

## 한약재 발효추출물의 항산화 활성 및 연육효과에 미치는 영향

이승화, 남형욱, 김우현, 민동규, 조항혁, 권상철\*  
한국교통대학교 식품공학전공

### Effects of herbal medicine fermentation extract on antioxidant activity and Tenderization

Seung-Hwa Yi, Hyung-Uk Nam, Woo-Hyun Kim,  
Dong-Gyu Min, Hang-Hyuk Jo, Sang-Chul Kwon\*

Department of Food science and Technology, Korea National University of Transportation

**요약** 본 연구는 유산균 발효에 따른 항산화 활성과 연육 효과를 연구하여 기능성 식품으로써 가장 적합한 한약재 및 유산균을 확인하기 위해 실험을 진행하였다. 황기(AMB)와 두충(EUO), 백작약(PJ)을 추출하여 각 추출물에 3종의 유산균 *Lactobacillus paracasei*(L. pa), *Lactobacillus plantarum*(L. pl), *Leuconostoc mesenteroides*(L. m)를 이용하였고, 돈육의 전지 부위를 절단하여(7×5×0.5 cm) 발효 추출물과 혼합한 후 숙성 기간에 따른 조직감과 보수력을 측정하였다. 연구결과 조직감은 모든 시료가 유의적으로 hardness와 chewiness가 감소하는 것을 보여준다. 그 중 hardness가 숙성 0일차에서 숙성 8일차까지 가장 많이 감소한 시료는 53.70±4.09/25.45±8.39로 EUO *Leuconostoc mesenteroides*가 가장 유의적으로 감소하였으며, chewiness의 경우 31.17±8.49/12.85±2.73로 EUO *Lactobacillus plantarum*가 가장 감소하였다. 보수력은 모든 시료가 숙성 0일차부터 숙성 6일차까지 증가하다가 마지막 8일차에서 감소하는 결과를 나타냈다. 총 폴리페놀 함량의 경우 한약재 중에서는 PJ가 가장 높은 함량을 보였으며, 특히 *Leuconostoc mesenteroides*에서 51.55±0.06 mg GAE/g로 가장 높은 함량을 나타냈다. 총 플라보노이드 함량의 경우 한약재 중에서 AMB와 PJ가 가장 높은 함량을 보였으며 특히 *Leuconostoc mesenteroides*가 51.65±0.36 mg GAE/g로 가장 높은 함량을 나타냈다. 한약재 중에서는 PJ가 가장 높은 소저능을 보였으며 특히 *Lactobacillus paracasei*가 83.81±0.29 %로 가장 높은 소저능을 보였다. 위 결과를 통해 연육화에 적합한 한약재와 유산균은 EUO와 *Lactobacillus plantarum*로 판단된다. 또한, 기능성 식품으로써 가장 적합한 한약재는 백작약(PJ)으로 판단되며 항산화 활성 증가에 가장 적합한 유산균은 *Leuconostoc mesenteroides*로 판단된다.

**Abstract** The study evaluated the antioxidant and tenderization of herbal medicines and lactobacillus during lactic acid bacteria fermentation. Three lactic acid bacteria (*Lactobacillus paracasei*, *Lactobacillus plantarum*, *Leuconostoc mesenteroids*) were used in pork aging. Texture analysis revealed a general decrease in hardness and chewiness. *Leuconostoc mesenteroids* exhibited the most significant hardness reduction (53.70±4.09/25.45±8.39) over the 8-day aging period, while *Lactobacillus plantarum* showed the most significant chewiness reduction (31.17±8.49/12.85±2.73). Water holding capacity increased until day 6, followed by a decline. *Leuconostoc mesenteroids* had the highest total polyphenol (51.55±0.06 mg GAE/g) and flavonoid (51.65±0.36 mg GAE/g) content. Overall, EUO and *Lactobacillus plantarum* were deemed suitable for tenderization. Baekjak (PJ) was identified as the most suitable herbal medicine for functional food, while *Leuconostoc mesenteroids* was judged as the optimal lactobacillus for enhancing antioxidant activity.

**Keywords** : Herbal Medicine, Lactic Acid Bacteria, Tenderization, Fermentation, Antioxidant

\*Corresponding Author : Sang-Chul Kwon(Korea National University of Transportation)

email: ksc6969@hanmail.net

Received January 11, 2024

Accepted March 8, 2024

Revised February 26, 2024

Published March 31, 2024

## 1. 서론

서구화된 식습관으로 인하여 돈육과 같은 육류의 소비가 증가하였고, 그에 따라 단백질과 지방의 섭취가 증가하여 고혈압, 당뇨, 심근경색 등의 다양한 성인병이 문제가 되고 있다. 이러한 성인병의 원인 중 하나는 활성산소(ROS)로 대부분은 체내에서 제거되지만, 제거되지 못한 활성산소는 산화적 스트레스를 유발하여 단백질과 세포막 등의 손상을 발생시키고[1], 세포 기능의 저하와 노화의 발생으로 인하여 건강에 악영향을 끼칠 수 있다[2]. 항산화는 이러한 인체 내의 대사 활동 중에 자연스레 만들어지는 활성산소에 의한 산화적 스트레스 및 DNA, 면역력 등의 손상을 막을 수 있는 방어체제로 플라보노이드 등의 천연물에서 유래된 식물성 물질들이 대표적인 항산화제로 알려져 있기에 항산화 활성을 가지는 천연물에 대한 관심이 증가하고 있다[3]. 그중에서도 한약재는 우수한 항산화 활성을 지니고 있다는 연구결과가 보고되고 있으며[4] 최근에도 한약재를 이용한 기능성 식품을 개발하려는 연구 또한 활발하게 진행되고 있고[5] 나아가서 인간에게 유용한 미생물로 알려져 있는 유산균을 통해 천연물의 항산화 활성을 높일 수 있다는 연구결과가 존재한다[6]. 황기(*Astragalus membranaceus* Bunge, AMB)는 콩과(Leguminosae)에 속해 있는 다년생 초본 식물로 주피를 제거한 뿌리를 건조하여 주로 한방 약재 및 식품 등에 사용되며 한국, 중국 등의 아시아 지역과 러시아, 불가리아 등의 유럽까지 널리 자생하여 예로부터 민간약으로 여러 용도로 사용되어온 식물이다[7]. 황기는 이노, 강장뿐만 아니라 항산화 활성, 혈압 및 혈당 강하, 면역력 증강, 항종양 및 항바이러스 등의 다양한 생리 활성을 갖고 있다 [8-11]. 두충(*Eucommia ulmoides* Oliver, EUO)은 낙엽교목으로 주로 한방에서 두충의 수피를 강장, 이노, 안태 등의 효능을 통하여 약재로 사용하고 있다[12]. 두충의 생리 성분은 폴리페놀, 플라보노이드, triterpenoid 등과 같은 항산화 물질이 있으며[13] 폴리페놀 화합물로 존재하는 성분으로는 pyrogallol, ferulic acid, protocatechuic acid, acidchlorogenic acid 및 coumaric acid 등이 존재한다[14]. 백작약(*Paeonia japonica*, PJ)은 미나리아재비과 작약속에 속하는 다년생의 식물로 동양에서는 예전부터 한약재로 이용되어 왔다[15]. 백작약의 생리 활성으로는 혈관 확장 작용, 항혈전 작용, 항고지혈 작용 등이 알려져 있으며 모노테르펜 글루코사이드와 탄닌 및 페놀산 등의 생리 활성 물질이 있는 것으로 보고되어 있다[16]. 현재 한약재를 이용한

기능성 식품 개발에 대한 연구는 한약재 추출물을 첨가한 양념 돈육의 저장 중 지질성분의 변화[17], 황기 추출물을 첨가한 양념 치킨 소스의 품질 특성[18], 가시오가피와 두충 추출 혼합물 첨가에 의한 생면의 저장성 및 품질 증진 효과[19] 등 천연물 소재만을 활용한 연구는 활발하게 이루어지고 있으나 유산균의 발효를 통해 천연물 소재의 생리활성을 증가시켜 기능성 식품 소재로 활용하고자 하는 연구는 부족한 실정이다. 따라서 본 연구에서는 점점 늘어나는 육류 섭취로 인한 산화적 스트레스를 억제할 수 있도록 유산균을 통하여 한약재를 발효해 한약재가 지니고 있는 항산화 활성을 증진시키고, 이를 돈육에 첨가하여 기능성을 부여한 식품 개발을 위한 연구를 하고자 한다.

## 2. 재료 및 방법

### 2.1 실험재료 및 양념육 제조

본 실험에서 사용된 돈육은 증평군 농협 하나로 마트에서 유통되는 전지 부위를 7×5×0.5 cm 구매하여 사용하였으며, 황기는 충북 제천시에서 재배한 황기(AMB)를 동성식품건강원에서 구매하여 사용하였다. 두충(EUO)은 충북 제천시에서 재배한 두충을 동성식품건강원에서 구매하여 사용하였으며 백작약(PJ)은 경북 의성군에서 재배한 백작약을 동성식품건강원에서 구매하여 사용하였다.

양념육 제조에 사용된 양념은 서해수산푸드(주)에서 구매한 시판 고추장불고기소스를 사용하였으며, 양념 160 g과 각각의 천연물 발효추출액을 1.2 g을 첨가하여 양념육을 제조하였다.

### 2.2 유산균 발효 추출물 제조

유산균 발효물 제조를 위해 한국교통대학교 식품생명학부에서 분양받은 *Leuconostoc mesenteroides* MGE3138 (L. m), *Lactobacillus plantarum* MGE3143(L. pl), *Lactobacillus paracasei* MGE3016(L. pa) 균주를 사용하였으며, 각각 백금이로 한 집락 채취해 MRS Broth(Difco Co., USA) 배지에 1차 접종 후 37°C, 24시간 배양하고 배양액 100 uL를 10 mL MRS Broth에 2차 접종 후 37 °C, 24시간 증균배양을 실시하였다. 추출물 100 ml를 autoclave(C-AC-1, chang shin science, korea)를 이용하여 60 °C, 30분 살균을 하였

다. 그 후 유산균 배양액 2 mL를 살균한 추출물 100 mL에 각각 접종 후 37 °C, 72시간 발효를 진행하였다. 이는 항산화 활성이 발효 3일에 가장 큰 활성을 가진다는 Lim의 연구[20]에 따라 발효하였다.

### 2.3 조직감

조직감에서 경도(Hardness)는 Nam 등의 연구의 방법을 응용하여 측정하였다[21]. 시료를 1 cm × 1 cm × 1 cm로 정형한 후 근섬유 방향과 직각이 되도록 하여 Texture analyzer (CT3 4500, Brookfield, USA)로 5회 측정하였다. TA-25/1000 50.8 mm D probe를 장착하였으며 측정 조건은 deformation 40 %, trigger load 0.1 N, pre-test speed 1.0 mm/s, test speed 2.0 mm/s, post-test speed 2.0 mm/s로 하였다.

### 2.4 보수력

보수력은 Nam 등의 연구의 방법을 변형하여 측정하였다[18]. Conical Tube에 거즈 1 g과 시료 5 g을 넣고 70 °C의 항온수조(KR/KMC-1205SW1, Vision scientific, korea)에 30분 가열 후 25 °C, 1000 rpm, 10분으로 원심분리 후 보수력 계산법을 이용하여 보수력을 측정하였다.

### 2.5 총 폴리페놀 함량 측정

총 폴리페놀 함량은 Folin-Denis법을 응용하여 측정하였다[22]. 시료 4 mL에 0.2 N Folin-Ciocalte's phenol reagent 시약을 4 mL, 2% Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 용액 4 mL를 가하고 실온 압소에서 1시간 반응시켰다. 반응 후 spectrophotometer (Optizen POP, Mecasys Co., Korea)를 이용하여 750 nm 파장에서 흡광도를 측정하였다. 대조군은 Gallic acid (Sigma-aldrich, USA)를 농도별로 희석하고 표준곡선을 작성하여 시료 중의 총 폴리페놀 함량을 정량하여 gallic acid equivalents(mg GAE/g)로 환산하여 나타냈다.

### 2.6 총 플라보노이드 함량 측정

총 플라보노이드 함량은 Lee 등[23]의 방법을 응용하여 측정하였다. 시료 5 mL에 5 % sodium nitrite 0.75 mL를 혼합하여 실온에서 6분간 반응시킨 후 10 % aluminium chloride 1.5 mL를 첨가하고 실온에서 5분간 반응시킨 다음 1 N NaOH 5 mL와 혼합한 후 spectrophotometer를 이용하여 510 nm에서 흡광도를 측정하였다. 총 플라보노이드 함량은 (+)-Catechin

hydrate (Sigma-aldrich, USA)를 농도별로 희석하고 표준곡선을 작성하여 catechin equivalents(mg CE/g)로 환산하여 나타냈다.

### 2.7 DPPH radical 소거능

DPPH(2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl)에 대한 radical 소거능은 DPPH의 환원력을 이용하여 측정하였다[24]. 시료 1 mL에 0.2 mM DPPH 용액(99.9 % ethyl alcohol에 용해) 9 mL를 가하고 10초간 혼합한 후 실온 압소에서 10분간 반응시키고 spectrophotometer를 이용하여 517 nm 파장에서 흡광도를 측정하였다. 측정값을 Radical scavenging activity 백분율(%)로 나타내었다.

## 3. 결과 및 고찰

### 3.1 총 폴리페놀 함량

유산균의 종류를 달리한 한약재 발효추출액의 총 폴리페놀 함량은 Fig. 1과 같다. 총 폴리페놀 함량은 PJ *Leuconostoc mesenteroides*가 51.55 ± 0.06 mg GAE/g로 유의적으로 가장 높았다. 한약재 중에서는 PJ가 가장 높은 함량을 보였으며, 각 시료별로 AMB는 *Leuconostoc mesenteroides*이 41.24 ± 0.48 mg GAE/g로 유의적으로 가장 높았고, EUO는 *Lactobacillus plantarum*이 42.54 ± 0.37 mg GAE/g로 유의적으로 가장 높게 나타났다. PJ은 *Leuconostoc mesenteroides*이 51.55 ± 0.06 mg GAE/g로 유의적으로 가장 높은 함량이 나타났다. 이는 유산균 발효에 의한 폴리페놀 함량의 증가는 Yoon 등의 연구[25]를 참고하여 유산균의 종류에 따라 발효전후의 폴리페놀 함량이 더욱 증가한 것이 유사한 경향을 나타냈다.

### 3.2 총 플라보노이드 함량

유산균의 종류를 달리한 한약재 발효추출액의 총 플라보노이드 함량은 Fig. 2와 같다. 총 플라보노이드 함량은 AMB *Leuconostoc mesenteroides*와 PJ *Leuconostoc mesenteroides*가 51.65 ± 0.36 mg GAE/g로 유의적으로 가장 높았다. 각 시료별로 AMB는 *Leuconostoc mesenteroides*이 51.65 ± 0.36 mg GAE/g로 유의적으로 가장 높았고, EUO는 *Lactobacillus plantarum*이 43.57 ± 0.63 mg GAE/g로 가장 높게 나타났다. PJ은

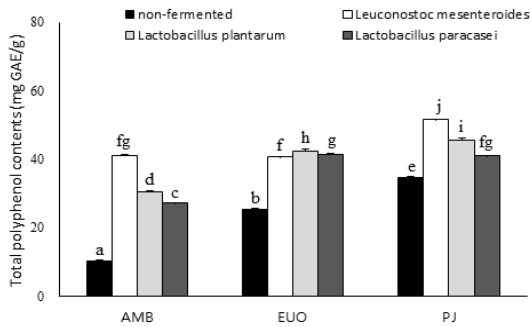


Fig. 1. Comparison of Total polyphenol content in herbal medicine extracts from fermented with different Lactobacillus, In each Sample, a-i superscripts are significantly different at  $p < 0.05$  by Duncan's multiple range test

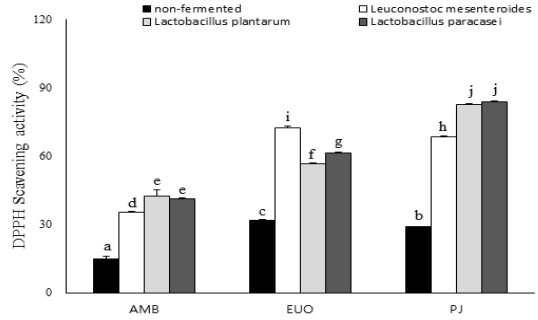


Fig. 3. Comparison of DPPH radical scavenging activity in herbal medicine extracts from fermented with different Lactobacillus, In each Sample, a-d superscripts are significantly different at  $p < 0.05$  by Duncan's multiple range test

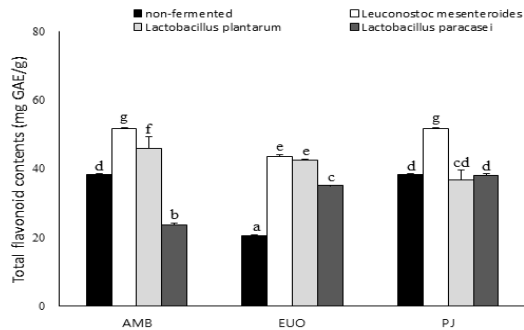


Fig. 2. Comparison of Total flavonoid content in herbal medicine extracts from fermented with different Lactobacillus, In each Sample, a-i superscripts are significantly different at  $p < 0.05$  by Duncan's multiple range test

*Leuconostoc mesenteroides*이  $51.65 \pm 0.36$  mg GAE/g로 유의적으로 가장 높은 함량이 나타났다. 이는 유산균의 종류에 따라 총 플라보노이드 함량의 차이가 발생한다는 Yang 등의 연구[26]를 참고하였으며, Lee 등의 연구[26]를 참고하여 유산균 발효를 통하여 총 플라보노이드 함량이 증가하는 유사한 결과가 나타났다.

### 3.3 DPPH radical 소거능

유산균의 종류를 달리한 한약재 발효추출액의 DPPH radical 소거능은 Fig. 3과 같다. DPPH radical 소거능은 PJ *Lactobacillus paracasei*가  $83.81 \pm 0.29$  %로 가장 높은 소거능을 보였으며, AMB 일반추출액이  $14.95 \pm 1.05$  %로 가장 낮은 소거능을 보였다. 시료 중에서는 PJ가 가장 높은 소거능을 보였으며, 각 시료별로 AMB는

*Lactobacillus plantarum*이  $42.40 \pm 3.04$  %로 가장 높았고, EUO는 *Leuconostoc mesenteroides*이  $72.64 \pm 0.45$  %로 유의적으로 가장 높게 나타났다. PJ는 *Leuconostoc mesenteroides*이 *Lactobacillus paracasei*가  $83.81 \pm 0.29$  %로 가장 높게 나타났다. 이는 발효를 통하여 DPPH 소거능이 증가한다는 Park 등의 연구[27]와 동일하게 발효에 의하여 DPPH의 소거능이 증가할 수 있다는 결과가 나타났다.

### 3.4 조직감

한약재 발효추출물을 첨가한 양념육의 연육 효과를 알아보기 위하여 48시간마다 총 8일간 Texture Analyzer를 이용해 측정된 결과를 Table 1로 나타났다. hardness의 경우  $53.70 \pm 4.09 / 25.45 \pm 8.39$ 로 EUO *Leuconostoc mesenteroides*가 가장 유의적으로 크게 감소하였으며, 숙성 8일차에 가장 낮은 hardness를 나타낸 것은  $16.80 \pm 2.22$ 로 EUO *Lactobacillus plantarum*이다. chewiness의 경우  $31.17 \pm 8.49 / 12.85 \pm 2.73$ 로 EUO *Lactobacillus plantarum*가 가장 유의적으로 크게 감소하였으며, 숙성 8일차에 가장 낮은 chewiness를 나타낸 것은  $12.85 \pm 2.73$ 로 EUO *Lactobacillus plantarum*이다. hardness와 chewiness가 유의적으로 감소하였다. 이는 Sunantha 등의 연구[28]에 따르면 발효 과정 중 protease 활성의 증가로 단백질 분해가 일어나 hardness가 감소한다고 밝혀져 있다. 따라서, 한약재에 첨가된 유산균으로 인해 protease의 활성이 증가하여 전반적으로 hardness가 감소한 것으로 사료된다.

Table 1. Texture characteristics of pork aged with fermented herbal medicine extracts with different *Lactobacillus*.

days		0	2	4	6	8
hardness						
non-fermented		38.60±8.01 <sup>b</sup>	35.20±7.86 <sup>b</sup>	33.10±6.04 <sup>b</sup>	31.20±7.73 <sup>ab</sup>	22.7±6.59 <sup>a</sup>
AMB	L. pa	48.20±9.25 <sup>b</sup>	30.90±7.77 <sup>a</sup>	31.60±9.76 <sup>a</sup>	28.30±9.05 <sup>a</sup>	22.06±4.07 <sup>a</sup>
	L. m	55.00±9.25 <sup>c</sup>	39.60±5.14 <sup>b</sup>	25.10±3.65 <sup>a</sup>	24.60±9.45 <sup>a</sup>	24.35±6.64 <sup>a</sup>
EUO	L. pl	46.70±4.09 <sup>c</sup>	27.85±8.75 <sup>b</sup>	23.80±2.56 <sup>ab</sup>	21.85±8.29 <sup>ab</sup>	16.80±2.22 <sup>a</sup>
	L. m	53.70±7.35 <sup>b</sup>	35.20±8.33 <sup>a</sup>	27.70±9.88 <sup>a</sup>	28.35±3.52 <sup>a</sup>	25.45±8.39 <sup>a</sup>
PJ	L. m	36.30±2.89 <sup>b</sup>	36.15±9.67 <sup>b</sup>	35.35±4.04 <sup>b</sup>	27.40±5.31 <sup>ab</sup>	23.00±7.85 <sup>a</sup>
cohesiveness						
non-fermented		0.87±0.14 <sup>a</sup>	1.01±0.13 <sup>a</sup>	0.77±0.15 <sup>a</sup>	0.80±0.15 <sup>a</sup>	0.80±0.25 <sup>a</sup>
AMB	L. pa	0.88±0.29 <sup>a</sup>	0.88±0.12 <sup>a</sup>	1.01±0.22 <sup>a</sup>	0.92±0.22 <sup>a</sup>	0.81±0.26 <sup>a</sup>
	L. m	0.77±0.15 <sup>a</sup>	0.87±0.12 <sup>a</sup>	1.08±0.26 <sup>a</sup>	1.09±0.26 <sup>a</sup>	0.86±0.28 <sup>a</sup>
EUO	L. pl	0.78±0.48 <sup>a</sup>	0.75±0.26 <sup>a</sup>	1.35±0.44 <sup>b</sup>	0.67±0.44 <sup>a</sup>	1.04±0.17 <sup>ab</sup>
	L. m	0.77±0.26 <sup>a</sup>	0.77±0.23 <sup>a</sup>	0.77±0.42 <sup>a</sup>	0.68±0.42 <sup>a</sup>	0.88±0.14 <sup>a</sup>
PJ	L. m	0.57±0.39 <sup>a</sup>	1.02±0.13 <sup>b</sup>	0.91±0.23 <sup>ab</sup>	0.97±0.23 <sup>b</sup>	0.86±0.28 <sup>ab</sup>
springiness						
non-fermented		0.97±0.04 <sup>ab</sup>	1.00±0.00 <sup>b</sup>	0.96±0.04 <sup>a</sup>	0.99±0.01 <sup>ab</sup>	1.00±0.00 <sup>b</sup>
AMB	L. pa	1.00±0.00 <sup>a</sup>	0.96±0.04 <sup>a</sup>	1.01±0.05 <sup>a</sup>	0.96±0.10 <sup>a</sup>	0.96±0.05 <sup>a</sup>
	L. m	1.00±0.00 <sup>a</sup>	0.97±0.03 <sup>a</sup>	1.00±0.00 <sup>a</sup>	0.94±0.09 <sup>a</sup>	0.92±0.08 <sup>a</sup>
EUO	L. pl	0.99±0.03 <sup>a</sup>	1.00±0.00 <sup>a</sup>	1.00±0.00 <sup>a</sup>	0.96±0.07 <sup>a</sup>	0.97±0.08 <sup>a</sup>
	L. m	0.98±0.04 <sup>a</sup>	0.96±0.06 <sup>a</sup>	0.97±0.06 <sup>a</sup>	0.96±0.04 <sup>a</sup>	0.97±0.07 <sup>a</sup>
PJ	L. m	0.96±0.06 <sup>a</sup>	0.96±0.06 <sup>a</sup>	1.00±0.00 <sup>a</sup>	0.98±0.02 <sup>a</sup>	0.90±0.14 <sup>a</sup>
chewiness						
non-fermented		34.40±9.42 <sup>b</sup>	25.22±9.50 <sup>ab</sup>	31.50±8.47 <sup>ab</sup>	22.61±6.85 <sup>ab</sup>	19.60±8.25 <sup>a</sup>
AMB	L. pa	40.64±8.32 <sup>b</sup>	28.29±8.69 <sup>a</sup>	24.12±6.29 <sup>a</sup>	23.48±7.96 <sup>a</sup>	23.07±6.87 <sup>a</sup>
	L. m	45.60±5.60 <sup>b</sup>	25.60±8.66 <sup>a</sup>	21.64±7.27 <sup>a</sup>	20.08±5.11 <sup>a</sup>	19.84±6.28 <sup>a</sup>
EUO	L. pl	31.17±8.49 <sup>c</sup>	29.86±7.60 <sup>bc</sup>	20.67±8.42 <sup>ab</sup>	14.85±6.99 <sup>a</sup>	12.85±2.73 <sup>a</sup>
	L. m	29.02±8.10 <sup>b</sup>	26.78±7.10 <sup>b</sup>	20.60±7.59 <sup>ab</sup>	17.46±5.47 <sup>a</sup>	16.28±2.36 <sup>a</sup>
PJ	L. m	31.12±3.37 <sup>c</sup>	29.80±7.77 <sup>c</sup>	23.73±8.09 <sup>bc</sup>	19.41±2.97 <sup>ab</sup>	13.17±5.69 <sup>a</sup>

Results are expressed as the means±SD, a-c superscripts are significantly different at  $p<0.05$  by Duncan's multiple range test.

### 3.5 보수력

한약재 발효추출액을 첨가한 양념육의 보수력을 Table 2로 나타냈다. 보수력은 처음 숙성을 진행하기 전 EUO *Lactobacillus plantarum*이 66.16±0.01로 가장 높게 나타났고, 숙성 8일차에는 EUO *Leuconostoc mesenteroides*이 66.06±0.01로 가장 높게 나타났다. AMB의 경우 유산균들 모두 숙성 6일차에서 유의적인

차이를 보였고, EUO의 경우 *Lactobacillus plantarum*은 숙성 4일차에서 유의적인 차이를 보였으며 *Leuconostoc mesenteroides*의 경우 숙성 6일차에서 유의적인 차이를 보였다. PJ의 경우 숙성 6일차에서 유의적인 차이가 나타났다. 이러한 결과는 시간이 경과함에 따라 시료의 pH가 등전점 부근인 5.2에서 낮은 보수력을 가진다는 Ha 등의 연구[29]를 참고하여 시료가 점점 5.2의 pH와

Table 2. water holding capacity of pork aged with fermented herbal medicine extracts with different *Lactobacillus*.

days		0	2	4	6	8
WHC(%)						
non-fermented		62.87±0.04 <sup>ab</sup>	67.77±0.02 <sup>bc</sup>	64.25±0.04 <sup>ab</sup>	69.84±0.02 <sup>c</sup>	59.78±0.03 <sup>a</sup>
AMB	L. pa	63.13±0.04 <sup>a</sup>	66.71±0.08 <sup>ab</sup>	69.03±0.02 <sup>ab</sup>	72.78±0.00 <sup>b</sup>	60.79±0.05 <sup>a</sup>
	L. m	59.88±0.07 <sup>a</sup>	71.14±0.02 <sup>b</sup>	61.77±0.03 <sup>a</sup>	74.17±0.05 <sup>b</sup>	62.74±0.02 <sup>a</sup>
EUO	L. pl	66.16±0.01 <sup>ab</sup>	60.81±0.05 <sup>a</sup>	69.71±0.05 <sup>b</sup>	66.97±0.04 <sup>ab</sup>	64.87±0.03 <sup>ab</sup>
	L. m	63.53±0.03 <sup>a</sup>	70.78±0.03 <sup>b</sup>	71.16±0.02 <sup>b</sup>	70.97±0.02 <sup>b</sup>	66.06±0.01 <sup>a</sup>
PJ	L. m	61.27±0.04 <sup>a</sup>	69.90±0.01 <sup>b</sup>	63.09±0.05 <sup>a</sup>	71.60±0.03 <sup>b</sup>	57.72±0.04 <sup>a</sup>

Results are expressed as the means±SD, a-b superscripts are significantly different at  $p<0.05$  by Duncan's multiple range test.

근접하여 등전점에 가까워졌기 때문에 처음 pH가 등전점에 도달하기 전까지 보수력이 증가하지만 pH가 등전점에 가까워지면서 보수력이 점점 낮아진다고 판단하였다.

돈육의 품질에 미치는 영향에 대한 추가 연구가 필요하다고 판단된다.

#### 4. 결론

본 연구에서는 돈육의 전지 부위로 한약재의 발효 추출물을 이용해 유산균 발효를 통한 추출물의 총 폴리페놀 함량, 총 플라보노이드 함량, DPPH 소거능의 결과를 알아보고, 그에 따른 숙성 전후의 조직감과 보수력을 분석하였다. 총 폴리페놀 함량의 경우 한약재 중에서는 PJ가 가장 높은 함량을 보였으며 특히 *Leuconostoc mesenteroides*에서  $51.55 \pm 0.06$  mg GAE/g로 가장 높은 함량을 나타냈다. 총 플라보노이드 함량의 경우 한약재 중에서 AMB와 PJ가 가장 높은 함량을 보였으며 특히 *Leuconostoc mesenteroides*가  $51.65 \pm 0.36$  mg GAE/g로 가장 높은 함량을 나타냈다. 한약재 중에서는 PJ가 가장 높은 소거능을 보였으며 특히 *Lactobacillus paracasei*가  $83.81 \pm 0.29$  %로 가장 높은 소거능을 보였다. 조직감은 모든 시료가 전체적으로 hardness와 chewiness가 감소하는 것을 보여준다. 그 중 hardness가 숙성 0일차에서 숙성 8일차까지 가장 크게 감소한 시료는  $53.70 \pm 4.09/25.45 \pm 8.39$ 로 EUO *Leuconostoc mesenteroides*가 가장 유의적으로 크게 감소하였으며, 숙성 8일차에 가장 낮은 hardness를 나타낸 것은  $16.80 \pm 2.22$ 로 EUO *Lactobacillus plantarum*이다. chewiness의 경우  $31.17 \pm 8.49/12.85 \pm 2.73$ 로 EUO *Lactobacillus plantarum*가 가장 유의적으로 크게 감소하였으며, 숙성 8일차에 가장 낮은 chewiness를 나타낸 것은  $12.85 \pm 2.73$ 으로 EUO *Lactobacillus plantarum*이다. 보수력은 모든 시료가 숙성 0일차부터 숙성 6일차까지 증가하다가 마지막 8일차에서 감소하는 결과를 나타냈다. 위 결과를 통해 연육화에 적합한 한약재와 유산균은 EUO와 *Lactobacillus plantarum*로 판단된다. 기능성 식품으로써 가장 적합한 한약재는 PJ로 판단되며 항산화 활성 증가에 가장 적합한 유산균은 *Leuconostoc mesenteroides*로 판단된다. 이를 통해 유산균 발효를 통해 한약재의 연육화 및 항산화 활성을 높여 기능성을 지닌 식품 소재로써 활용할 수 있는 가치가 있을 것으로 보이며 추후 연육화에 적합한 EUO와 *Lactobacillus plantarum*, 항산화 활성 증가에 적합한 PJ와 *Leuconostoc mesenteroides*를 이용해 복합 발효물이

#### References

- [1] M. H. Kim, et al., "A Study on  $\beta$ -glucan, Ginsenoside Content, 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl Free Radical Scavenging Activity, Anti-inflammatory Activity and Safety of Herbal Medicine Mix - *Iksuoyoungjingogami with Scutellariae Radix and Houttuynia cordata Thunb*", Journal of Korean Medicine Rehabilitation, Vol. 32 No. 2, 2022.  
DOI: <https://doi.org/10.18325/jkmr.2022.32.2.1>
- [2] A. Boveris, B. Chance, "The mitochondrial generation of hydrogen peroxide", Biochem J, 134, 707-716, 1973.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.1042/bj1340707>
- [3] M. Hidalgo, C. Sánchez-Moreno, S. de Pascual-Teresa, "Flavonoid-flavonoid interaction and its effect on their antioxidant activity", Food chemistry, 121(3), 691-696, 2010.  
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2009.12.097>
- [4] J. G. Hwang, et al., "Anti-oxidation and Anti-aging Effect of Mixed Extract from Korean Medicinal Herbs", Kor. J. Herbology, 26(1): 111-117, 2011.  
DOI: <https://doi.org/10.6116/kjh.2011.26.1.111>
- [5] H. G. Kim, "Flavonoid production and antioxidant activity effect by lactic acid bacteria fermentation of deer antler extract", The Journal of the Convergence on Culture Technology (JCCT), Vol. 8, No. 2, pp.399-408, 2022.  
DOI: <https://doi.org/10.17703/JCCT.2022.8.2.399>
- [6] Y. Jung, S. Y. Sim, G. Y. Kim, H. N. Song, "Changes in the Antioxidant Activity and Rancidity of Medicofee Supplemented with *Scutellaria baicalensis* during Storage", J Korean Soc Food Sci Nutr, 51(7): 706-712, 2022.  
DOI: <https://doi.org/10.3746/jkfn.2022.51.7.706>
- [7] J. S. Kim, Y. T. Kim, C. S. Kim, "A Study on the Constituents from the Roots of *Astragalus membranaceus* (I)", Kor. J. Pharmacogn, 27.4, 336-341, 1996.
- [8] N. I. Back, Y. S. Kim, J. S. Kyung, K. H. Park, "Isolation of Anti-Hepatotoxic Agent from the Root of *Astragalus membranaceus*" Kor. J. Pharmacogn 27.2, 111-116, 1996.
- [9] C. Y. Li, H. I. Rhee, "Antioxidant activity of *Astragalus membranaceus* extract.", J. Agric. Sci 15: 103-110, 2004.
- [10] H. S. Jung, et al., "Phytochemical Studies on *Astragalus Root* (3) -Triterpenoids and Sterols", Korean Journal of Pharmacognosy, 39(3), 186-193, 2008.
- [11] J. L. Rios, P. G. Waterman, "A review of the pharmacology and toxicology of *Astragalus*", Phytotherapy Research,

- Vol. 11, 411-418, 1997.  
DOI: [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1099-1573\(199709\)11:6%3C411::AID-PTR132%3E3.0.CO;2-6](https://doi.org/10.1002/(SICI)1099-1573(199709)11:6%3C411::AID-PTR132%3E3.0.CO;2-6)
- [12] O. S. Kim, O. C. Kwon, "Anti-oxidants Activity in the *Eucommia* Early Leaves and the Quality Characteristics of *Jeolpyun*", Culinary Science & Hospitality Research, 24.5, 156-165, 2018.  
DOI: <https://doi.org/10.9755/eifa.2022.v34.i7.2901>
- [13] J. C. Park, S. H. Hwan, "Flavonoid Analysis from the Leaves of *Eucommia ulmoides*" J. Korean Soc. Food Nutr 24.6, 901-905, 1995.
- [14] T. Kawasaki, K. Uezono, Y. Nakazawa, "Antihypertensive mechanism of food for specified health use: 'Eucommia leaf glycoside' and its clinical application", J. Health Sci, 22, 29-36, 2000.
- [15] M. K. Lee, et al., "Hypoglycemic effect of *Du-zhong* (*Eucommia ulmoides* Oliv.) leaves in streptozotocin-induced diabetic rats", Diabetes Research and Clinical Practice, 67.1, 22-28, 2005.  
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.diabres.2004.05.013>
- [16] I. D. Kim, et al., "The Preventive Effects of *Paeoniae Radix* Extract against LPS-induced Acute Hepatotoxicity", Journal of Food Hygiene and Safety, 23.3, 222-226, 2008.
- [17] H. S. Cho et al., "Lipid Compositions Changes of Seasoned Pork Prepared with Medicinal Plant Extracts During Storage", Journal of Life Science, Vol. 17. No. 12. 1675~1681, 2007.
- [18] J. M. Jegal, K. M. Seo, C. H. Chung, "Quality Characteristics of Spicy Chicken Sauce Added with *Astragalus membranaceus* Extract", J East Asian Soc Diet Life, 29(5), 383~391, 2019.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.17495/easdl.2019.10.29.5.383>
- [19] J. Y. Jung et al., "Effect of Extracts from *Acanthopanax senticosus* and *Eucommia ulmoides* on Shelf-Life and Quality of Wet Noodle", J Korean Soc Food Sci Nutr, 39(6), 887~893, 2010
- [20] M. J. Lim, Y. R. Gu, J. H. Hong, "Physicochemical Properties and Antioxidant Activities of Safflower (*Carthamus tinctorius* L.) Extracts according to Fermentation of Lactic Acid Bacteria", Journal of Chitin and Chitosan, 24(1), 24-32, 2019.  
DOI: <https://doi.org/10.17642/jcc.24.1.4>
- [21] J. H. Nam, C. B. Kim, D. H. Ko, J. Y. Chun, "Change in Quality of Pork Belly and Pork Shoulder with Low Temperature Hydrostatic Pressure and Ultrasound Treatment during Storage", Food Eng. Prog, 25.2, 147-154, 2021.  
DOI: <https://doi.org/10.13050/foodengprog.2021.25.2.147>
- [22] O. Folín, W. Denis, "A colorimetric method for the determination of phenols (and phenol derivatives) in urine", Journal of biological chemistry, 22.2, 305-308, 1915.  
DOI: [https://doi.org/10.1016/S0021-9258\(18\)87648-7](https://doi.org/10.1016/S0021-9258(18)87648-7)
- [23] D. H. Lee, J. H. Hong, "Physicochemical properties and storage stability of blueberry fermented by lactic acid bacteria", Korean Journal of Food Preservation, 22.6, 796-803, 2015.  
DOI: <https://doi.org/10.11002/kjfp.2015.22.6.796>
- [24] M. S. Blois "Antioxidant determinations by the use of a stable free radical", Nature, 181.4617, 1199-1200, 1958.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.1038/1811199a0>
- [25] Y. C. Yoon, et al., "Verification of biological activities and tyrosinase inhibition of ethanol extracts from Hemp Seed (*Cannabis sativa* L.) fermented with lactic acid bacteria", Journal of Life Science, 28.6, 688-696, 2018.  
DOI: <https://doi.org/10.5352/JLS.2018.28.6.688>
- [26] H. S. Yang, et al., "Antioxidative Activity of Mushroom Water Extracts Fermented by Lactic Acid Bacteria" Korean Soc Food Sci Nutr, 43.1, 80-85, 2014.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.3746/jkfn.2014.43.1.080>
- [27] M. R. Park, C. Yoo, Y. N. Chang, B. Y. Ahn, "Change of Total Polyphenol Content of Fermented *Gastrodia elata* Blume and Radical Scavenging", Korean journal of plant resources, 25(4), 379-386, 2012.  
DOI: <https://doi.org/10.7732/kipr.2012.25.4.379>
- [28] K. Sunantha, R. Saroat, "Application of Bromelain Extract for Muscle Foods Tenderization Open Access", Food and Nutrition Sciences, Vol. 2 No. 5, 2011.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.4236/fns.2011.25055>
- [29] G. H. Ha, J. N. An, I. S. Kim, G. B. Park, S. T. Ju. "Changes in physical properties of seasoned pork due to low-temperature storage", Proceedings of the Korean Society for Food Science of Animal Resources Conference. Korean Society for Food Science of Animal Resources, 183-186, 2005.

이 승 화(Seung-Hwa Yi)

[준회원]



• 2019년 3월 ~ 현재 : 한국교통대학교 식품공학전공 학부

<관심분야>

HACCP, 식품위생, 미생물, 가공, 분석

민 동 규(Dong-Gyu Min)

[준회원]



• 2018년 3월 ~ 2024년 2월 : 한국교통대학교 식품공학전공 학부

<관심분야>

HACCP, 식품위생, 미생물, 가공, 분석

남 형 욱(Hyung-Uk Nam)

[준회원]



• 2019년 3월 ~ 현재 : 한국교통대학교 식품공학전공 학부

<관심분야>

HACCP, 식품위생, 미생물, 가공, 분석

조 항 혁(Hang-Hyuk Jo)

[준회원]



• 2018년 3월 ~ 2024년 2월 : 한국교통대학교 식품공학전공 학부

<관심분야>

HACCP, 식품위생, 미생물, 가공, 분석

김 우 현(Woo-Hyun Kim)

[준회원]



• 2022년 3월 ~ 현재 : 한국교통대학교 식품공학전공 학부

<관심분야>

HACCP, 식품위생, 미생물, 가공, 분석

권 상 철(Sang-Chul Kwon)

[정회원]



• 1999년 2월 : 성균관대학교 생명자원과학과 (농학석사)  
• 2002년 2월 : 성균관대학교 식품생명공학과 (이학박사)  
• 1995년 10월 ~ 2011년 2월 : (주) 참선진종합식품 (R&D 부장)  
• 1999년 10월 ~ 2013년 2월 : 한국식품산업협회 식품안전지원단  
• 2013년 3월 ~ 현재 : 한국교통대학교 식품공학전공 교수

<관심분야>

HACCP, 식품위생, 미생물, 가공, 분석