

아티초크 유산균 발효물의 발효 전후의 항산화 활성에 관한 연구

안용후, 오건, 이형재, 김희종, 권민지, 우은지, 권상철*
한국교통대학교 식품공학전공

A study on the Antioxidant Activity Before and After Fermentation of Artichoke Lactic Acid Bacteria Fermentation

Yong-Hu Ahn, Geon Oh, Hyeong-Jae Lee, Hui-Jong Kim,
Min-Ji Gwon, Eun-Ji Woo, Sang-Chul Kwon*

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

요약 본 연구는 아티초크 추출물과 유산균을 이용하여 발효물을 제조하고 발효 전후의 pH, 산도, 항산화 효능 분석을 위한 목적으로 수행하였다. 실험에 사용된 시료는 아티초크 분쇄 분말과 건조된 아티초크 꽃 차를 구입하여 사용하였다. 아티초크 발효물의 pH 측정값은 발효 후 전체적으로 감소하였으며, 분쇄 분말의 pH 중에서 *L. plantarum*로 발효한 것이 3.34 ± 0.01 에서 2.80 ± 0.01 로 감소하여 가장 낮은 pH를 나타냈다. 산도 측정값은 발효 후 전체적으로 증가하는 경향을 나타내었으며, 분쇄 분말의 산도 중에서 *L. plantarum*로 발효한 것이 0.81 ± 0.00 %에서 1.71 ± 0.00 %로 가장 높았다. Folin-Denis법을 변형하여 총 폴리페놀 함량(mg GAE/g)을 측정한 결과 발효를 통해 분쇄 분말 72.10 ± 0.30 mg GAE/g에서 18.8 % 까지 증가되었다. DPPH radical 소거능(mg AEAC/g)은 발효를 통해 분쇄 분말 39.34 ± 0.38 mg AEAC/g에서 51.3 % 까지 증가하였다. 전체 조건에서 분쇄 분말의 총 폴리페놀 함량과 DPPH radical 소거능이 최댓값을 나타냈다. *L. plantarum* 발효물에서 *L. fermentum*과 *P. pentosaceus*에 비해 총 폴리페놀 함량과 DPPH radical 소거능이 낮은 결과를 나타내었다. 본 연구를 통해 기능성 화장품과 식품 산업의 천연물 소재로서의 활용 가치가 있음을 나타내었다.

Abstract In this study, fermentation was carried out using artichoke extracts and lactobacillus. The purpose was to analyze pH, acidity, and antioxidant efficacy before and after fermentation. The materials used in the experiment were ground artichoke powder and dried artichoke flower tea. The pH of the artichoke fermented products decreased after fermentation, and the pH of the Crushing powder, fermented with *L. plantarum*, decreased from 3.34 ± 0.01 to 2.80 ± 0.01 , showing the lowest pH among the samples. Acidity showed a tendency to increase overall after fermentation, and among the samples, the acidity of the pulverized powder, fermented with *L. plantarum* was the highest, increasing from 0.81 ± 0.00 % to 1.71 ± 0.00 %. The total polyphenol content assayed by the modified Folin-Denis method was increased in Crushing powder by fermentation to 18.8 % (72.10 ± 0.30 mg GAE/g). The DPPH radical scavenging activity in Crushing powder was increased by fermentation to 51.3 % (39.34 ± 0.38 mg AEAC/g). Under all conditions, the total polyphenol content and DPPH radical scavenging activity of the Crushing powder showed the highest values. Fermentation with increased amounts of *L. plantarum* showed lower total polyphenol content and DPPH radical scavenging activity compared to *L. plantarum* and *P. pentosaceus*. For statistical processing, Although this study indicated that it is valuable as a natural product material for the functional cosmetics and food industries.

Keywords : Artichoke, Lactic Acid Bacteria, Extract, Fermentation, Antioxidant

본 논문은 2021년 한국교통대학교 지원을 받아 수행하였음.

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

email: ksc6969@ut.ac.kr

Received May 27, 2021

Revised June 28, 2021

Accepted September 3, 2021

Published September 30, 2021

1. 서론

아티초크(*Cynara Scolymus L.*)의 원산지는 지중해 연안이다. 국화과에 속하는 다년생식물이며 주로 프랑스, 이태리, 스페인 등 유럽지역에서 많이 소비되는 채소이다. 아티초크는 단백질, 탄수화물, 및 섬유질과 같은 필수 영양 성분의 좋은 공급원이 될 수 있고, 대사 과정의 핵심 역할을 한다[1]. 따뜻한 지역에서 자라는 아티초크는 국내의 경우 제주지역에서 수확할 수 있다. 10월 정도에 정식할 경우 이듬해 4월 하순부터 6월까지 수확이 가능하다[2].

아티초크는 박테리아, 효모 및 곰팡이에 대해 항균 활성을 나타내며, 잎 부분에는 항산화 활성을 조절하는 플라보노이드와 페놀 화합물을 함유하고 있다[3,4]. 아티초크에 함유된 페놀 화합물로서 시나린(cynarin)은 콜레스테롤, 트리글리세리드 저하 효과가 있는 것으로 확인되었으며 고혈당 또는 고지혈증 환자에게 잠재적으로 유의할 수 있다[5].

유산균은 당을 이용하여 유산을 생성하는 균으로 *Lactobacillus*, *Lactococcus*, *Enterococcus*, *Bifidobacterium* 등이 있으며[6], 사람의 장내 pH를 낮추어 장내 부패세균의 증식을 억제하는 등의 효과를 가지는 미생물이다[7]. Probiotics는 유산균을 증식하는 균으로, 구체적 기작은 밝혀지지 않았으나 비병원성이고 안전한 균주이며, 장내에서 저해 물질의 생성 등 기능적으로 유용함이 보고되고 있다[8]. 유산균 발효는 유산균에 의해 유용한 물질을 생산하고 항바이러스, 항암, 항염증 및 항산화 등 건강상의 이점을 주는 전통 식품 발효법으로[9], 체내의 생리활성을 증대시킬 수 있는 매우 유의한 기술이다[10]. 또한 항비만, 항암, 항산화, 병원성 미생물에 대한 항균 등의 다양한 기능성 성분을 증진시키고 pH를 낮추어 식품의 저장성을 높이기 때문에 육류, 채소, 유제품 등에 많이 이용되고 있다[11].

현재까지 국내에서 아티초크의 생육에 관한 선행 연구는 있으나 아티초크의 활용에 관한 연구는 미비한 실정이다.

따라서 본 연구에서는 아티초크 추출물과 유산균을 이용하여 발효한 추출물을 제조하여, 발효 전후의 항산화 효능을 평가하였으며, 유산균 발효에 의한 아티초크 추출물의 항산화 활성 변화를 확인하고, 이를 통해 기능성 화장품과 기능성식품의 천연물 소재로써 활용 가능성을 평가하고자 하였다.

2. 재료 및 방법

2.1 실험재료

실험재료는 아티초크 분쇄 분말(JOSE MARIA BOU S.L., Spain)과 건조된 아티초크 꽃 차(Quang Thai Lang Farm, Vietnam)를 구입하여 실온 보관하면서 사용하였고, 꽃 차는 시료로 사용 시 가정용 분쇄기로 분쇄하였다. 시료 50 g에 증류수 1000 mL를 가하고 Heating mantle(MS-DM607, MTOPS, Korea)로 95℃ 17시간 동안 가열추출 하였다. 추출한 시료를 200 mesh로 여과 및 여과지로 감압여과 하고 회전 감압 농축기(N-1000, Eyela, JAPAN)를 사용하여 농축하고 -80℃에서 냉각 후 동결건조기(FD8508, Ilshinbiobase co., Korea)를 이용하여 동결건조하여 분말 상태로 -80℃에서 보관하면서 시료로 사용하였다. 직접 추출한 분말과 시판 제품의 비교를 위해 시중에서 판매하는 오피리, 자연지에 아티초크 추출 분말 제품을 구입하여 -80℃에서 보관하면서 시료로 사용하였다.

2.2 유산균 발효물 제조

유산균 발효물 제조를 위해 한국교통대학교 식품생명 학부에서 분양받은 *Pediococcus pentosaceus* knut0069, *Lactobacillus plantarum* knut0123, *Lactobacillus fermentum* knut0301 균주를 각각 한 집락 채취해 30 mL MRS Broth(Difco Co., USA)를 담은 코니컬 튜브에 1차 접종 후 37℃ 24시간 계대배양을 실시하고 배양을 마친 배양액 10 ul를 30 mL MRS Broth에 2차 접종 후 37℃ 24시간 증균배양을 실시하였다. 분말 형태의 시료 2 g에 증류수 200 mL를 가하고 순수한 유산균 발효를 위해 autoclave(chang shin science, korea)를 이용하여 95℃, 10초 살균을 하였다. 그 후 증균배양을 완료한 배양액 10 mL를 살균한 추출물 200 mL에 접종 후 37℃ 72시간 발효를 진행하였다. 이는 항산화 활성이 발효 3일에 가장 큰 활성을 가진다는 Lim의 연구[12]에 따라 발효하였다. 발효 후 autoclave(chang shin science, korea)로 121℃ 15분 열을 가하여 유산균의 실활을 유도하였으며, 추출물을 회전 감압 농축기를 사용하여 농축시킨 후 진공동결 건조하여 분말 상태로 -80℃에서 보관하면서 시료로 사용하였다.

2.3 pH 및 산도 측정

2.3.1 pH

pH 측정은 pH METER(Lab 850, SCHOTT Instruments, Germany)를 이용하여 발효물 1 mL에 증류수 9 mL을 가하여 3회 반복 측정하였다.

2.3.2 산도

적정 산도는 250 mL 삼각 플라스크에 시료 5 mL에 증류수 20 mL를 가한 후 지시약으로 1 % phenolphthalein 용액 3방울을 가하고 0.1 N NaOH 로 적정한 후 그 소모량을 lactic acid 함량으로 환산하여 3회 반복 측정하여 그 평균값을 구하였고, 산도(%)로 표시하였다.

$$\text{산도 (\%)} = [a \times f \times 0.009 / 10 \times \text{시료의 비중} \times 100$$

a : 0.1 N NaOH의 소비량 (mL)

f : 0.1 N NaOH의 역가

0.009 : 유산계수 (0.1 N NaOH 1 mL)

2.4 총 폴리페놀 함량

총 폴리페놀은 페놀성 물질이 인몰리브덴산과 반응하여 청색을 나타내는 원리를 적용한 Folin-Denis법을 변형하여 측정하였다[13]. 시료 2 mL에 증류수 8 mL를 가하고 2N Folin-Ciocalteu's phenol reagent 시약 (Sigma-aldrich, USA)을 1 mL 가하고 5분간 반응시킨 후, 7 % Na₂CO₃ 용액 10mL 가하고 실온 암소에서 2시간 반응시켰다. 반응 후 spectrophotometer(Optizen 1412V, Mecasys Co., Korea)를 이용하여 750 nm 파장에서 흡광도를 측정하였다. 대조구는 Gallic acid(Sigma-aldrich, USA)를 농도별로 희석하고 표준 곡선을 작성하여 시료 중의 총 폴리페놀 함량을 정량하여 gallic acid equivalents(mg GAE/g)로 환산하여 나타냈다.

2.5 DPPH radical 소거능

DPPH(1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl)에 대한 radical 소거능은 DPPH의 환원력을 이용하여 측정하였다[14]. 즉 시료 1 mL에 0.2mM DPPH용액(99.9 % ethyl alcohol에 용해) 9 mL를 가하고 10초간 혼합한 후 실온 암소에서 10분간 반응시키고 spectrophotometer (Optizen 1412V, Mecasys Co., Korea)를 이용하여 517 nm 파장에서 흡광도를 측정하였다. 양성대조군은

Ascorbic acid를 이용하였으며, 농도별로 희석하고 표준곡선을 작성하여 Ascorbic acid Equivalent Antioxidant Capacity(mg AEAC/g)로 환산하여 나타냈다.

2.6 통계처리

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

3. 결과 및 고찰

3.1 pH 및 산도

아티초크 추출물의 유산균 발효 기간 내 pH 변화는 Table 1과 같다. 유산균 접종 직후 pH는 추출물 사이에 약소한 차이가 있으나 대체로 비슷한 경향을 보였다. 발효 전과 비교하여 72시간 발효 후 pH는 전체적으로 감소하였으며, *L. plantarum*로 발효한 분쇄 분말, 꽃 차, 오피류 그리고 자연지애를 측정된 결과 3.34 ± 0.01 에서 2.80 ± 0.01 , 3.16 ± 0.03 에서 2.73 ± 0.01 , 2.98 ± 0.03 에서 2.72 ± 0.02 그리고 3.40 ± 0.00 에서 2.76 ± 0.04 로 감소하여 가장 낮은 pH를 나타냈다. 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[15]. 발효 전과 비교하였을 때 발효 후 pH가 감소한 결과를 나타내어 유산균 발효 기간이 경과함에 따라 pH가 감소한다고 보고한 Lim 등의 연구[12]와 유사한 경향을 나타내었다.

산도(%)의 변화는 Table 2와 같다. 모든 발효물에서 72시간 발효 후 산도가 증가하였다. 그 중 분쇄 분말의 발효 전후 산도 증가량이 *L. plantarum* 0.81 ± 0.00 %에서 1.71 ± 0.00 %, *L. fermentum* 0.63 ± 0.00 %에서 1.26 ± 0.00 %, *P. pentosaceus* 0.66 ± 0.05 %에서 1.44 ± 0.00 %로 가장 높았다. 발효가 진행될수록 유산균 배양에 의해 생성된 유기산과 미생물의 유기물 분해 시 발생하는 적은 양의 옥살산, 젖산 및 아세트산 등이 생성되어[16] 산도가 증가하게 된다.

Table 1. Changes in pH of powder from fermented atichoke extract with lactic acid bacteria.

Sample	hour	L. p	L. f	P. p
Crushing powder	0	3.34±0.01	3.68±0.01	3.75±0.01
	72	2.80±0.01	3.36±0.01	3.34±0.01
Flower tea	0	3.16±0.03	3.57±0.01	3.58±0.08
	72	2.73±0.01	3.26±0.02	3.22±0.01
Orpuri	0	2.98±0.03	3.93±0.04	3.59±0.03
	72	2.72±0.02	3.18±0.03	3.19±0.03
Jayeonjiae	0	3.40±0.00	3.76±0.00	3.75±0.01
	72	2.76±0.04	3.39±0.02	3.42±0.01

Results are expressed as the means±SD, pH: L. p, *L. plantarum*; L. f, *L. fermentum*; P. p, *P. pentosaceus*.

Table 2. Changes in total acidity(%) of powder from fermented atichoke extract with lactic acid bacteria.

Sample	hour	L. p	L. f	P. p
Crushing powder	0	0.81±0.00	0.63±0.00	0.66±0.05
	72	1.71±0.00	1.26±0.00	1.44±0.00
Flower tea	0	0.72±0.00	0.54±0.00	0.63±0.00
	72	1.44±0.00	0.99±0.00	1.32±0.05
Orpuri	0	0.72±0.00	0.45±0.00	0.63±0.00
	72	1.77±0.05	0.96±0.05	1.20±0.00
Jayeonjiae	0	0.54±0.00	0.48±0.05	0.63±0.00
	72	1.44±0.00	0.81±0.00	1.02±0.05

Results are expressed as the means±SD, total acidity(%): L. p, *L. plantarum*; L. f, *L. fermentum*; P. p, *P. pentosaceus*.

3.2 총 폴리페놀 함량

식물유래 항산화제인 폴리페놀은 한 개 이상의 수산기를 가지고 있는 물질로 단백질과 효소, DNA 및 세포막 등의 활성산소에 의한 손상을 예방하는 중요한 항산화 물질이다[17]. 아티초크 유산균 발효물의 총 폴리페놀 함량은 Table 3과 같다. 발효대조군의 폴리페놀 함량은 분쇄 분말 72.10±0.30 mg GAE/g, 꽃 차 19.06±0.26 mg GAE/g, 오푸리 50.55±0.10 mg GAE/g, 자연지에 53.15±0.38 mg GAE/g으로 검출되었다. 유산균 발효를 통해서 증가한 최댓값은 분쇄 분말 13.53(18.8 %) mg GAE/g, 꽃 차 4.72(24.8 %) mg GAE/g, 오푸리 4.16(8.2 %) mg GAE/g, 자연지에 6.53(6.5 %) mg GAE/g 정도 증가하였다. 오푸리를 *L. plantarum*으로 발효한 경우를 제외하고는 유산균으로 발효한 시료들이 발효대조군과 비교하여 유의하게 높은 폴리페놀 함량을 나타내었으며, 이는 유산균 발효에 의해 대마씨 추출물

의 폴리페놀 함량이 대조군 보다 증가한 Yoon 등의 연구[18]와 유사한 경향을 나타내었다. Park 등의 연구 [19]를 참고하여 페놀 화합물의 함량이 증가하는 것은 유산균에 의한 발효 중에 생성되는 protease, amylase, lipase 등의 효소로 인한 대사에 의한 것으로 판단되며, 발효균주와 균주접종량의 차이로 페놀함량이 달라질 수 있다고 판단하였다. 모든 시료에서 *L. plantarum* knut0123 발효물의 증가량이 *L. fermentum* knut0301과 *P. pentosaceus* knut0069에 비해 낮게 나타났다. 발효 전, 발효대조군, 발효한 시료 모두 분쇄 분말의 총 폴리페놀 함량이 최댓값을 나타냈다. 발효를 했음에도 불구하고 발효 전과 비교했을 때 오히려 폴리페놀 함량이 감소한 경우가 있는데 이는 모든 시료에서 발효 전과 비교하여 발효대조군의 폴리페놀 함량이 크게 낮아진 것을 미루어 볼 때 발효과정에서 첨가되는 배양액의 비율이 높아 중량이 증가하여 중량 대비 폴리페놀 함량이 낮아진 것의 영향으로 사료된다.

3.3 DPPH radical 소거능

DPPH는 산화된 형태에서 free radical이 cysteine, glutathion, aromatic amine, BHA(butylated hydroxyl anisole) 등에 의해 전자를 얻고 환원되어 짙은 자색의 DPPH가 diphenylpicryl hydrazine으로 탈색되는 것을 이용하여 다양한 천연소재로부터 항산화 물질을 검색하는데 널리 이용되고 있다[20]. 아티초크 유산균 발효물의 DPPH radical 소거능(mg AEAC/g)은 Fig 1과 같다. 발효대조군의 DPPH radical 소거능은 분쇄 분말 39.34±0.38 mg AEAC/g, 꽃 차 12.89±0.04 mg AEAC/g, 오푸리 38.86±0.20 mg AEAC/g, 자연지에 35.37±0.09 mg AEAC/g으로 확인되었다. 유산균 발효를 통해서 증가한 최댓값은 분쇄 분말 20.17(51.3 %) mg AEAC/g, 꽃 차 2.78(21.5 %) mg AEAC/g, 오푸리 2.81(7.2%) mg AEAC/g, 자연지에 5.44(15.4%) mg AEAC/g 정도 증가하였다. 대부분의 경우 유산균으로 발효한 시료들이 발효대조군과 비교하여 radical 소거능이 유의하게 증가하여 총 폴리페놀 함량과 유사한 결과를 나타내었다. Lee 등의 연구[21]에서 DPPH radical 소거능은 총 폴리페놀의 함량과 관련이 높다고 보고하였으며, 이를 통해 본 연구에서 유산균 발효에 의한 총 폴리페놀 함량 증가로 인해 발효대조군보다 발효한 시료의 DPPH radical 소거능이 대체로 높은 결과가 나왔다고 판단된다.

Table 3. Total polyphenol content(TPC) of powder from fermented atichoke extract with lactic acid bacteria.

Sample	TPC (mg GAE/g)				
	Unfermented	Fermentation control	<i>L. plantarum</i>	<i>L. fermentum</i>	<i>P. pentosaceus</i>
Crushing powder	88.07±0.20 ^e	72.10±0.30 ^a	79.95±0.26 ^b	83.94±0.21 ^c	85.63±0.46 ^d
Flower tea	22.29±0.15 ^b	19.06±0.26 ^a	22.92±0.20 ^c	23.48±0.06 ^d	23.78±0.15 ^d
Orpuri	54.31±0.00 ^{cd}	50.55±0.10 ^b	49.42±0.21 ^a	54.70±0.26 ^d	54.04±0.47 ^c
Jayeonjiae	58.83±0.21 ^d	53.15±0.38 ^a	55.89±0.26 ^b	57.57±0.26 ^c	59.69±0.38 ^e

Results are expressed as the means±SD, mg GAE/g. In each sample, a-e superscripts are significantly different at $p<0.05$ by Duncan's multiple range test.

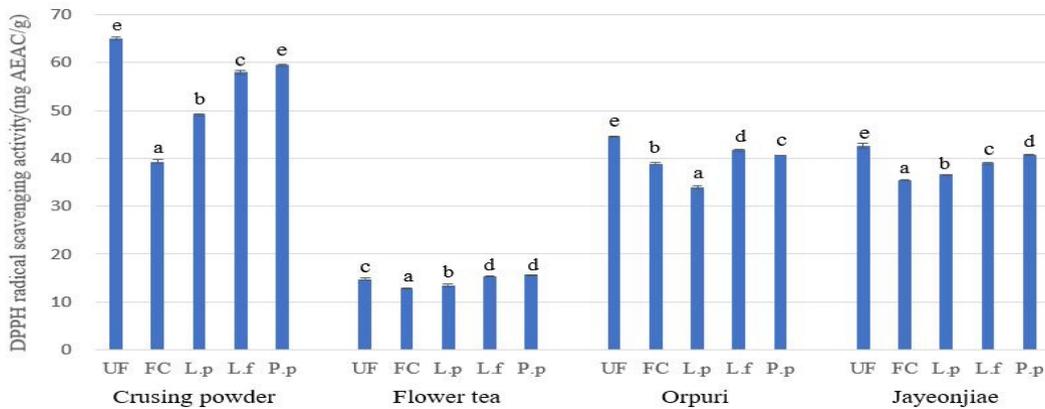


Fig. 1. DPPH radical scavenging activity(mg AEAC/g) of powder from fermented atichoke extract with lactic acid bacteria, In each sample, a-e superscripts are significantly different at $p<0.05$ by Duncan's multiple range test; UF, Unfermented; FC, Fermentation control; L. p, *L. plantarum* KNUT0123; L. f, *L. fermentum* KNUT0301; P. p, *P. pentosaceus* KNUT0069.

4. 결론

본 연구에서는 아티초크 추출물과 유산균을 이용하여 발효물을 제조하고 발효 전후의 pH, 산도, 항산화 물질 함량 및 항산화 효능을 분석하였다. 아티초크 발효물의 pH는 발효 후 전체적으로 감소하였으며, 특히 *L. plantarum*로 발효한 분쇄 분말, 꽃 차, 오프리 그리고 자연지애를 측정 한 결과 3.34 ± 0.01 에서 2.80 ± 0.01 , 3.16 ± 0.03 에서 2.73 ± 0.01 , 2.98 ± 0.03 에서 2.72 ± 0.02 그리고 3.40 ± 0.00 에서 2.76 ± 0.04 로 감소하여 가장 낮은 pH 를 나타냈다.

아티초크 발효물의 산도는 발효 후 전체적으로 증가하는 경향을 나타내었으며, 분쇄 분말의 발효 전후 산도 증가량이 *L. plantarum* 0.81 ± 0.00 에서 1.71 ± 0.00 , *L. fermentum* 0.63 ± 0.00 에서 1.26 ± 0.00 , *P. pentosaceus* 0.66 ± 0.05 에서 1.44 ± 0.00 으로 가장 높았다.

총 폴리페놀 함량은 발효를 통해서 분쇄 분말 72.10 ± 0.30 에서 $13.53(18.8\%)$ mg GAE/g, 꽃 차 19.06 ± 0.26 에서 $4.72(24.8\%)$ mg GAE/g, 오프리 50.55 ± 0.10 에서 $4.16(8.2\%)$ mg GAE/g, 자연지애 53.15 ± 0.38 에서 $6.53(6.5\%)$ mg GAE/g 증가되었다. 발효대조군과 비교하여 유산균 발효를 통해서 총 폴리페놀 함량이 증가하는 경향을 나타내었으나 발효하지 않은 시료와 비교하였을 때 오히려 감소한 결과가 나타났다. 특히 *L. plantarum* knut0123 발효물의 증가량이 *L. fermentum* knut0301과 *P. pentosaceus* knut0069에 비해 낮은 결과를 나타내었다. DPPH radical 소거능의 경우 유산균 발효 시 발효대조군에 비해 증가하였으며, 총 폴리페놀 함량과 유사한 경향을 나타내었다. 발효 전, 발효대조군, 발효한 시료 모두 분쇄 분말의 총 폴리페놀 함량과 DPPH radical 소거능이 최댓값을 나타냈다.

이와 같은 연구결과를 보았을 때 아티초크의 유산균

발효를 통한 항산화 효능 증가로 기능성 화장품과 식품 산업의 천연물 소재로 활용 가치가 있음을 나타내었으나 추출 및 발효 조건 탐색에 대한 추가 연구가 필요하다고 사료된다.

References

- [1] S. A. El Sohaimy, "Chemical Composition, Antioxidant and Antimicrobial Potential of Artichoke.", *The Open Nutraceuticals Journal*, Vol.7, pp.15-20, July, 2014. DOI: <http://dx.doi.org/10.2174/1876396001407010015>
- [2] K. C. Seong, C. H. Kim, J. S. Lee, Y. C. Eum, K. H. Kang, "Selection of artichoke (*Cynara scolymus* L.) for nonheated cultivation in Jeju island.", *Journal of Bio-Environment Control*, Vol.17, No.4, pp.293-296, Dec. 2008.
- [3] X. Zhu, "Phenolic compounds from the leaf extract of artichoke (*Cynara scolymus* L.) and their antimicrobial activities.", *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, Vol. 52, No.24, pp.7272-7278, Dec. 2004. DOI: <https://doi.org/10.1021/jf0490192>
- [4] Z. A. El Ghany, "Evaluation of Antibacterial Activity, Gas Chromatography Analysis and Antioxidant Efficacy of Artichoke (*Cynara scolymus* L.)", *Journal of Agricultural Chemistry and Biotechnology*. Vol.8, pp.265-280, 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.21608/iacb.2017.38907>
- [5] Z. Sun, J. Chen, J. Ma, "Cynarin-Rich Sunflower (*Helianthus annuus*) Sprouts Possess Both Antiglycative and Antioxidant Activities.", *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, Vol.60, No.12, pp.2060-3265, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1021/jf300737y>
- [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. Schrezenmeier, "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] 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>
- [12] 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://dx.doi.org/10.17642/jcc.24.1.4>
- [13] 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)
- [14] M. S. Blois, "Antioxidant determinations by use of a stable free radical.", *Nature*, 1199-1200, 1958. DOI: <http://dx.doi.org/10.1038/1811199a0>
- [15] 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>
- [16] G. H. Kim, E. K. Bae, "Lactic acid bacteria for the preservation of fruit and vegetables.", *Korean Journal of Food Preservation*, 6, 245-254 (1999)
- [17] R. Tsao, "Chemistry and biochemistry of dietary polyphenols.", *Nutrients*, 2:1231-1246, 2010. DOI: <http://dx.doi.org/10.3390/nu2121231>
- [18] 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>
- [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: <http://doi.org/10.7732/kjpr.2012.25.4.379>
- [20] I. S. Yoo, C. M. Baek, M. Y. Joung, S. C. Kwon, "Study of Anti-oxidant Analysis to Vegetable Juice Containing Barley Sprouts.", *Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society*, Vol. 18, No. 12 pp. 248-253, 2017 DOI: <https://doi.org/10.5762/KAIS.2017.18.12.248>
- [21] S. E. Lee, Y. S. Kim, J. E. Kim, J. K. Bang, N. S. Seong, "Antioxidant activity of *Ulmus davidiana* var. *Japonica* N and *Hemipteleae davidii* P.", *Korean Journal of Medicinal Crop Science*, 12, 321-327.

안 용 후(Yong-Hu Ahn)

[준회원]



• 2016년 3월 ~ 현재 : 한국교통대학교 식품공학전공 학부

<관심분야>

HACCP, 식품위생, 식품미생물, 식품가공, 식품분석

김 희 종(Hui-Jong Kim)

[준회원]



• 2017년 3월 ~ 현재 : 한국교통대학교 식품공학전공 학부

<관심분야>

HACCP, 식품위생, 식품미생물, 식품가공, 식품분석

오 건(Geon Oh)

[준회원]



• 2016년 3월 ~ 현재 : 한국교통대학교 식품공학전공 학부

<관심분야>

HACCP, 식품위생, 식품미생물, 식품가공, 식품분석

권 민 지(Min-Ji Gwon)

[준회원]



• 2020년 3월 ~ 현재 : 한국교통대학교 식품공학전공 학부

<관심분야>

HACCP, 식품위생, 식품미생물, 식품가공, 식품분석

이 형 재(Hyeong-Jae Lee)

[준회원]



• 2017년 3월 ~ 현재 : 한국교통대학교 식품공학전공 학부

<관심분야>

HACCP, 식품위생, 식품미생물, 식품가공, 식품분석

우 은 지(Eun-Ji Woo)

[준회원]



• 2020년 3월 ~ 현재 : 한국교통대학교 식품공학전공 학부

<관심분야>

HACCP, 식품위생, 식품미생물, 식품가공, 식품분석

권 상 철(Sang-Chul Kwon)

[정회원]



- 1999년 2월 : 성균관대학교 생명
자원과학과(농학석사)
- 2002년 2월 : 성균관대학교 식품
생명공학과(이학박사)
- 1995년 10월 ~ 2011년 2월 : ㈜
참선진종합식품(R&D 부장)

- 1995년 10월 ~ 2013년 2월 : 한국식품산업협회 식품안
전지원단
- 2013년 3월 ~ 현재 : 한국교통대학교 식품공학전공 교수

<관심분야>

HACCP, 식품위생, 식품미생물, 식품가공, 식품분석