

## 주박 추출물의 항균활성, 항산화 및 SOD 유사활성 효과

†김태영 · 전태욱 · 여수환 · 김상범\* · 김진숙\*\* · 곽준수\*\*\*

농촌진흥청 국립농업과학원 농식품자원부 발효이용과, \*농촌진흥청 국립농업과학원 농식품자원부 기획조정과  
\*\*농촌진흥청 국립농업과학원 농식품자원부 전통한식과, \*\*\*영산대학교 한국식품조리학과

### Antimicrobial, Antioxidant and SOD-Like Activity Effect of *Jubak* Extracts

†Tae-Young Kim, Tae-Woog Jeon, Soo-Hwan Yeo, Sang-Bum Kim\*, Jin-Sook Kim\*\* and Joon-Soo Kwak\*\*\*

Fermentation & Food Processing Division, National Academy of Agricultural Science, Rural Development Administration, Suwon 441-853, Korea

\*Planning & Coordination Division, National Academy of Agricultural Science, Rural Development Administration, Suwon 441-853, Korea

\*\*Korean Food & Culture Division, National Academy of Agricultural Science, Rural Development Administration, Suwon 441-853, Korea

\*\*\*Dept. of Korean Food and Cullinary Arts, Youngsan University, Busan 612-743, Korea

#### Abstract

The purpose of this study was to investigate antimicrobial, antioxidant, DPPH radical scavenging and SOD-like activity effect of *Jubak*(AFC) extract using hot water and ethanol solvent. All extracts from *Jubak*(AFC) had antimicrobial activities in the *Bacillus subtilis*, *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa* and *Escherichia coli*. Antioxidant activities of the *Jubak*(AFC) using soybean oil emulsion was confirmed to be higher in the extract using ethanol and hot water than control and the antioxidant was practically effective when concentration of the *Jubak* was 200 ppm. Scavenging effect of DPPH radical of *Jubak* extracts showed inhibition effect was above 80%. SOD-like activity were higher in hot water extracts than in ethanol extracts. If keeping up *Jubak's* study, it could have potential as a cosmetic raw material. Additionally, *Jubak* could be expected as functional material in food by different extract method.

Key words: *Jubak*, antimicrobial, SOD, DPPH, antioxidant.

#### 서론

우리나라도 국민 소득 증가로 생활 수준이 높아짐에 따라 식생활도 서구화되고 있으며, 이러한 경향은 음주 기호에도 그대로 반영되어 위스키, 맥주 및 와인의 소비량이 크게 증가하고 있는 실정이다. 하지만 우리나라를 대표하는 전통 발효주, 특히 탁주의 소비량은 상대적으로 크게 감소하게 되었다. 1981년 1,010,425 kl에 달하던 탁주의 출고량은 2004년에는 138,162 kl로 약 86% 감소한 반면, 같은 기간 맥주의 출고량은 599,772 kl에서 1,789,451 kl로, 국내 위스키의 출고량은 2,974 kl에서 10,572 kl로 각각 증가하였으며, 2009년에는 맥주 출고량은 1,799,534 kl, 위스키는 5,625 kl로 2004년 대비

맥주는 약간 증가하였으나, 위스키는 약 50% 감소하였다(한국주류산업협회. 연도 및 주류별 출고 동향. 2010. <http://www.kalia.or.kr>. 2010.04.22 방문). 이러한 경향은 일본의 청주 즉 사케(酒) 소비량 감소와도 일치하는데, 이를 극복하기 위하여 일본에서는 청주뿐만 아니라 청주를 거르고 난 후의 술지게미(酒粕)의 생리기능에 대한 연구를 활발히 진행하여 왔다. 그 결과, 주박은 당뇨, 고혈압, 골다공증에 효과가 있으며, 뇌경색, 심근경색 및 동맥경화를 예방하고 알레르기 체질을 개선하고, 미백 효과를 나타내는 등 다양한 기능성분을 함유하고 있음이 보고되었고, 이들 성분을 이용한 건강식품과 기능성 식품을 개발하려는 연구가 지속되고 있다(Gekkeikan 1993; Saito 등 1994; Nippon Shuzo 1998).

† Corresponding author: Tae-Young Kim, Fermentation & Food Processing Division, National Academy of Agricultural Science, Rural Development Administration, Suwon 441-853, Korea. Tel: +82-31-299-0569, Fax: +82-31-299-0554, E-mail: kty54090@korea.kr

주박은 쌀, 물, 누룩, 효모 등을 이용하여 청주나 약주를 발효 후, 술을 걸러내는 과정에서 생성되는 부산물이며, 탁주로 부터 분리된 주박은 식량이 부족했던 시기에 대체식품의 역할을 담당했을 만큼 영양적인 면에서 우수하다고 알려져 있다. 현재 우리나라에서도 탁주(막걸리) 제조 과정에서 생산된 부산물 주박은 양돈업자에 의해 사료용으로 소비되거나 추가비용을 들여 폐기하는 실정이다(Kim & Cho 2006).

우리나라의 약·탁주와 일본의 청주는 재료나 제조 방법 특히 발효 효모의 종류가 거의 비슷하다고 할 수 있으므로(Lee & Kim 1991), 청주 주박에서 발견되는 생리 기능성이 쌀 막걸리나 약주 주박에도 함유되어 있을 것으로 판단된다. 그러나 아직까지 약·탁주 및 이들 주박의 생리활성에 관한 연구는 전무하다고 해도 과언은 아니다. 단지 탁주 분말 또는 탁주 주박을 이용한 제빵 특성 및 제빵 개량제의 제조(Jeong & Park 2006), 청주박을 이용한 저식염 고추장의 양조(Lee & Kim 1991), 청주 주박 단백질 농축물을 이용한 가식성 필름의 제조(Cho 등 1998), 주박을 효모 성장 배지로 사용하기 위한 연구(Lim 등 2004) 등이 있고, 그중에 주박의 생리활성에 대한 연구로는 탁주 주박이 당노 혈당에 미치는 효과(Kim & Cho 2006)에 대해 보고되었을 뿐이다.

따라서 본 연구는 주박 추출물의 생리활성 실험을 통해 기능성 소재로서 산업적 이용 가치를 확인하고, 식품 및 화장품 개발에 목적을 두고 실험하였다.

### 재료 및 방법

#### 1. 재료

본 연구에 이용된 현미는 농협(수원 권선구 구운동 소재)에서 구입하여 사용하였으며, 국균(*Aspergillus kawachii*)은 (주)수원종국으로부터 제공받아 사용하였다. 쌀코지, 밀코지, 보리코지, 상황버섯 코지 제조 방법은 Fig. 1의 공정에 따라 제조하였다.

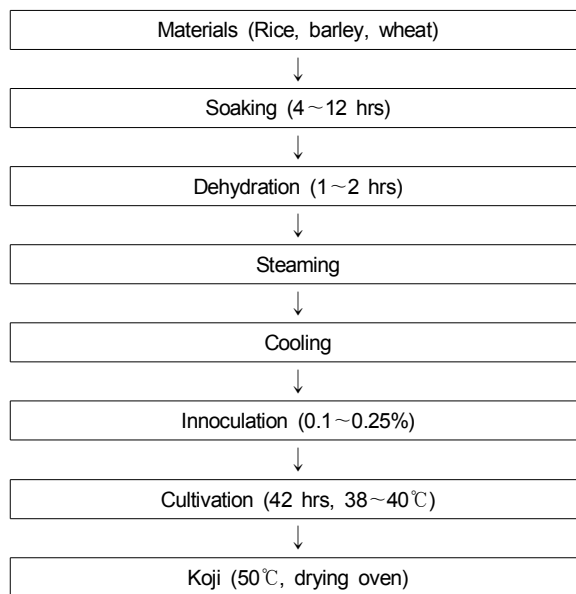


Fig. 1. Flow diagram the products of grain koji.

#### 2. 추출 방법

주박 200 g에 증류수 2 ℓ를 가하여 3시간씩 2회 증탕하여 추출·여과하여 열수 추출물로 사용하였다. 용매 추출물은 주박 200 g에 70% ethanol 2 ℓ를 가하여 실온에서 24시간 침지시켜 획득하였으며, 획득한 추출물을 여과한 후 1/5로 농축시켜 사용하였다.

#### 3. 알코올 발효

제조한 코지를 실험 비율에 따라 혼합하여 25°C에서 7일간 발효시켰다. 실험 비율은 Table 1과 같다. 알코올 발효 후, 실험에 사용된 주박은 분말 상태로 제조하여 사용하였다.

#### 4. 항균력 실험

본 실험에 사용한 균주는 Table 2와 같이 Gram(+), Gram

Table 1. Mixing ratio of alcohol fermentation

Source		AFC <sup>1)</sup> 1	AFC 2	AFC 3	AFC 4	AFC 5	AFC 6
1st mash	Koji(kg)	R <sup>2)</sup> : 3	R : 1.5 P <sup>3)</sup> : 1.5	B <sup>4)</sup> : 3	B : 1.5 P : 1.5	W <sup>5)</sup> : 3	W : 1.5 P : 1.5
	Yeast(g)	12	12	12	12	12	12
	Add water( ℓ )	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5
The 2nd mash after fermentation on 3 days at 25°C							
2nd mash	BR <sup>6)</sup> (kg)	7	7	7	7	7	7
	Reform yeast(g)	70	70	70	70	70	70
	Traditional yeast(g)	350	350	350	350	350	350
	Add water( ℓ )	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5

<sup>1)</sup> AFC : Alcohol filter cake, <sup>2)</sup> R: Rice, <sup>3)</sup> P: *Phellinus linteus*, <sup>4)</sup> B: Barley, <sup>5)</sup> W: Wheat, <sup>6)</sup> BR: Brown rice.

**Table 2. Microorganisms tested for antimicrobial activity of *Jubak* extract**

Microorganisms	Medium	Incubation temperature
Gram <i>Bacillus subtilis</i> KACC 10111	NB <sup>1)</sup>	37°C
(+) <i>Staphylococcus aureus</i> KACC 10768	NB	37°C
Gram <i>Pseudomonas aeruginosa</i> KACC 10185	NB	37°C
(-) <i>Escherichia coli</i> KACC 10005	NB	37°C

<sup>1)</sup> NB: Nutrient broth.

(-)을 선택하여 균주 모두 nutrient broth에 계대 배양하여 실험에 사용하였다. 항균활성 실험은 NA 평판배지에 0.4% soft agar에 시험균주 1%를 접종하여 증충하였고, 멸균된 paper disc ( $\phi$  8 mm, Whatman)를 사용하여 주박 시료를 20, 40, 60 ppm 첨가하여 37°C에서 24시간 동안 배양한 후, 형성된 clear zone (mm)으로 항균활성을 비교하였다.

### 5. Thiobarbituric Acid(TBA)가의 측정

항산화력 실험은 oil-emulsion을 제조하여 사용하였으며, oil-emulsion은 대두유 2 ml, 증류수 18 ml에 Triton X-100을 100  $\mu$ l 가한 후, 그 유화된 혼합액으로 하였다.

혼합액에 주박 추출물을 200 ppm 첨가하여 60°C로 반응시키면서 24시간마다 TBA value를 측정하였다. Control은 추출물과 합성 항산화제를 첨가하지 않은 것을 사용하였고, 대조구는 합성 항산화제를 첨가하여 사용하였다. TBA가 측정은 반응액 2 ml와 증류수 6 ml를 넣고 7.2% butylated hydroxyanisole (BHA) 50  $\mu$ l를 가해 산화력을 억제하고 균질화하였다. 균질화된 반응액 1 ml에 TBA/TCA 용액 2 ml를 첨가한 후, 90°C에서 15분 동안 반응시켰고, 반응 종료 후 10분 동안 냉각하였다. 냉각 후 2,400 rpm에서 15분 동안 원심 분리하여 상등액을 흡광도(532 nm)로 측정하였다.

### 6. DPPH(1,1-Diphenyl-2-picrylhydrazyl)법에 의한 전자공여능 측정

주박 추출물의 전자 공여능은 Blois(1958)의 방법을 변형하여 측정하였다. 각 시료 1 ml에  $2 \times 10^{-4}$ M DPPH 1.0 ml를 넣고 교반한 후 30분 동안 방치한 다음 517 nm에서 흡광도를 측정하였다.

$$\text{전자 공여능} = 100 - [(\text{시료 첨가구의 흡광도} / \text{무첨가구의 흡광도}) \times 100]$$

### 7. SOD 유사활성(Superoxide Dismutase-like Activity)

SOD 유사활성은 Marklund & Marklund(1974)의 방법에 따라 과산화수소( $H_2O_2$ )로 전화시키는 반응을 촉매하는 pyrogallol

의 생성량을 측정하여 SOD 유사활성으로 나타내었다. 시료 용액 2 ml에 Tris-HCl의 완충용액(50 mM Tris+10 mM EDTA, pH 8.5) 3.0 ml와 7.2 mM pyrogallol 0.2 ml를 가하여 25°C에서 10분간 반응시킨 후 1N HCl 0.1 ml를 가하여 반응을 정지시키고 반응액 중 산화된 pyrogallol의 양을 420 nm에서 측정하였다. SOD 유사활성은 시료용액의 첨가구와 무첨가구의 흡광도 감소율을 %로 나타내었다.

## 결과 및 고찰

### 1. 항균력 측정 결과

주박의 항균력을 측정하기 위해 열수와 Et-OH 용매 추출 후 농축하여 항균 활성을 측정한 결과는 Table 3에서 보는 바와 같다. 열수추출의 경우 AFC 1과 2에서 추출물의 항균활성은 Gram(+)와 Gram(-) 미생물에서 대부분 낮은 항균력을 나타내었으나, AFC 2는 *E. coli* 균주가 다른 균주보다 높은 항균활성을 보여주었다. Et-OH 추출 시료 시 AFC 1와 AFC 2의 항균활성의 차이는 크게 나타나지 않았다. 곡류의 단일 발효와 혼합 발효한 주박의 항균활성은 *E. coli* 균주에서는 약간의 차이가 나타났으나 대체적으로 뚜렷한 차이는 나지 않는 것으로 확인되었다. 그러나 열수와 Et-OH 추출 간의 항균활성을 비교한 결과, Et-OH 추출 시에 항균활성이 *E. coli*을 제외한 모든 균주에서 높게 나타났음을 확인할 수 있었다. AFC 3과 4의 경우에는 단일 곡류 발효한 주박의 열수 추출물의 경우 *Staph. aureus* 균주가 다른 균주에 비해 높은 항균활성을 나타내었고, 다른 균주간의 항균활성 큰 차이는 없었으며, 곡류 혼합 발효한 주박 추출물의 경우에는 약간의 항균활성을 보여주었다. 또한, Et-OH 추출한 경우에는 단일 및 혼합 곡류 발효 주박 추출물의 항균활성은 *Staph. aureus*에서 가장 높은 항균활성을 나타냈으며, *Staph. aureus*를 제외한 다른 균주 모두 비슷한 항균활성 결과를 나타내었다. AFC 3과 4의 추출용매간의 항균활성은 전체적으로 비슷한 항균활성을 보여줬으나 AFC 4을 Et-OH 추출했을 때 *Staph. aureus*에 대한 항균활성이 열수보다 약간 높은 결과를 보여줬다. AFC 5와 6의 열수 추출물의 경우, *E. coli* 균주가 다른 균주에 비해 높은 항균활성을 나타내었고, Et-OH의 경우에는 *Staph. aureus* 균주가 높은 항균활성을 보여줬다. 반면에 *B. subtilis*와 *E. coli* 균주에서는 매우 낮은 항균활성을 나타내었다. 또한, 곡류의 단일 발효와 혼합 발효한 주박의 항균활성은 큰 차이가 없는 것으로 확인되었다.

지금까지 곡류 중의 기능적 특성을 연구하기보다는 곡류에 함유된 식이섬유를 이용한 생리적 기능성(Oh & Lee 1996)과 찹쌀 및 보리쌀 탁주 술덧의 발효과정 중 휘발성 향기성분의 특성(Lee & Choi 1998)에 대한 연구 등은 보고되었지만, 탁주 제조 후 폐기되는 주박을 이용한 항균활성에 대한 보고

Table 3. Antimicrobial activity of alcohol filter cake

Extract solvent	Sample	Conc. (ppm)	Inhibition zone			
			<i>B. subtilis</i> KACC 10111	<i>Staph. aureus</i> KACC 10768	<i>P. aeruginosa</i> KACC 10185	<i>E. coli</i> KACC 10005
Water	AFC <sup>1)</sup> 1	20	ND <sup>2)</sup>	+	+	ND
		40	+	+	+	ND
		60	++	+	++	ND
	AFC 2	20	+	ND	+	++
		40	+	+	+	++
		60	+	+	+	+++
	AFC 3	20	+	+	+	+
		40	++	++	+	++
		60	++	+++	++	++
	AFC 4	20	+	+	+	+
		40	+	ND	++	+
		60	++	+	+	++
	AFC 5	20	+	+	+	+
		40	+	+	ND	++
		60	++	+++	+	++
	AFC 6	20	+	+	+	+
		40	+	++	++	++
		60	++	++	+++	+++
Et-OH	AFC 1	20	+	ND	+	+
		40	++	+	++	+
		60	++	++	++	++
	AFC 2	20	+	ND	ND	+
		40	++	+	+	+
		60	++	+++	++	++
	AFC 3	20	+	+	ND	+
		40	+	++	+	+
		60	++	+++	++	++
	AFC 4	20	+	+	+	+
		40	++	++	+	+
		60	++	+++	++	++
	AFC 5	20	+	+	ND	+
		40	+	++	+	+
		60	+	+++	++	+
	AFC 6	20	ND	+	+	ND
		40	ND	++	+	+
		60	ND	+++	++	+

<sup>1)</sup> AFC: Alcohol filter cake, <sup>2)</sup> ND: Not detected, 0: none, +: 8~10 mm, ++: 11~14 mm, +++: 15 mm 이상.

는 전무한 상태이다. 따라서 본 실험 결과로 볼 때 주박을 열 수 추출과 Et-OH 추출한 경우 Gram(+) 뿐만 아니라 Gram(-)

에 대한 발육 억제 활성을 갖는 생리활성 물질을 함유하고 있음을 확인할 수 있었다. 따라서 지금까지 폐기되고 가축의

사료로 사용되었던 주박 부산물에 대한 추가적인 연구가 수반되어 진행된다면 화장품 산업에 이용 가능한 원료로 사용 가능할 것으로 생각된다.

2. Thiobarbituric Acid(TBA)가의 측정 결과

주박 추출물의 열수 및 Et-OH 추출에 따른 항산화력 효과를 검토하기 위하여 쌀코지, 보리코지, 밀코지 그리고 상황버섯 코지와 발효시켜 생산된 부산물의 산화 억제 효과를 검토하기 위하여 각각의 부산물을 열수와 Et-OH를 이용하여 추출하였다. 열수와 Et-OH로 추출한 추출물 200 ppm을 대두유 혼합물에 첨가하여 60°C로 저장하면서 24시간마다 TBA가를 측정하였으며, 대조구로는 BHA로 비교하였다. 그 결과, Fig 2에서 보는 바와 같이 각각의 곡류와 상황버섯 코지

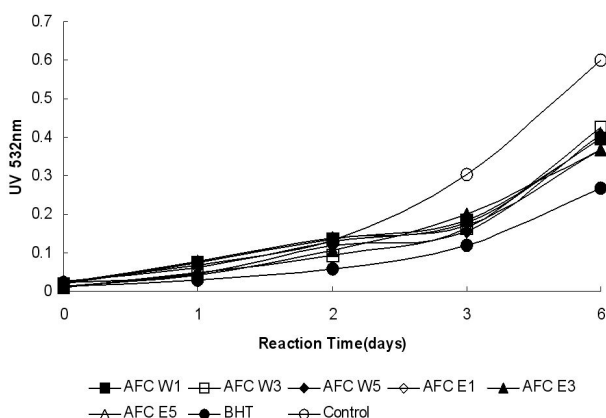


Fig. 2. 2-Thiobarbituric acid value of oil emulsion containing alcohol filter cake extracts with hot water and ethanol during storage at 60°C.

- : AFC W1 : Water extracts of AFC 1 (Rice koji+ *Phellinus linteus* koji)
- : AFC W3 : Water extracts of AFC 3 (Barley koji+ *Phellinus linteus* koji)
- ◆ : AFC W5 : Water extracts of AFC 5 (Wheat koji+ *Phellinus linteus* koji)
- ◇ : AFC E1 : Ethanol extracts of AFC 1 (Rice koji+ *Phellinus linteus* koji)
- ▲ : AFC E3 : Ethanol extracts of AFC 3 (Barley koji+ *Phellinus linteus* koji)
- △ : AFC E5 : Ethanol extracts of AFC 5 (Wheat koji+ *Phellinus linteus* koji)

를 함께 발효 후, 주박 부산물을 열수(AFC W1, 3, 5) 추출한 것과 Et-OH (AFC E1, 3, 5) 추출한 추출액의 경우 산화 억제 효과를 확인할 수 있었지만, 대조구인 BHA보다는 산화 억제 효과가 낮은 것으로 확인되었다. 또한, 주박의 열수 및 Et-OH 추출물 모두 3일째부터 항산화력이 급격하게 떨어지는 결과를 나타내었다. 지금까지 상황버섯(*Phellinus linteus*)의 자실체 열수 추출물은 소화기 계통의 암에 저지 효과(Ikekawa 등 1968)가 있다고 알려지면서 지금까지 수많은 연구가 진행되었고, 상황버섯의 항암 효과(Chung 등 1994)뿐만 아니라 면역반응을 항진(Kim 등 1996)시킨다는 연구보고도 있어 민간에서 많이 사용되고 있다. 최근까지 Lee 등(2006)에 의해 상황버섯(*Phellinus linteus*) 추출물의 생리활성에 대해 보고되었지만, 상황버섯 코지를 이용하거나 상황버섯 코지를 이용한 후 생산되는 부산물에 대한 연구는 거의 없었다. 이 결과 볼 때, 주정 발효시 사용한 곡류 코지와 상황버섯 코지의 혼합 발효한 주박 부산물 추출물에서도 생리활성 물질을 확인할 수 있었다.

3. DPPH(1,1-Diphenyl-2-picrylhydrazyl)에 의한 전자 공여능 측정

주박의 열수 추출과 ethanol 추출물의 전자 공여능에 미치는 영향을 실험한 결과는 Table 4와 같다. 항산화력을 나타내는 전자 공여능 실험에서 주박의 경우에는 열수와 ethanol 추출 시료 모두 80% 이상의 높은 전자 공여능을 나타내었다. 특히 보리코지(AFC 3)와 밀코지(AFC 5)로 발효시킨 주박에서는 열수와 ethanol 추출물에서 다른 시료보다 약간 높은 전자 공여능을 나타내었다. 그러나 열수와 ethanol 추출 시료간의 차이는 크지 않았다. 이 결과로 볼 때 주박의 항산화력이 있음을 확인할 수 있었다.

4. Superoxide Dismutase(SOD) 유사활성 측정

SOD(superoxide dismutase)는 생체 내에서  $O_2^-$  (superoxide)의 소거에 관여하는 효소이며, 생체 내에서 생성된 활성 산소는 체내에서 산화적 장애를 초래하게 되므로 이런 현상을 억제하기 위해 SOD 유사활성을 지닌 소재를 주박에서 탐색하고자 연구를 하게 되었다. Superoxide에 대한 산화 억제 작용을 알아보기 위해 superoxide와 반응하여 갈변물질을 내

Table 4. Scavenging effect of alcohol filter cake extracts with hot water and ethanol against DPPH radicals (Unit: %)

	AFC <sup>1)</sup> 1	AFC 2	AFC 3	AFC 4	AFC 5	AFC 6
Water extract	81.86	85.19	87.23	84.96	89.62	86.08
Ethanol extract	86.15	83.39	87.87	83.51	88.39	87.49

<sup>1)</sup> AFC: Alcohol filter cake.

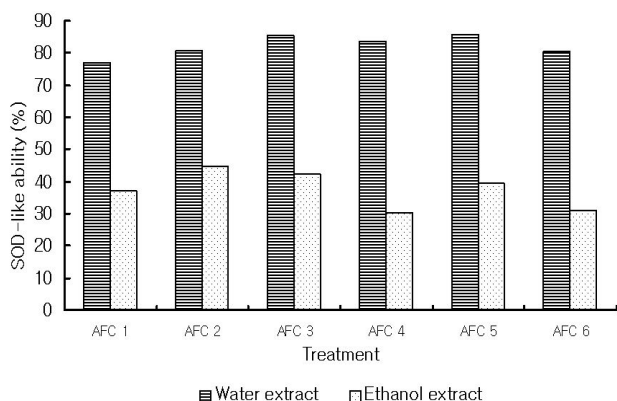


Fig. 3. Effect of alcohol filter cake on the auto oxidation of pyrogallol.

는 pyrogallol의 자동 산화반응을 측정된 결과를 Fig. 3에 나타내었다. 열수와 ethanol 추출물을 첨가했을 때 열수 추출물이 ethanol 추출물보다 활성능이 2배 정도 높게 나타났다. 주박의 열수 추출물의 경우, 쌀코지 단독으로 발효시킨 시료(AFC 1)를 제외한 나머지 시료에서 약 80% 이상의 높은 활성능을 나타냈다. 한편, 쌀코지 단독 발효(AFC 1)할 때보다 상황버섯코지와 함께 발효(AFC 2)시켰을 때 얻어진 주박 부산물에서 약간 높은 활성능을 나타냈으며, 보리코지와 밀코지에서는 단독 발효(AFC 3, 5)시켰을 때, 혼합 발효(AFC 4, 6)시킨 주박의 추출물보다 활성능이 높게 나타났다. 본 실험 결과, 주박 추출물의 경우, 어떠한 성분에도 의해 SOD 활성능이 높게 나타났는지에 대한 연구가 필요한 실정이다. 또한, ethanol만을 추출용매로 사용하는 것보다 다른 용매로 주박을 추출하여 활성능을 확인할 필요가 있기에 지속적인 연구가 수행되어야 할 것으로 생각된다.

## 요 약

주박 추출물을 열수와 에탄올로 추출하여 항균활성, 항산화, DPPH 라디칼 소거능 그리고 SOD 유사활성을 실험하였다. 주박의 추출물은 *B. subtilis*, *Staph. aureus*, *P. aeruginosa* 그리고 *E. coli* 균주에 대해서 모든 항균활성을 가지고 있었다. 대두유 유화물을 이용한 주박의 항산화력은 control보다 추출물이 더 높았다. 그리고 주박 추출물의 농도가 200 ppm일 때 효과가 있었다. 주박 추출물의 DPPH의 소거능은 80% 이상의 저해 효과 나타났다. SOD 유사활성은 에탄올 추출물보다 열수 추출물이 더 높게 나타났다. 주박의 지속적인 연구를 함으로써 화장품 원료로서 가능성이 있고, 또한 주박을 다른 용매 추출법에 의해 식품의 기능성 원료로 기대할 수 있을 것으로 사료된다.

## 감사의 글

본 연구는 농림 수산 식품 기술 기획 평가원의 연구 개발 일환으로 수행한 연구 결과로서 이에 감사드립니다.

## 참고문헌

- 한국주류산업협회. 연도 및 주류별 출고동향. 2010. <http://www.kalia.or.kr>. 2010.04.22 방문
- Blois MS. 1958. Antioxidant determination by the use of a stable free radical. *Nature* 181:1199-1200
- Cho SY, Park JW, Rhee C. 1998. Edible films from protein concentrates of rice wine meal. *Korean J Food Sci Technol* 30:1097-1106
- Chung KS, Kim SS, Kim HS, Kim KY, Han MW. 1994. Antitumor activity of Kp, a protein-polysaccharide from mycelial culture of *Phellinus linteus*. *Yakhak Hoeji* 38:158-165
- Gekkeikan Sake Co. KTD. 1993. JP patent 294844A
- Ikekawa T, Nakanish M, Uegara, N, Chihara G, Fukuoka F. 1968. Antitumor action of some *Basidiomycetes*. especially *Phellinus linteus*. *Gann* 59:155-157
- Jeong JW, Park KJ. 2006. Quality characteristics of loaf bread added with *Takju* powder. *Korean J Food Sci Technol* 38:52-58
- Kim HM, Han SB, Oh GT, Kim YH, Hong DH, Hong ND, Yoo ID. 1996. Stimulation of humoral and cell mediated immunity by polysaccharide from mushroom *Phellinus linteus*. *Int J Immunopharmac* 18:295-303
- Kim SM, Cho WK. 2006. Effects of *Takju*(Korean turbid rice wine) lees on the serum glucose levels in streptozotocin-induced diabetic rats. *Korean J Food Culture* 21:638-643
- Lee HL, Kwon HJ, Chun SS, Kim JH, Cho YJ, Cha WS. 2006. Biological activities of extracts from *Phellinus linteus*. *J Korean Soc Appl Biol Chem* 49:298-303
- Lee KS, Kim DH. 1991. Effect of sake cake on the quality of low salted *Kochuzang*(In Korean). *Korean J Food Sci Technol* 23:109-115
- Lee TS, Choi JY. 1998. Volatile flavor components in *Takju* fermented with mashed glutinous rice and barley rice. *Korean J Food Sci Technol* 30:638-643
- Lim YS, Bae SM, Kim K. 2004. Production of yeast spores from rice wine cake. *Korean J Microbiol Biotechnol* 32:184-189
- Marklund S, Marklund G. 1974. Involvement of the superoxide anion radical in the autoxidation of pyrogallol and a convenient assay for superoxide dismutase. *Eur J Biochem* 47:469-474

Nippon Shuzo Kumai Chiyuuoukai, 1998. JP Patent 146166  
Oh HJ, Lee SR. 1996. Physiological function *in vitro* of  $\beta$ -  
glucan isolated from barley. *Korean J Food Sci Technol*  
28:689-695  
Saito Y, Wanezaki K, Kawato A, Imayasu S. 1994. Structure and  
activity of angiotensin I converting enzyme inhibitory pep-

tides from sake and sake lees. *Biosci Biotechno Biochem*  
58:L1767-1771

---

접 수 : 2010년 4월 26일  
최종수정 : 2010년 5월 26일  
채 택 : 2010년 6월 2일