

## 유산균 발효한 거봉 착즙액의 항산화 활성에 관한 연구

김희종, 안용후, 조항혁, 권상철\*  
한국교통대학교 식품공학전공

### A Study on the Antioxidant Activity of Lactobacillus Fermented Kyoho Grape Juice Liquid

Hui-Jong Kim, Yong-Hu Ahn, Hang-Hyeok Cho, Sang-Chul Kwon\*  
Department of Food Science and Technology, Korea National University of Transportation

**요약** 본 연구는 거봉 착즙액과 3종의 유산균 *Leuconostoc mesenteroides*(L.m), *Lactobacillus plantarum*(L.pl), *Lactobacillus paracasei*(L.pa)를 이용하여 발효를 진행하고 발효시간에 따른 pH와 항산화 효능의 변화를 분석하기 위해 진행하였다. 거봉 유산균 발효물의 pH 측정 값은 L.m은 유의미한 차이가 없다고 판단되나 L.pl과 L.pa는 시간이 지남에 따라 감소하였다. 총 폴리페놀 함량의 경우 L.m은 통계적 차이가 없었고 L.pl과 L.pa는 24시간에  $8.72 \pm 0.27$  mg GAE/g,  $9.10 \pm 0.06$  mg GAE/g로 L.pa가 가장 높은 함량을 보였다. DPPH radical 소거능과 ABTS radical 소거능도 L.pa가 24시간에 각각  $7.54 \pm 0.03$  mg AEAC/g,  $12.60 \pm 0.67$  mg AEAC/g로 가장 높은 값을 확인하였다. L.pa가 발효 시간에 따라 가장 항산화 효능이 높은 것으로 확인하였고, L.m과 L.pl도 증가하긴 하였으나, 비교적 높은 결과를 나타내진 않았다. 이러한 결과를 통해 총 폴리페놀 함량과 DPPH, ABTS radical 소거능에서 L.pa가  $9.10 \pm 0.06$  mg GAE/g,  $7.54 \pm 0.03$  mg AEAC/g,  $12.60 \pm 0.67$  mg AEAC/g로 가장 높은 것을 통해 거봉의 유산균 발효에 의한 항산화 효능 증진에 적합한 유산균이라 판단되며, 이를 활용한 기능성 식품 또는 천연물등으로 활용 가치가 있다 판단된다.

**Abstract** This study performed fermentation using Kyoho Grape juice and three types of lactic acid bacteria *Leuconostoc mesenteroids* (L.m), *Lactobacillus plantarum* (L.pl), and *Lactobacillus paracasei* (L.pa), and analyzed changes in pH and antioxidant efficacy according to fermentation time. The pH of the Kyoho Grape lactobacillus fermented product was unchanged in L.m, but L.pl and L.pa decreased with time. For the total polyphenol content, there was no statistical difference in L.m., and L.pl and L.pa showed the highest content at  $8.72 \pm 0.27$  mg GAE/g and  $9.10 \pm 0.06$  mg GAE/g at 24 hours. The DPPH radical scavenging function and the ABTS radical scavenging function L.pa were the highest at  $7.54 \pm 0.03$  mg AEAC/g and  $12.60 \pm 0.67$  mg AEAC/g, respectively, at 24 hours. In terms of the antioxidant efficacy, L.pa had the highest antioxidant effect according to the fermentation time. The antioxidant activity of L.m. and L.pl also increased, but they did not show relatively high results. Based on these results, L.pa is considered to be the best lactobacillus for enhancing the antioxidant efficacy by the fermentation of lactic acid bacteria in the total polyphenol content, DPPH, and ABTS radical elimination capacity with  $9.10 \pm 0.06$ mg GAE/g,  $7.54 \pm 0.03$ mg AEAC/g, and  $12.60 \pm 0.67$ mg AEAC/g.

**Keywords** : Kyoho Grape, Lactic Acid Bacteria, Fermentation, Antioxidant, DPPH

본 과제(결과물)은 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 January 3, 2023

Revised March 27, 2023

Accepted April 7, 2023

Published April 30, 2023

## 1. 서론

자유라디칼(free radical)은 생명현상을 유지하기 위해 필요한 에너지를 발생시키는 과정에서 생성된다. 이러한 자유라디칼은 노화와 같은 인체의 다양한 질병을 발생시키는 원인으로 알려져있고, 환경이나 스트레스, 흡연을 통해서도 생성이 증가된다고 보고되고 있다 [1-3]. 이것을 줄이기 위해 최근 항산화 활성을 나타내는 과채류에 대한 연구가 진행이 되고 있으며, 다양한 과채류나 베리류의 항산화 활성에 대한 연구도 많이 이루어지고 있다[4].

거봉(*Kyoho Grape*)은 1942년 일본에서 개발한 포도 품종으로 포도알이 크고 단맛이 강하며 쌍떡잎 식물 갈매나무목 포도과 포도속에 속하고 포도를 이용한 연구도 진행되고 있다. 포도는 심혈관 질환이나 항암 활성, 면역조절 활성을 가진다는 연구와 함께 폴리페놀 성분으로 (+)-catechin, (-)-epicatechin, viniferin 및 resveratrol 등의 주요 생리활성 물질이 함유되어 있다[5].

유산균은 당을 통해 유산을 생성하는 균으로 *Lactococcus*, *Lactobacillus*, *Enterococcus* 등이 속하고[6], 인체의 장내 pH를 낮춤으로 인해 장 내부의 부패세균의 생육을 억제하는 역할을 하는 미생물들이다[7]. 유산균을 증식하게 하는 Probiotics는 정확한 기작은 밝혀지지 않았으나 비병원성이기 때문에 안전하며, 기능적으로도 유용함이 보고되고 있다[8]. 유산균 발효는 전통 발효 식품 발효법으로 유산균을 통해 유용한 물질을 만들어내며 항바이러스, 항암, 등 인체 건강에 도움을 주고[9], 체내의 생리활성을 증대시킬 수 있는 유용한 기술이다[10]. 또한 병원성 미생물에 대한 항균, 항암, 항산화, 항비만등의 기능성 성분 증진 및 pH를 낮추어 식품의 저장성을 높여줘 육류나 채소류, 유제품 등에 많이 이용되고 있으며, Shirataki[11]의 연구에서는 암세포에 대한 세포독성 또한 관련된 연구가 진행된 바가 있다[12].

거봉에 대한 항산화 연구로는 Park 등의 연구가 있으나, 거봉의 부위별에 대한 항산화 활성의 연구이며[13], 거봉의 유산균 발효를 통한 항산화 효능의 변화에 대한 연구는 부족한 상황이다.

따라서 본 연구에서는 3종의 유산균을 각각 거봉 착즙액에 유산균 발효하고 발효 시간 경과에 따른 생화학적 변화 및 항산화 효능을 분석하였으며, 유산균 발효를 통한 거봉 착즙액의 항산화 활성 증가의 확인을 통해 거봉의 발효에 적합한 유산균과 발효시간을 평가한다.

## 2. 재료 및 방법

### 2.1 실험재료

실험재료인 거봉은 국내에서 재배한 제품을 구입하여 세척 후 -20 ℃에 보관하면서 시료로 사용하였다. 전처리하는 상온에서 해동한 거봉을 착즙기(H-300E, Hurom, Korea)로 착즙 후 20mesh 체에 여과 후 증류수와 1 : 1 비율로 혼합한다. 그 후 autoclave(C-AC-1, Changshin science, Korea)를 이용하여 121 ℃, 15분 살균한 뒤 냉각해 발효에 사용하였다.

### 2.2 유산균 발효물 제조

사용한 유산균으로는 한국교통대학교 식품생명학부에서 분양받은 *Leuconostoc mesenteroides* MGE3138(L.m), *Lactobacillus plantarum* MGE3143(L.pl), *Lactobacillus paracasei* MGE3016(L.pa) 균주를 사용하였으며, 백균이로 각각 한 집락 채취해 MRS Broth(Difco Co., USA) 배지에 1차 접종 후 37 ℃, 24시간 배양 후, 10 mL MRS Broth에 다시 1 %를 2차 접종 후 37 ℃, 24시간 증균배양을 실시하였다. 살균 거봉 착즙액 200 mL에 유산균 배양액을 각각 2 % 씩 접종하고 37 ℃, 72시간 발효를 진행하였다. 이는 항산화 활성이 발효 3일에 가장 큰 활성을 가진다는 Lim의 연구[14]에 따라 발효하였다. 발효 후 autoclave로 121 ℃, 15분 열을 가하여 유산균의 실향을 유도하였으며, 원심분리기(combi 514R, Hanil science industrial, Korea)를 이용해 원심분리(3000 rpm, 10min) 후 상등액을 취하고 동결건조기(FD8508, Ilshin biobased, Korea)로 동결건조해 분말화 하여 -70 ℃에 보관하면서 시료로 사용하였다.

### 2.3 pH 측정

pH 측정은 pH METER(FP20, METTER TOLEDO, Switzerland)를 이용하여 발효물을 3회 반복 측정하였다.

### 2.4 총 폴리페놀 함량

총 폴리페놀은 인몰리브덴산과 반응해 청색을 나타내는 페놀성 물질을 측정하는 Folin-Denis법을 응용하여 측정하였다[15]. 시료 4 mL에 10 % 2N Folin-Ciocalteu's phenol reagent 시약(Sigma-aldrich, USA) 4 mL 와 2 % NaCO<sub>3</sub> 용액 4 mL을 혼합하고 1시간 실온 암소에 반응시킨 후, spectrophotometer(Optizen POP, Mecasys Co., Korea)를 이용하여 750 nm 파장에서 흡광도를

측정하였다. 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.

### 2.5 DPPH radical 소거능

DPPH(2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl)에 대한 radical 소거능은 DPPH의 환원력을 이용하여 측정하였다[16]. 시료 1 mL와 0.2 mM DPPH용액 9 mL를 혼합 후 실온 암소에서 10분간 반응시키고 spectrophotometer를 이용하여 517 nm 파장에서 흡광도를 측정하였다. 양성대조군으로는 Ascorbic acid를 이용하였으며, 농도별로 희석하고 표준곡선을 작성하여 Ascorbic acid Equivalent Antioxidant Capacity(mg AEAC/g)로 환산하여 나타냈다.

### 2.6 ABTS radical 소거능

ABTS[2,2'-azino-bis(3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid)]에 대한 radical 소거능은 Ku 등[17]의 방법을 참고하여 실험을 진행하였다. 7 mM ABTS와 2.45 mM potassium persulfate를 최종 농도로 혼합하고 실온 암소에서 12 ~ 16시간 반응시킨 후 734 nm에서 흡광도를 측정해 값이  $0.800 \pm 0.20$ 이 될 수 있도록 증류수로 희석해 사용하였다. 시료 0.1 mL와 ABTS reaction 혼합물 2.9 mL를 혼합 후 실온에서 10분간 반응시킨 다음 spectrophotometer를 이용하여 734 nm에서 흡광도를 측정하였다. ABTS radical 소거활성은 양성대조군으로 Ascorbic acid를 이용하였으며, 농도별로 희석하고 표준곡선을 작성하여 Ascorbic acid Equivalent Antioxidant Capacity(mg AEAC/g)로 환산하여 나타냈다.

### 2.7 통계처리

pH와 총 폴리페놀, DPPH radical, ABTS radical 실험은 3회 이상을 반복 실험을 시행하였으며, 얻어진 결과는 SPSS (Statistical package for the social science 18.0) program을 사용하여 Duncan's multiple range test를 실시하였다. 통계적 유의성 검증은  $p < 0.05$  수준에서 유의적 차이를 확인하였다.

## 3. 결과 및 고찰

### 3.1 pH 측정

거봉 유산균 발효물의 발효시간에 따른 pH 변화는 유산균이 생육을 통해 산을 생성하며 그에 따라 발효가 진행될수록 pH가 감소한다. 이에 대한 결과는 Table 1과 같다. L.pl과 L.pa의 경우 발효 시간이 지남에 따라 pH가 점차적으로 감소하는 것을 확인하였으며 L.pl이 L.pa보다 비교적 큰 폭으로 감소하는 것으로 확인 되었다. L.m의 경우 통계적으로 차이를 가지나 다른 유산균과 비교하였을 경우 pH가 감소되지 않고 큰 변화를 나타내지 않은 것을 확인하였다. 수치로 보면 L.m, L.pl, L.pa 각각 0시간에  $3.62 \pm 0.01$ ,  $3.63 \pm 0.01$ ,  $3.65 \pm 0.01$ 로 시작하여, 72시간에  $3.62 \pm 0.01$ ,  $3.18 \pm 0.01$ ,  $3.42 \pm 0.01$ 까지 감소해 L.pl의 pH가 가장 많이 감소하였다. pH 변화는 미생물이 당을 이용해 유기산을 생성하고, 효소 가수분해에 의한 펩타이드, 아미노산, 유리지방산 등의 증가 차이로 수소이온농도가 증가하는 정도가 다르기 때문인 것으로 보고된 바 있다[18]. L.m을 제외한 L.pl과 L.pa는 발효 후 pH가 감소한 결과를 보여 유산균 발효 기간에 따라 pH가 감소한다고 보고한 Lim 등의 연구[13]와 유사한 경향을 나타내었다.

Table 1. Changes in pH of fermented Kyoho Grape extraction liquid with lactic acid bacteria.

Sample	hour	L. m	L. pl	L. pa
Kyoho Grape	0	$3.66 \pm 0.01$ <sup>c</sup>	$3.63 \pm 0.01$ <sup>d</sup>	$3.65 \pm 0.01$ <sup>d</sup>
	24	$3.62 \pm 0.01$ <sup>a</sup>	$3.35 \pm 0.01$ <sup>c</sup>	$3.59 \pm 0.01$ <sup>c</sup>
	48	$3.64 \pm 0.01$ <sup>b</sup>	$3.26 \pm 0.01$ <sup>b</sup>	$3.53 \pm 0.01$ <sup>b</sup>
	72	$3.62 \pm 0.01$ <sup>a</sup>	$3.18 \pm 0.01$ <sup>a</sup>	$3.42 \pm 0.01$ <sup>a</sup>

Results are expressed as the means $\pm$ SD, pH. In each sample, a-b superscripts are significantly different at  $p < 0.05$  by Duncan's multiple range test; L. m, *L. mesenteroides*; L. pl, *L. plantarum*; L. pa, *L. paracasei*.

### 3.2 총 폴리페놀 함량

폴리페놀은 한 개 이상의 수산기를 가지고 있는 식물 유래 항산화제로 단백질, 효소, 세포막 및 DNA 등의 활성산소에 의한 손상을 예방해주는 중요한 항산화 물질이다[18]. 거봉 착즙액의 유산균 발효에 의한 총 폴리페놀 함량의 변화는 Table 2과 같다. 발효 시작 전 0시간에 폴리페놀 함량이 차이가 나는 것은 유산균에 따른 발효 전 총 폴리페놀 함량에 차이가 있기 때문으로 판단되고 이는 L.m이 가장 높은 것으로 판단된다. 그러나 시간에 따른 총 폴리페놀 함량은 L.m은 통계적으로 차이가 없었으며 L.pl, L.pa는 유사한 경향을 나타내었다. L.pl과

L.pa는 24시간에 가장 높은 폴리페놀 함량을 나타내었으며 이후 시간이 경과 됨에 따라 감소하는 결과를 나타내었다. 0시간에 L.m과 L.pl, L.pa 각각 7.23±0.13 mg GAE/g, 7.16±0.33 mg GAE/g, 6.85±0.06 mg GAE/g이었던 것과 비교하여, 24시간에 7.00±0.39 mg GAE/g, 8.72±0.27 mg GAE/g, 9.10±0.06 mg GAE/g를 나타내 L.pa가 24시간에 가장 높은 총 폴리페놀 함량을 나타내었다. 0시간과 비교한 경우에도 L.pl은 1.57(12.98 %) mg GAE/g만큼 증가하였고 L.pa는 2.25(24.77 %) mg GAE/g만큼 증가해 증가 폭도 가장 높은 것을 확인하였다. 이러한 유산균 발효에 의한 폴리페놀 함량의 증가는 protease, amylase, lipase등이 유산균 발효로 생산되어 효소의 대사로 인한 것으로 Park 등의 연구[19]에서 보고했으며, Yoon등의 연구[20]를 참고해 대마씨 추출물의 폴리페놀 함량이 유산균 발효에 의해 증가한 연구와 유사한 경향을 나타낸다고 판단된다. 또한 Kim[21]의 연구에서 24시간 발효한 포도 가공 부산물의 총 폴리페놀 함량이 높게 측정된 것과 유사하다 판단되며 본 연구에서 그 이후 감소하는 이유는 유산균이 24시간 이후 더 이상 생육하지 못하게 되면서 그에 따라 총 폴리페놀의 함량도 감소가 되는 것이라 판단된다.

Table 2. Changes in Total polyphenol content of fermented Kyoho Grape extraction liquid with lactic acid bacteria.

Sample	hour	L. m	L. pl	L. pa
Kyoho Grape	0	7.23±0.13 <sup>a</sup>	7.16±0.33 <sup>b</sup>	6.85±0.06 <sup>b</sup>
	24	7.00±0.39 <sup>a</sup>	8.72±0.06 <sup>c</sup>	9.10±0.15 <sup>d</sup>
	48	6.89±0.34 <sup>a</sup>	6.93±0.27 <sup>ab</sup>	7.77±0.06 <sup>c</sup>
	72	6.85±0.33 <sup>a</sup>	6.57±0.22 <sup>a</sup>	6.46±0.28 <sup>a</sup>

Results are expressed as the means±SD, mg GAE/mL. In each sample, a-d superscripts are significantly different at  $p < 0.05$  by Duncan's multiple range test; L. m, *L. mesenteroides*; L. pl, *L. plantarum*; L. pa, *L. paracasei*.

### 3.3 DPPH radical 소거능

DPPH는 free radical이 산화되면서 cysteine, glutathion, aromatic amine, BHA(butylated hydroxyl anisole) 등으로 환원되면서 짙은 자색의 DPPH가 diphenylpicryl hydrazine으로 탈색이 되는 것을 이용한 항산화 분석 방법이다[22]. 대조군의 경우 0ppm의 소거능이 0±0.01 mg AEAC/g, 50ppm일 경우 29.94±0.01 mg AEAC/g의 소거능을 보였다. 유산균 발효한 거봉 착즙액의 DPPH radical 소거능(mg AEAC/g)을 Fig. 1에 나타내었다. 전체적으로 24시간에 가장 높은 소거능을 나

타내었고, 0시간에는 L.m, L.pl, L.pa 각각 6.60±0.20 mg AEAC/g, 6.95±0.0.17 mg AEAC/g, 6.84±0.23 mg AEAC/g를 나타내었고, 24시간에 나타난 소거능은 6.91±0.06 mg AEAC/g, 7.17±0.09 mg AEAC/g, 7.54±0.03 mg AEAC/g를 보여 폴리페놀 함량과 유사한 결과를 나타내었다. L.pa가 24시간에 가장 높은 DPPH radical 소거능을 보였다. 0시간과 비교하였을 때 24시간에 증가한 증가 값은 각각 0.32(4.57 %) mg AEAC/g, 0.22(3.11 %) mg AEAC/g, 0.71(9.36 %) mg AEAC/g으로 가장 높은 증가 값을 기록한 유산균도 L.pa인 것으로 확인 하였다.

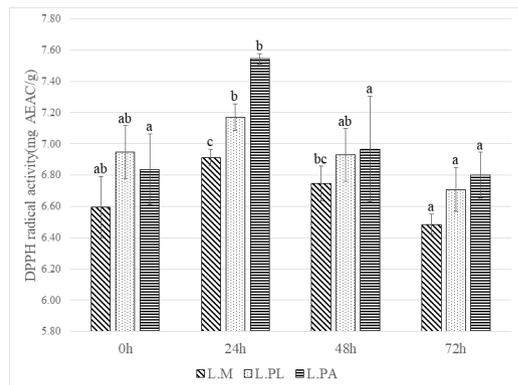


Fig. 1. Changes in DPPH radical activity of fermented Kyoho Grape extraction liquid with lactic acid bacteria. In each sample, a-c superscripts are significantly different at  $p < 0.05$  by Duncan's multiple range test; L. m, *L. mesenteroides*; L. pl, *L. plantarum*; L. pa, *L. paracasei*.

### 3.4 ABTS radical 소거능

ABTS radical 소거능(mg AEAC/g)을 분석한 결과를 Fig. 2에 나타내었다. ABTS와 DPPH는 라디칼의 소거 능력을 측정하지만 ABTS는 cation radical, DPPH는 free radical 이라는 차이가 있기 때문에 항산화 물질에 따라 라디칼에 결합하는 능력에 차이가 발생한다[23]. 다른 베리류의 기존 항산화 활성에 대한 자료에 의하면 발효하지 않은 블랙라즈베리의 경우 2.99 mmol TEAC/100g, 라즈베리는 0.77mmol TEAC/100g, 블루베리는 1.47mmol TEAC/100g를 보였다[24]. 발효를 시작한 0시간에는 L.m, L.pl, L.pa 각각 11.88±0.28 mg AEAC/g, 10.44±0.43 mg AEAC/g, 10.08±1.91 mg AEAC/g의 ABTS radical 소거능을 나타내었고 24 시간에는 3종의 발효물 모두 ABTS radical 소거능이 증가하여 각각 12.29±1.31 mg AEAC/g, 11.25±1.21

mg AEAC/g,  $12.60 \pm 0.67$  mg AEAC/g의 ABTS radical 소거능을 보였다. 24시간에 L.pa가 가장 ABTS radical 소거능이 높은 결과를 나타내었고 그 뒤로는 L.pl, L.m의 순서로 ABTS radical 소거능이 높은 것을 확인 하였다. 각각의 ABTS 증가 값은 0시간을 기준으로 24시간에 0.41(3.30 %) mg AEAC/g, 0.81(7.20 %) mg AEAC/g, 2.52(20.00 %) mg AEAC/g 만큼 ABTS radical 소거능이 증가한 결과를 나타내며 L.pa가 가장 적은 시간에 가장 높은 ABTS radical 소거능을 보였다. 3종의 유산균 모두 통계적으로 DPPH radical 소거능과 비슷한 경향을 보여 24시간 이후 유의적인 ABTS radical 소거능의 감소를 보였다.

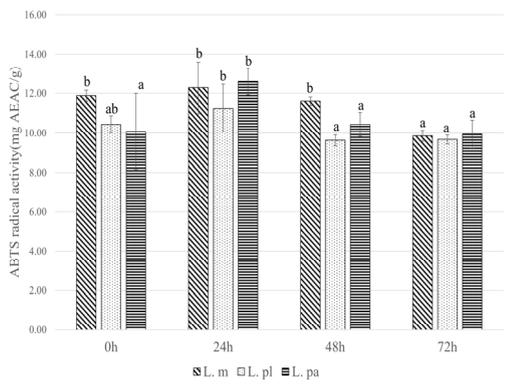


Fig. 2. Changes in ABTS radical activity of fermented Kyoho Grape extraction liquid with lactic acid bacteria. In each sample, a-c superscripts are significantly different at  $p < 0.05$  by Duncan's multiple range test; L. m, *L. mesenteroides*; L. pl, *L. plantarum*; L. pa, *L. paracasei*.

#### 4. 결론

본 연구에서는 거봉 착즙액과 유산균을 이용한 발효물을 제조하고 발효의 진행에 따른 pH와 항산화 물질 및 효능을 분석하였다. pH의 경우 L.m은 발효 시간에 따른 pH 변화가 크지 않았고 L.pl과 L.pa가 발효시간에 따라 점차 pH가 감소하는 것을 나타냈으며, L.m, L.pl, L.pa 각각 72시간에  $3.62 \pm 0.01$ ,  $3.18 \pm 0.01$ ,  $3.42 \pm 0.01$  까지 감소해 L.pl의 pH가 가장 많이 감소하였다.

거봉 착즙액의 유산균 발효시간에 따른 총 폴리페놀 함량은 24시간에 L.pl과 L.pa는  $8.72 \pm 0.06$  mg GAE/g,  $9.10 \pm 0.15$  mg GAE/g로 증가하였으나 48시간부터 감소하기 시작했으며, 72시간에는  $6.57 \pm 0.22$

mg GAE/g,  $6.46 \pm 0.28$  mg GAE/g를 나타내었기 때문에 L.pa가 24시간에 가장 높은 총 폴리페놀 함량을 나타내었다.

ABTS radical 소거능은 3종의 유산균이 유사한 경향을 보였다. 발효를 시작할지 24시간에  $12.29 \pm 1.31$  mg AEAC/g,  $11.25 \pm 1.21$  mg AEAC/g,  $12.60 \pm 0.67$  mg AEAC/g의 ABTS radical 소거능을 보여 L.pa로 24시간 발효한 거봉 착즙액이 ABTS radical 소거능이 가장 높은 것을 확인하였다. 증가한 증가 값 또한 L.pa가 0.81(7.20 %) mg AEAC/g, 2.52(20.00 %) mg AEAC/g로 가장 ABTS radical 소거능의 증가 값이 높은 것을 확인하였다.

DPPH radical 소거능도 마찬가지로 24시간에  $6.91 \pm 0.06$  mg AEAC/g,  $7.17 \pm 0.09$  mg AEAC/g,  $7.54 \pm 0.03$  mg AEAC/g로 DPPH radical 소거능이 증가한 결과를 보였다. DPPH radical 소거능이 증가한 증가 값 또한 L.pa가 0.71(9.36 %) mg AEAC/g로 24시간 발효한 L.pa가 가장 높은 DPPH radical 소거능을 가진 것을 확인하였다.

ABTS radical과, DPPH radical의 소거능은 L.pa가 가장 높은 항산화 활성을 나타내고 그 이후 감소하였는데 이는 Kim[21]의 연구에서 포도 가공 부산물의 유산균을 24시간 발효 한 것의 항산화 활성이 높게 측정되었고, 본 실험에서도 포도의 과피와 같은 부산물이 첨가되었기 때문에 유사한 결과가 나왔다 판단된다. 또한 폴리페놀 함량과 같은 이유로 인해 24시간 이후에는 항산화 활성이 감소한 것으로 사료된다.

위의 연구를 통해 유산균 발효한 거봉 착즙액에 사용한 유산균 3종인 L.m, L.pl, L.pa중에서는 L.pa가 발효를 통해 가장 빠른 시간에 항산화능을 높여주는 것을 확인하였으며, 발효 기간은 24시간이 거봉 착즙액 유산균 발효물의 항산화 효능을 높이는 가장 적합한 발효 시간이라 판단된다. 이를 통한 항산화 효능을 높인 착즙액은 식품산업에 다양한 기능성과 천연물로 활용할 수 있는 가치가 있다고 판단되나 일정 발효 기간 이후 항산화 효능이 낮아지는 부분에 대한 추가 연구가 필요하다고 사료된다.

#### References

[1] S. J. Park, E. S. Kim, Y. S. Choi, J. D. Kim, "Effects of sophorae fructus on antioxidative activities and lipid

- levels in rat.", *Journal of the Korean Society of Food Science and Nutrition*, Vol. 37, No. 9, pp.1120-1125, 2008.  
DOI: <https://doi.org/10.3746/jkfn.2008.37.9.1120>
- [2] M. Valko, D. Leibfritz, J. Moncol, M. Cronin, M. Mazur, J. Telser, "Free radicals and antioxidants in normal physiological function and human disease.", *The International Journal of Biochemistry & Cell Biology*, Vol.39, No.1, pp.44-84, 2007.  
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.biocel.2006.07.001>
- [3] H. S. Yang, Y. J. Choi, H. H. Oh, J. S. Moon, H. K. Jung, K. J. Kim, "Antioxidative activity of mushroom water extracts fermented by lactic acid bacteria.", *Journal of the Korean Society of Food Science and Nutrition*, Vol. 43, No. 1, pp.80-85, 2014.  
DOI: <https://doi.org/10.3746/jkfn.2014.43.1.080>
- [4] J. B. Kim, H. S. Sim, S. J. Ha, M. D. Kim, "Enhancement of Antioxidative Activities of Berry or Vegetable Juices through Fermentation by Lactic Acid Bacteria.", *Microbiology and Biotechnology Letters*. Vol.43, pp.291-295, 2015.  
DOI: <https://doi.org/10.4014/mbl.1505.05007>
- [5] D. H. Yoo, I. C. Lee, "Antioxidant and Anti-Inflammatory Effects of 'Kyoho' Grape (*Vitis labruscana* L.) Branches Extract.", *Journal of Investigative Cosmetology*, Vol 17, No. 2, pp.187-194, 2022.  
<https://scienceon.kisti.re.kr/srch/selectPORSrchArticle.do?cn=ART002858892>
- [6] Y. T. Ahn, K. S. Lim, C. S. Huh, "Current state of functional yogurt in Korea", *Korean Journal of Dairy Science and Technology*, Vol.24, No.1, pp.29-42, 2006.
- [7] P. R. Marteau, M. de Vrese, C. J. Cellier, J. Schrezenmeir, "Protection from gastrointestinal diseases with the use of probiotics.", *The American Journal of Clinical Nutrition*, Vol.73, No.2, pp.430-436, 2001.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.1093/ajcn/73.2.430s>
- [8] J. H. Ha, Y. C. Seo, W. Y. Choi, J. S. Kim, H. H. Kim, J. H. Ahn, H. Y. Lee, "Enhancement of antioxidant activities of bark of Berberis Koreana palibin by lactic acid fermentation.", *Korean Journal of Medicinal Crop Science*, Vol.18, No.6, pp.421-428, 2010.
- [9] S. Parvez, K. A. Malik, S. A. Kang, H. Y. Kim, "Probiotics and their fermented food products are beneficial for health.", *Journal of Applied Microbiology*, Vol.100, No.6, pp.1171-1185, 2006.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-2672.2006.02963.x>
- [10] J. H. Lee, B. H. Kim, Y. C. Yoon, J. G. Kim, Y. E. Park, "Anti-obesity and Anti-diabetes Effects of the Fermented White Jelly Fungus (*Tremella fuciformis* Berk.)", *Journal of Life Science*, Vol.29, No.4, pp.470-477, 2019.  
DOI: <https://doi.org/10.5352/JLS.2019.29.4.470>
- [11] Shirataki, Y., Kawase, M., Saito, S., Kurihara, T., Tanaka, W., Satoh, K., Sakagami, H. and Motohashi, N. Selective cytotoxic activity of grape peel and seed extracts against oral tumor cell lines. *Anticancer Res* 20: 423-426 (2000).
- [12] M. J. Rob Nout, "Rich nutrition from the poorest - Cereal fermentations in Africa and Asia.", *Food Microbiology*, Vol.26, No.7, pp.685-692, 2009.  
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.fm.2009.07.002>
- [13] S. J. Park, D. H. Oh, "Free Radical Scavenging Effect Seed and Skin Extracts of Black Olympia Grape (*Vitis labruscana* L.)", *Korean Journal of Food Science and Technology*, Vol. 35, No. 1, pp. 121-124, 2003.
- [14] 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>
- [15] O. Folin, W. Denis, "A colorimetric method for the determination of phenols (and phenol derivatives) in urine.", *Journal of Biological Chemistry*, 22: 305-308, 1915.  
DOI: [https://doi.org/10.1016/S0021-9258\(18\)87648-7](https://doi.org/10.1016/S0021-9258(18)87648-7)
- [16] M. S. Blois, "Antioxidant determinations by use of a stable free radical.", *Nature*, 1199-1200, 1958.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.1038/1811199a0>
- [17] H. Y. Ku, K. Y. Lee, "Comparison of Antioxidant Activity of Vegetable Oil by Using Adsorbents", *Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society*, Vol. 19, No. 4, pp.57-62, 2017.  
DOI: <https://dx.doi.org/10.5762/KAIS.2018.19.4.57>
- [18] S. J. Yang, J. H. Hong, "Physicochemical Characteristics and Biological Activities of Fermented Quinoa according to Fermentation Times", *Journal of Chitin and Chitosan*, 21(3), 188-196, 2016.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.17642/jcc.21.3.6>
- [19] 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, 379-386.  
DOI: <https://doi.org/10.7732/kipr.2012.25.4.379>
- [20] Y. C. Yoon, B. H. Kim, J. K. Kim, J. H. Lee, Y. E. Park, G. S. Kwon, H. S. Hwang, J. B. Lee, "Verification of Biological Activities and Tyrosinase Inhibition of Ethanol Extracts from Hemp Seed (*Cannabis sativa* L.) Fermented with Lactic Acid Bacteria", *Korean Society of Life Science*, 28(6), 688-696.  
DOI: <https://doi.org/10.5352/JLS.2018.28.6.688>
- [21] K. H. Kim, Y. S. Yun, S. Y. Chun, H. S. Yook, "Antioxidant and Antibacterial Activities of Grape Pomace Fermented by Various Microorganisms", *J Korean Soc Food Sci Nutr*, 41(8), 1049~1056(2012).  
DOI: <http://dx.doi.org/10.3746/jkfn.2012.41.8.1049>
- [22] M. J. Seo, B. W. Kang, J. U. Park, M. J. Kim, H. H. Lee, N. H. Kim, K. H. Kim, E. J. Rhu, Y. K. Jeong "Effect of fermented *Cudrania tricuspidata* fruit extracts on the generation of the cytokines in mouse spleen cells", *J Life Sci*, 23, 682-688, 2013.

DOI: <https://doi.org/10.5352/JLS.2013.23.5.682>

- [23] H. Y. Ku, K. Y. Lee, "Comparison of Antioxidant Activity of Vegetable Oil by Using Adsorbents", *Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society*, Vol. 19, No. 4, pp.57-62, 2017.  
DOI: <https://dx.doi.org/10.5762/KAIS.2018.19.4.57>
- [24] Y. Lee, J. H. Lee, S. D. Kim, M. S. Chang, I. S. Jo, S. J. Kim, K. T. Hwang, H. B. Jo, J. H. Kim, H. Y. Ku, K. Y. Lee, "Chemical Composition, Functional Constituents, and Antioxidant Activities of Berry Fruits Produced in Korea", *J Korean Soc Food Sci Nutr*, Vol. 44(9), 1295 ~ 1303(2015).  
DOI: <http://dx.doi.org/10.3746/jkfn.2015.44.9.1295>

조 항 혁(Cho-Hang Hyeok)

[준회원]



- 2018년 3월 ~ 현재 : 한국교통대학교 식품공학전공 학부

<관심분야>

HACCP, 식품위생, 식품미생물, 식품가공, 식품분석

김 희 중(Hui-Jong Kim)

[준회원]



- 2017년 3월 ~ 2023년 2월 : 한국교통대학교 식품공학전공 학부

<관심분야>

HACCP, 식품위생, 식품미생물, 식품가공, 식품분석

권 상 철(Sang-Chul Kwon)

[정회원]



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

<관심분야>

HACCP, 식품위생, 식품미생물, 식품가공, 식품분석

안 용 후(Yong-Hu Ahn)

[준회원]



- 2016년 3월 ~ 2022년 2월 : 한국교통대학교 식품공학전공 학부
- 2022년 3월 ~ 2023년 2월 : 한국교통대학교 식품공학전공 석사 과정

<관심분야>

HACCP, 식품위생, 식품미생물, 식품가공, 식품분석