

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

박효숙<sup>1</sup> · 전태욱<sup>2</sup> · 최한석<sup>3</sup> · 김종만<sup>1</sup> · 김명곤<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>원광대학교 농화학과, <sup>2</sup>전북대학교 바이오식품공학과, <sup>3</sup>농촌진흥청 국립농업과학원 농식품자원부

## Physiological Activities of Extracts from *Fomitella fraxinea* on Brown Rice added Rice Bran, Pine Needle and Turmeric Powder

Hyo-Suk Park<sup>1</sup>, Tae-Woog Jeon<sup>2</sup>, Han-Seok Choi<sup>3</sup>, Joong-Man Kim<sup>1</sup> and Myung-Kon Kim<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Department of Agricultural Chemistry, Wonkwang University, Iksan 570-749, Korea

<sup>2</sup>Department of Bio Food Technology, Chonbuk National University, Iksan 570-752, Korea

<sup>3</sup>Department of Agro-food Resources, NAAS, RDA, Suwon 441-853, Korea

(Received 11, April 2011., Accepted 14, June 2011)

**ABSTRACT :** This study was carried out to examine the electron donating ability (EDA), nitrite scavenging, tyrosinase inhibition, ACE inhibition and fibrinolytic activity of culture extracts from *Fomitella fraxinea* which was grown added rice bran, pine needles and turmeric in brown rice. Electron donating ability was higher in the extract by hot water than ethanol. Nitrite scavenging activity was the highest from ethanol extract of culture products added to the pine needles, showed the scavenging activity was approximately 50%. Tyrosinase inhibition activity was highest in the extract by hot water, showed inhibition rate of rice bran was 72.49%, pine needles 87.34% and turmeric powder 82.75%, respectively. ACE inhibition activity were very low effective at all water and ethanol extracts. Fibrinolytic activities were similarly strong in the rice bran, pine needles and turmeric powder. Especially, when the rice bran and turmeric powder were added, showed the activities were increased about 10% than plasmin. Therefore, it may be used for the food and cosmetic industry as natural source of bioactive compound after further investigation such as in vivo experiment.

**KEYWORDS :** Brown rice, *Fomitella fraxinea*, Physiological activity, Pine needles, Turmeric

## 서 론

종래 식용으로만 주로 이용되어온 버섯에서 우수한 약리효능이 밝혀짐에 따라 최근 건강 기능성 식품소재로서 버섯의 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; 박, 2002).

그리고 솔잎은 한의서와 민간요법에 간장질환, 비노생식기계질환, 위장질환, 신경계질환, 순환기계질환, 피부질환 등의 효과가 보고되었고, 체내 노폐물을 배출시켜 신

진대사를 활발하게 하는 성분들이 함유되었다고 알려졌다(Kwhak *et al.*, 2002; Jung, 2009). 이러한 솔잎은 각종 식중독균에 대한 강한 항균력과 유리라디칼 소거기능을 가지며, 체중 감량 효과가 보고되고 있다(Jung, 2009).

또한 강황은 본초학에서 혈액순환촉진과 통증제거에 효과가 탁월하다고 보고하였다(Lim *et al.*, 2007). 이러한 효과는 curcumin, p-methydol irucabinole, tumerone, azulene, kampfa인 성분에 의해 간장의 해독 촉진과 담즙의 분비작용, 이혈작용이 있는 것으로 알려져 있다. 특히, curcumin은 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, 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

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

강황을 첨가한 곡물에 버섯균을 배양하여 획득한 버섯균 배양물을 이용한 연구는 거의 미비한 실정이다. 따라서 본 연구는 현미에 미강과 솔잎, 강황 분말을 첨가하고, 첨가한 현미에 장수버섯(*Fomitella fraxinea*) 균사체를 배양하여 그 배양 추출물에서 생리활성을 검증하여 기능성 식품 산업의 이용 가능성에 대해 확인하고자 하였다.

## 재료 및 방법

### 공시균주 및 재료

공시균주는 전북대학교 바이오식품공학과 미생물 실험실에서 분리 보관중인 장수버섯(*Fomitella fraxinea* JBU 0002) 균주를 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

현미배지에서 30일간 무균적으로 정치배양된 각 시료를 동결 건조하고 Homogenizer (Omnimixer, USA)를 이용하여 150 µm 이하로 파쇄하여 시료로 사용하였다. 열수 추출물은 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 NaNO<sub>2</sub> 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 소거작용은 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 NaNO<sub>2</sub>.

B : The optical density of NaNO<sub>2</sub> solution.

C : The optical density of sample solution.

### Tyrosinase 저해활성

Tyrosinase 저해활성 측정은 35°C 수조에서 온도를 미리 조정한 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 측정한 값( $S_{abs}$ )과 효소액 대신에 증류수 0.1 ml를 첨가하여 흡광도를 측정한 값( $B_{abs}$ ), 추출시료 용액 대신에 증류수 0.5 ml를 첨가하여 흡광도를 측정한 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 1

시간 반응시킨 후, 1N HCl 250  $\mu$ l를 가하여 반응을 정지시켰다. 공시험은 용매 추출물 대신 증류수 50  $\mu$ l를 사용하였으며 대조구는 1N HCl을 250  $\mu$ l 가한 후 효소액을 첨가하였다. 여기에 ethyl acetate 1.5 ml를 가하여 15초간 혼합한 후 5,000  $\times$  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 최종 농도 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  $\mu$ g과 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.

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

## 결과 및 고찰

### 전자공여능

미강과 솔잎, 강황분말을 첨가한 현미에 배양한 장수버섯 균사체 추출물의 전자공여능 측정 결과는 Table 1과 같다. 열수와 ethanol 용매 추출한 후, 전자 공여능을 비교한 결과, 두 용매 모두 높은 전자 공여능을 나타내었다. 열수추출물의 경우, 미강의 전자공여능이 50.38%였으나, 솔잎과 강황을 첨가한 배양물은 66.77%와 60.94%로 미강 보다 각각 16%와 10%이상의 높은 소거능을 보여줬으며, ethanol 추출물의 경우 미강의 전자공여능은 21.35%였고 솔잎과 강황의 경우 40.29%와 33.08%로 미강 보다 약 19%와 11%이상 높은 것으로 확인되었다. 이 결과는 합성 항산화제인 BHA의 86.85%와 BHT의 81.76%보다 낮게 나타났다. 그러나 박(2002)이 보고한 한약재 추출물을 이용한 물 추출물중 가장 높은 전자공여능을 보고한

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

| Extraction | Added materials       | Electron donating ability(%) |
|------------|-----------------------|------------------------------|
| Water      | RB <sup>1)</sup>      | 50.38 $\pm$ 0.01             |
|            | RB + PN <sup>2)</sup> | 66.77 $\pm$ 0.08             |
|            | RB + TM <sup>3)</sup> | 60.94 $\pm$ 0.03             |
| Ethanol    | RB                    | 21.35 $\pm$ 0.00             |
|            | RB + PN               | 40.29 $\pm$ 0.01             |
|            | RB + TM               | 33.08 $\pm$ 0.08             |
|            | BHA                   | 86.85 $\pm$ 0.00             |
|            | BHT                   | 81.76 $\pm$ 0.00             |

<sup>1)</sup>RB : Rice Bran

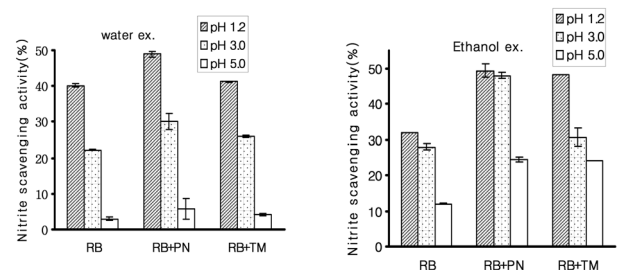
<sup>2)</sup>RB + PN : Rice Bran + Pine Needles

<sup>3)</sup>RB + TM : Rice Bran + Turmeric

국화(63%) 보다 약간 높았다. 또한 Lee *et al.*(2008)이 적송잎 용매별 추출물을 이용하여 전자공여능은 열수 추출물이 250  $\mu$ g/ml 농도에서 약 70%였고, 에탄올 추출물의 경우 100~500  $\mu$ g/ml에서 약 20~40%로 보고한 내용과 용매별로 거의 유사한 수준을 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, 강황 분말을 첨가한 현미에 배양한 장수버섯 균사체 배양물을 추출하여 pH 1.2 및 3.0, 5.0에서 반응시켜 아질산염 소거능을 실험하였으며 그 결과는 Fig. 1에



**Fig. 1.** Nitrite scavenging activity of extracts from *F. fraxinea* 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

서 보는바와 같다. 열수 추출물의 경우 pH 1.2에서 40% 이상의 소거활성을 나타내었고, 에탄올 추출물의 경우 pH 1.2에서 31~50%의 소거능을 확인하였다. 또한 pH 3.0에서 열수추출물은 약 22~30% 그리고 pH 5.0은 소거능이 거의 나타나지 않았다. 그리고 에탄올 추출물의 경우 pH 3.0에서 27~49%와 5.0에서 약 12~25%의 소거능을 확인할 수 있었다. 이 같은 결과는 Cha *et al.*(2001)이 복분자 딸기 생리활성 연구에서 nitrosamine 생성 최적 pH가 2.5~3.0으로 pH 의존적이며 아질산염 소거활성 역시 강산성에서 높고 pH가 높아질수록 감소하는 결과와 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). 따라서 낮은 pH에서 높은 활성을 가지는 것은 식·의약품 소재로 큰 의미를 가질 수 있다고 판단된다.

#### 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 표피 밖으로 배출되는 것이다. 따라서 미강과 솔잎, 강황분말을 첨가한 현미에 배양한 장수버섯 균사체 추출물의 tyrosinase 저해활성 측정 결과는 Table 2에서 보는 바와 같다. 배양물의 열수 추출물과 에탄올 추출물을 비교했을 때, 에탄올 추출물의 경우 23~36%의 낮은 저해활성을 보여주었지만 열수 추출물의 경우 72~88%정도의 높은 활성을 보여주었다. 이와 같은 결과는 Kwak *et al.*(2004)이 치자열매 추출물의 tyrosinase 저해 활성 연구에서 에탄올 추출물에서는  $81.5 \pm 1.6\%$ 였으나 증류수 추출물에서  $62.7 \pm 0.4\%$ 로 에탄올 추출물이 더 높았다는 보고와 차이가 있었다. 그러나 미강과 솔잎, 강황분말 첨가 현미에 장수버섯균 배양

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

| Added materials       | Inhibition rate(%) |              |
|-----------------------|--------------------|--------------|
|                       | Water ex.          | EtOH ex.     |
| RB <sup>1)</sup>      | 72.49 ± 0.00       | 23.22 ± 0.00 |
| RB + PN <sup>2)</sup> | 87.34 ± 0.00       | 36.26 ± 0.00 |
| RB + TM <sup>3)</sup> | 82.75 ± 0.00       | 31.38 ± 0.00 |

<sup>1)</sup>RB : Rice Bran

<sup>2)</sup>RB + PN : Rice Bran + Pine Needles

<sup>3)</sup>RB + TM : Rice Bran + Turmeric

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

| Added materials       | Inhibition rate(%) |             |
|-----------------------|--------------------|-------------|
|                       | Water ex.          | EtOH ex.    |
| RB <sup>1)</sup>      | 36.35 ± 0.00       | 16.2 ± 0.01 |
| RB + PN <sup>2)</sup> | 32.91 ± 0.00       | 15.2 ± 0.01 |
| RB + TM <sup>3)</sup> | 31.51 ± 0.00       | 12.7 ± 0.01 |

<sup>1)</sup>RB : Rice Bran

<sup>2)</sup>RB + PN : Rice Bran + Pine Needles

<sup>3)</sup>RB + TM : Rice Bran + Turmeric

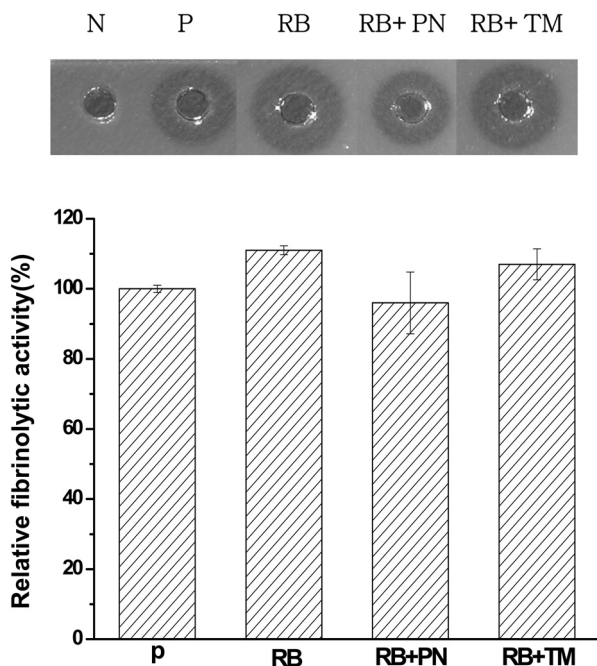
물의 tyrosinase 저해물질 탐색은 식품으로 섭취가 가능한 소재로서 안전성 문제를 최소화 할 수 있는 효과가 있을 것으로 생각된다.

#### ACE (Angiotensin Converting Enzyme) 저해활성

미강과 솔잎, 강황 분말을 첨가한 현미에 배양한 장수버섯균사체 추출물의 ACE 저해활성 측정 결과는 Table 3과 같다. 열수 추출물과 에탄올 추출물 모두 낮은 저해효과를 보였다. 열수 추출물의 경우 미강과 솔잎, 강황 첨가구에서 31~36%였고, 에탄올 추출물의 경우 12~16%로 확인되었다. 이 같은 결과는 Lee *et al.*(2001)이 흑진주버섯 미강의 생리기능성 물질 탐색 및 추출조건 연구결과 물추출에서 ACE 저해활성이 38%정도였다고 보고한 내용과 유사하였다. 또한 Kang *et al.*(1995)의 솔잎 열수 추출물(61%)의 활성보다는 낮아 단일 추출물에 비해서는 낮은 결과를 보였으나 현미에 첨가 비율(3%)로 보면 ACE 저해 활성이 상당히 강화된 것으로 보인다. 그러나 이 결과와 비교했을 때 버섯과 곡류, 강황, 솔잎은 열수와 에탄올 추출물 모두 ACE 저해에는 낮은 활성을 확인할 수 있었다.

#### 혈전용해 활성

미강과 솔잎, 강황 분말을 첨가한 현미에 배양한 장수버섯균사체 추출물의 혈전 용해 활성을 측정하였다. 대조구로 증류수와 plasmin(0.2 U/20 µl)을 같이 점적하여 용해 면적을 상대 비교한 결과는 Fig. 2에 보는 바와 같다. 기존의 혈전 용해제인 양성 대조구인 plasmin(0.2U/20 µl)과 비교했을 때 미강과 솔잎, 강황 분말 첨가시 높거나 거의 유사한 결과를 나타내었다. 이 같은 결과는 김 등(2003)의 버섯에서 혈전 분해효소 생산 및 유전자 클로닝 연구결과 장수버섯의 혈전 용해능이 대조구인 plasmin보다 높았다는 연구나 Choi *et al.*(2005)이 인공재배 버섯의 혈전 분해효소 활성 연구결과 장수버섯 균사체는 활성이 높았다는 결과와 유사하였다. 따라서 미강과 솔잎, 강황 분말 첨가 현미에 장수버섯균 배양물은 섭취 가능한 소재로 안정적이며 기존의 혈전 용해효소가 가지는 비특



**Fig. 2.** Fibrinolytic activity of extracts from *F. fraxinea* cultured on brown rice media added rice bran, pine-needle and turmeric powder.

N (Negative control) : Autoclaved 3rd D.W.

P (Positive control) : plasmin (0.2 unit)

RB : Rice Bran

RB + PN : Rice Bran+Pine Needles

RB + TM : Rice Bran+Turmeric

이적, 부작용, 고가 등의 단점을 보완해줄 수 있는 새로운 혈전 용해효소로서의 개발이 가능할 것으로 판단된다.

## 적요

본 연구는 현미에 미강, 솔잎 그리고 강황을 첨가한 장수버섯 배양물의 전자공여능, 아질산염 소거활성, tyrosinase 저해활성, ACE 저해활성 및 혈전용해 활성을 검토하고자 수행되었다. 전자공여능은 에탄올 보다 열수를 이용한 추출물에서 더 높았다. 아질산염 소거활성은 솔잎첨가 에탄올 추출물에서 가장 높았고 소거활성은 거의 50%였다. tyrosinase 저해활성은 열수이용 추출물에서 가장 높았고 미강, 솔잎 그리고 강황 첨가에 의한 저해율은 장수버섯 열수 추출물에서 각각 72.49%, 87.34% 및 82.75%를 보였다. ACE 저해효과는 모든 물과 에탄올 추출물에서 매우 낮은 효과가 있었다. 혈전용해 활성은 미강, 솔잎, 강황에서 유사하게 높았다. 특히 미강 그리고 강황이 첨가 되었을 때 활성이 plasmin보다 약 10% 증가되었다. 따라서 동물 실험과 같은 추가 연구가 진행 후, 천연소재로서 식품 및 화장품 산업에 이용될 수 있을 것이다.

## 감사의 글

본 연구는 농림수산식품부 농림기술개발사업의 지원에 의해 수행되었으며, 이에 감사드립니다.

## 참고문헌

- 김성준, 송규영, 김재성, 문성민, 박영관, 천영일, 리미홍, 김지은, 정경식, 김명곤, 윤숙, 최한석, 박효숙. 2003. 버섯에서 혈전분해효소 생산 및 유전자 크로닝. 조 선대학교 농림부 최종연구 보고서 pp. 22.
- 박영도. 2002. 버섯균을 배양한 기능성 식품소재 개발. Special Lecture 1-3 균학 회소식 한국균학회 14:41-49.
- 박영숙. 2002. 한약재 추출물의 폴리페놀 화합물과 항산화 활성. 동아시아식생활학 회지. 1:23-31.
- 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.
- Jung, H. A., Kim, S. H. and Lee, M. A. 2009. Storage quality characteristics of cookies prepared with pine needle powder. *Korean J Food Preserv.* 16:506-511.
- 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, 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, 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, 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.
- Kwak, J. H., Kim, Y. H., Chang, H. R., Park, C. W. and Han, Y. H. 2004. Inhibitory effect of Gradenia fruit extracts on tyrosinase activity and melanogenesis. *Korean J. Biotechnol. Bioeng.* 19:437-440.
- Kwhak, S. H., Moon, S. W. and Jang, M. S. 2002. Effect of pine needle (*Pinus densiflora* Seib. et Zucc) powder on the sensory and mechanical characteristics of steam cake. *Korean J Soc Food Cookery Sci.* 18:399-406.
- 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, O. H., Kim, K. Y., Jang, M. K., Yu, K. H., Kim, S. G., Kim, M. H. and Lee, S. H. 2008. Evaluation of proanthocyanidin contents in total polyphenolic compounds of pine (*Pinus densiflora*) needle extracts and their antioxidative activities. *Journal of Life Science* 18:213-219.
- 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 Nut.r* 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. Acomparative study on the various *in vitro* assays of active oxygen scavenging activity in foods. *Food Chemistry and Toxicology.* 67:539-541.
- 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.