

# 발효 베리 착즙액의 항산화 활성 및 연육효과에 미치는 영향

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

## Effect of Fermented Berry Juice on Tenderization and Antioxidant Activity

Hyung-Uk Nam, Dong-Gyu Min, Hang-Hyuk Jo, Seung-Hwa Yi, 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 유산균을 확인하기 위해 실험을 진행하였다. 냉동 하니베리와 냉동 크랜베리를 착즙하여 하니베리(HB), 크랜베리(CB), 하니크랜(HC)의 착즙액에 3종의 유산균 *Lactobacillus paracasei*, *Lactobacillus plantarum*, *Leuconostoc mesenteroides*를 사용하여 진행하였고, 우육의 등심부위를 균일하게 큐브모양(1×1×1 cm)으로 절단하여 착즙액과 혼합한 후 숙성 기간에 따른 조직감과 보수력을 측정하였다. 연구결과 조직감은 전체적으로 감소하는 경향을 보였는데 특히 hardness의 경우 HC *Lactobacillus paracasei*이  $23.67 \pm 3.33/13.83 \pm 1.04$ 로 유의적으로 가장 크게 낮아졌다. chewiness의 경우 HC *Lactobacillus plantarum*이  $23.00 \pm 8.02/9.63 \pm 7.32$ 로 유의적으로 가장 크게 낮아졌다. 보수력은 조직감과 같이 숙성 기간동안 전체적으로 낮아지는 경향을 보였다. 총 폴리페놀 함량의 경우 베리류 중에서는 HB가 가장 높은 함량을 보였으며 특히 *Leuconostoc mesenteroides*에서  $114.54 \pm 0.60$ mg GAE/g으로 가장 높은 함량을 나타냈다. 총 플라보노이드 함량의 경우 베리류 중에서 HB가 가장 높은 함량을 보였으며 특히 *Lactobacillus paracasei*가 167.61 mg GAE/g로 가장 높은 함량을 나타냈다. DPPH radical 소거능의 경우 HC에서는 모든 유산균이 발효전과 유의적인 차이를 보였다. 위 결과를 통해 연육화에 적합한 유산균은 *Lactobacillus paracasei*로 판단된다. 식품의 품질향상으로서 활용 가능성이 높은 베리류는 하니베리로 판단되며 항산화 활성 증가에 가장 적합한 유산균 *Lactobacillus plantarum*으로 판단된다.

**Abstract** This study conducted to identify the most suitable lactic acid bacteria as a functional food by studying the antioxidant activity and tenderization of lactic acid bacteria fermentation. juices were fermented using three strains of lactic acid bacteria—*Lactobacillus paracasei*, *Lactobacillus plantarum*, and *Leuconostoc mesenteroides*. Cubes (1×1×1 cm) of beef tenderloin were uniformly cut and marinated with juices, and changes in texture and water holding capacity(WHC) were measured during the aging period. The research showed an overall decrease in texture, notably, the hardness decreased significantly in HC with *Lactobacillus paracasei* at  $23.67 \pm 3.33/13.83 \pm 1.04$ . Chewiness also decreased in HC with *Lactobacillus plantarum* at  $23.00 \pm 8.02/9.63 \pm 7.32$ . WHC showed a decreasing trend similar to texture during the aging period. Among the berries, HB showed the highest total polyphenol content, particularly with *Leuconostoc mesenteroides* at  $114.54 \pm 0.60$ mg GAE/g. HB also showed the highest total flavonoid content, notably with *Lactobacillus paracasei* at 167.61 mg GAE/g. DPPH radical scavenging activity in HC showed significant differences among all lactic acid bacteria before and after fermentation. Based on Results, *Lactobacillus paracasei* is deemed suitable for tenderization, HB is identified as promising for functional food, and *Lactobacillus plantarum* stands out for increasing antioxidant activity.

**Keywords** : Berry, Lactic Acid Bacteria, Tenderization, Fermentation, Antioxidant

본 과제(결과물)는 교육부와 한국연구재단의 재원으로 지원을 받아 수행된 3단계 산학연협력 선도대학 육성사업(LINC 3.0)의 연구결과입니다.

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

email: ksc6969@ut.ac.kr

Received December 18, 2023

Revised February 5, 2024

Accepted March 8, 2024

Published March 31, 2024

## 1. 서론

최근 국민의 소득 증가로 인하여 자신에게 필요한 것이 아닌 원하는 것을 소비하고자 한다. 또한, 식품에서는 건강한 식품에 대해 관심이 늘고 있는 추세이다. 그로 인하여 화학 합성품은 사람들에게 있어 부정적 인식을 주고 있어서 화학 합성품이 아닌 천연물을 이용한 식품들이 점차 증가하고 있다[1]. 그 중 산화적 스트레스를 억제하는 항산화 물질이 다량 함유되어 있는 베리류에 대한 관심이 증가하고 있다. 베리류란 작은 과실들이 모여 하나의 베리가 되는 식물군으로 다양한 물질을 함유하고 있다[2]. 그중 polyphenol, flavonoid, tannin 및 유기산 등과 같이 산화적 스트레스를 억제하고, 염증의 생성을 억제하며, 심혈관계 질환을 예방하는 물질들이 함유되어 있다[3,4]. 산화적 스트레스는 세포 내에서 대사과정으로 생성되는 활성산소가 체내에 축적되어 발생하는 것으로 이러한 산화적 스트레스는 암, 고혈압, 심혈관 질환 등 여러 질병과 노화를 발생시키게 된다[1,5]. 그로 인해 체 내에서 산화적 스트레스를 억제하기 위하여 항산화 효소인 superoxide dismutase, catalase 등을 이용하여 세포를 보호하게 된다[5,6]. 하지만 지속적으로 축적되는 활성산소는 체 내에서 생성되는 항산화 효소보다 더욱 많아지게 되는데 그에 따라 체 내에 생성되는 항산화 효소만이 아닌 항산화 물질을 섭취하여 산화적 스트레스를 억제하는 연구들이 증가하고 있다[1,7]. 항산화 활성을 더욱 높이기 위해 유산균을 식품에 첨가하여 발효시키는 연구들도 증가하고 있다. 이러한 유산균으로 알려진 젖산균(*Lactococcus*, *Lactobacillus*, *Leuconostoc* 속)은 배당체 형태로 존재하는 물질들을 당이 없는 비배당체 구조로 발효과정을 통해 바이오 전환을 시킬 수 있다는 것이 발표된 바 있다. 일반적으로 비배당체 구조의 물질들은 배당체 구조에 비해 항산화 활성 등이 큰 것으로 알려져 있다[8-11].

덩굴월귤이라 불리며 철쭉과의 월귤류에 속하는 크랜베리(Cranberry, CB, *Vaccinium vitis-idaea*)는 Ericaceae과, *Vaccinium*속에 속하며 선명한 적색을 나타내고 있고 이러한 적색은 안토시아닌(anthocyanin) 색소, 넓은 의미로는 플라보노이드(flavonoid) 색소에 의해 띠고 있다[6,12]. 이러한 색소들과 페놀화합물들이 우리가 섭취하였을 때 항산화 및 노화 방지, 항균효과 등 건강에 다양한 도움을 준다[12,13]. 이러한 효과로 건강에 대한 관심이 증대하고 있는 현대에 많은 관심을 받고 있다[14].

하니베리(Honeyberry, HB, *Lonicera caerulea*)는 온대지역에서 자라는 인동과의 나무인 덩명이 나무의 열매로 하스캡베리로도 불리는 로니케라속(*Cartripoliaceae*)에 속하는 열매이다[15,16]. 짙은 보라색을 띠는 하니베리는 phenolic acid, flavonoids, antho-cyanins 등의 성분들을 함유하고 있으며 오래전부터 해열제, 해독제 등 민간요법으로 많이 사용되었다[16,17]. 또한, 여러 성분들을 통해 항산화 효과, 항염증효과, 간기능개선효과 등 다양한 연구들이 진행되고 있으며 국외에서 활발하게 연구되고 있다[16-23].

하지만 하니베리에 관련한 국외의 연구는 활발하게 진행되고 있음에도 불구하고 국내의 연구는 다소 미흡한 실정이다. 그러므로 국내 선행 연구가 많아 객관적인 효능이 입증된 크랜베리와 비교하여 하니베리의 가치에 대한 증명을 하고자 한다. 또한, 베리류에 대한 각각의 연구는 많이 진행되었지만 혼합물에 대한 연구는 전무한 실정으로 본 연구에서는 크랜베리와 하니베리, 혼합물의 효능을 밝히고, 식품산업에서 품질 향상을 위한 소재로 활용될 수 있는 기초자료를 마련하고자 한다. 기능성 베리류인 하니베리와 크랜베리는 생과로 식용하기 어려워 식품이나 음료로 가공함으로써 항산화활성이 높은 제품을 다양한 방법으로 섭취하고자 하는 연구가 이루어지고 있으며, 아직까지 베리류를 고기소스에 넣은 개발 사례가 미비한 수준이다[24,25]. 따라서 사람들의 기대 수명의 증가로 인하여 질병 예방이 식품의 트렌드가 되었으며, 면역에 대한 관심이 증가하여 여러 건강 식품들의 시장 규모가 확대 되었으므로 그에 따라 육가공품들도 이에 맞춰 연구하고자 한다[26].

## 2. 재료 및 방법

### 2.1 실험재료

실험재료인 소고기는 목우촌 국내산 소고기 등심(큐브)를 구매하여 사용하였다. 또한, 하니베리(HB)는 Prairie Hill Farms Ltd.에서 제조한 냉동 하니베리를 완전히 해동시킨후 착즙기(Hurom\_H300L)를 이용하여 착즙해 사용하였으며, 크랜베리(CB)는 Scenic Fruit Company에서 제조한 냉동 크랜베리를 하니베리와 동일한 방법으로 착즙하여 실험을 진행하였다. 또한, 하니베리 착즙액과 크랜베리 착즙액을 각각 50%씩 혼합하여 하니크랜베리(HC) 착즙액을 사용하였다.

## 2.2 유산균 발효 착즙액 제조

유산균 발효물 제조를 위해 한국교통대학교 식품생명 학부에서 분양받은 *Leuconostoc mesenteroides* MGE3138(L. m), *Lactobacillus plantarum* MGE3143(L. pl), *Lactobacillus paracasei* MGE3016(L. pa) 균주를 사용하였으며, 각각 백금미로 한 집락 채취해 MRS Broth(Difco Co., USA) 배지에 1 차 접종 후 37°C, 24시간 배양하고 배양액 100 ul를 10 mL MRS Broth에 2차 접종 후 37°C, 24시간 증균배양 을 실시하였다. 착즙액 200 ml를 autoclave(C-AC-1, chang shin science, korea)를 이용하여 60 °C, 30분 살균을 하였다. 그 후 유산균 배양액 2 mL를 살균한 착즙액 300 ml에 각각 접종 후 37°C, 72시간 발효를 진행 하였다. 이는 항산화 활성이 발효 3일에 가장 큰 활성을 가진다는 Lim의 연구[27]에 따라 발효하였다.

## 2.3 조직감

전단력은 경도(Hardness)는 Nam 등의 연구의 방법 을 응용하여 측정하였다[28]. 시료를 2 cm × 2 cm × 2 cm로 정형한 후 근섬유 방향과 직각이 되도록 하여 Texture analyzer (CT3 4500, Brookfield, USA)로 5 회 측정하였다. TA-25/1000 50.8 mm D probe를 장 착하였으며 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 측정하 였다[28]. 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 원 심분리 후 보수력 계산법을 이용하여 보수력을 측정하였다.

## 2.5 총 폴리페놀 함량 측정

총 폴리페놀 함량은 Folin-Denis법을 응용하여 측정 하였다[29]. 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 mL 를 가하고 실온 암소에서 1시간 반응시켰다. 반응 후 spectrophotometer(Optizen POP, Mecasys Co., Korea)를 이용하여 750 nm 파장에서 흡광도를 측정하 였다. 대조구는 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[30]의 방법을 응용하 여 측정하였다. 시료 5 mL에 5 % sodium nitrite 0.75 mL를 혼합하여 실온에서 6분간 반응시킨 후 10 % aluminium chloride 1.5 mL를 첨가하고 실온에서 5 분간 반응시킨 다음 1 N NaOH 5 mL와 혼합한 후 spectrophotometer를 이용하여 510 nm에서 흡광도 를 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[31]. 시료 1 mL에 0.2 mM DPPH 용액(99.9 % ethyl alcohol에 용해) 9 mL를 가하고 10초간 혼합한 후 실온 암소에서 10분간 반응시키고 spectrophotometer를 이 용하여 517 nm 파장에서 흡광도를 측정하였다. 이때 전 자공여능은 시료 첨가군과 시료 무첨가군의 흡광도 차이 를 백분율(%)로 구하였다.

# 3. 결과 및 고찰

## 3.1 총 폴리페놀 함량

유산균의 종류를 달리한 베리류 착즙액의 총 폴리페놀 함량은 Fig. 1과 같다. 총 폴리페놀 함량은 HB *Leuconostoc mesenteroides*가 114.54 mg GAE/g로 가장 높았다. 베리류 중에서는 HB가 가장높은 함량을 보였으며, 각 시 료별로 HB *Leuconostoc mesenteroides*이 114.54± 0.60 mg GAE/g으로 유의적인 차이가 나타나진 않았지 만 가장 높았고, CB는 *Lactobacillus paracasei*이 78.70±0.57 mg GAE/g로 유의적으로 가장 높게 나타 났다. HC은 *Lactobacillus plantarum*이 102.60± 0.29 mg GAE/g로 유의적으로 가장 높은 함량이 나타 났다. 이는 유산균 발효에 의한 폴리페놀 함량의 증가는 Yoon 등의 연구[32]를 참고하여 유산균의 종류에 따라 발효전후의 폴리페놀 함량이 더욱 증가한 것이 유사한 경향을 나타냈다.

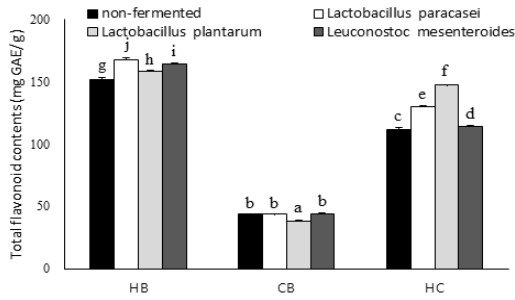


Fig. 1. Comparison of Total polyphenol content in beery juice from fermented with different Lactobacillus, In each Sample, a-i superscripts are significantly different at  $p < 0.05$  by Duncan's multiple range test (HB: Honey berry, CB: Cran berry, HC: Honey Cran berry)

### 3.2 총 플라보노이드 함량

유산균의 종류를 달리한 베리류 착즙액의 총 플라보노이드 함량은 Fig. 2와 같다. 총 플라보노이드 함량은 HB *Lactobacillus paracasei*가 167.61 mg GAE/g로 가장 높았다. 베리류 중에서는 HB가 가장 높은 함량을 보였으며, 각 시료별로 HB *Lactobacillus paracasei*가  $167.61 \pm 1.94$  mg GAE/g로 유의적으로 가장 높았으며, CB는 *Leuconostoc mesenteroides*이  $44.27 \pm 0.37$  mg GAE/g로 CB 중 유의적으로 가장 높았다. HC은 *Lactobacillus plantarum*이  $147.33 \pm 0.55$  mg GAE/g로 유의적으로 가장 높은 함량이 나타났다. 이는 유산균의 종류에 따라 총 플라보노이드 함량의 차이가 발생한다는 Yang 등의 연구[33]를 참고하였으며, Lee 등의 연구[30]를 참고하여 유산균 발효를 통하여 총 플라보노이드 함량이 증가하는 유사한 결과가 나타났다.

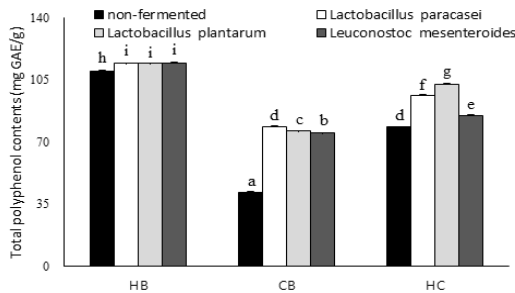


Fig. 2. Comparison of Total flavonoid content in beery juice from fermented with different Lactobacillus, In each Sample, a-j superscripts are significantly different at  $p < 0.05$  by Duncan's multiple range test (HB: Honey berry, CB: Cran berry, HC: Honey Cran berry)

### 3.3 DPPH radical 소거능

유산균의 종류를 달리한 베리류 착즙액의 DPPH radical 소거능은 Fig. 3과 같다. DPPH radical 소거능은 HB 일반착즙액이  $94.38 \pm 0.17$  %로 유의적이지 않지만 가장 높은 소거능을 보였으며, CB 일반착즙액이  $65.21 \pm 10.49$  %로 가장 낮은 소거능을 보였다. 시료 중에서는 HB가 가장 높은 소거능을 보였으며, 유산균들 중에서는 HB 일반착즙액이 유의적인 차이를 보이지는 않았지만 가장 높았고, CB *Leuconostoc mesenteroides*가 유의적으로 가장 높게 나타났다. HC은 유의적인 차이는 없었지만 *Lactobacillus plantarum*이 가장 높은 소거능을 보였다. HB의 경우 일반착즙액이 가장 소거능이 높았지만 유의적인 차이가 없었기 때문에 일반착즙액의 소거능이 높다고 볼 수는 없으며 CB와 HC의 경우 유산균 발효를 진행한 시료들이 유의적으로 소거능이 증가했다. 이는 발효를 통하여 DPPH 소거능이 증가한다는 Park 등의 연구[34]와 동일하게 발효에 의하여 DPPH의 소거능이 증가할 수 있다는 결과가 나타났다.

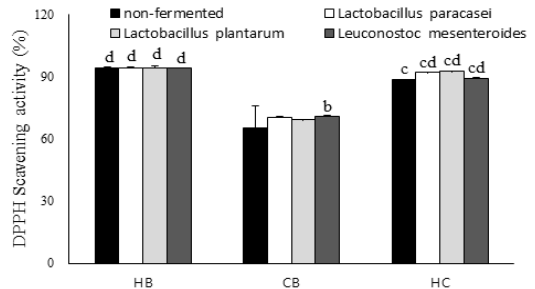


Fig. 3. Comparison of DPPH radical scavenging activity in beery juice from fermented with different Lactobacillus, In each Sample, a-d superscripts are significantly different at  $p < 0.05$  by Duncan's multiple range test (HB: Honey berry, CB: Cran berry, HC: Honey Cran berry)

### 3.4 조직감

발효 베리 착즙액을 첨가한 소고기 등심의 연육화를 알아보기 위하여 48 시간마다 총 8 일간 Texture Analyzer를 이용해 측정한 결과를 Table 1로 나타냈다. hardness의 경우 HB에서는 *Lactobacillus paracasei*이  $28.17 \pm 4.65 / 18.67 \pm 1.76$ 로 유의적으로 가장 크게 감소하였으며, CB에서는 *Lactobacillus plantarum*이  $21.89 \pm 2.89 / 15.33 \pm 0.29$ 로 유의적으로 가장 크게 감소하였다. HC은 *Lactobacillus paracasei*이  $23.67 \pm 3.33 / 13.83 \pm 1.04$ 로 유의적으로 가장 크게 감소하였다.

Table 1. Texture characteristics of pork aged with fermented berry juice with different Lactobacillus

days		0	2	4	6	8
hardness						
HB	NF	23.00±2.00 <sup>ab</sup>	20.50±3.97 <sup>ab</sup>	22.67±4.04 <sup>b</sup>	23.33±2.57 <sup>ab</sup>	17.50±0.50 <sup>a</sup>
	PR	28.17±4.65 <sup>c</sup>	24.50±3.46 <sup>bc</sup>	24.67±2.25 <sup>bc</sup>	19.42±1.94 <sup>ab</sup>	18.67±1.76 <sup>a</sup>
	PL	21.17±4.86 <sup>ab</sup>	16.67±0.58 <sup>a</sup>	24.50±0.50 <sup>b</sup>	20.17±4.04 <sup>ab</sup>	16.33±1.61 <sup>a</sup>
	LM	25.00±5.41 <sup>b</sup>	16.33±2.75 <sup>a</sup>	24.50±1.32 <sup>b</sup>	19.67±1.76 <sup>ab</sup>	23.17±4.07 <sup>b</sup>
CB	NF	20.50±5.27 <sup>a</sup>	18.33±6.71 <sup>a</sup>	13.67±1.04 <sup>a</sup>	21.00±7.57 <sup>a</sup>	17.67±3.06 <sup>a</sup>
	PR	22.17±7.82 <sup>a</sup>	19.17±5.97 <sup>a</sup>	18.83±4.07 <sup>a</sup>	17.00±7.00 <sup>a</sup>	19.83±7.85 <sup>a</sup>
	PL	21.89±2.89 <sup>bc</sup>	18.50±3.28 <sup>ab</sup>	20.50±2.18 <sup>bc</sup>	23.50±2.00 <sup>c</sup>	15.33±0.29 <sup>a</sup>
	LM	26.67±5.03 <sup>b</sup>	16.67±0.29 <sup>a</sup>	21.83±4.62 <sup>ab</sup>	17.50±2.18 <sup>a</sup>	17.67±4.16 <sup>a</sup>
HC	NF	25.17±7.52 <sup>a</sup>	24.33±8.98 <sup>a</sup>	18.67±7.29 <sup>a</sup>	17.17±3.33 <sup>a</sup>	20.50±6.50 <sup>a</sup>
	PR	23.67±3.33 <sup>c</sup>	24.23±1.91 <sup>c</sup>	17.83±2.08 <sup>b</sup>	19.33±1.04 <sup>b</sup>	13.83±1.04 <sup>a</sup>
	PL	23.50±3.00 <sup>b</sup>	17.17±3.06 <sup>a</sup>	25.33±4.54 <sup>b</sup>	15.00±2.18 <sup>a</sup>	15.50±1.50 <sup>a</sup>
	LM	26.50±1.32 <sup>d</sup>	14.83±1.26 <sup>a</sup>	21.67±3.88 <sup>c</sup>	19.17±2.08 <sup>bc</sup>	17.00±1.32 <sup>ab</sup>
cohesiveness						
HB	NF	0.52±0.51 <sup>a</sup>	0.91±0.29 <sup>a</sup>	0.72±0.10 <sup>a</sup>	0.54±0.39 <sup>a</sup>	0.54±0.09 <sup>a</sup>
	PR	0.94±0.20 <sup>a</sup>	0.65±0.34 <sup>a</sup>	0.86±0.17 <sup>a</sup>	0.91±0.23 <sup>a</sup>	0.50±0.42 <sup>a</sup>
	PL	0.82±0.36 <sup>a</sup>	0.70±0.29 <sup>a</sup>	0.61±0.20 <sup>a</sup>	0.87±0.15 <sup>a</sup>	0.79±0.41 <sup>a</sup>
	LM	0.65±0.82 <sup>a</sup>	0.80±0.21 <sup>a</sup>	0.50±0.07 <sup>a</sup>	0.87±0.15 <sup>a</sup>	0.60±0.49 <sup>a</sup>
CB	NF	0.86±0.30 <sup>ab</sup>	1.10±0.25 <sup>ab</sup>	0.75±0.43 <sup>ab</sup>	0.57±0.41 <sup>a</sup>	1.24±0.14 <sup>b</sup>
	PR	1.09±0.64 <sup>a</sup>	0.88±0.35 <sup>a</sup>	0.86±0.34 <sup>a</sup>	1.11±0.19 <sup>a</sup>	1.36±0.46 <sup>a</sup>
	PL	1.02±0.06 <sup>a</sup>	1.04±0.50 <sup>a</sup>	0.89±0.25 <sup>a</sup>	1.33±0.10 <sup>a</sup>	1.00±0.23 <sup>a</sup>
	LM	0.97±0.11 <sup>a</sup>	0.97±0.35 <sup>a</sup>	1.15±0.31 <sup>a</sup>	0.77±0.17 <sup>a</sup>	0.78±0.37 <sup>a</sup>
HC	NF	0.94±0.31 <sup>a</sup>	0.85±0.42 <sup>a</sup>	0.80±0.33 <sup>a</sup>	1.14±0.41 <sup>a</sup>	0.70±0.68 <sup>a</sup>
	PR	0.73±0.07 <sup>a</sup>	0.98±0.21 <sup>a</sup>	1.25±0.12 <sup>a</sup>	0.71±0.24 <sup>a</sup>	0.55±0.87 <sup>a</sup>
	PL	0.77±0.38 <sup>a</sup>	0.87±0.31 <sup>a</sup>	0.77±0.13 <sup>a</sup>	0.41±0.15 <sup>a</sup>	0.66±0.50 <sup>a</sup>
	LM	0.92±0.09 <sup>ab</sup>	0.36±0.73 <sup>a</sup>	1.23±0.16 <sup>b</sup>	0.74±0.16 <sup>ab</sup>	0.81±0.43 <sup>ab</sup>
springiness						
HB	NF	0.98±0.03 <sup>b</sup>	0.79±0.08 <sup>a</sup>	0.86±0.14 <sup>ab</sup>	0.91±0.12 <sup>ab</sup>	0.93±0.03 <sup>ab</sup>
	PR	0.89±0.13 <sup>a</sup>	0.96±0.04 <sup>a</sup>	0.92±0.14 <sup>a</sup>	0.93±0.10 <sup>a</sup>	0.78±0.07 <sup>a</sup>
	PL	0.87±0.18 <sup>a</sup>	0.89±0.17 <sup>a</sup>	0.78±0.03 <sup>a</sup>	0.94±0.04 <sup>a</sup>	0.93±0.08 <sup>a</sup>
	LM	0.88±0.16 <sup>a</sup>	0.93±0.06 <sup>a</sup>	1.00±0.00 <sup>a</sup>	0.95±0.09 <sup>a</sup>	0.95±0.09 <sup>a</sup>
CB	NF	0.98±0.03 <sup>a</sup>	0.96±0.07 <sup>a</sup>	0.96±0.07 <sup>a</sup>	1.00±0.01 <sup>a</sup>	1.00±0.00 <sup>a</sup>
	PR	0.94±0.06 <sup>a</sup>	0.96±0.05 <sup>a</sup>	0.94±0.06 <sup>a</sup>	1.00±0.00 <sup>a</sup>	1.00±0.00 <sup>a</sup>
	PL	0.93±0.07 <sup>a</sup>	0.95±0.08 <sup>a</sup>	1.00±0.00 <sup>a</sup>	1.00±0.00 <sup>a</sup>	1.00±0.00 <sup>a</sup>
	LM	0.95±0.04 <sup>a</sup>	1.00±0.00 <sup>a</sup>	1.00±0.00 <sup>a</sup>	0.97±0.05 <sup>a</sup>	1.00±0.00 <sup>a</sup>
HC	NF	0.92±0.13 <sup>a</sup>	0.92±0.09 <sup>a</sup>	0.94±0.07 <sup>a</sup>	1.00±0.00 <sup>a</sup>	0.97±0.05 <sup>a</sup>
	PR	0.92±0.13 <sup>a</sup>	0.95±0.09 <sup>a</sup>	1.00±0.00 <sup>a</sup>	0.94±0.10 <sup>a</sup>	0.97±0.05 <sup>a</sup>
	PL	0.90±0.09 <sup>a</sup>	0.84±0.16 <sup>a</sup>	0.86±0.07 <sup>a</sup>	0.83±0.05 <sup>a</sup>	0.95±0.07 <sup>a</sup>
	LM	0.88±0.13 <sup>a</sup>	0.83±0.15 <sup>a</sup>	0.91±0.10 <sup>a</sup>	0.98±0.03 <sup>a</sup>	0.93±0.09 <sup>a</sup>
chewiness						
HB	NF	17.43±0.75 <sup>ab</sup>	14.53±5.00 <sup>ab</sup>	14.90±7.41 <sup>ab</sup>	21.43±7.85 <sup>b</sup>	8.90±1.91 <sup>a</sup>
	PR	23.97±6.65 <sup>b</sup>	16.73±4.41 <sup>ab</sup>	20.03±4.29 <sup>b</sup>	16.67±3.65 <sup>ab</sup>	8.40±3.97 <sup>a</sup>
	PL	16.50±4.76 <sup>a</sup>	11.03±2.68 <sup>a</sup>	11.67±3.37 <sup>a</sup>	16.90±2.05 <sup>a</sup>	12.20±2.42 <sup>a</sup>
	LM	30.80±8.10 <sup>b</sup>	12.00±2.61 <sup>a</sup>	12.47±2.35 <sup>a</sup>	16.67±5.00 <sup>a</sup>	18.43±1.63 <sup>a</sup>
CB	NF	21.77±3.22 <sup>b</sup>	18.20±0.79 <sup>ab</sup>	17.67±7.81 <sup>ab</sup>	18.20±5.15 <sup>ab</sup>	9.97±6.26 <sup>a</sup>
	PR	25.33±8.98 <sup>a</sup>	16.33±7.13 <sup>a</sup>	20.40±7.26 <sup>a</sup>	23.23±5.26 <sup>a</sup>	15.50±7.15 <sup>a</sup>
	PL	20.70±3.04 <sup>a</sup>	17.23±3.81 <sup>a</sup>	17.53±2.54 <sup>a</sup>	31.30±2.56 <sup>b</sup>	15.27±2.80 <sup>a</sup>
	LM	25.23±4.41 <sup>b</sup>	16.17±4.16 <sup>a</sup>	24.73±3.30 <sup>b</sup>	12.97±2.56 <sup>a</sup>	14.50±4.78 <sup>a</sup>
HC	NF	31.43±3.17 <sup>b</sup>	24.83±3.99 <sup>b</sup>	14.20±6.76 <sup>a</sup>	26.47±2.05 <sup>b</sup>	22.37±4.80 <sup>ab</sup>
	PR	15.97±6.96 <sup>a</sup>	22.57±7.91 <sup>a</sup>	22.10±3.52 <sup>a</sup>	13.37±6.12 <sup>a</sup>	12.03±3.37 <sup>a</sup>
	PL	23.00±8.02 <sup>b</sup>	12.33±5.36 <sup>ab</sup>	13.83±5.36 <sup>ab</sup>	5.13±2.30 <sup>a</sup>	9.63±7.32 <sup>a</sup>
	LM	21.10±3.99 <sup>a</sup>	15.70±0.56 <sup>a</sup>	24.50±6.06 <sup>a</sup>	14.50±5.44 <sup>a</sup>	13.53±9.21 <sup>a</sup>

Results are expressed as the mean±SD, a-c superscripts are significantly different at  $p<0.05$  by Duncan's multiple range test. (HB: Honey berry, CB:Cran berry, HC:Honey Cran berry).

Table 2. Water holding capacity of pork aged with fermented berry juice with different Lactobacillus

days		0	2	4	6	8
WHC(%)						
HB	NF	46.88±0.08 <sup>b</sup>	42.99±0.01 <sup>ab</sup>	42.80±0.02 <sup>ab</sup>	45.54±0.03 <sup>ab</sup>	38.52±0.01 <sup>a</sup>
	PR	46.17±0.02 <sup>b</sup>	39.01±0.02 <sup>a</sup>	43.90±0.05 <sup>ab</sup>	41.72±0.01 <sup>ab</sup>	43.58±0.01 <sup>ab</sup>
	PL	44.43±0.03 <sup>b</sup>	41.97±0.05 <sup>b</sup>	39.80±0.00 <sup>b</sup>	39.91±0.00 <sup>b</sup>	34.52±0.00 <sup>a</sup>
	LM	42.34±0.02 <sup>ab</sup>	42.50±0.04 <sup>ab</sup>	40.26±0.02 <sup>ab</sup>	44.33±0.03 <sup>b</sup>	38.15±0.01 <sup>a</sup>
CB	NF	56.66±0.09 <sup>ab</sup>	60.35±0.03 <sup>b</sup>	55.00±0.02 <sup>ab</sup>	49.79±0.04 <sup>a</sup>	56.29±0.01 <sup>ab</sup>
	PR	45.78±0.03 <sup>ab</sup>	59.15±0.01 <sup>c</sup>	46.56±0.02 <sup>ab</sup>	48.54±0.04 <sup>b</sup>	42.48±0.01 <sup>a</sup>
	PL	46.76±0.03 <sup>a</sup>	47.12±0.01 <sup>a</sup>	48.98±0.04 <sup>a</sup>	47.87±0.08 <sup>a</sup>	41.78±0.02 <sup>a</sup>
	LM	51.28±0.01 <sup>b</sup>	53.31±0.05 <sup>b</sup>	53.61±0.05 <sup>b</sup>	49.28±0.01 <sup>b</sup>	37.90±0.01 <sup>a</sup>
HC	NF	51.54±0.06 <sup>a</sup>	49.28±0.01 <sup>a</sup>	47.10±0.03 <sup>a</sup>	49.22±0.01 <sup>a</sup>	45.67±0.01 <sup>a</sup>
	PR	43.54±0.06 <sup>a</sup>	44.73±0.04 <sup>a</sup>	40.97±0.04 <sup>a</sup>	43.42±0.02 <sup>a</sup>	41.50±0.00 <sup>a</sup>
	PL	48.11±0.00 <sup>ab</sup>	49.91±0.02 <sup>b</sup>	47.57±0.05 <sup>ab</sup>	44.64±0.01 <sup>a</sup>	48.18±0.01 <sup>ab</sup>
	LM	48.23±0.04 <sup>a</sup>	45.97±0.04 <sup>a</sup>	45.84±0.01 <sup>a</sup>	46.75±0.04 <sup>a</sup>	43.31±0.01 <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. (HB: Honey berry, CB: Cran berry, HC: Honey Cran berry).

chewiness의 경우 HB에서는 *Leuconostoc mesenteroides* 이 30.80±8.10/18.43±1.63로 유기적으로 가장 크게 감소하였다. CB에서는 *Leuconostoc mesenteroides* 이 25.23±4.41/14.50±4.78로 유기적으로 가장 크게 감소하였다. HC에서는 *Lactobacillus plantarum*이 23.00±8.02/9.63±7.32로 유기적으로 가장 크게 감소하였다. hardness와 chewiness가 전체적으로 감소하는 경향을 보이는데, 이는 각각의 착즙액의 낮은 pH (HB:2.93±0.02, CB:2.76±0.02, HC:3.17±0.03)가 조직감에 영향을 줄 수 있다는 Park 등의 연구[35]에 따라 pH가 낮아짐에 따라 연육효과가 증진되는 결과와 유사한 경향을 보이고 있으며, Sunantha 등의 연구[36]에 따르면 발효 과정 중 protease 활성의 증가로 단백질 분해가 일어나 hardness가 감소한다고 밝혀져 있다. 따라서, 베리류에 낮은 pH와 첨가된 유산균으로 인해 protease의 활성이 증가하여 전반적으로 hardness가 감소한 것으로 사료된다.

### 3.5 보수력

발효 베리 착즙액을 첨가한 소고기 등심의 보수력을 Table 2로 나타냈다. 보수력은 처음 숙성을 진행하기 전 CB 일반착즙액이 56.66±0.09로 가장 높게 나타났고, 숙성 8 일차에도 56.29±0.01로 가장 높게 나타났다. HB의 경우 숙성 0 일차와 숙성 8 일차가 유의적인 차이를 보였고, CB의 경우 *Lactobacillus paracasei*와 *Leuconostoc mesenteroides*이 유의적인 차이를 보였다. HC의 경우 숙성 0 일차와 숙성 8 일차가 유의적인 차이가 나타나지

않았다. 이는 시료의 pH가 등전점 부근인 5.2에서 낮은 보수력을 가진다는 Ha 등의 연구[37]를 참고하여 시료가 점점 5.2의 pH와 근접하여 등전점에 가까워졌기 때문에 보수력이 점점 낮아진다고 판단하였다.

## 4. 결론

본 연구에서는 우육의 등심 부위로 유산균 발효 베리류 착즙액을 이용해 유산균 발효를 통한 착즙액의 총 폴리페놀 함량, 총 플라보노이드 함량, DPPH 소거능의 결과를 알아보고, 그에 따른 숙성 전후의 조직감과 보수력을 분석하였다. 총 폴리페놀 함량은 시료별로는 HB가 가장 높게 측정되었으며, HC, CB 순으로 높게 나타났다. 발효가 진행됨에 따라 총 폴리페놀 함량이 증가하였다. HB는 모든 유산균에서 일반착즙액과 유의적인 차이를 보였으며, CB는 *Lactobacillus paracasei*, HC는 *Lactobacillus plantarum*가 유의적으로 높은 수치가 나타났다. 총 플라보노이드 함량은 시료 중에서는 HB가 가장 높은 수치를 나타냈고, 다음으로 HC, CB 순으로 높은 수치가 나타났다. 유산균 중에서는 HB는 *Lactobacillus paracasei*가 유의적으로 가장 높은 수치가 나타났으며, CB의 경우 일반착즙액과 발효착즙액이 유의적인 차이가 나타나지 않았다. HC의 경우 *Lactobacillus plantarum*이 유의적으로 가장 높은 수치가 나타났다. DPPH 소거능은 시료들 중에는 HB가 가장 높은 소거능을 나타냈으며, HC, CB 순으로 높게 나타났다. 유산균 중에서는 HB가 발효

착즙액이 조금 더 높은 수치를 나타냈지만 유의적인 차이가 있지는 않았으며, CB의 경우 *Leuconostoc mesenteroides*가 유의적으로 가장 높았다. HC은 *Lactobacillus plantarum*에서 가장 높게 나타났지만 다른 유산균들과 유의적인 차이는 나타나지 않았다. 조직감은 hardness의 경우 HB에서 *Lactobacillus paracasei*, CB에서 *Lactobacillus plantarum*, HC에서 *Lactobacillus paracasei*이 유의적으로 가장 큰 폭으로 낮아졌으며, chewiness의 경우 HB에서는 *Leuconostoc mesenteroides*, CB에서는 *Leuconostoc mesenteroides*, HC에서는 *Lactobacillus plantarum*이 유의적으로 가장 큰 폭으로 낮아졌다. 보수력은 HB는 전체적으로 숙성 과정에서 유의적으로 감소하는 경향을 보였으며, CB의 경우 *Lactobacillus paracasei*와 *Leuconostoc mesenteroides*에서만 유의적으로 감소하는 경향을 보였다. HC의 경우 감소하긴 하였지만 유의적인 차이는 보이지 않았다.

본 연구의 결과를 토대로 우육의 연육화에 적합한 유산균은 *Lactobacillus paracasei*로 판단된다. 또한, 식품 품질향상으로서 활용 가능성이 높은 베리류는 하니베리로 판단되며 항산화 활성 증가에 가장 적합한 유산균 *Lactobacillus plantarum*으로 판단된다.

## References

- [1] Y. S. Lee, J. H. Yoo, H. J. Lee, "Comparative Evaluation of Extraction and Processing Methods on Antioxidative Contents and Radical Scavenging Activity of Honeyberry", *FoodService Industry Journal*, 12(4), 35-46 (2016). DOI: <http://doi.org/10.22509/kfsa.2016.12.4.003>
- [2] J. Y. Yang, S. K. Jung, K. M. Song, Y. H. Kim, N. H. Lee, et al. "Quality Characteristics of Sikhye made with Berries", *East Asian Soc Dietary Life*, 25.6: 1007-1017 (2015). DOI: <http://doi.org/10.17495/easdl.2015.12.25.6.1007>
- [3] Y. C. Lee, J. H. Lee, S. D. Kim, M. S. Chang, I. S. Jo, et al. "Chemical Composition, Functional Constituents, and Antioxidant Activities of Berry Fruits Produced in Korea", *J Korean Soc Food Sci Nutr*, 44(9), 1295-1303 (2015). DOI: <http://doi.org/10.3746/jkfn.2015.44.9.1295>
- [4] B. H. Park, K. M. Koh, M. H. Cha, O. J. Kim, E. R. Jeon, "Quality Characteristics of Dried Noodle Prepared with Strawberry Powder", *Korean Soc. Food Cult* 890 31.1 (2016). DOI: <http://doi.org/10.7318/KJFC/2016.31.1.088>
- [5] M. H. Kim, Y. S. Moon, S. M. Kang, H. S. Kim, S. J. 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 - Iksuoyoungjigogami with *Scutellariae Radix* and *Houttuynia cordata* Thunb", *Journal of Korean Medicine*, 32.2 (2022). DOI: <https://doi.org/10.18325/jkmr.2022.32.2.1>
- [6] H. N. Lee, J. M. Lee, Y. H. Chang. "Quality Characteristics of Makgeolli Supplemented with Cranberries", *East Asian Soc Dietary*, 23.1: 85-91 (2013).
- [7] C. S. Park, D. H. Kim. "Biological Activities of Extracts from *Scutellaria baicalensis*, *Zizyphus jujuba* and *Atractylodes macrocephala*", *Kor. J. Herbology*, 23.3: 41-51 (2008).
- [8] B. C. Lee, H. S. Kim, "Antioxidant and Anti-inflammatory Effects of Fermented Eggplant Fruit Extracts with *Leuconostoc mesenteroides* KD20", *J. Kor. Soc. Cosmetol.* Vol. 27, No. 5, pp. 1278-1285 (2021). DOI: <https://doi.org/10.52660/JKSC.2021.27.5.1278>
- [9] M. H. Kim, S. J. Choi, H. I. Choi, J. P. Choi, H. K. Park, et al. "Lactobacillus plantarum-derived Extracellular Vesicles Protect Atopic Dermatitis Induced by *Staphylococcus aureus*-derived Extracellular Vesicles", *Allergy Asthma & Immunology Research*, 10(5), 516-532 (2018). DOI: <https://doi.org/10.4168/aair.2018.10.5.516>
- [10] Y. E. Kim, M. A. Yeo, H. J. Han, J. M. Lee, S. K. Jung, et al. "Aureobasidium pullulans Ferment of Black Tea for Anti-oxidation, Whitening and Anti-wrinkle Effects", *J. Soc. Cosmet. Sci. Korea*, 43(3), 265-271 (2017). DOI: <https://doi.org/10.15230/SCSK.2017.43.3.265>
- [11] S. E. Kim, I. C. Lee, "A Study on the Bioactive Characteristics of *Annona muricata* Bark Extracts", *J. Korea Soc. Beauty Art*, 20(3), 179-192 (2019).
- [12] S. Y. Lee, H. C. Jeong, "Quality Characteristics of Pound Cake Added with Squeezed Cranberry Juice", *FoodService Industry Journal*, 18.2: 49-60 (2022). DOI: <https://doi.org/10.22509/kfsa.2022.18.2.003>
- [13] J. H. Lee, Y. J. Ji, "Quality and Antioxidant Properties of Gelatin Jelly Incorporated with Cranberry Concentrate", *Korean Soc Food Sci Nutr*, 44.7: 1100-1103 (2015). DOI: <http://doi.org/10.3746/jkfn.2015.44.7.1100>
- [14] H. L. An, K. S. Lee, "Quality Characteristics of Pan Bread by the Addition of Cranberry Powder", *East Asian Soc Dietary Life*, 20.5: 697-705 (2010).
- [15] Rabie Khattab, Marianne Su-Ling Brooks & Amyl Ghanem, "Phenolic Analyses of Haskap Berries (*Lonicera caerulea* L.): Spectrophotometry Versus High Performance Liquid Chromatography", *International Journal of Food Properties*, 19:8, 1708-1725. (2016) DOI: <https://doi.org/10.1080/10942912.2015.1084316>
- [16] D. H. Lee, H. J. Chung. "Quality characteristics and antioxidant activities of jelly containing honeyberry powder", *Korean J. Food Preserv*, 27.1: 111-118 (2020). DOI: <https://doi.org/10.11002/kjfp.2020.27.1.111>

- [17] Y. S. Lee, J. H. Yoo, H. J. Lee, "Comparative Evaluation of Extraction and Processing Methods on Antioxidative Contents and Radical Scavenging Activity of Honeyberry", *FoodService Industry Journal*, 12(4),35-46 (2016).  
DOI: <https://doi.org/10.22509/kfsa.2016.12.4.003>
- [18] Z. Xiang, Z. Ning, "Scavenging and antioxidant properties of compound derived from chlorogenic acid in South-China honeysuckle", *Food Science and Technology*, 41(7): 1189-1203 (2008).  
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2007.08.006>
- [19] L. Zhao, S. Li, L. Zhao, Y. Zhu, T. Hao, "Antioxidant Activities and Major Bioactive Components of Consecutive Extracts from Blue Honeysuckle (*Lonicera Caerulea* L.) Cultivated in China", *Journal of Food Biochemistry* 39(6): 653-662 (2015).  
DOI: <https://doi.org/10.1111/jfbc.12173>
- [20] X. H. Jin, Kazuhiro Ohgami, Kenji Shiratori, Yukari Suzuki, Yoshikazu Koyama, et al. "Effects of blue honeysuckle (*Lonicera caerulea* L.) extract on lipopolysaccharide-induced inflammation in vitro and in vivo", *Experimental Eye Research* 82(5): 860-867 (2006).  
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.exer.2005.10.024>
- [21] S. Wu, X. He, X. Wu, S. Qin, J. He, et al, "Inhibitory effects of blue honeysuckle (*Lonicera caerulea* L) on adjuvant-induced arthritis in rats: Crosstalk of anti-inflammatory and antioxidant effects", *Journal of Functional Foods* 17: 514-523 (2015).  
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jff.2015.06.007>
- [22] A. Jurgonski, J. Juskiewicz, Z. Zdunczyk, "An anthocyanin-rich extract from Kamchatka honeysuckle increases enzymatic activity within the gut and ameliorates abnormal lipid and glucose metabolism in rats", *Nutrition* 29(6): 898-902 (2013).  
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.nut.2012.11.006>
- [23] Fomenko SE, Kushnerova NF, Sprygin VG, Momot TV. "Hepatorotective activity of honeysuckle fruit extract in carbon tetrachloride intoxicated rats", *Eksp Klin Farmakol*. 2014; 77(10):26-30 (2014).
- [24] H. W. Mo, Y. H. Jung, J. S. Jeong, K. H. Choi, S. W. Choi, et al, "Quality Characteristics of Vinegar Fermented Using *Omiija*(*Schizandra chinensis* Baillon)", *J Korean Soc Food Sci Nutr*, 42.3 (2013): 441-449.  
DOI: <http://doi.org/10.3746/jkfn.2013.42.3.441>
- [25] H. J. Park, S. H. Jeong, H. H. Yoon, J. H. Jung, J. Y. Song, "Optimization of the Acetic Acid Fermentation for Aronia Vinegar using Response Surface Methodology", *KOREAN J. FOOD COOK. SCI*. Vol. 30, No.6, pp. 792~799 (2014).  
DOI: <https://doi.org/10.9724/kfcs.2014.30.6.792>
- [26] K. M. Kang, H. Y. Kim, Y. J. Kim, D. H. Shin, S. H. Yu, et al, "Antioxidant Activity of Beef Tteokgalbi Added with Raspberry and Shiitake Mushroom Powder", *Resources Science Research*, 2(2):86-95 (2020).  
DOI: <https://doi.org/10.52346/rsr.2020.2.2.86>
- [27] 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>
- [28] 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>
- [29] Folin, Otto, 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)
- [30] 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>
- [31] Blois, Marsden S. "Antioxidant determinations by the use of a stable free radical", *Nature* 181.4617 (1958): 1199-1200.  
DOI: <http://doi.org/10.1038/1811199a0>
- [32] Y. C. Yoon, B. H. Kim, J. K. Kim, J. H. Lee, Y. E. Park, 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 (2018): 688-696.  
DOI: <https://doi.org/10.5352/JLS.2018.28.6.688>
- [33] H. S. Yang, Y. J. Choi, H. H. Oh, J. S. Moon, H. K. Jung, 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://doi.org/10.3746/jkfn.2014.43.1.080>
- [34] 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>
- [35] J. H. Park, H. K. Kim, "A study on the Effect of Kiwi fruit powder after Freeze drying on Tenderization of Beef", *Korean Society for Industrial convergence* 22.5: 545-55 (2019).  
DOI: <https://doi.org/10.21289/KSIC.2019.22.5.545>
- [36] Ketnawa, Sunantha, and Saroat Rawdkuen. "Application of Bromelain Extract for Muscle Foods Tenderization Open Access", *Food and Nutrition Sciences*, Vol. 2 No. 5 (2011)  
DOI: <http://doi.org/10.4236/fns.2011.25055>
- [37] G. H. Ha, et al, "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, Pages.183-186, (2005)



남 형 옥(Hyung-Uk Nam)

[준회원]



- 2019년 3월 ~ 현재 : 한국교통대학교 식품공학전공 학부

<관심분야>

HACCP, 식품위생, 미생물, 가공, 분석

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

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

조 항 혁(Hang-Hyuk Jo)

[준회원]



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

<관심분야>

HACCP, 식품위생, 미생물, 가공, 분석