

## 항산화활성 비교를 통한 발효 칩피의 추출용매 조건 탐색

김명옥\*<sup>#</sup> · 김주성\*<sup>#</sup> · 사여진\* · 정현주\* · 전완주\*\* · 권용수\*\*\* · 김태영\*\*\*\*  
최한석\*\*\*\* · 유창연\* · 김명조\*<sup>†</sup>

\*강원대학교 식물자원응용공학, \*\*강원대학교 의과대학,  
\*\*\*강원대학교 약학대학, \*\*\*\*농촌진흥청 국립농업과학원 농식품자원부 발효이용과

## Screening of Extraction Solvent Condition of Fermented *Rhus verniciflua* Stem Bark by Antioxidant Activities

Myeong Ok Kim\*<sup>#</sup>, Ju Sung Kim\*<sup>#</sup>, Yeo Jin Sa\*, Hyun Ju Jeong\*, Wan Joo Chun\*\*, Yong Soo Kwon\*\*\*, Tae Young Kim\*\*\*\*, Han Seok Choi\*\*\*\*, Chang Yeon Yu\* and Myong Jo Kim\*<sup>†</sup>

\*Department of Applied Plant Sciences, Kangwon National University, Chuncheon 200-701, Korea.

\*\*Department of Pharmacology, Kangwon National University, Chuncheon 200-701, Korea.

\*\*\*Neurotoxicology Program, College of Pharmacy, Kangwon National University, Chuncheon 200-701, Korea.

\*\*\*\*Fermentation & Food Processing Division, Department of Korean Food Research for Globalization, NAAS, RDA, Suwon 441-707, Korea.

**ABSTRACT :** In this study, we investigated antioxidant capacity and determined the phenolic and flavonoid contents using each of various solvent conditions from fermented *Rhus verniciflua* stem bark (F-RVS). Each extracts displayed markedly similar content of extraction yield. However, M80 extract showed a significantly higher antioxidant activity in comparison to other extract investigated. M80 exhibited strong DPPH radical scavenging activity with RC<sub>50</sub> value of 10.5 ± 1.4 µg/ml, reducing power value 1.04 Abs (concentration of 1 mg/ml), and anti-lipid peroxidation activity value of 94.6% (concentration of 10 mg/ml). M80 extract showed the high content of total phenolic (319.7 mg GAE/ml extract) and total flavonoid (111.6 mg QE/ml extract). Phenolic and flavonoid compounds showed significant relationship in DPPH radical scavenging (R<sup>2</sup> = 0.911 and 0.912, each extract) and reducing power (R<sup>2</sup> = 0.903 and 0.837, each extract) from fermented *R. verniciflua* stem bark. However, antilipid peroxidation activity (R<sup>2</sup> = 0.589 and 0.441, each extract) was not significant like DPPH radical scavenging and reducing power. Therefore the result indicated that the potential antioxidant activities and functional values were observed significantly at M80 solvent condition from the fermented *R. verniciflua* stem bark.

**Key Words :** DPPH, Phenolics, Flavonoid, Reducing Power, Anti-Lipid Peroxidation

## 서 언

웃나무 (*Rhus verniciflua*)는 웃나무과 (Anacardiaceae)에 속하며 중국, 일본 등 동북아시아에서 많이 자라는 낙엽활엽교목으로, 일반성분으로 urushiol, gallic acid, butin, sulferin, garbanzol, fisetine 등이 밝혀졌다 (Choi *et al.*, 2007; Park *et al.*, 2000). 특히, urushiol은 항암 및 항산화 효과가 탁월하지만 (Richard and Karyn, 2001; Kim *et al.*, 1998; Lim *et al.*, 2001; Ahn *et al.*, 2007), 동물피부에 알러지를 일으키기 때문에 식품으로 이용되지 못하고 있는 실정이다. 웃나무 추출물 및 분획물의 생리활성물질에 대한 연구가 계속 이루어지

고 있으나 (Kim *et al.*, 2010), 식품공전 제2식품일반에 대한 공동기준 및 규격의 제2항 식품원료 기준에 따르면 웃나무를 함유한 제품의 경우 urushiol이 검출되서는 안되고, 웃담 또는 웃오리 조리 용도로만 허용하며 일반 식품으로서 사용을 엄격히 규제하고 있는 실정이다. 이와 같은 웃나무의 문제를 최소화하기 위해 버섯 중군으로 발효하여 urushiol의 함량을 최소화한 연구가 진행되었다. 장수버섯 (*Fomitella fraxinea*)은 재배가 용이하기 때문에 이를 이용하고자 다양한 연구를 진행되었고, 일부 결과에서는 장수버섯 자실체에서 분리한 다당체에 약리성을 확인하였다 (Yoon *et al.*, 1998). 또한, 장수버섯을 이용하여 웃나무를 발효할 경우 93%의 urushiol을 감소시켰다

<sup>#</sup>Myeong Ok Kim and Ju Sung Kim are contributed equally to this work.

<sup>†</sup>Corresponding author: (Phone) +82-33-250-6413 (E-mail) kimmjo@kangwon.ac.kr

Received 2010 March 31 / 1st Revised 2010 May 19 / 2nd Revised 2010 June 22 / 3rd Revised 2010 July 7 / Accepted 2010 July 28

(Choi *et al.*, 2007).

식물체 내에 존재하는 많은 화합물들은 식물부위, 추출용매 종류, 용매비, 추출온도 등 다양한 조건으로 추출하며 이러한 추출조건은 식물 화합물의 함량에 영향을 미치고, 이는 항산화 활성, 지질대사 등 이화학적 특성에 변화를 주는 것으로 밝혀졌다 (Kim *et al.*, 2001; Lee *et al.*, 2008). 특히, methanol, ethanol, water 등 추출용매를 이용한 추출 최적화 실험을 통하여 항산화성 물질을 효율적으로 찾고자 하는 노력이 많이 시도되고 있다 (An *et al.*, 2006; Koh *et al.*, 2008).

본 연구에서는 발효 칩피의 추출용매를 변화시켜 항산화 활성을 비교·분석하였으며, 발효 칩피의 항산화 활성과 관련된 최적 추출 용매조건을 탐색하였다.

## 재료 및 방법

### 1. 시약 및 사용기기

본 연구에 사용된 시약은 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl (DPPH), linoleic acid, ammonium thiocyanate, Folin-ciocalteau, sodium carbonate (Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>)와 대조구로 이용된 butylated hydroxyanisole (BHA), butylated hydroxytoluene (BHT)는 Sigma사 제품을 이용하였다. 이 외 사용한 시약은 Crown, Yakeri, Deajung, Junsei사 제품으로 모두 특급 제품을 구입하여 이용하였다.

### 2. 실험시료

본 실험에 사용된 발효 칩피 (*R. verniciflua* stem bark)는 농촌진흥청 발효이용과로부터 1~2 cm로 파쇄 된 칩피를 장수 버섯과 함께 25°C에서 30일간 배양하여 우루시올이 저감화 된 생 전환 칩피를 제공받아 사용하였다.

5 g의 시료에 methanol, ethanol 및 water (M60, 60% MeOH extract; M80, 80% MeOH extract; M100, 100% MeOH extract; E60, 60% EtOH extract; E80, 80% EtOH extract; E100, 100% EtOH extract; W, Water extract)를 50 ml씩 가하여 상온에서 24시간씩 각각 3회 반복추출 하였다. 각 조건에 따라 2개의 시료를 추출하였으며, 얻어진 추출물을 40°C에서 감압농축장치 (NE-Series, Eyela, Japan)로 농축하여, 동결건조를 한 후 수율 측정 (% w/w) 및 실험에 사용하였다.

### 3. DPPH 라디칼 소거능

DPPH 라디칼 소거능은 Blois (1958)의 방법을 변형하여 측정하였다. 시료를 methanol에 각각 0.1, 0.5, 1.0, 10.0 mg/ml의 농도로 조제하였으며, 대조군으로 BHA, BHT를 사용하였다. Methanol 3.9 ml에 시료 100 µl를 첨가한 후 0.15 mM의 DPPH 용액 1 ml을 첨가한다. 반응액을 vortexing한 뒤 실온

에서 30분간 반응시킨다. 반응액을 UV-Vis spectrophotometer (V530, Jasco Co., Japan)를 이용하여 517 nm에서 흡광도를 측정하였으며, DPPH를 50% 환원시키는 값을 RC<sub>50</sub>(µg/ml)으로 나타냈다.

$$\text{DPPH 라디칼 소거능(\%)} =$$

$$(\text{시료가 첨가된 반응용액의 OD/시료가 첨가되지 않은 반응용액의 OD}) \times 100$$

### 4. 환원력

환원력은 Oyaizu (1986)의 방법을 변형하여 측정하였다. 시료를 methanol에 0.1, 0.5, 1.0 mg/ml의 농도로 조제하였으며, 대조군으로 BHA, BHT를 사용하였다. 100 µl의 시료에 0.2 M sodium phosphate buffer (pH 6.6)를 500 µl를 첨가한 후 1% potassium ferricyanide 500 µl 첨가하여 50°C에서 20분간 반응시킨다. 반응액에 10% trichloroacetic acid (v/v)를 2.5 ml 첨가한 후 반응액의 500 µl를 취하여 증류수 500 µl, 0.1% ferric chloride 100 µl를 첨가하여 700 nm에서 흡광도를 측정하였다.

### 5. 항지질 과산화

항지질 과산화는 ferric thiocyanate법 (Inatani *et al.*, 1983)으로 측정하였다. 시료를 0.1, 1.0, 10.0 mg/ml의 농도로 각각 조제하였으며, 대조구는 BHA를 사용하였다. 시료 20 µl를 취하여 ethanol에 희석한 2.5% linoleic acid 200 µl와 0.05 M phosphate buffer (pH 7.0) 400 µl, 증류수 380 µl를 차례대로 넣고 70°C 압조건에서 24시간 반응시킨다. 반응액 50 µl, 75% ethanol 2.85 ml, 30% ammonium thiocyanate 50 µl와 3.5% HCl-0.02 M ferrous chloride 50 µl를 차례로 혼합하여 3분간 반응 후 500 nm에서 흡광도를 측정하였다.

$$\text{Linoleic acid 산화저해능 (\%)} =$$

$$(\text{1-시료가 첨가된 반응용액/시료가 첨가되지 않은 반응용액}) \times 100$$

### 6. 총 페놀 및 총 플라보노이드 함량

총 페놀 함량은 Folin-ciocalteau법 (Taga *et al.*, 1984)을 변형하여 측정하였다. 각각의 시료를 0.1 mg/ml의 농도로 조제한 뒤 100 ml를 취한 후 2 N Folin-ciocalteau 시약을 50 µl 첨가한 후 상온에서 5분간 반응시켰다. 20% sodium carbonate (Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>)를 300 µl를 첨가한 후 다시 15분간 반응시킨 후 증류수 1 ml 첨가하여 725 nm에서 흡광도를 측정하였다. 결과는 gallic acid를 standard로 한 표준검량 곡선을 작성 후 페놀 함량을 정량하였다.

총 플라보노이드 함량 측정은 Moreno 등 (2000)의 방법을 이용하였다. 시료를 1.0 mg/ml의 농도로 조제한 뒤 100 µl를 취하여 80% ethanol 900 µl를 섞는다. 희석된 시료 500 µl를

취하여 10% aluminum nitrate 100  $\mu$ l 와 1 M potassium acetate 100  $\mu$ l, 80% ethanol 4.3 ml 를 차례로 첨가한 후 상온에 40분 반응시켜 415 nm에서 흡광도를 측정하였다. 결과는 quercetin을 standard로 한 표준검량 곡선을 작성 후 플라보노이드 함량을 정량하였다.

7. 통계처리

실험결과는 평균값  $\pm$  표준편차 (mean  $\pm$  SD)로 나타냈으며, 각 실험군의 통계처리는 3회 반복처리 하였다. 통계분석은 분산분석 (ANOVA)과 Duncan의 다중범위 검정을 통해 실시하였다 ( $p < 0.05$ ).

결과 및 고찰

1. 추출 수율

담자균 균체에서 생산하는 laccase는 lignin의 분해 및 무독화에 관여하는 것으로 알려져 있다. 담자균류와 배양시 독성 물질이 균체로 유입되기 전에 laccase가 작용해 중합시켜 균체를 보호하는 것으로 추정하고 있고, 이는 우루시올을 첨가하여 배양시 97%의 저감화된 보고를 확인하였다 (Bao *et al.*, 1993; Choi *et al.*, 2007). 본 실험에 이용된 우루시올이 저감화된 발효 칩피의 추출 수율을 측정된 결과는 Table 1과 같다. 추출 수율은 W에서 3.4  $\pm$  0.4%로 가장 낮은 활성을 보였으며, W를 제외한 다른 추출물은 4.2~5.28%로 유사하였다. 이는 용매의 극성에 따라 발효 칩피의 용해도에 영향을 미치는 것으로 사료되며, 특히 물 추출물에서 용해도가 낮은 것은 비극성 물질이 극성물질에 비해 많이 포함되어 있는 것으로 사료된다.

2. DPPH 라디칼 소거능

DPPH는 보라색을 띠는 자유라디칼로 BHA, BHT 등과 같은 항산화 물질에 의해 환원되면서 탈색되는 원리를 이용하여 다양한 천연소재로부터 항산화 물질을 탐색하기 위해 많이 이용되고 있다 (Jeong *et al.*, 2009). 발효 칩피의 DPPH 라디칼 소거능 분석결과는 Fig. 1에 나타냈다. 각 추출물의 RC<sub>50</sub> 값은 10~22  $\mu$ g/ml의 항산화 활성을 나타냈으며, 특히 M80에서 10.5  $\pm$  1.4  $\mu$ g/ml 으로 대조군으로 이용된 BHT (13.0  $\pm$  1.3  $\mu$ g/ml)보다 높은 활성을 보였으며, E100이 22.8  $\mu$ g/ml로 가장 낮은 활성을 보였다.

Ahn 등 (2007)의 보고에 따르면 칩피에서 분리된 화합물이 합성항산화제인 BHT 보다 높은 활성을 나타냈으며, 이는 발효 칩피를 이용한 본 실험에서도 유사한 결과를 보였다. Jung 등 (2006)의 ethanol 추출 칩피의 DPPH RC<sub>50</sub>값은 38.9~61.9  $\mu$ g/ml 으로 추출법에 따라 소거능의 차이를 보이는 것을 확인하였으며, 이는 추출 용매의 선택에 따라 DPPH 라디칼 소거능에 긍정적인 영향을 줄 것으로 사료된다.

Table 1. Extraction yield of fermented *R. verniciflua* stem bark by various solvents.

Extracts	Remark	Extraction yield (%)
60% methanol	M60	4.2 $\pm$ 0.0 <sup>ab*</sup>
80% methanol	M80	4.6 $\pm$ 0.3 <sup>ab</sup>
100% methanol	M100	5.2 $\pm$ 1.1 <sup>a</sup>
60% ethanol	E60	4.5 $\pm$ 0.1 <sup>ab</sup>
80% ethanol	E80	4.8 $\pm$ 0.2 <sup>a</sup>
100% ethanol	E100	4.6 $\pm$ 0.1 <sup>ab</sup>
distilled water	W	3.4 $\pm$ 0.4 <sup>b</sup>

\*Each value represents the mean  $\pm$  SD, and means significantly different by paired Duncan's test at  $p < 0.05$ .

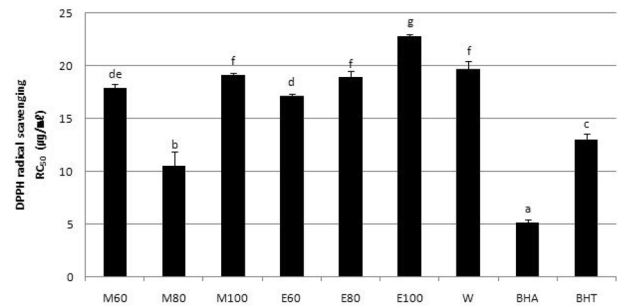


Fig. 1. DPPH free radical scavenging activities of fermented *R. verniciflua* stem bark by various solvents ( $p < 0.05$ ).

3. 환원력

환원력은 ferric chloride (Fe<sup>3+</sup>)가 ferrous chloride (Fe<sup>2+</sup>)로 환원되는 활성을 이용해 항산화 활성 검정을 하며, 이를 흡광도 값으로 평가하는 방법이다 (Prasad *et al.*, 2010). 발효 칩피의 환원력은 Fig. 2에 나타냈다. M80이 0.1, 0.5, 1.0 mg/ml에서 각각 0.2, 0.4, 1.0의 흡광도로 다른 추출물에 비해 높은 환원력을 나타냈으며, 모든 용매조건에서 추출물의 농도가 높아짐에 따라 환원력이 높아짐을 확인할 수 있었다. 또한, 용매 조건에 의한 차이는 M80 1.0 mg/ml 이외에는 큰 차이를 보이지 않았으며, W 0.1, 1.0 mg/ml에서 가장 낮은 활성을 나타냈다. 다른 보고에서는 홍경천 water 추출물과 75% ethanol 추출물의 환원력을 측정된 결과 농도 의존적으로 환원력이 증가하는 경향을 나타냈고, water 추출물보다 75% ethanol 추출물에서 더 높은 환원력을 나타냈다. 추출 용매 중 methanol 추출물은 없었으나, water 추출물보다는 유기용매 추출물이 더 좋은 활성을 보이는 것을 확인하였으며 (Lee *et al.*, 2004), 이는 본 연구 결과와 일치하였다.

4. 항지질 과산화 활성

항지질 과산화는 linoleic acid의 자동산화 억제 활성을 통해 검정하였다. Linoleic acid는 식물성 불포화지방산으로 라디칼

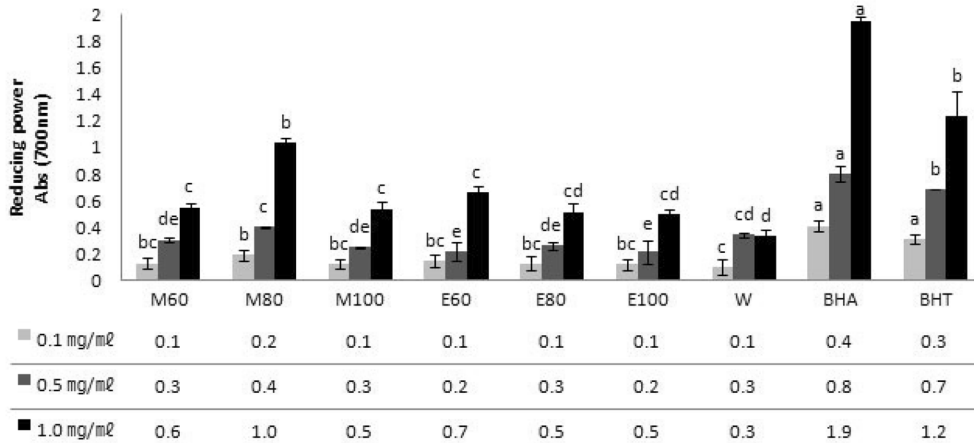


Fig. 2. Reducing power activities of fermented *R. verniciflua* stem bark by various solvents ( $p < 0.05$ ).

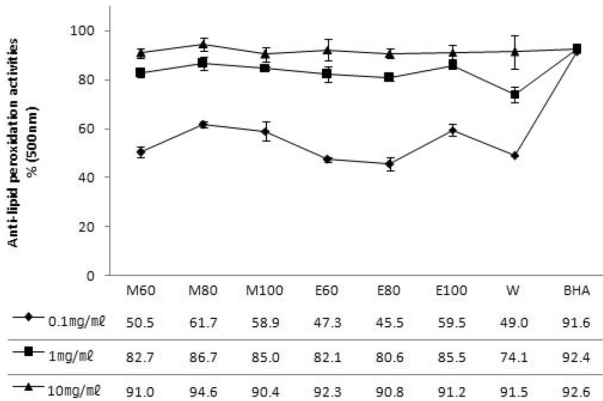


Fig. 3. Anti-lipid peroxidation activities of fermented *R. verniciflua* stem bark by various solvents.

에 의해 산화과정을 거치면서 체내의 지방질 산화를 유발하여 자유라디칼을 생성한다. 지질산화 초기에 발생하는 과산화물은 ferrous chloride ( $Fe^{2+}$ )를 ferric chloride ( $Fe^{3+}$ )로 산화시켜 적갈색을 띄게 되며, 지질과산화가 진행되면 저분자 화합물이 생성된다. 다양한 용매조건의 발효 칩피의 항지질 과산화 활성을 측정하여 Fig. 3에 나타냈다. M80 0.1, 1.0, 10.0 mg/mL에서 각각 61.7, 86.7, 94.6%의 활성을 보였으며, 다른 용매조건에 따른 항지질 과산화는 큰 차이를 보이지 않았다.

토종식물 26종의 실험대상 식물 추출물을 AI (Antioxidant index: 각 항산화제를 첨가한 실험구의 유도기간을 무첨가구의 유도기간으로 나눈 값)로 항산화력을 비교한 연구에서는 결과값 중 칩피 (건질)의 추출물이 AI 5.18로 육두구 AI 4.20 등에 비해 높은 지질과산화 억제효과를 나타냈다 (Kim *et al.*, 1999). Kim 등 (1995)의 보고에서는 유기용매별 대두추출물의 지질과산화는 시료 및 추출법 (추출용매의 조건변화)에 따라 차이가 있는 것을 확인하였다. 이는 본 연구 결과와 같이 추

Table 2. Content of total phenolic and flavonoid content of fermented *R. verniciflua* stem bark by various solvents.

Extracts	TPC <sup>1)</sup> (mg GAE/mL)	TFC <sup>2)</sup> (mg QE/mL)
M60	164.4 ± 12.4 <sup>b</sup>	60.9 ± 2.2 <sup>c*</sup>
M80	319.7 ± 32.0 <sup>a</sup>	111.6 ± 1.0 <sup>a</sup>
M100	166.5 ± 4.2 <sup>b</sup>	70.2 ± 4.3 <sup>b</sup>
E60	202.8 ± 4.7 <sup>b</sup>	64.3 ± 7.1 <sup>cd</sup>
E80	141.8 ± 12.4 <sup>b</sup>	51.7 ± 1.7 <sup>d</sup>
E100	156.8 ± 12.7 <sup>b</sup>	49.4 ± 1.9 <sup>d</sup>
W	152.1 ± 8.2 <sup>b</sup>	53.1 ± 2.4 <sup>d</sup>

\*Each value represents the mean ± SD, and means significantly different by paired Duncan's test at  $p < 0.05$ .

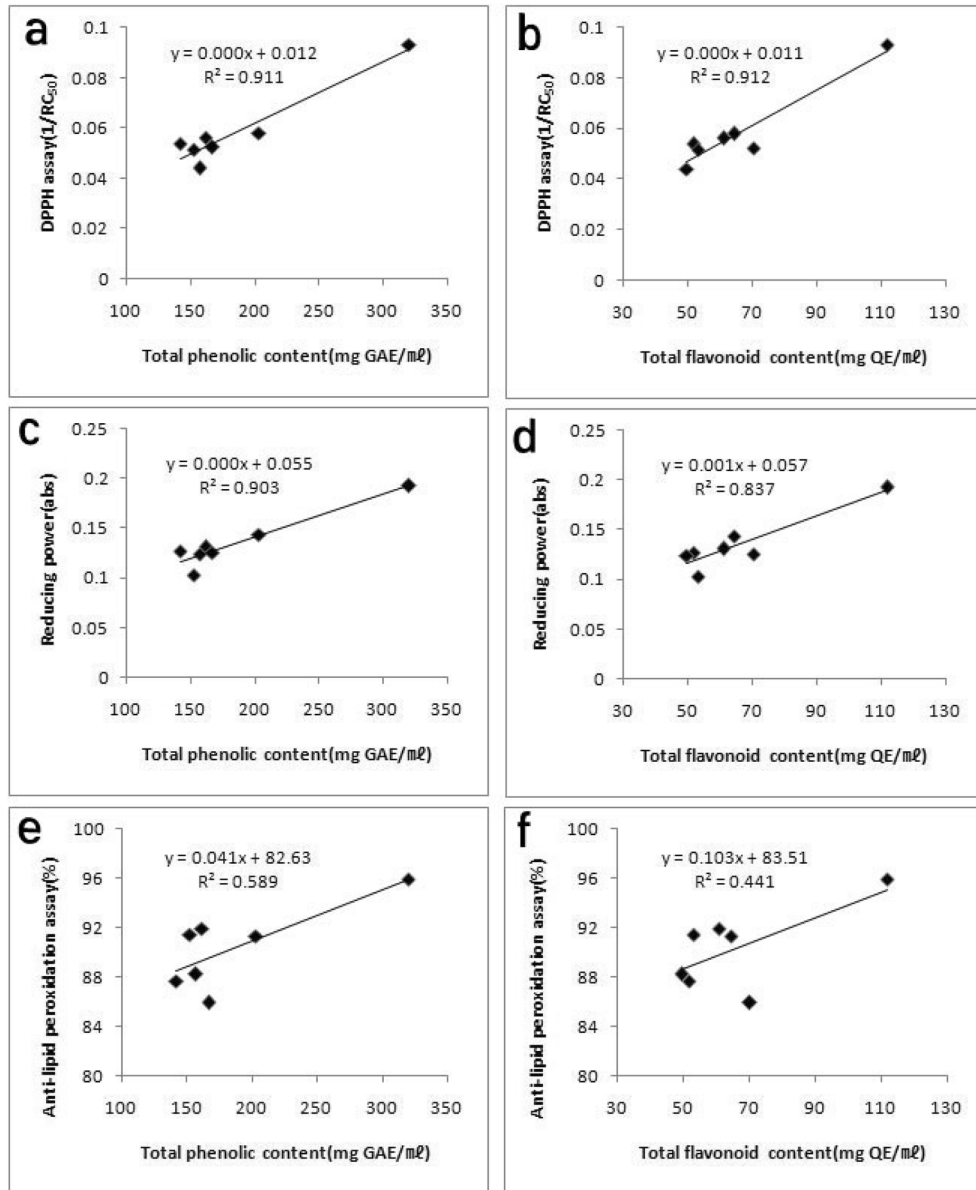
1) TPC : Total phenolic contents

2) TFC : Total flavonoid contents

출 용매가 바뀔때 따라 추출물의 항지질 과산화에 긍정적인 영향을 줄 것으로 기대된다.

### 5. 총 페놀 및 총 플라보노이드 함량

페놀 및 플라보노이드 화합물은 식물체내에서 항산화 활성과 관련된 연구들이 보고되고 있다 (Erkan *et al.*, 2008; Boo *et al.*, 2009). 발효 칩피의 페놀성 화합물은 생물학적 배양 방법에 의해 감소하는 경향을 보였으나, 발효 칩피에서 나타나는 항산화 활성이 총 페놀 및 총 플라보노이드와 관련이 있음을 확인하기 위해 실시하였다 (Table 2). 총 페놀 함량은 M80에서 319.7 mg GAE/mL로 가장 높았으며, 다른 추출물에 비해 높은 함량을 나타내었다. 총 플라보노이드 함량도 M80에서 111.6 mg QE/mL로 가장 높았다. 추출 용매에 의해 페놀 및 플라보노이드 함량의 차이를 보이며, 이는 DPPH 라디칼 소거능, 환원력, 항지질 과산화 등에 영향을 미치는 것으로 사료된다 (Kim *et al.*, 1995; Oh *et al.*, 2006; Wettasinghe and Shahdi, 1999).



**Fig. 4.** Correlation between antioxidant activities and total phenolics, flavonoid content of fermented *R. verniciflua* stem bark by various solvents. (a) DPPH assay and total phenolics content, (b) DPPH assay and total flavonoid content, (c) reducing power and total phenolics content, (d) reducing power and total flavonoid content, (e) anti-lipid peroxidation assay and total phenolics content, (f) anti-lipid peroxidation assay and total flavonoid content.

#### 6. 항산화 활성과 총 페놀 및 총 플라보노이드 함량과의 상관관계

총 페놀 및 총 플라보노이드 함량과 DPPH 라디칼 소거능, 환원력, 항지질 과산화와의 상관관계는 Fig. 4에 나타났다. 상관관계는 DPPH 라디칼 소거능과 총 페놀 함량 ( $R^2=0.911$ ) 및 총 플라보노이드 함량 ( $R^2=0.912$ )은 유의적으로 높게 나타났다( Fig. 4a, 4b), 환원력과 총 페놀 함량 ( $R^2=0.903$ ) 및 총 플라보노이드 함량 ( $R^2=0.837$ )은 플라보노이드 함량보

다는 페놀 함량에 더 큰 상관관계를 갖는 것을 확인하였다 (Fig. 4c, 4d). 한편, 항지질 과산화의 총 페놀 함량 ( $R^2=0.589$ ) 및 총 플라보노이드 함량 ( $R^2=0.441$ )은 낮은 상관관계를 나타냈다 (Fig. 4e, 4f). 본 연구의 항지질 과산화 결과는 Hong 등 (2007)이 보고한 플라보노이드에 의한 자유라디칼 소거활성으로 보기에는 어렵지만, 페놀 및 플라보노이드 함량을 gallic acid와 quercetin으로만 정량하였기 때문에 이를 고려해야 할 것으로 사료된다.

## 감사의 글

본 연구는 농촌진흥청 공동연구 바이오그린21사업 (과제번호 PJ007090)과 2009년 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단 (NRF-2009-351-F00050)의 지원을 받아 수행된 연구결과로 이에 감사드립니다.

## LITERATURE CITED

- Ahn EM, Park SJ, Choi WC, Choi SH and Baek NI. (2007). Antioxidant activity of isolated compounds from the heartwoods of *Rhus verniciflua*. Journal of Korean Society Applied Biological Chemistry. 50:358-361.
- An BJ, Lee JY, Park TS, Pyeon JR, Bae HJ, Song MA, Baek EJ, Park JM, Son JH, Lee CE and Choi KI. (2006). Antioxidant activity and whitening effect of extraction conditions in *Curcuma longa* L. Korean Journal of Medicinal Crop Science. 14:168-172.
- Bao W, O'Malley DM, Whetten R and Sederoff RR. (1993). A laccase associated with lignification in loblolly pine xylem. Science. 260:672-674.
- Blois MS. (1958). Antioxidant determination by the use of a stable free radical. Nature. 181:1199-1200.
- Boo HO, Lee HH, Lee JW, Hwang SJ and Park SU. (2009). Different of total phenolics and flavonoids, radical scavenging activities and nitrite scavenging effects of *Momordica charantia* L. according to cultivars. Korean Journal of Medicinal Crop Science. 17:15-20.
- Choi HS, Kim MK, Park HS, Yun SE, Mun SP, Kim JS, Sapkota K, Kim S, Kim TY and Kim SK. (2007). Biological detoxification of lacquer tree (*Rhus verniciflua* stokes) stem bark by mushroom species. Food Science and Biotechnology. 16:935-942.
- Erkan N, Ayranci G and Ayranci E. (2008). Antioxidant activities of rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.) extract, blackseed (*Nigella sativa* L.) essential oil, carnosic acid, rosmarinic acid and sesamol. Food Chemistry. 110:76-82.
- Hong BK, Eorm SH, Lee CO, Lee JW, Jeong JH, Kim JK, Cho DH, Yu CY, Kwon YS and Kim MJ. (2007). Biological activities and bioactive compounds in the extract of *Ace tegmentosum* Maxim. stem. Korean Journal of Medicinal Crop Science. 15:296-303.
- Inatani R, Nakatani N and Fuwa H. (1983). Antioxidative effect of the constituents of rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.) and their derivatives. Agricultural and Biological Chemistry. 47:521-528.
- Jeong HS, Han JG, Ha JH, Kim Y, Oh SH, Kim SS, Jeong MH, Choi GP, Park UY and Lee HY. (2009). Antioxidant activities and skin-whitening effects of nano-encapsulated water extract from *Rubus coreanus* Miquel. Korean Journal of Medicinal Crop Science. 17:83-89.
- Jung CH, Jun CY, Lee SD, Park CH, Cho K and Ko SG. (2006). *Rhus verniciflua* stokes extract: radical scavenging activities and protective effects on H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>-induced cytotoxicity in macrophage RAW 264.7 cell lines. Biological and Pharmaceutical Bulletin. 29:1603-1607.
- Kim IW, Shin DH and Choi U. (1999). Isolation of antioxidative components from the bark of *Rhus verniciflua* stokes screened from some Chinese medicinal plants. Korean Journal Food Science Technology. 31:855-863.
- Kim JS, Kwon YS, Chun WJ, Kim TY, Sun J, Yu CY and Kim MJ. (2010). *Rhus verniciflua* stokes flavonoid extracts have anti-oxidant, anti-microbial and  $\alpha$ -glucosidase inhibitory effect. Food Chemistry. 120:539-543.
- Kim JY, Maeng YS and Lee KY. (1995). Antioxidative effects of soybean extracts by using various solvents. Korean Journal Food Science Technology. 27:635-639.
- Kim MJ, Choi YH and Kwak SS. (1998). Comparison of urushiol composition and biological activity between fresh sap and fire distilled sap of lacquer tree. Korean Journal of Plant Resources. 11:40-46.
- Kim SM, Cho YS and Sung SK. (2001). The antioxidant ability and nitrite scavenging ability of plant extracts. Korean Journal of Food Science Technology. 33:626-632.
- Koh YJ, Cha DS, Choi HD, Park YK and Choi IW. (2008). Hot water extraction optimization of dandelion leaves to increase antioxidant activity. Korean Journal of Food Science Technology. 40:283-289.
- Lee EJ, Kwon YI, Shetty K and Jang HD. (2004). Antioxidant activity of *Rhodiola rosea* extract on human low-density lipoprotein oxidation and DNA strand scission. Food Science and Biotechnology. 13:814-820.
- Lee SH, Kang KI and Lee SY. (2008). Saponin composition and physico-chemical properties of Korean red ginseng extract as affected by extracting conditions. Journal of Korean Society Food Science Nutrition. 37:256-260.
- Lim KT, Chun H and Kitts DD. (2001). Antioxidant activity of a *Rhus verniciflua* stokes ethanol extract. Food and Chemical Toxicology. 39:229-237.
- Moreno MIN, Isla MI, Sampietro AR and Vattuone MA. (2000). Comparison of the free radical-scavenging activity of propolis from several regions of Argentina. Journal of Ethnopharmacology. 71:109-114.
- Oh HI, Lim TS, Lee GD and Kim HK. (2006). Establishment of microwave-assisted extraction conditions for antioxidative extracts from *Pleurotus eryngii*. Journal of Food Science and Nutrition. 25:1-6.
- Oyaizu M. (1986). Studies on products of browning reactions: antioxidative activities of products of browning reaction prepared from glucosamine. Japanese Journal of Nutrition. 44: 307-315.
- Park HJ, Kwon SH, Kim GT, Lee KT, Choi JH, Choi JW and Park KY. (2000). Physicochemical and biological characteristics of flavonoids isolated from the heartwoods of *Rhus verniciflua*. Korean Journal of Pharmacology. 31:345-350.
- Prasad KN, Xie H, Hao J, Yang B, Qiu S, Wei X, Chen F and Jiang Y. (2010). Antioxidant and anticancer activities of 8-hydroxypsoralen isolated from wampee [*Clausena lansium* (Lour.) Skeels] peel. Food Chemistry. 118:62-66.
- Richard SK and Karyn LJ. (2001). Enrichment and function of urushiol-specific T lymphocytes in lesions of allergic contact dermatitis to urushiol. Journal of Immunology. 145:3706-3713.

- Taga MS, Miller EE and Pratt DE.** (1984). Chia seeds as a source of natural lipid antioxidants. *Journal of American Oil Chemical Society*. 61:928-993.
- Wettasinghe M and Shahdi F.** (1999). Antioxidant and free radical-scavenging properties of ethanolic extracts of defatted borage (*Borago officinalis* L.) seeds. *Food Chemistry*. 67:399-414.
- Yoon SH, Lim JH, Kim YS, Kim CH, Jo JH and Hwang YS.** (1998). Pharmacological effects of proteoglycans extracted from fruiting bodies of *Fomitella fraxinea*. *The Korean Journal of Mycology*. 26:511-518.