et al.*, 2002; Choi *et al.*, 2007).

그리고 솔잎은 중국이나 일본, 한국을 포함한 아시아 지역, 유럽지역, 아메리카지역 등의 임야에 널리 자생하고

있는 소나무로부터 저비용으로 손쉽게 얻을 수 있는 장점과 솔잎의 천연항염색소, 항균작용, 항산화작용, 항암작용, 멜라닌 활성억제 작용 등의 약리적 특성을 가지고 있어, 오늘날 기능성 소재 연구개발에 대한 응용가능성과 함께 부가가치가 매우 높은 천연물로 알려져 있다. 이러한 솔잎은 동의보감이나 본초강목에서도 미생물 억제작용, 산화억제작용, 고혈압 및 뇌졸중 예방작용 등의 장수약으로 전해오고 있다(Sung and Kim, 2005).

또한 강황(*Curcuma longa* L.)은 생강과에 속하는 다년생 초본식물로 인도, 대만, 인도네시아, 일본 등지에서 일부 재배되고 있으며, 본초학에서 혈액순환촉진과 통증제거에 효과가 탁월하다고 보고하였다(Lim *et al.*, 2007). 이러한 효과는 curcumin, ρ -methydlol irucabinole, tumerone, azulene, kampfa인 성분에 의해 간장의 해독 촉진과 담즙의 분비작용, 이혈 작용이 있는 것으로 알려져 있다. 특히, curcumin는 항산화성, 항 돌연변이성, 항암효과, 항염증 등에 대한 여러 가지 기능성이 밝혀져 있다(Lee *et al.*, 2006; Lim *et al.*, 2007). 이러한 기능성 성분을 함유하고 있음에도 불구하고

*Corresponding author <E-mail : kmyuko@chonbuk.ac.kr>

고, 버섯균사체를 곡물에 배양하여 제조한 기능성 곡물에 대한 연구와 솔잎과 강황을 식품에 이용한 연구는 보고 (Park *et al.*, 1994; Park, 1998; Kim *et al.*, 1999; Choi *et al.*, 1999; Choi *et al.*, 1999; Han *et al.*, 2003)되고 있으나, 기능성을 향상시키기 위해 솔잎과 강황을 첨가한 곡물에 버섯균을 배양하여 획득한 버섯균 배양물을 이용한 연구는 거의 미비한 실정이다. 따라서 본 연구는 현미에 미강과 솔잎, 강황 분말을 첨가하고, 첨가한 현미에 상항버섯 (*Phellinus linteus*) 균사체를 배양하여 그 배양 추출물에서 생리활성을 검증하여 기능성 식품 산업의 이용 가능성에 대해 확인하고자 하였다.

재료 및 방법

공시균주

공시균주는 전북대학교 바이오식품공학과 미생물실험실에서 분리 보관중인 상항버섯(*Phellinus linteus* JBU 0011) 균사체를 사용하였으며, 현미와 첨가물(미강, 솔잎, 강황 분말)은 전라북도 농업기술원에서 분양받아 4°C에서 보관하면서 사용하였다.

현미 배지 제조

호화시킨 현미 180 g에 미강 20 g과 미강 14 g+ 강황 6 g, 미강 14 g+ 솔잎 6 g을 혼합하여 121°C, 1.2 기압에서 1시간 고압살균한 후 배지로 사용하였다. 액체 종균은 각각의 배지에 5%를 접종하여 25°C에서 15일간 정치 배양한 후, 버섯균 배양 곡물(현미)을 제조하였다.

추출물의 조제

현미 배지에서 30일간 무균적으로 정치 배양된 각 시료를 동결 건조하고 Homogenizer (Omnimixer, USA)를 이용하여 150 µm 이하로 파쇄하여 시료로 사용하였다. 열수추출물은 시료의 10배 증류수를 첨가한 후 환류냉각장치를 부착하여 100°C에서 5시간동안 추출한 것을, 에탄올 추출물은 시료 10배에 해당하는 에탄올(70%)을 첨가한 후 85°C 이상에서 3시간 동안 추출한 것을 각각 원심분리 후 (3000 rpm, 30 min) 여과(Whatman No. 2 110 mm)하여 사용하였다.

전자공여능

Murakami *et al.*(2002)의 방법을 변형하여 측정하였다. 추출물 200 µl에 100 mM Tris-HCl(pH 7.4) 800 µl를 잘 혼합한 다음 500 µM DPPH in MeOH 용액 1 ml를 넣고 vortexing하였다. 반응물을 실온에서 20분간 방치하고 여과(0.45 µm) 하여 517 nm에서 흡광도를 측정하였다. 이때, blank는 시료용액 대신 순수한 각 용매를 사용하였다. 전자공여 효과는 시료 첨가구와 첨가하지 않은 경우의 흡광도를 아래 식에 따라 백분율로 나타내었다. 대조구로는

BHT와 BHA를 사용하였다.

$$\text{EDA}(\%) = (1 - A/B) \times 100$$

A : absorbance of sample

B : absorbance of blank

아질산염 소거활성

아질산염 소거활성은 Kato *et al.*(1987) and Kim *et al.*(1987)의 방법에 준하여 측정하였다. 즉, 1 mM NaNO₂ 용액 2 ml에 추출물을 1 ml씩 가하고 여기에 0.1 N HCl, 0.2 M citric acid 완충액을 사용하여 반응용액의 pH를 각각 1.2, 3.0 및 5.0으로 조절하여 반응용액을 10 ml로 하였다. 이 용액을 37°C에서 1시간 반응시킨 후 각 반응액을 1 ml씩 취하여 2% 초산용액 5 ml, 30% 초산으로 각각 조제한 1% sulfanilic acid와 1% naphthylamine을 1:1 비율로 혼합한 Griess 시약을 사용직전에 제조하여 0.4 ml를 가하여 잘 혼합한 다음 실온에서 15분간 방치시킨 후 520 nm에서 흡광도를 측정하여 잔존하는 아질산염을 산출하였다. 이때 대조구는 Griess시약 대신 증류수를 0.4 ml 가하여 상기와 같은 방법으로 실시하였으며, 아질산염 소거활성은 화합물을 첨가한 경우와 첨가하지 않은 경우의 아질산염 백분율(%)로 나타냈다.

$$\text{Nitrate scavenging activity}(\%) = \left(1 - \frac{A-C}{B}\right) \times 100$$

A : The optical density of added sample solution in 1 mM NaNO₂

B : The optical density of NaNO₂ solution.

C : The optical density of sample solution.

Tyrosinase 저해활성

Tyrosinase 저해활성 측정은 35°C 수조에서 온도를 미리 조정된 0.175 M phosphate buffer(pH 6.8) 0.2 ml, 5 mM L-DOPA solution 0.2 ml 및 추출시료 용액 0.5 ml의 혼합액에 mushroom tyrosinase(110 units/ml, Sigma) 0.1 ml를 첨가하여 35°C에서 2분간 반응시킨 다음 475 nm에서 흡광도를 측정된 값(S_{abs})과 효소액 대신에 증류수 0.1 ml를 첨가하여 흡광도를 측정된 값(B_{abs}), 추출시료 용액 대신에 증류수 0.5 ml를 첨가하여 흡광도를 측정된 값(C_{abs})을 이용하여 다음의 식에 의해 계산하였다.

$$\text{Inhibition effect}(\%) = \left\{1 - \left(\frac{S_{abs} - B_{abs}}{C_{abs}}\right)\right\} \times 100$$

ACE (Angiotensin Converting Enzyme) 저해활성

ACE 저해활성의 측정은 Cushman and Cheung (1971)의 방법에 준하여 측정하였다. 즉, ACE의 조제를 위해 토끼 폐의 아세톤 분말(Sigma co.) 10 g을 50 mM sodium

borate 완충액(pH 8.3) 100 ml에 현탁하여 4°C에서 24시간 교반한 후, 30분간 15,000 × g로 원심 분리한 다음, 상등액을 냉동 보관하면서 ACE로 사용하였다. 각각의 용매 추출물 50 µl에 기질로서 15 mM Hippuryl-Histidine-Leucine 용액 50 µl를 가한 후, 37°C에서 5분간 방치하였다. 여기에 ACE 효소액 50 µl를 가하고 다시 37°C에서 1시간 반응시킨 후, 1N HCl 250 µl를 가하여 반응을 정지시켰다. 공시험은 용매추출물 대신 증류수 50 µl를 사용하였으며 대조구는 1N HCl을 250 µl 가한 후 효소액을 첨가하였다. 여기에 ethyl acetate 1.5 ml를 가하여 15초간 혼합한 후 5,000 × g에서 10분간 원심 분리하여 상등액을 1 ml를 취하였다. 이 상등액을 80°C의 온도에서 완전히 건조시킨 후, 1 M NaCl 3 ml를 가하여 용해하여 228 nm에서 흡광도를 측정하여 다음 식에 의해 ACE 저해율을 환산하였다.

$$\text{Inhibitory effect (\%)} = (1 - (A - C)/B) \times 100$$

A : The optical density in the presence of ACE and ACE inhibitory component.

B : The optical density without ACE inhibitory component.

C : The optical density without ACE.

혈전용해 활성

0.15 M NaCl 함유 50 mM Tris-HCl 완충용액(pH 7.4)에 fibrinogen(Calbiochem Co.)을 최종농도 0.3% 되도록 완전히 용해시킨 용액 5 ml에 동량의 2% agarose 5 ml를 첨가하여 혼합한 후 용액에 thrombin(100 NIH unit/ml, Calbiochem Co.) 0.1 ml를 첨가하여 1시간 동안 실온에서 고화시켜 fibrin plate를 조제하였다. fibrin plate에 지름 5 mm의 구멍을 만들어 각 조효소 추출물 200 µg과 대조구로 정제된 혈전효소인 plasmin 0.2 unit(Calbiochem co.)를 점적한 후에 37°C에서 12시간 반응시켜 plasmin 용해면적에 대한 시료의 상대적인 용해면적 비율로 환산하여 산출하였다.

$$\text{Fibrin 분해활성 (\%)} = (\text{시료의 용해면적/plasmin의 용해면적}) \times 100$$

결과 및 고찰

전자 공여능

미강과 솔잎, 강황분말을 첨가한 현미에 배양한 상황버섯균사체 추출물의 전자공여능 측정 결과는 Table 1과 같다. 열수와 ethanol 용매 추출한 후, 전자 공여능을 비교한 결과, 두 용매 모두 높은 전자 공여능을 나타내었다. 열수 추출물의 경우, 미강의 전자공여능이 31.77%였으나, 솔잎과 강황을 첨가한 배양물은 40.20%와 41.40%로 미강보다 약간 높은 공여능을 보여줬으며, ethanol 추출물의 경우 미강의 전자 공여능은 45.69%였고 솔잎과 강황의 경

Table 1. Electron donating ability of extracts from *P. linteus* on Brown rice added rice bran, pine-needle and turmeric powder

Extraction	Added materials	Electron donating ability(%)
Water	RB ¹⁾	31.75 ± 0.05
	RB + PN ²⁾	40.20 ± 0.05
	RB + TM ³⁾	41.40 ± 0.00
Ethanol	RB	45.69 ± 0.01
	RB + PN	47.95 ± 0.07
	RB + TM	57.83 ± 0.01
	BHA	86.85 ± 0.00
	BHT	81.76 ± 0.00

¹⁾RB : Rice Bran

²⁾RB + PN : Rice Bran + Pine Needles

³⁾RB + TM : Rice Bran + Turmeric

우 47.95%와 57.83%로 확인되었다. 이 결과는 합성 항산화제인 BHA의 86.85%와 BHT의 81.76%보다 낮게 나타났다. 그러나 이 결과는 Park *et al.*(2002)이 보고한 쑥과 솔잎을 이용한 에탄올 추출물 500ppm에서 58%의 전자공여능을 보고한 결과와 유사하였고, Kim *et al.*(2008)은 상황버섯의 열수 및 에탄올 추출물을 이용한 전자공여능은 열수추출물이 30.58%였고, 에탄올 추출물의 경우 78.59%로 보고하였다. 이 결과와 비교했을 때 열수 추출물은 거의 유사한 결과를 보여주었으나 에탄올 추출물은 약간 낮은 결과를 나타내었다.

아질산염 소거활성

단백질 식품이나 의약품, 잔류 농약 등에 존재하는 2급, 3급 등의 아민류와 반응하여 니트로사민을 생성하는 아질산염은 식품내의 상재 성분으로 널리 존재하고 있는 아민류를 함유하고 있는 음식물을 동시에 섭취했을 때, 위내에서 발암성 물질인 니트로사민이 생성될 가능성이 매우 높다고 하였다(Park *et al.*, 1995). 따라서 체내에서 니트로사민의 생성인자인 아질산염의 소거능을 확인하고자 미강과 솔잎, 강황분말을 첨가한 현미에 배양한 상황버섯균사체 배양물을 추출하여 pH 1.2 및 3.0, 5.0에서 반응시켜 아질산염 소거활성 실험하였으며, 그 결과는 Fig. 1에서 보는바와 같다. 열수 추출물의 경우 pH 1.2에서 30%이상의 소거활성을 나타내었고, 에탄올 추출물의 경우 pH 1.2에서 54~70%의 소거활성을 확인하였다. 또한 pH 3.0에서 열수추출물은 약 17~20% 그리고 pH 5.0은 소거능이 거의 나타나지 않았다. 그리고 에탄올 추출물의 경우 pH 3.0과 5.0에서 미강은 소거활성이 거의 없는 것으로 확인되었으나 솔잎과 강황 첨가물은 약 20~35%의 소거활성을 확인할 수 있었다. 이 같은 결과는 Kang *et al.*(1995)의 솔잎과 쑥 추출물의 기능성 연구와 Kim *et al.*(2001)

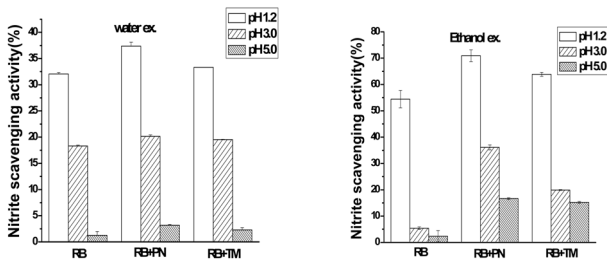


Fig. 1. Nitrite scavenging activity of extracts from *P. linteus* on brown rice added rice bran, pine-needle and turmeric powder.
 RB : Rice Bran
 RB + PN : Rice Bran + Pine Needles
 RB + TM : Rice Bran + Turmeric

의 식물체 추출물 항산화성 및 아질산염소거활성 결과와 유사하였다. 또한 Cha *et al.*(2001)이 복분자 딸기 생리활성 연구에서 nitrosamine 생성 최적 pH는 2.5~3.0으로 pH 의존적이며 아질산염 소거활성 역시 강산성에서 높고 pH가 높아질수록 감소하는 결과와도 유사한 경향을 나타내었다. 위장 내의 낮은 pH 조건에서 nitrosamine이 쉽게 형성되므로 낮은 pH에서 아질산염 소거 활성이 높은 것은 nitrosamine 형성을 효과적으로 억제할 수 있다(Cha *et al.*, 2001). 이처럼 솔잎과 강황을 첨가한 현미에 상황버섯균 배양물이 인체 내에서도 효과적인 아질산염 분해작용을 통하여 nitrosamine생성을 억제함으로써 인체에 안전하게 식품첨가물로 이용 가능하고 항암작용에도 기여할 것으로 사료된다.

Tyrosinase 저해활성

Tyrosinase는 피부 기저층에 있는 melanocyte의 melanosome에서 tyrosine 혹은 dopa를 기질로 하여 피부의 색소 성분인 melanin을 생합성하는데 있어서 key enzyme으로 작용하는 효소이다. 즉, 자외선에 의하여 melanocyte의 유사분열이 일어나고 melanocyte가 활성화된다. 활성화된 melanocyte에서는 tyrosinase 합성이 촉진되고 melanin이 생성되어 표피밖으로 배출되는 것이다. 따라서 미강과 솔잎, 강황분말을 첨가한 현미에 배양한 상황버섯균사체 추출물의 tyrosinase 저해활성 측정 결과는 Table 2에서 보는 바와 같다. 배양물의 열수 추출물과 에탄올 추출물을 비교했을 때, 에탄올 추출물의 경우 20~22%의 아주 낮은 저해활성을 보여주었지만 열수 추출의 경우 66~72%정도의 비교적 높은 활성을 보여주었다. 이와 같은 결과는 Jung *et al.*(1995)이 tyrosinase 활성 저해 식물체 탐색 연구에서 팽이버섯에서 83%였다는 보고나 Hong *et al.*(2004)는 80% 에탄올로 솔잎을 추출한 추출물에서 tyrosinase 저해활성이 88.17%였다고 보고한 내용과 비교했을 때 다소 낮은 결과를 보여줬다.

ACE (Angiotensin Converting Enzyme) 저해활성

Table 2. Tyrosinase inhibition activity of extracts from *P. linteus* on brown rice added rice bran, pine-needle and turmeric powder

Added materials	Inhibition rate(%)	
	Water ex.	EtOH ex.
RB ¹⁾	66.46 ± 0.00	20.33 ± 0.00
RB + PN ²⁾	71.84 ± 0.01	22.96 ± 0.00
RB + TM ³⁾	67.72 ± 0.02	20.72 ± 0.00

¹⁾RB : Rice Bran
²⁾RB + PN : Rice Bran + Pine Needles
³⁾RB + TM : Rice Bran + Turmeric

미강과 솔잎, 강황분말을 첨가한 현미에 배양한 상황버섯균사체 추출물의 ACE 저해활성 측정 결과는 Table 3과 같다. 열수 추출물과 에탄올추출물 모두 매우 낮은 저해활성을 보였다. 열수 추출물의 경우 미강과 솔잎, 강황 첨가구에서 23~28%였고, 에탄올 추출물의 경우 11.7~13.8%로 확인되었다. 이 같은 결과는 Lee *et al.*(2001)이 흑진주버미강의 생리기능성 물질의 탐색 및 추출조건 연구결과 대조구로 사용된 일반미 미강의 열수 추출에서 ACE 저해활성이 25%정도였다고 보고한 내용과 유사하였다. 또한 Song *et al.*(2003)은 찹쌀영지버섯 추출물의 ACE 저해활성이 12 ± 1.5%였다고 보고한 결과와 Lee *et al.*(2001)이 보고한 내용을 비교한 결과, 버섯과 곡류, 강황, 솔잎은 열수와 에탄올 추출물 모두 ACE 저해에는 매우 낮은 활성을 확인할 수 있었다.

혈전용해 활성

미강과 솔잎, 강황분말을 첨가한 현미에 배양한 상황버섯균사체 추출물의 혈전용해 활성을 측정하였다. 대조구로 증류수와 plasmin(0.2 U/20 µl)을 같이 점적하여 용해면적을 상대 비교한 결과는 Fig. 2에 보는 바와 같다. 기존의 혈전용해제인 양성 대조구인 plasmin(0.2 U/20 µl)과 비교했을 때 미강과 솔잎, 강황 분말을 첨가시 약간 높거나 거의 유사한 결과를 나타내었다. 이 결과는 Choi *et al.*(2005)이 인공재배 버섯의 혈전용해 활성 연구 결과.

Table 3. ACE inhibition activity of extracts from *P. linteus* on brown rice added rice bran, pine-needle and turmeric powder

Added materials	Inhibition rate(%)	
	Water ex.	EtOH ex.
RB ¹⁾	23.34 ± 0.01	11.7 ± 0.01
RB + PN ²⁾	28.83 ± 0.03	13.8 ± 0.01
RB + TM ³⁾	26.91 ± 0.00	12.1 ± 0.01

¹⁾RB : Rice Bran
²⁾RB + PN : Rice Bran + Pine Needles
³⁾RB + TM : Rice Bran + Turmeric

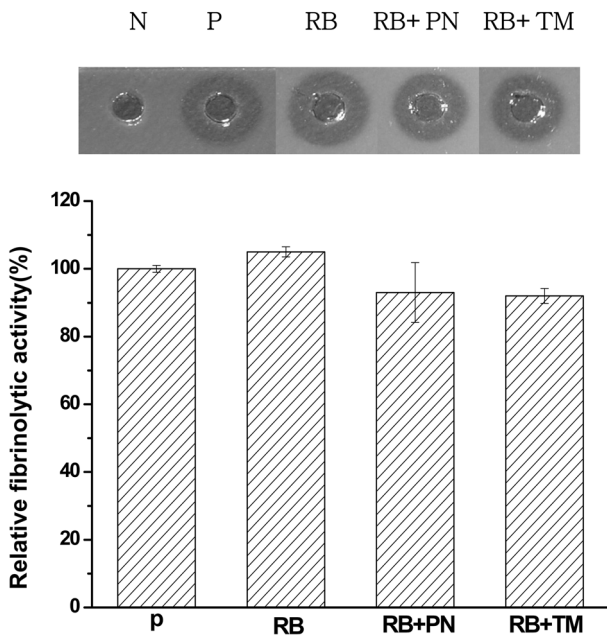


Fig. 2. Fibrinolytic activity of extracts from *P. linteus* on brown rice added rice bran, pine-needle and turmeric powder. N (Negative control) : Autoclaved 3rd D.W, P (Positive control) : plasmin (0.2unit) RB : Rice Bran RB + PN : Rice Bran + Pine Needles RB + TM : Rice Bran + Turmeric

상황버섯 균사체는 활성이 없었다는 결과와 Shin *et al.*(2008)이 장수상황버섯 균사체를 이용한 한약재 고체발효 및 메탄올 추출물의 트롬빈 저해 활성은 미비하다고 보고한 내용과는 상이한 결과를 보여줬다. 그러나 손(1999)은 상황버섯 균사체에서 28.3%의 혈전 용해 활성이 있다고 보고한 결과와 Sohn *et al.*(2005) and Lee *et al.*(2001)이 보고한 현미와 미강은 혈전 용해 활성이 있다고 보고한 내용과 비교했을 때, 본 실험은 상황버섯 균사체 뿐만 아니라 현미 및 미강, 솔잎, 강황 등에도 항혈전 성분을 함유하고 있어 높은 활성을 나타내는 것으로 사료된다.

적요

본 연구는 미강과 솔잎, 강황을 첨가한 현미에 배양한 상황버섯균사체 추출물의 전자공여능, 아질산염소거활성, tyrosinase 저해활성, ACE 저해활성 및 혈전 용해 활성을 검토하고자 수행되었다. 상황버섯 배양물의 전자공여능은 에탄올 추출물 보다 물추출물에서 더 낮았다. 아질산염소거활성은 물추출물 보다 에탄올 추출물로 부터의 상황버섯 배양물에서 가장 높았다 특히, 솔잎 첨가물 처리시 아질산염소거활성은 에탄올 추출물의 pH 1.2에서 약 70%였다. 상황버섯 배양물의 Tyrosinase 저해활성은 에탄

올 추출물 보다 물추출물에서 가장 높았고, 저해율은 솔잎 첨가된 열수 추출물에서 가장 높았다. ACE 저해활성은 물보다 에탄올 추출물에서 매우 낮은 효과가 있었다. 혈전용해활성은 미강과 솔잎 그리고 강황에서 유사하게 높았다. 특히 미강 첨가시 그 활성이 plasmin 보다 약 5% 증가되었다. 그러므로, 유용 성분 분리 및 정제와 같은 추가적인 연구를 통하여 기능성 물질의 천연소재로써 식품 및 화장품 산업에 이용될 수 있을 것이다.

감사의 글

본 연구는 농림수산식품부 농림기술개발사업의 지원에 의해 수행되었으며, 이에 감사드립니다.

참고문헌

손은심. 1999. 식물성 식품중 총플라보노이드 함량과 생리활성 탐색. 이화여자대학 교 대학원 식품영양학과 석사학위논문.
 Cha, H. S., Park, M. S. and Park, K. M. 2001. Physiological activities of *Rubus coreanus* Miquel. *Korean J Food Sci Technol.* 33:409-415.
 Cushman, D. W. and Cheung, H. S. 1971. Spectrometric assay and properties of angiotensin-converting enzyme of rabbit lung. *Biochem. Pharmacol.* 20: 1637-1641.
 Choi, H. D., Seog, H. M., Park, Y. K., Park, Y. D. and Kim, J. A. 2007. Hypoglycemic Effects of *Basidiomycetes* Mycelia and Cereals Fermented with *Basidiomycetes*. *J Korean Soc Food Sci Nutr.* 36:1257-1262.
 Choi, H. S., Kim, M. K., Park, H. S., Kim, J. S., Shen, M. H. and Kim, S. J. 2005. Screening of Fibrinolytic Activities from Cultured Mushrooms. *Korean J Food Sci Technol.* 37:1039-1041.
 Choi, I. Y., Choi, J. S. and Lee, W. H. 1999. The Production of Artificial Fruiting Body of *Paecilomyces japonica*. *Kor. J. Mycol.* 27:87-93.
 Choi, I. Y., Choi, J. S., Lee, W. H., Yu, Y. J., Joung, G. T., Ju, I. O. and Choi, Y. K. 1999. The Condition of Production of Artificial Fruiting Body of *Cordyceps militaris*. *Kor. J. Mycol.* 27:243-248.
 Han, S. Y., Shon, M. Y. and Lee, S. W. 2003. Physiological Activities of Mycelial *Flammulina velutipes* Cultured in Liquid Grain Media. *Food industry and Nutrition.* 8:50-56.
 Hong, T. G., Lee, Y. R., Yim, M. H. and Hyun, C. N. 2004. Physiological Functionality and Nitrile Scavenging Ability of Fermentation Extracts from PineNeedles. *Korean Journal of Food Preservation.* 11:94-99.
 Jung, I. C. 2006. Manufacturing and Sensory Characteristics of Jupjang Using Grain Fermented by *Basidiomycetes*. *Korean J. Food Cookery Sci.* 22:337- 345.
 Jung, I. C., Ha, H. C. and Kwak, H. J. 2002. Comparison of Free Sugar Content in Grains Fermented with Mycelia of the *Basidiomycetes*. *Journal of applied tourism food & beverage management and research.* 13:69-79.
 Jung, I. C., Kim, S. H., Kwon, Y. I. and Lee, J. S. 1996. Cultural Condition for the mycelial growth of *Ganoderma lucidum* on Cereals. *Kor. J. Mycol.* 24:81-88.
 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.
- Kang, Y. H., Park, Y. K., Oh, S. R. and Moon, K. D. 1995. Studies on the Physiological Functionality of Pine Needle and Mugwort Extracts. *Korean J Food Sci Technol.* 27:978-984.
- Kato, H., Lee, I. E. and Van, C. N. 1987. Inhibition of nitrosamine formation by nondialyzable melanoidins. *Agric. Biol. Chem.* 51:1333-1338.
- 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*. *J Korean Soc Food Sci Nutr.* 37:684-690.
- Kim, M. C., Kim, J. S. and Heo, M. S. 2008. Antibacterial, antioxidant and antitumor activities of mushroom mycelium mixed culture extracts. *Korean J. Biotechnol. Bioeng.* 23:158-163.
- Kim, S. B., Ahn, B. W., Yeum, D. M., Lee, D. H., Park, Y. H. and Kim, D. S. 1987. Degradation of carcinogenic nitrosamine formation factor by natural food components. *Bull. Korean Fish. Soc.* 20:469-475.
- Kim, S. M., Cho, Y. S. and Sung, S. K. 2001. The Antioxidant Ability and Nitrite Scavenging Ability of Plant Extracts. *Korean J Food Sci Technol.* 33:626-632.
- Kim, Y. D., Ha, K. Y., Kim, M. K., Shin, H. T. and Cho, S. Y. 1999. Varietal Difference of Enzyme Activity in Rice Koji Using *Basidiomycetes*. *Korean J. Breed.* 31:276-279.
- Lee, K. Y., Kim, J. H., Son, J. R. and Lee, J. S. 2001. Detection and Extraction Condition of Physiological Functional Compound from Bran of Heugjinju rice (*Oryza sativa* L.) *Korean J. Postharvest Sci. Technol.* 5:296-301.
- Lee, S. Y., Choi, J. S., Choi, M. O., Cho, S. H., Kim, K. B. W. R., Lee, W. H., Park, S. M. and Ahn, D. H. 2006. Effect of Extract from *Glycyrrhiza uralensis* and *Curcuma longa* on Shelf-life and Quality of Bread. *J Korean Soc Food Sci Nutr.* 35:912-918.
- Lim, Y. S., Park, K. N. and Lee, S. H. 2007. Effects of Tumeric(*Curcuma aromatica* Salab.) Extract on Shelf Life of Cooked Rice. *Korean J. Food Preserv.* 14:445-450.
- Murakami, M., Yamaguchi, T., Takamura, H. and Matoba, T. 2002. A Comparative Study on the Various *In Vitro* Assays of Active Oxygen Scavenging Activity in Foods. *Food Chemistry and Toxicology.* 67:539-541.
- Park, C. S., Kwon, C. J., Choi, M. A., Park, G. S. and Choi, K. H. 2002. Antioxidative and Nitrite Scavenging Activities of Mugwort and Pine Needle Extracts. *Korean Journal of Food Preservation.* 9:248-252.
- Park, K. S. 1998. Production of Protein-bound Polysaccharides by Solid- substrate Fermentation of *Lentinus edodes*. *Korean J. Food & Nutr.* 11:667-672.
- Park, K. S., Park, S., Jung, I. C., Ha, H. C., Kim, S. H. and Lee J. S. 1994. Production of protein-bound polysaccharides by solid-state fermentation of *Coriolus versicolor*. *Kor. J. Mycol.* 22:184-189.
- Park, Y. B., Lee, T. G., Kim, O. K., Do, J. R., Yeo, S. G., Park, Y. H. and Kim, S. B. 1995. Characteristics of nitrite scavenger derived from seeds of *Cassia tora* L. *Korean J Food Sci Technol.* 27:124-128.
- Shin, Y. K., Jang, H. S., Kim, J. S., Ryu, H. Y., Kwun, I. S., Kim, J. K. and Sohn, H. Y. 2008. Solid Fermentation of Medicinal Herb Using *Phellinus baumii* Mycelium and Anti-thrombin and Antioxidation Activity of its Methanol Extract. *Kor. J. Microbiol. Biotechnol.* 36:201-208.
- Sohn, H. Y., Kwon, C. S., Son, K. H., Kwon, G. S., Kwon, Y. S., Ryu, H. Y. and Kum, E. J. 2005. Antithrombosis and Antioxidant Activity of Methanol Extract from Different Brands of Rice. *J Korean Soc Food Sci Nutr.* 35(5): 593-598.
- Song, J. H., Lee, H. S., Hwang, J. K., Chung, T. Y., Hong, S. R. and Park, K. M. 2003. Physiological Activities of *Phellinus ribis* Extracts. *Korean J Food Sci Technol.* 35:690-695.
- Sung, K. C. and Kim, K. J. 2005. Tyrosinase Activated Inhibition Effect & Analysis of Pine-Needles Extract. *J. of Korean Oil Chemists' Soc.* 22:71-76.