

## Anti-oxidative Activity of the Extracts from *Houttuynia cordata* Thunb. Fermented by Lactic Acid Bacteria

Yong-Min Kim, Hae-Jin Jeong, Hun-Sik Chung, Jong-Hwan Seong, Han-Soo Kim, Dong-Seob Kim and Young-Guen Lee\*

Department of Food Science & Technology, Pusan National University, Miryang 627-706, Korea

Received February 11, 2016 / Revised March 17, 2016 / Accepted March 21, 2016

This study was performed to evaluate the possibility of application of lactic acid bacteria fermentation to increase the anti-oxidative activity of extracts from *Houttuynia cordata* Thunb. *Houttuynia cordata* Thunb. was fermented by two species of lactic acid bacteria, *Leuconostoc mesenteroides* 4395 and *Lactobacillus sakei* 383. The anti-oxidative activities of *Houttuynia cordata* Thunb. extracts were analyzed both before and after fermentation. Anti-oxidative activity was determined by *in vitro* assays to measure 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl (DPPH) scavenging and super oxide dismutase (SOD)-like activities, and by determining total flavonoid and total phenolic compound contents. The extracts of fermented *Houttuynia cordata* Thunb. had higher anti-oxidative activity than the unfermented control. The DPPH scavenging activity of the extracts after fermentation by *Leuconostoc mesenteroides* 4395 at 30°C for 5 days was  $71.67 \pm 0.52\%$ , and after *Lactobacillus sakei* 383 fermentation at 35°C for 5 days was  $70.11 \pm 0.67\%$ ; these activities were both about 20% higher than the control. Increases of about 10 mg GAE/g of total phenolic compounds were found in both fermented extracts and both contained about 6 mg quercetin equivalents/g of total flavonoids, compared with  $35.90 \pm 0.61$  mg/g and  $21.69 \pm 1.52$  mg/g in the control, respectively. These results also suggested that fermentation time and temperature were important factors in determining the anti-oxidative effect of extracts from fermented *Houttuynia cordata* Thunb. These findings should be valuable for the development of medicines or functional foods with anti-oxidative activity.

**Key words :** Anti-oxidative activity, fermentation, *Houttuynia cordata* Thunb, *Lactobacillus sakei*, *Leuconostoc mesenteroides*

### 서 론

근래 급격한 경제성장에 따른 산업화 및 도시화와 더불어 우리 식문화의 서구화, 운동부족 및 불규칙한 식습관 등이 점점 심화되어 비만, 심혈관계 질환, 당뇨, 만성염증 등의 생활습관 병이 날로 증가하고 있는 추세이다[22]. 이러한 현상들로 인해 항산화, 항노화 및 항암 등의 성분을 지닌 천연 건강식품에 대한 사람들의 관심은 나날이 커지고 있다. 인체에서 생명유지를 위한 에너지 대사에는 산소가 필수적이지만, 산소의 일부는 활성산소종으로 전환되어 조직세포에서 산화적 스트레스를 발생시키게 된다[7]. 최근에는 산화적 스트레스에 의한 지질의 과산화가 Alzheimer's disease (AD)를 일으킨다는 연구 결과가 보고되기도 하였다[1]. 이러한 산화적 스트레스를

줄이기 위한 천연 항산화제로는 대부분 채소, 과일 및 한약재와 같은 식물체에 많이 함유되어 있는 것으로 알려져 있다[16]. 따라서 산화적 스트레스가 원인이 되는 질병들의 치료제로서 과일이나 채소, 약재 등이 주목 받고 있으며, 그 중 하나인 어성초(*Houttuynia cordata* Thunb)는 삼백초과(*Saururaceae*)에 속하는 다년생 초본의 약초로 그늘진 곳에서 자라며, 한국, 중국 및 일본이 원산지이다. 잎과 줄기에서 특유의 생선 비린내가 나며, 이 냄새로 인해 어성초라는 이름으로 불리며 또한 약모밀이라고도 불려진다. 어성초는 quercitrin 및 kaempferol 등의 많은 생리활성물질을 많이 함유하고 있어 전통적으로 약용 식물로 이용되었는데, 수종, 진통, 해열, 이뇨, 매독, 방광염, 자궁염, 폐렴 등의 치료효과가 있는 것으로 보고되고 있다[4,29]. 어성초의 주요 생리활성 물질인 quercitrin은 quercetin의 배당체이며, 혈관 수축 작용, 항균, 이뇨작용 등 다양한 생리활성을 가지고 있는 것으로 보고되었고[4, 11], 어성초가 마우스 대식세포의 항체 생성 능력을 증가시키고 인체의 면역세포가 증식하는 것을 향상시키는데 이는 주로 어성초 추출물에서 분리된 lectin이 인체의 B 림프구와 T 림프구의 활성을 높이는 결과에서 기인한다는 보고[6]도 있었다. 또한 최근에는 불포화지방산의 영양학적인 의의나 생리활성이 많이 알려지면서 오메가-3 지방산 섭취가 주목 받으면서 등 푸른 생선이

#### \*Corresponding author

Tel : +82-55-350-5354, Fax : +82-55-350-5359

E-mail : lyg5354@pusan.ac.kr

This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

권장되고 있는데, 어성초는 식물성 재료임에도 고도불포화지방산의 함량이 상대적으로 높은 것으로 보고되었다[15]. 또한, 최근에는 새로운 건강기능성 재료를 개발하기 위한 방법의 하나로 한약재를 발효하는 것에 대한 관심이 증가하고 있다. 발효물은 인체의 장내에서 흡수될 수 없는 생리활성 배당체 성분들이 비배당체로 전환되어 생리활성물질의 체내흡수율을 증대시킬 수 있는 장점을 가지고 있다[2]. 전통적으로, 발효는 가공의 한 방법으로 다양하게 이용되고 있는데, 미생물을 이용해 향, 풍미 등을 증대시키거나, 초산과 알콜 발효를 이용해 저장성을 증가시키거나, 독성물질을 제거하고 생리활성물질의 생산을 증가시키는 다양한 효과를 가지는 것으로 보고되었다[26]. 본 연구는 여러 가지 생리활성을 지니고 있는 어성초를 유산균으로 발효하여 항산화 활성을 더욱 증대시킨 물질을 생성시키고자, 유산균인 *Lactobacillus sakei* 383 및 *Leuconostoc mesenteroides* 4395를 이용하여 어성초를 발효하였으며, 발효물의 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl (DPPH) 라디칼 소거능, superoxide dismutase (SOD) 유사활성, 총 페놀 함량 및 총 플라보노이드 함량을 측정하여 항산화 활성을 조사하였다.

## 재료 및 방법

### 원료 및 시약

어성초는 경상남도 진주에서 2014년 수확한 것을 건조된 상태로 포장한 것을 구입하여 4℃에서 보관하며 사용하였다. 어성초의 항산화와 항알레르기 활성 측정에 사용된 시약은 DPPH (Aldrich, USA), Folin-Ciocalteu Reagent (Junsei, Japan), Sodium carbonate (Junsei, Japan), Gallic acid (Aldrich, USA), Quercetin (Aldrich, USA), 0.1 N-Hydrogen chloride (HCl, Junsei, Japan), Pyrogallol (Aldrich, USA)를 사용하였다.

### 사용 균주 및 배지

어성초 추출물 발효에 사용된 균주는 부산대학교 식품 미생물 실험실에서 분리되어 보관중인 *Lactobacillus sakei* 383, *Leuconostoc mesenteroides* 4395를 MRS broth (Difco, USA)에서 30℃, 6시간 중 배양 후에 30℃, 6시간 주 배양하여 종균으로 사용하였다.

### 시료의 추출

건조된 어성초를 분쇄기(HMF-3100S, Hanil Electric Co., Seoul, Korea)를 이용하여 마쇄하였고, 마쇄물 10 g을 취해 증류수 200 ml와 혼합하여 autoclave로 121℃에서 15분간 멸균하여 4℃에서 24시간 방치하였다.

### 추출물의 발효

멸균한 추출물에 배양된 *Lactobacillus sakei* 383, *Leuconostoc*

*mesenteroides* 4395를 각각 접종하여, 0일, 1일, 2일, 3일, 4일, 5일, 6일, 7일, 10일간 발효한 발효액을 각각 취하여 여과지(Whatman No.2)로 감압 여과한 후 rotary evaporator (EYELA, N-N series, Tokyo, Japan)로 감압 농축하여 -25℃에서 냉동 보관하면서 시료액으로 사용하였으며, 이 시료액을 농축한 건조물로서 각 농도별 항산화활성의 측정에 사용하였다.

### DPPH radical scavenging activity 측정

DPPH는 Blois의 방법[3]을 이용해 측정하였다. 시료액 2 ml와 0.2 mM DPPH 3.5 ml를 혼합하여 항온수조에서 37℃, 30분간 반응시킨 후, 518 nm에서 흡광도를 측정하여 나타내었으며, 양성 대조군으로는 ascorbic acid를 사용하였다.

DPPH radical scavenging activity (%) =

$$\left(1 - \frac{\text{sample absorbance}}{\text{control absorbance}}\right) \times 100$$

### Total phenol 함량 측정

Total phenol 함량은 Folin-Denis'법을 이용하여 측정하였다[8]. 시료액 0.5 ml에 Folin-Ciocalteu's phenol reagent 0.5 ml를 혼합하여 5분간 반응시킨 후, 10% Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 1 ml, 증류수 3 ml를 첨가하여 1시간 방치한 후 725 nm에서 흡광도를 측정하였다. 표준물질로 gallic acid를 사용하여 검량선(y=10.377x+0.0106, r<sup>2</sup>=0.991)을 작성하였으며 시료 1 g 당 gallic acid의 mg함량으로 나타내었다.

### Total flavonoid 함량 측정

Total flavonoid 함량은 Mello의 방법을 이용하여 측정하였다[25]. 시료 0.5 ml에 10% aluminium nitrate 0.1 ml, 1 M potassium acetate 0.1 ml, 80% ethanol 3.3 ml를 혼합하여 40분 방치한 후 415 nm에서 흡광도를 측정하였다. 표준물질로는 quercetin을 이용하여 검량선(y=7.108x-0.0194, r<sup>2</sup>=0.9991)을 작성하였으며, 시료 1 g당 quercetin의 mg함량으로 나타내었다.

### SOD-like activity 측정

SOD-like activity는 Marklund의 방법을 사용하여 측정하였다[23]. 시료 0.5 ml, Tris-HCl buffer (pH 8.5) 3 ml, 7.2 mM pyrogallol 0.2 ml를 혼합하여 25℃, 10분간 반응시킨 후, 1 N HCl 1 ml로 반응을 정지시키고 420 nm에서 흡광도를 측정하였다. 대조군으로는 ascorbic acid를 사용하였고, 활성은 다음의 식에 따라 백분율로 나타내었다.

$$\text{SOD-like activity (\%)} = \left(1 - \frac{S-B}{C}\right) \times 100$$

S : absorbance of sample

C : absorbance of control

B : absorbance of blank

**통계처리**

모든 실험은 3회 반복하였으며, 분석결과의 통계처리는 mean±SD로 표시하였고, SPSS (IBM SPSS statistics ver. 21, SPSS Inc., Chicago, IL, USA)를 이용하여 one-way analysis of variance(ANOVA)로 분석하였고, Duncan's multiple range test  $p<0.05$  수준에서 유의차를 검정하였다.

**결과 및 고찰**

**DPPH radical scavenging activity**

항산화 활성의 측정법은 다양하지만 일반적으로 많이 사용하는 방법은 DPPH 라디칼 소거능 측정방법이다. DPPH는 보라색을 띠는 유리 라디칼이며, 항산화 물질과 반응하여 라디칼을 소거시키며 탈색되는 현상을 이용하여 측정하는 방법으로 항산화 작용의 지표로써 사용되고 있다[17, 21]. 발효시간에 따른 활성의 정도를 알아보기 위해 10일간 매일 DPPH 라디칼 소거능을 측정하였으며, 그 결과는 Fig. 1과 같다. *Leuconostoc mesenteroides* 4395와 *Lactobacillus sakei* 383으로 발효한 것은 모두 1일부터 4일까지 활성이 증가하다가 5일간 발효했을 때 *Leuconostoc mesenteroides* 4395가 71.67±0.52%, *Lactobacillus sakei* 383이 70.11±0.67%로 활성이 가장 높았으나, 6일부터는 활성이 점차 낮아지는 것으로 나타났다. 따라서 이후 각 실험에서는 5일간 발효를 기본으로 하였다. 발효 온도에 따른 활성의 정도는 25℃에서 40℃사이의 조건으로 동일하게 수행하였고, 그 결과는 Fig. 2와 Fig. 3에 나타내었다. *Leuconostoc mesenter-*

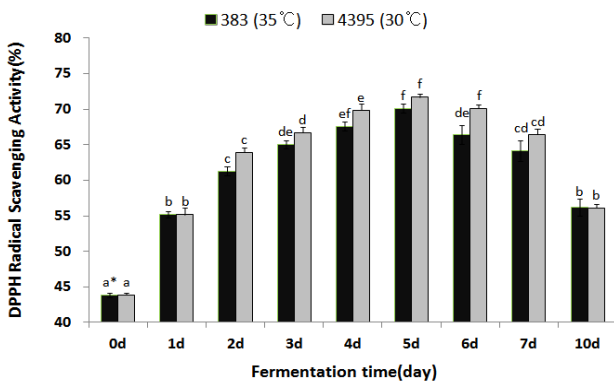


Fig. 1. The changes in DPPH radical scavenging activity of *Houttuynia cordata* extracts during fermentation period by *Leuconostoc mesenteroides* 4395 and *Lactobacillus sakei* 383. Bacteria were cultured in *Houttuynia cordata* extracts on various temperature and for from 0 to 10 days. DPPH radical scavenging activity were exhibited only at 30℃ for *Leuconostoc mesenteroides* 4395 and 35℃ for *Lactobacillus sakei* 383 which showed the highest activity among the experimental temperature condition. \*The values are mean±SD (n=3). Means with different letters are significantly different at  $p<0.05$  by Duncan's multiple range test.

*oides* 4395로 발효했을 경우 30℃에서 활성이 가장 높은 것으로 나타났으나, *Lactobacillus sakei* 383으로 발효한 경우에는 35℃에서 활성이 가장 높은 것으로 나타났다. Fig. 2와 3의 결과에서 가장 활성이 높게 나타난 각 균주의 온도조건에서 발효 추출물의 농도 별 DPPH 라디칼 소거능 측정 결과를 Fig. 4에 나타내었다. *Leuconostoc mesenteroides* 4395와 *Lactobacillus sakei* 383로 발효한 추출물들 모두 그 활성은 농도에 의존하여 증가하는 것으로 나타나고, 최대 처리농도인 0.6 mg/ml에서 *Leuconostoc mesenteroides* 4395와 *Lactobacillus sakei* 383 발효 추출물의 최대 활성이 각각 90.67±0.23와 88.31±0.52%로서 균주

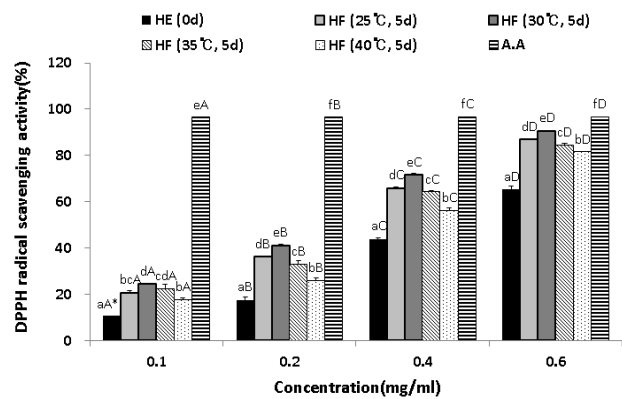


Fig. 2. DPPH radical scavenging activity of each concentration of *Houttuynia cordata* extracts fermented by *Leuconostoc mesenteroides* 4395 depending on temperature. \*The values are mean±SD (n=3). Means with different letters are significantly different at  $p<0.05$  by Duncan's multiple range test. \*\*A.A : Ascorbic acid. \*\*\*HF : *Houttuynia cordata* extracts fermented. \*\*\*\*HE : *Houttuynia cordata* extracts (non-fermented).

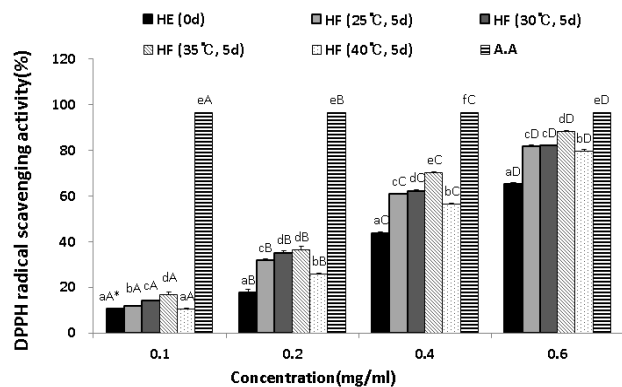


Fig. 3. DPPH radical scavenging activity of each concentration of *Houttuynia cordata* extracts fermented by *Lactobacillus sakei* 383 depending on temperature. \*The values are mean±SD (n=3). Means with different letters are significantly different at  $p<0.05$  by Duncan's multiple range test. \*\*A.A : Ascorbic acid. \*\*\*HF : *Houttuynia cordata* extracts fermented. \*\*\*\*HE : *Houttuynia cordata* extracts (non-fermented).

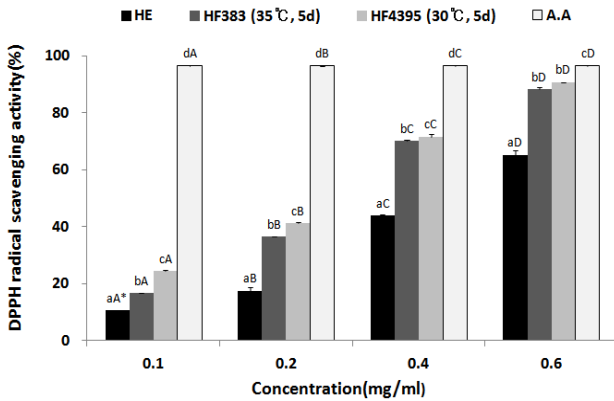


Fig. 4. The Comparison of DPPH radical scavenging activity of each concentration of *Houttuynia cordata* extracts fermented by *Lactobacillus sakei* 383 and *Leuconostoc mesenteroides* 4395 on the each best culture conditions. \*The values are mean±SD (n=3). Means with different letters are significantly different at  $p<0.05$  by Duncan's multiple range test. \*\*A.A : Ascorbic acid. \*\*\*HF : *Houttuynia cordata* extracts fermented. \*\*\*\*HE : *Houttuynia cordata* extracts (non-fermented).

간의 유의성이 나타나지 않았으며, 두 결과 모두 대조군인 ascorbic acid의 최대 활성도의  $96.55 \pm 0.17\%$ 에 근접한 수준으로 나타났기 때문에, 유산균에 의한 발효물의 항산화 활성이 뛰어난 것으로 판단되었다. 이러한 결과는 Jun 등[13]의 실험에서 밤송이추출물의 *Lactobacillus sakei*를 이용한 발효시 대조군보다 높게 나왔다는 결과와 일치함을 보였고, Song 등[28]의 톱 발효추출물의 DPPH 라디칼 소거능의 결과와도 일치하였다.

**Total phenol 함량**

페놀성 화합물은 식물에서 흔히 볼 수 있는 2차 대사산물 중의 하나로서 분자 내에서 phenolic hydroxyl기가 거대 분자와 결합하는 특징을 지니고 있고 항산화 활성을 가지고 있는 것으로 알려져 있다[10, 18]. 어성초 발효추출물에서 총 페놀함량을 측정된 결과를 Table 1에 나타난 바와 같이, 발효를 하지 않은 대조군에서는  $35.90 \pm 0.61$  mg/g의 총 페놀함량을 보였지만, *Leuconostoc mesenteroides* 4395와 *Lactobacillus sakei* 383으로 발효한 시료에서는 각각 최고  $47.55 \pm 0.83$  mg/g,  $46.51 \pm 0.81$  mg/g으로 높게 측정되어 유산균을 이용한 발효가 페놀 함량을 증가시키는 것으로 나타났다. 그리고 균 종류 및 발효 온도에 따른 차이도 나타났는데, 즉 *Leuconostoc mesenteroides* 4395는 30°C에서 가장 많은  $47.55 \pm 0.83$  mg/g, 그 다음 순으로 25°C에서  $45.18 \pm 1.19$  mg/g, 35°C에서  $41.36 \pm 1.70$  mg/g으로 나타났지만, *Lactobacillus sakei* 383으로 발효 한 경우에는 35°C에서 가장 높은  $46.51 \pm 0.81$  mg/g이 측정되었고, 그 다음 순으로 30°C에서  $44.72 \pm 0.49$  mg/g, 25°C에서  $40.16 \pm 0.61$  mg/g이었다. 이 결과는 Ha 등[9]에 의해 수행한 유산균 발효의 효과 연구에

Table 1. Total phenol compounds content (mg GAE/g) of *Houttuynia cordata* extracts fermented by *Leuconostoc mesenteroides* 4395 and *Lactobacillus sakei* 383 depending on temperature (5 days)

Fermentation Temp.	<i>Leuconostoc mesenteroides</i> 4395	<i>Lactobacillus sakei</i> 383
Non-fermented	$35.90 \pm 0.61^{a*}$	
25°C	$45.18 \pm 1.19^d$	$40.16 \pm 0.61^b$
30°C	$47.55 \pm 0.83^e$	$44.72 \pm 0.49^c$
35°C	$41.36 \pm 1.70^c$	$46.51 \pm 0.81^d$
40°C	$38.52 \pm 0.43^b$	$38.61 \pm 0.56^a$

\*The values are mean±SD (n=3). Means with different letters are significantly different at  $p<0.05$  by Duncan's multiple range test.

서 폴리페놀의 함량이 대조군의 15.94 mg/g에 비해 발효물은 22.13 mg/g으로 40% 정도 증가했다고 보고한 연구 결과와 유사함을 나타내었다. 발효물에서 총 페놀의 함량이 증가한 결과는 DPPH 라디칼 소거능 측정의 결과와 유사함을 보이는 것으로 보아 총 페놀의 함량이 DPPH 라디칼 소거능과 관련되어 있는 것으로 추정되었다. Lee 등의 연구[20]에 따르면 DPPH 라디칼 소거능과 총 폴리페놀의 함량의 상관성이 높다는 결과가 보고되었으며, Song 등[28]은 유산균 발효에 의하여 DPPH 라디칼 소거능이 증가한 것은 항산화 활성물질인 페놀성 화합물이 증가한 것에 기인한 것으로 추정하였다.

**Total flavonoid 함량**

Flavonoid는 OH기를 함유하는 4000여개의 화합물로서, 대표적으로는 apigenin, quercetin, naringin 등이 있으며, 생체 내의 세포신호전달, 단백질의 발현, 세포분화에 관여하고, 항알레르기, 항바이러스 및 항암 등의 여러 생리활성 중 특히 항산화활성을 가지고 있는 것으로 알려져 있다[5,14,19,27]. Table 2에 나타난 바와 같이, 발효를 하지 않은 대조군에서의 총 플라보노이드 함량은  $21.69 \pm 1.52$  mg/g으로 나타났고,

Table 2. Total flavonoid content (mg quercetin equivalents/g) of *Houttuynia cordata* extracts fermented by *Leuconostoc mesenteroides* 4395 and *Lactobacillus sakei* 383 depending on temperature (5 days)

Fermentation Temp.	<i>Leuconostoc mesenteroides</i> 4395	<i>Lactobacillus sakei</i> 383
Non-fermented	$21.69 \pm 1.52^{a*}$	
25°C	$27.30 \pm 0.73^c$	$24.91 \pm 0.40^b$
30°C	$28.74 \pm 0.66^d$	$25.74 \pm 0.66^b$
35°C	$24.55 \pm 0.67^b$	$27.72 \pm 0.56^c$
40°C	$23.85 \pm 0.55^b$	$22.21 \pm 1.26^a$

\*The values are mean±SD (n=3). Means with different letters are significantly different at  $p<0.05$  by Duncan's multiple range test.

*Leuconostoc mesenteroides* 4395와 *Lactobacillus sakei* 383으로 발효한 추출물에서는 각각 최고 28.74±0.66 mg/g, 27.72±0.56 mg/g으로 측정되어 유산균을 이용하여 발효했을 때에 발효하지 않은 것에 비해 그 함량이 증가한 것을 알 수 있었다. 또한, 발효온도에 따라 함량의 차이가 나타났었는데, *Leuconostoc mesenteroides* 4395로 발효한 경우에는 30℃에서 28.74±0.66 mg/g으로 가장 높은 함량을 나타냈고, 그 다음으로 25℃에서 27.30±0.73 mg/g, 35℃에서 24.55±0.67 mg/g, 40℃에서 23.85±0.55 mg/g로 나타났으며, *Lactobacillus sakei* 383으로 발효한 경우에는 35℃에서 가장 높은 27.72±0.56 mg/g, 그 다음 순으로 30℃에서 25.74±0.66 mg/g, 25℃에서 24.91±0.40 mg/g, 40℃에서 22.21±1.26 mg/g으로 나타났다. 이 결과는 발효온도에

다른 DDPH 라디칼 소거능과 총 페놀함량의 변화와 유사한 경향을 보였다.

**SOD-like activity**

어성초 유산균 발효물에서, 활성산소를 제거하여 항산화 활성을 발휘하는 효소로 알려진 SOD [16, 24]의 유사활성을 측정된 결과를 Fig. 5와 Fig. 6에 나타내었다. *Leuconostoc mesenteroides* 4395로 발효한 경우, 발효하지 않은 대조군의 활성 43.84 ±1.64%에 비해 50.94±2.66%으로 약간 증가하였으나, 처리농도에 따른 활성도의 반응에서는 그 차이가 크게 나타나지 않았다. 특히 40℃에서 발효한 경우는 42.86±0.86%로 대조군과 거의 동일한 수치로 나타났다. *Lactobacillus sakei* 383으로 발효한 경우에도 처리농도에 따라 활성이 증가한 것으로 나타났으나, 최대 활성이 47.70±1.27%로 대조군에 비해 미약한 증가를 나타내었다. 이러한 결과는, *Leuconostoc mesenteroides* 4395와 *Lactobacillus sakei* 383으로 발효한 경우 SOD 유사 활성의 증가에 큰 영향을 미치지 않는 것으로 보인다.

**감사의 글**

이 논문은 부산대학교 자유과제 학술연구비(2년)에 의하여 연구되었음.

**References**

- Ames, B. N., Shigenaga, M. K. and Hagen, T. M. 1993. Oxidant, antioxidants, and the degenerative diseases of aging. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* **90**, 7915-7922.
- Bae, E. A., Han, M. J., Kim, E. J. and Kim, D. H. 2004. Transformation of ginseng saponins to ginsenoside Rh2 by acids and human intestinal bacteria and biological activities of their transformations. *Arch. Pharm. Res.* **27**, 61-67.
- Blois, M. S. 1958. Antioxidant determination by the use of a stable free radical. *Nature* **26**, 1198-1200.
- Cha, J. Y., Jeon, B. S., Park, J. W., Moon, J. C. and Cho, Y. S. 2004. Effect of fermented compositions containing *Inonotus obliquus* with *Houttuynia cordata* on growth of human AGS gastric and HCT-15 colon cancer cells. *J. Kor. Soc. Appl. Biol. Chem.* **47**, 202-207.
- Cha, J. Y., Kim, S. Y., Jeong, S. J. and Cho, Y. S. 1999. Effects of hesperetin and naringenin on lipid concentration in oratic acid treated mice. *Kor. J. Life Sci.* **9**, 389-394.
- Chun, E. Y. 1997. Partial purification of *Houttuynia cordata* Thunb extract and characterization of its immunological activities in human. MS Thesis. Seoul National University.
- Droge, W. 2001. Free radicals in the physiological control of cell function. *Physiol. Rev.* **82**, 47-95.
- Gutfinger, T. 1981. Polyphenols in olive oils. *J. Am. Oil Chem. Soc.* **58**, 996-968.
- Ha, J. H., Jeong, M. H., Seo, Y. C., Yong, C. W., Kim, J. S., Kim, H. H., Ahn, J. H. and Lee, H. Y. 2010. Enhancement

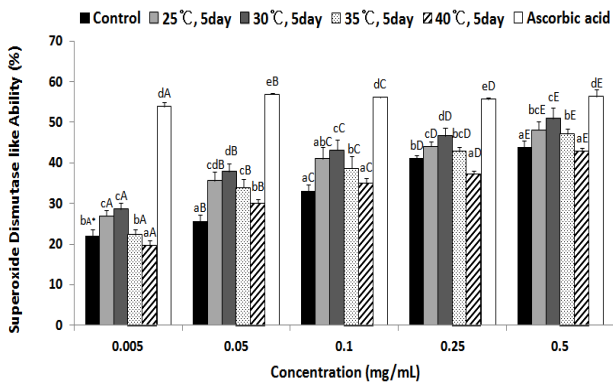


Fig. 5. Superoxide dismutase like activity of each concentration of *Houttuynia cordata* extracts fermented by *Leuconostoc mesenteroides* 4395 depending on temperature. \*The values are mean±SD (n=3). Means with different letters are significantly different at p<0.05 by Duncan's multiple range test.

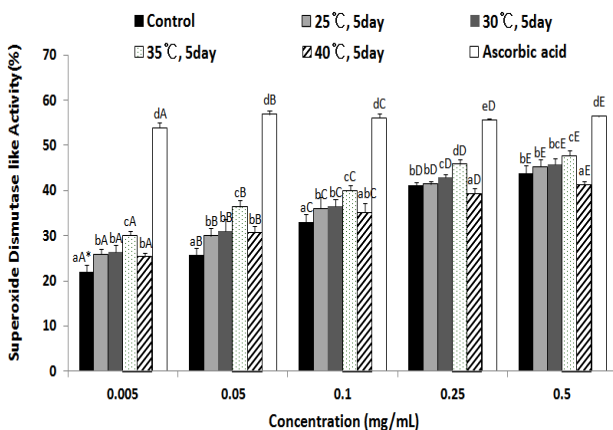


Fig. 6. Superoxide dismutase like activity of each concentration of *Houttuynia cordata* extracts fermented by *Lactobacillus sakei* 383 depending on temperature. \*The values are mean±SD (n=3). Means with different letters are significantly different at p<0.05 by Duncan's multiple range test.

- of Antioxidant Activities of Bark of *Berberis koreana* Palibin by Lactic Acid Fermentation. *Kor. J. Med. Crop Sci.* **18**, 421-428.
10. Jeong, H. J., Park, S. B., Kim, S. and Kim, H. K. 2007. Total polyphenol content and antioxidative activity of wild grape (*Vitis coignetiae*) extracts depending on ethanol concentrations. *J. Kor. Soc. Food Sci. Nutr.* **36**, 1491-1496.
  11. Jeong, H. R., Kwak, J. H., Kim, J. H., Choi, G. N., Jeong, C. H. and Heo, H. J. 2010. Antioxidant and neuronal cell protective effects of an extract of *Houttuynia cordata* Thunb (a culinary herb). *Kor. J. Food Preserv.* **17**, 720-726.
  12. Ju, J. C., Shin, J. H., Lee, S. J., Cho, H. S. and Sung, N. J. 2006. Antioxidative activity of hot water extracts from medicinal plants. *Kor. J. Soc. Food Sci. Nutr.* **35**, 7-14.
  13. Jun, D. H., Cho, W. A., Lee, J. B., Jang, M. J., You, M. S., Park, J. Y., Kim, S. H. and Lee, J. T. 2014. Antioxidant activity of Chestnut (*Castanea crenata* S.et Z.) bur fermented by *Lactobacillus sakei*. *J. Life Sci.* **24**, 1193-1199.
  14. Kawaguchi, K., Mizuno, T., Aida, K. and Uchino, K. 1997. Hesperidin as an inhibitor of lipases from porcine pancreas and *Pseudomonas*. *Biosci. Biotechnol. Biochem.* **61**, 102-104.
  15. Kim, K. Y., Chung, D. O. and Chung, H. J. 1997. Chemical composition and antimicrobial activities of *Houttuynia cordata* Thunb. *Kor. J. Food Sci. Technol.* **29**, 400-407
  16. Lee, E. J. and Bae, J. H. 2011. Study on the alleviation of an alcohol induced hangover and the antioxidant activity by mulberry fruit. *Kor. J. Food Nutr.* **24**, 204-209.
  17. Lee, J. M., Chang, P. S. and Lee, J. H. 2007. Comparison of oxidative stability for the thermally-oxidized vegetable oils using a DPPH method. *Kor. J. Food Sci. Technol.* **39**, 133-137.
  18. Lee, K. D., Kim, J. S., Bae, J. O. and Yoon, H. S. 1992. Antioxidative effectiveness of water extract and ether in wormwood (*Artemisia montana* Pampan). *J. Kor. Soc. Food Sci. Nutr.* **21**, 17-22.
  19. Lee, S. C. 1992. A study on *in vitro* and pepsin digestibility of *Robinia pseudo-acacia*, *Pueraria thunbergiana* and *Vicia angustifolia*. Master's Thesis. Won-Kwang University.
  20. Lee, S. E., Kim, Y. S., Kim, J. E., Bang, J. K. and Seong, N. S. 2004. Antioxidant activity of *Ulmus davidiana* var. *Japonica* N and *Hemiptelea davidii* P. *Kor. J. Med. Crop Sci.* **12**, 321-327.
  21. Lee, S. H., Kang, K. M., Park, H. J. and Baek, L. M. 2009. Physiological characteristics of medicinal plant extracts for use as functional materials in seasoning sauce for pork meat. *Kor. J. Food Sci. Technol.* **41**, 100-105.
  22. Liu, R. H. 2003. Health benefits of fruits and vegetables are from additive and synergistic combinations of phytochemicals. *Am. J. Clin. Nutr.* **78**, 517-520.
  23. Marklund, S. and 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.
  24. McCord, J. M. and Fridovich, I. 1969. Superoxide dismutase an enzymic function for erythrocyte superoxide (hemocuprein). *J. Biol. Chem.* **244**, 6049-6055.
  25. Mello, B. C. B. S., Petrus, J. C. C. and Hubinger, M. D. 2010. Concentration of flavonoids and phenolic compounds in aqueous and ethanolic propolis extracts through nanofiltration. *J. Food Engineering* **96**, 533-539.
  26. Park, S. J., Seong, D. H., Park, D. S., Kim, S. S., Gou, J., Ahn, J. H., Yoon, W. B. and Lee, H. Y. 2009. Chemical compositions of fermented *Codonopsis lanceolata*. *Kor. J. Soc. Food Sci. Nutr.* **38**, 396-400.
  27. Son, H. S., Kim, H. S., Kwon, T. B. and Ju, J. S. 1992. Isolation, purification and hypotensive effect of bioflavonoids in *Citrus sinensis*. *Kor. J. Soc. Food Nutr.* **21**, 136-142.
  28. Song, H. S., Eom, S. H., Kang, Y. M., Choi, J. D. and Kim, Y. M. 2011. Enhancement of the antioxidant and anti-inflammatory activity of *Hizikia fusiforme* water Extract by lactic acid bacteria fermentation. *Kor. J. Aquat. Sci.* **44**, 111-117.
  29. Song, J. H., Kim, M. J., Kwon, H. D. and Park, I. H. 2003. Antimicrobial activity of fractional extracts from *Houttuynia cordata* root. *J. Kor. Soc. Food Sci. Nutr.* **32**, 1053-1058.
  30. Yoo, K. H. and Jeong, J. M., 2009. Antioxidative and anti-allergic effect of persimmon leaf extracts. *J. Kor. Soc. Food Sci. Nutr.* **38**, 1691-1698.

### 초록 : 어성초(*Houttuynia cordata* Thunb) 유산균 발효물의 항산화 활성

김용민 · 정해진 · 정현식 · 성종환 · 김동섭 · 김한수 · 이영근\*  
(부산대학교 식품공학과)

본 연구에서는 항산화 활성을 가지고 있는 것으로 이미 알려진 어성초의 효능을 더욱 증가시켜 고부가가치를 지닌 기능성 원료로써 활용하고자, *Leuconostoc mesenteroides* 4395와 *Lactobacillus sakei* 383 두 유산균을 이용하여 발효시킨 후 그 추출물의 항산화 활성을 측정하였다. 항산화 활성 척도로써 DPPH 라디칼 소거능을 측정하였는데 10일간의 발효에서 두 균주 모두 발효 5일차에, 발효온도는 *Leuconostoc mesenteroides* 4395가 30°C에서 71.67±0.52%, *Lactobacillus sakei* 383는 35°C에서 70.11±0.67%로 각각 최대의 활성이 나타났으며, 두 가지 균 모두 대조군인 미발효물에 비해 DPPH 라디칼 소거능이 약 20% 상승하였다. 총 페놀함량에서는 대조군이 35.90±0.61 mg/g 함유한 반면에 발효한 후 두 균주 모두 약 10 mg/g씩 증가하였고, 총 플라보노이드 함량에서도 대조군의 21.69±1.52 mg/g에 비해 약 6 mg/g 이상 증가함을 나타내었다. SOD 유사활성에서는 발효의 효과가 크게 나타나지 않았으나, 대조군에 비해서는 미약하게 증가한 활성을 나타내었다. 이러한 결과들은 어성초의 유산균 발효물이 발효하지 않은 어성초에 비해 항산화 활성이 더욱 높아, 고부가가치를 지닌 기능성식품의 원료로써 활용할 가능성이 있는 것으로 판단되었다.