

효소처리에 따른 멸치액젓의 품질특성 및 생리활성

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

Quality characteristics and physiological activities of anchovy fish sauce based on enzyme treatment

Hyung-Uk Nam, Seung-Hwa Yi, 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 연구에서는 멸치액젓의 활용성을 높이기 위한 효소처리에 따른 pH의 변화와 염도의 변화를 알아보고, 멸치액젓의 기능성 향상을 위한 효소 첨가에 따른 총 폴리페놀 함량, 총 플라보노이드 함량, 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl(DPPH) 소거능, 2,2'-azino-bis(3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid(ABTS) 소거능의 결과에 대해 분석하였다. 멸치액젓의 효소처리는 각 효소에 알맞은 온도와 pH, 시간동안 효소처리하여 실험을 진행하였다. pH의 경우 가장 큰 폭의 변화량을 보인 효소는 $6.81 \pm 0.02/5.62 \pm 0.02$ 로 lipase(LP)이다. 모든 시료가 전체적으로 감소하는 경향을 보였다. 다음으로 염도의 경우 가장 높게 나타난 효소는 VMG가 4.4 ± 0.06 %로 가장 높게 나타났다. 반대로 염도가 가장 낮게 나타난 시료는 2.5 ± 0.06 %로 FAP이며, 효소처리를 하지 않은 NF보다 염도가 감소한 것으로 나타났다. 총 폴리페놀 함량의 경우 FAP가 152.65 ± 11.67 mg GAE/ml로 가장 높았으며, 가장 낮은 총 폴리페놀 함량을 나타낸 것은 82.48 ± 4.39 mg GAE/ml로 C12이다. 다음으로 총 플라보노이드 함량은 FAP가 36.22 ± 3.50 mg CE/ml로 가장 높은 함량을 나타냈고, 가장 낮은 플라보노이드 함량은 12.61 ± 1.45 mg CE/ml로 C12이다. 항산화 활성의 경우 DPPH가 59.87 ± 0.04 로 C12가 가장 높은 소거능을 보였다. ABTS의 경우 FAP가 99.87 ± 0.00 %로 가장 높은 소거능을 보였으며, 가장 낮은 소거능을 나타낸 것은 LP로 34.65 ± 0.01 %의 소거능을 나타냈다. 본 연구의 결과를 토대로 멸치액젓의 효소처리는 생리활성과 연관되어 있으며, 멸치액젓의 기능성을 향상시키기에 적합한 것으로 생각되어 멸치액젓의 효소처리는 활용 가능성이 높다고 판단된다. 또한, 활용 가능성이 가장 높은 효소는 Foodpro Alkaline Proease(FAP)로 판단된다.

Abstract This study focused on the impact of enzyme treatment on anchovy fish sauce, investigating pH and salinity changes, and assessing total polyphenol content, total flavonoid content, 2,2-diphenyl-1-picrylhydroxyl (DPPH) scavenging ability, and 2,2'-azino-bis(3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid) (ABTS) scavenging ability. Lipase (LP) demonstrated the most significant pH change ($6.81 \pm 0.02/5.62 \pm 0.02$), with an overall decreasing trend observed in all samples. VMG exhibited the highest salinity ($4.4 \pm 0.06\%$), while FAP displayed the lowest ($2.5 \pm 0.06\%$), indicating a decrease compared to non-enzyme-treated samples. FAP had the highest total polyphenol content (152.65 ± 11.67 mg GAE/ml), with C12 being the lowest (82.48 ± 4.39 mg GAE/ml). Total flavonoid content was highest in FAP (36.22 ± 3.50 mg CE/ml) and lowest in C12 (12.61 ± 1.45 mg CE/ml). DPPH showed the highest antioxidant activity (59.87 ± 0.04) in C12, while ABTS demonstrated the highest in FAP ($99.87 \pm 0.00\%$) and the lowest in LP ($34.65 \pm 0.01\%$). This study suggests that enzyme treatment enhances the physiological activity of anchovy fish sauce, particularly with Foodpro Alkaline Protease (FAP), which shows the highest utilization potential.

Keywords : Enzyme, Fish Sauce, pH, Salinity, Antioxidant

본 과제(결과물)는 2023년도 교육부의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 지자체-대학 협력기반 지역혁신 사업의 결과입니다. (2021RIS-001)

*Corresponding Author : Sang-Chul Kwon(Korea National University of Transportation)
email: ksc6969@ut.ac.kr

Received January 26, 2024

Revised March 13, 2024

Accepted April 5, 2024

Published April 30, 2024

1. 서론

식품과 건강에 대한 관심이 증가하면서 전통적인 식품 가공 방법에서 벗어나 다양한 혁신적인 기술을 적용하여 제품의 품질 향상 및 영양가를 증진시키는 연구가 활발하게 이루어지고 있다. 그 중 멸치액젓은 한국 요리의 핵심 재료로서 중요성을 지닌 음식 중 하나로 꼽히며, 이에 대한 연구도 지속적으로 진행되고 있다.

멸치(Engraulis)는 세계적으로 두 번째로 많이 잡히는 어류로 높은 함량의 단백질을 가지고 있다. 멸치액젓은 그 특유한 감칠맛과 풍부한 영양소로 한국의 식문화에서 중요한 역할을 하고 있다[1,2]. 하지만, 전통적인 가공 방법에서 효소 손실로 인하여 제품의 품질과 함께 생리활성 성분이 감소할 수 있다는 우려가 있다. 그로 인해 다양한 효소를 활용하여 멸치액젓을 가공하는 방법이 제안되고 있으며, 이를 통해 효소 손실을 최소화하고, 제품의 품질과 영양가를 향상시킬 수 있는 가능성이 예측되고 있다. 대부분의 유용 생리활성 물질들은 세포벽과 결합된 형태로 존재하는데, 특히 플라보노이드 화합물은 전체 중 약 50~80%가 체내에서 배당체 형태로 이용하기 어려움이 있다. 이러한 배당체 형태는 비배당체 형태에 비해 생체 이용률 및 여러 억제 활성 등이 낮은 것으로 알려져 있다[3,4]. 이처럼 배당체 형태로 존재하는 화합물 등의 생체 이용률을 높이기 위하여 다양한 방법들이 연구되고 있다. 그 중 하나의 방법으로 효소 반응이 있다. 식품 산업은 효소 처리를 통해 세포벽을 효과적으로 분해하고 변형시킬 수 있는 기술을 활용하려는 다양한 연구를 진행하고 있다. 효소는 단백질을 부분적 가수분해로 수용성을 증가시킨다. 이러한 작용은 안정적으로 세포벽의 구성 성분을 분해하여 수율과 여과성을 향상시키며, 생리활성 물질의 용출을 돕고, 고분자 화합물을 저분자 형태로 전환시킬 수 있어 식품 가공 산업에서 널리 활용되고 있다. 최근 연구에서는 효소를 이용한 기능성 물질 추출에 대한 많은 관심이 집중되고 있다. 예를 들어, 노니주스에서의 스크폴레틴 함량 증가, 토마토에서의 라이코펜 추출 수율 증가 및 사과껍질로부터 총 페놀 함량 증가에 따른 항산화 활성 증가가 효소 처리의 긍정적인 효과로 보고되었다. 또한, 효소를 이용하여 감귤 과피의 배당체 형태인 플라보노이드를 aglycone 형태로 변환시켜 유용한 생리활성 성분의 추출성을 증진시킨 사례도 있었다[5-8].

이와 같은 연구들을 보았을 때 효소 처리가 식품 소재의 생리활성을 향상시키는데 높은 효과를 나타내는 것을

알 수 있었으며 본 연구는 이러한 효소 처리의 효과를 더욱 분석하여 식품 산업과 건강에 대한 응용 가능성을 더욱 연구하고자 한다.

2. 재료 및 방법

2.1 실험재료

실험재료인 멸치액젓은 (주)성보에서 제공받은 멸치액젓을 사용하였으며, 멸치액젓의 효소처리를 위하여 효소는 (주)성보에서 제공받은 Foodpro Alkaline Protease(FAP), Cellulase 12T(C12), Viscoflow MG(VMG), Rohament CL(RCL), lipase(LP)를 이용하였다.

2.2 효소처리 멸치액젓 제조

각 효소처리를 위하여 멸치액젓을 10%로 희석하여 각 효소에 적합한 pH와 온도, 시간에 맞게 효소처리를 진행하였다. 0.1 N NaOH 또는 HCl을 첨가하여 Foodpro Alkaline Protease를 첨가한 멸치액젓 희석액은 pH 9.5에 60 °C의 항온수조(KR/KMC-1205SW1, Vision scientific, korea)에서 12시간 효소처리 하였다. 이와 같은 방법으로, Cellulase 12T는 pH 6.5에 50 °C로 3시간, Viscoflow MG는 pH 6.5에 45 °C로 6시간, Rohament CL의 경우 pH 6.5에 50 °C로 90분, lipase의 경우 pH 6.8에 55 °C로 24시간 효소처리를 진행하였다. 효소처리가 완료된 후 효소 불활성화를 위해 85 °C로 30분 동안 정치시켰다[9-12].

2.3 pH 및 염도

시료의 pH 측정은 pH METER(FP20, METTER TOLEDO, Switzerland)를 이용하여 멸치액젓을 3회 반복 측정하였다. 염도는 디지털 염도계 (PAL-SALT, ATAGO, Japan)를 이용하여 3회 반복 측정하였다.

2.4 총 폴리페놀 함량 측정

총 폴리페놀 함량은 Folin-Denis법을 응용하여 측정하였다[13]. 시료 4 mL에 0.2 N Folin-Ciocalte's phenol reagent 시약을 4 mL, 2% Na₂CO₃ 용액 4 mL를 가하고 실온 암소에서 1시간 반응시켰다. 반응 후 spectrophotometer(Optizen POP, Mecasys Co., Korea)를 이용하여 750 nm 파장에서 흡광도를 측정하였다. 대조구는 Gallic acid (Sigma-aldrich, USA)를

Table 1. pH & Salinity of anchovy fish sauce with different enzymes.

		pH	Salinity
NF			3.3±0.15 ^b
VMG	Before	6.49±0.02 ^e	4.4±0.06 ^e
	After	6.10±0.03 ^b	
RCT	Before	6.50±0.03 ^e	3.7±0.1 ^c
	After	6.78±0.02 ^d	
C12	Before	6.49±0.03 ^e	4.4±0.1 ^e
	After	6.90±0.08 ^c	
LP	Before	6.81±0.02 ^f	3.9±0.1 ^d
	After	5.62±0.02 ^a	
FAP	Before	9.51±0.02 ^h	2.5±0.06 ^a
	After	9.05±0.02 ^g	

농도별로 희석하고 표준곡선을 작성하여 시료 중의 총 폴리페놀 함량을 정량하여 gallic acid equivalents(mg GAE/g)로 환산하여 나타냈다.

2.5 총 플라보노이드 함량 측정

총 플라보노이드 함량은 Lee 등[14]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 5 분간 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.

2.6 DPPH radical 소거능

DPPH(2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl)에 대한 radical 소거능은 DPPH의 환원력을 이용하여 측정하였다[15]. 시료 1 mL에 0.2 mM DPPH 용액(99.9 % ethyl alcohol에 용해) 9 mL를 가하고 10초간 혼합한 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.

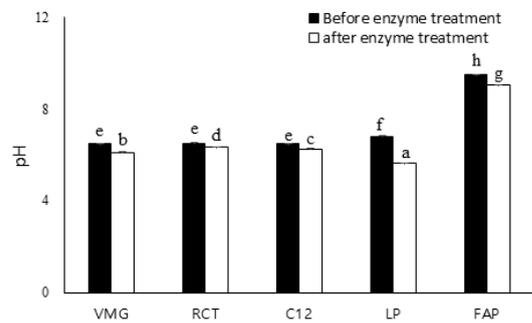


Fig. 1. Comparison of pH in anchovy fish sauce treated with different enzymes, In each sample, a-g superscripts are significantly different at $p < 0.05$ by Duncan's multiple range test

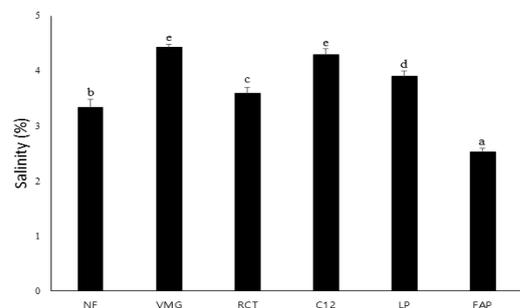


Fig. 2. Comparison of Salinity in anchovy fish sauce treated with different enzymes, In each sample, a-g superscripts are significantly different at $p < 0.05$ by Duncan's multiple range test

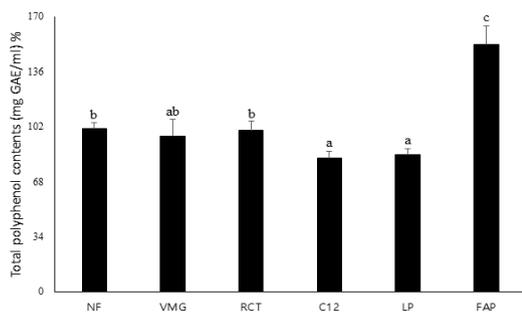


Fig. 3. Comparison of Total polyphenol content in anchovy fish sauce treated with different enzymes, In each sample, a-c superscripts are significantly different at $p < 0.05$ by Duncan's multiple range test

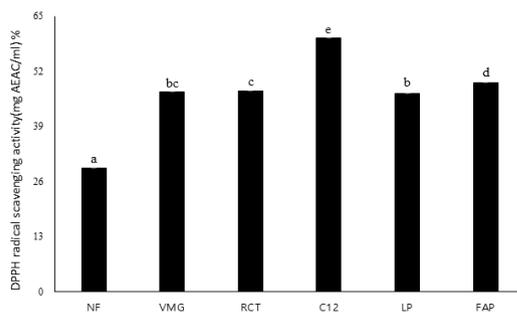


Fig. 5. Comparison of DPPH radical scavenging activity in anchovy fish sauce treated with different enzymes, In each sample, a-e superscripts are significantly different at $p < 0.05$ by Duncan's multiple range test

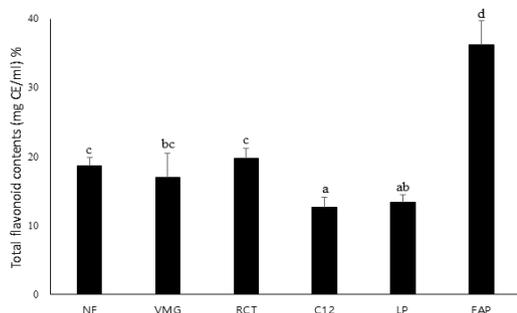


Fig. 4. Comparison of Total flavonoid content in anchovy fish sauce treated with different enzymes, In each sample, a-d superscripts are significantly different at $p < 0.05$ by Duncan's multiple range test

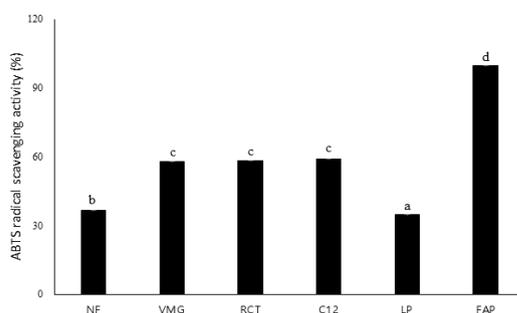


Fig. 6. Comparison of ABTS radical scavenging activity in anchovy fish sauce treated with different enzymes, In each sample, a-e superscripts are significantly different at $p < 0.05$ by Duncan's multiple range test

2.7 ABTS radical 소거능

ABTS[2,2'-azino-bis(3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid)]에 대한 radical 소거능은 Ku 등[16]의 방법을 일부 변형하여 측정하였다. 7 mM ABTS와 2.45 mM potassium persulfate를 최종 농도로 혼합하여 실온인 암소에서 12~16시간 동안 방치하여 ABTS+를 형성시킨 후 734 nm에서 흡광도 값이 0.800 ± 0.20 이 되게 증류수를 사용하여 희석하였다.

시료 0.4 mL에 ABTS reaction 혼합물 11.6 mL를 첨가하여 혼합 후 실온에서 10분간 반응시킨 다음 spectrophotometer를 이용하여 734 nm에서 흡광도를 측정하였다. 이때 전자 공여능은 시료 첨가군과 시료 무첨가군의 흡광도 차이를 백분율(%)로 구하였다.

2.8 통계처리

본 실험은 동일 조건에서 독립적으로 3 회 이상 측정 한 후 실험 결과로 사용하였으며, 실험을 통해 얻은 결과는 SPSS (Statistical package for the social science 18.0) program을 이용하여 Duncan's multiple range test를 실시하였다. 통계적 유의성 검증은 $p < 0.05$ 일 때 통계적으로 유의적 차이가 존재한다고 판정했다.

3. 결과 및 고찰

3.1 pH 및 염도

멸치액젓의 pH는 Table 1, Fig. 1과 같다. pH는 기존의 희석한 멸치액젓에 효소의 적정 pH로 만든 후 효소

처리를 통한 pH의 변화를 측정하였다. 가장 큰 폭의 변화량을 보인 효소는 $6.81 \pm 0.02 / 5.62 \pm 0.02$ 로 LP이다. 두 번째로 큰 폭의 변화량을 보인 효소는 $9.51 \pm 0.02 / 9.05 \pm 0.02$ 로 FAP이다. 또한, 모든 시료들이 전체적으로 감소하는 경향을 보였는데, 이는 발효, 숙성 중 미생물의 작용으로 유기산이 생성된다는 Kwak 등의[17] 연구와 멸치 근육세포 내의 당과 아미노산 중 당생성아미노산의 분해로 생긴 탄소 골격이 포도당 합성에 이용됨으로써 유기산의 생성에 기여한다는 Lee 등의[18] 연구를 참고하여 효소처리 후 pH가 감소하는 것이 유사한 경향을 나타냈다. 다음으로 멸치액젓의 염도는 Table 1, Fig. 2와 같다. 염도는 VMG가 4.4 ± 0.06 %로 가장 높게 나타났다. 염도가 가장 낮게 나타난 시료는 2.5 ± 0.06 %로 FAP이며, 효소처리를 하지 않은 NF보다 염도가 감소한 것을 나타냈다. 하지만 염도의 변화는 뚜렷하게 나타나지 않았는데, 이는 Gil 등의 연구를 참고하여[19] 단백질 분해효소 첨가는 초기에는 염도 값의 큰 변화가 없었다는 보고와 유사한 경향을 나타냈다.

3.2 총 폴리페놀 함량

효소의 종류를 달리한 멸치액젓의 총 폴리페놀 함량은 Fig. 3과 같다. 총 폴리페놀 함량은 FAP가 152.65 ± 11.67 mg GAE/ml로 가장 높았다. 다음으로 효소를 첨가하지 않은 멸치액젓이 100.83 ± 3.67 mg GAE/ml로 두 번째로 높게 측정되었다. 가장 낮은 총 폴리페놀 함량을 나타낸 것은 82.48 ± 4.39 mg GAE/ml로 C12이다. 이는 효소 첨가로 폴리페놀 함량의 증가를 등의 연구를 참고하여[20] 효소 첨가로 인하여 총 폴리페놀 함량이 증가한 것이 유사한 경향을 나타냈다.

3.3 총 플라보노이드 함량

효소의 종류를 달리한 멸치액젓의 총 플라보노이드 함량은 Fig. 4와 같다. 총 플라보노이드 함량은 FAP가 36.22 ± 3.50 mg CE/ml로 가장 높은 함량을 나타냈고, 다음으로 RCT가 19.74 ± 1.50 mg CE/ml로 두 번째로 높은 함량을 나타냈다. 가장 낮은 플라보노이드 함량은 12.61 ± 1.45 mg CE/ml로 C12이다. 효소를 첨가하지 않은 멸치액젓보다 효소를 첨가한 멸치액젓이 총 플라보노이드 함량이 높은 경향을 보였다. 이는 효소처리에 따른 플라보노이드 함량의 증가를 Park 등의 연구를 참고하여[5] 효소 첨가에 따른 플라보노이드 함량이 증가한 것이 유사한 경향을 나타냈다.

3.4 DPPH radical 소거능

효소의 종류를 달리한 멸치액젓의 DPPH radical 소거능은 Fig. 5과 같다. DPPH radical 소거능은 59.87 ± 0.04 로 C12가 가장 높은 소거능을 보였으며, 다음으로 59.31 ± 0.01 mg AEAC/ml로 두 번째로 높은 소거능을 보였다. 통계적으로 효소를 첨가하지 않은 멸치액젓보다 효소를 첨가한 멸치액젓의 DPPH radical 소거능이 높은 경향을 보였다. 이는 액젓에 효소 첨가에 따른 액젓에 DPPH radical 소거능의 증가를 Ying 등의 연구를 참고하여[21] 멸치액젓 효소 첨가에 따른 항산화 활성이 증가한 것이 유사한 경향을 나타냈다.

3.5 ABTS radical 소거능

효소의 종류를 달리한 멸치액젓의 ABTS radical 소거능은 Fig. 6과 같다. ABTS radical 소거능은 FAP가 99.87 ± 0.00 %로 가장 높은 소거능을 보였으며, 다음으로 C12가 59.02 ± 0.01 %로 두 번째로 높은 소거능을 나타냈다. 가장 낮은 소거능을 나타낸 것은 LP로 34.65 ± 0.01 %의 소거능을 나타냈다. 이는 효소를 첨가하지 않은 멸치액젓보다 효소를 첨가한 멸치액젓이 ABTS radical 소거능이 높으며, 효소에 따라 항산화 활성의 차이를 Kim 등의 연구를 참고하여[22] 효소처리로 인한 항산화 활성이 증가하는 것이 유사한 경향을 나타냈다.

4. 결론

본 연구에서는 멸치액젓의 효소처리에 따른 pH의 변화와 염도의 변화를 알아보고, 효소에 따른 총 폴리페놀 함량, 총 플라보노이드 함량, DPPH 소거능, ABTS 소거능의 결과에 대해 분석하였다. pH의 경우 가장 큰 폭의 변화량을 보인 효소는 $6.81 \pm 0.02 / 5.62 \pm 0.02$ 로 LP이다. 두 번째로 큰 폭의 변화량을 보인 효소는 $9.51 \pm 0.02 / 9.05 \pm 0.02$ 로 FAP이다. 또한, 모든 시료들이 전체적으로 감소하는 경향을 보였다. 다음으로 염도의 경우 가장 높게 나타난 효소는 VMG가 4.4 ± 0.06 %로 가장 높게 나타났다. 반대로 염도가 가장 낮게 나타난 시료는 2.5 ± 0.06 %로 FAP이며, 효소처리를 하지 않은 NF보다 염도가 감소한 것으로 나타났다. 총 폴리페놀 함량의 경우 FAP가 152.65 ± 11.67 mg GAE/ml로 가장 높았으며, 가장 낮은 총 폴리페놀 함량을 나타낸 것은 82.48 ± 4.39 mg GAE/ml로 C12이다. 다음으로 총 플

라보노이드 함량은 FAP가 36.22 ± 3.50 mg CE/ml로 가장 높은 함량을 나타냈고, 가장 낮은 플라보노이드 함량은 12.61 ± 1.45 mg CE/ml로 C12이다. 항산화 활성의 경우 DPPH가 59.87 ± 0.04 로 C12가 가장 높은 소거능을 보였으며, 다음으로 59.31 ± 0.01 mg AEAC/ml로 두 번째로 높은 소거능을 보였다. ABTS의 경우 FAP가 99.87 ± 0.00 %로 가장 높은 소거능을 보였으며, 가장 낮은 소거능을 나타낸 것은 LP로 34.65 ± 0.01 %의 소거능을 나타냈다.

본 연구의 결과를 토대로 멸치액젓의 효소처리는 생리활성과 연관되어 있으며, 멸치액젓의 기능성을 향상시키기 위해 적합한 것으로 생각되어 멸치액젓의 효소처리는 활용 가능성이 높다고 판단된다. 또한, 활용 가능성이 가장 높은 효소는 Foodpro Alkaline Proeease(FAP)로 판단된다.

References

- [1] Osman Kadir Topuz, Pinar Yerlikaya, Ilknur Ucak, Bahar Gumus, Hanife Aydan Büyükbelenli, "Effects of olive oil and olive oil-pomegranate juice sauces on chemical, oxidative and sensorial quality of marinated anchovy", *Food Chemistry*, Volume 154, Pages 63-70, ISSN 0308-8146. (2014)
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2013.12.103>
- [2] Wenhui Zhu, Hongwei Luan, Ying Bu, Jianrong Li, Xuepeng Li, et al, "Changes in taste substances during fermentation of fish sauce and the correlation with protease activity", *Food Research International* 144: 110349. (2021)
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2021.110349>
- [3] J. Y. Cha, Y. S. Cho, "Biofunctional activities of citrus flavonoids", *Applied Biological Chemistry* 44.2: 122-128. (2001)
- [4] María Eugenia Letelier, Alfredo Molina-Berrios, Juan Cortés-Troncoso, José Jara-Sandoval, Marianne Holst, "DPPH and oxygen free radicals as pro-oxidant of biomolecules", *Toxicology in Vitro*, Volume 22, Issue 2, Pages 279-286, ISSN 0887-2333. (2008)
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tiv.2007.08.002>
- [5] C. H. Lee, C. S. Kim, S. P. Lee, "Studies on the Enzymatic Partial Hydrolysis of Soybean Protein Isolates" *Korean journal of food science and technology*, 16(2), 228-234. (1984)
- [6] G. H. Park, J. Y. Park, and Y. H. Park, "Changes in Flavonoid Aglycone Contents and Antioxidant Activities of Citrus Peel Depending on Enzyme Treatment Times", *J Korean Soc Food Sci Nutr* 48.5: 542-550. (2019)
DOI: <https://doi.org/10.3746/jkfn.2019.48.5.542>
- [7] M. K. Park, C. H. Kim, "Extraction of polyphenols from apple peel using cellulase and pectinase and estimation of antioxidant activity", *Journal of the Korean Society of Food Science and Nutrition* 38.5: 535-540. (2009)
DOI: <https://doi.org/10.3746/jkfn.2009.38.5.535>
- [8] K. H. Lee, G. Y. Joo, C. Y. Kim, K. J. Han, D. B. Jang, et al, "Physicochemical Quality Change of Enzyme-Treated Centella asiatica and Preparation of Jam using Enzyme-Treated Centella asiatica", *The Korean Journal of Food And Nutrition* 34.6: 612-620. (2021)
DOI: <https://doi.org/10.9799/ksfan.2021.34.6.612>
- [9] H. J. Choi, M. J. Hwang, D. W. Kim, W. H. Joo, "Characterization of Organic Solvent Stable Lipase from Pseudomonas sp. BCNU 106", *Journal of Life Science*, 26(5), 603-607. (2016)
DOI: <https://doi.org/10.5352/JLS.2016.26.5.603>
- [10] J. S. Bae, E. S. Lee, Y. S. Jeong, J. W. Kim, M. J. Lee, et al. "β-Glucanase-assisted extraction of starch from glutinous barley." *Korean Journal of Agricultural Science* 39.3: 387-393. (2012)
DOI: <https://doi.org/10.7744/CNUJAS.2012.39.3.387>
- [11] Y. J. Cho, S. S. Chun, "Effect of Phytase, Protease and the Mixed Enzyme of Phytase and Protease on the Extraction and Properties of the Protein from Abolished Soybean Meal", *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr* 29.1: 57-63. (2000)
- [12] Caroline Cornfine, Katrin Hasenkopf, Peter Eisner, Ute Schweiggert, "Influence of chemical and physical modification on the bile acid binding capacity of dietary fibre from lupins (*Lupinus angustifolius* L.)." *Food chemistry* 122.3 (2010): 638-644.
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2010.03.024>
- [13] 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)
- [14] 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>
- [15] Blois, Marsden S. "Antioxidant determinations by the use of a stable free radical", *Nature* 181.4617: 1199-1200. (1958)
DOI: <http://doi.org/10.1038/1811199a0>
- [16] 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://doi.org/10.5762/KAIS.2018.19.4.57>
- [17] E. J. Kwak, W. S. Park, and S. I. Lim, "Color and quality properties of doenjang added with citric acid and phytic acid", *Korean Journal of Food Science and Technology* 35.3: 455-460. (2003)

- [18] M. H. Lee, I. H. Jeong, S. T. Jeong, Y. H. Chang, "Effect of Nuruk protease activity on the quality of anchovy sauce", *Korean J. food SCL. Technol* 53,3: 356-363. (2021)
DOI: <https://doi.org/10.9721/KJFST.2021.53.3.356>
- [19] N. Y. Gil, B. Y. Choi, S. Y. Park, Y. S. Cho, S. Y. Kim, "Physicochemical properties of Doenjang using grain type Meju fermented by *Aspergillus oryzae* and protease", *Korean J Food Preserv* 2017;24(5):697-706. (2017)
DOI: <https://doi.org/10.11002/kifp.2017.24.5.697>
- [20] H. J. Chae, D. I. Park, S. C. Lee, C. H. Oh, C.-H., N. S. Oh, et al, "Improvement of Antioxidative Activity by Enzyme Treatment and Lactic Acid Bacteria Cultivation in Black Garlic", *J Korean Soc Food Sci Nutr*, 40(5), 660-664. (2011)
DOI: <https://doi.org/10.3746/ikfn.2011.40.5.660>
- [21] Ying Bu, Yingnan Liu, Hongwei Luan, Wenhui Zhu, Xuepeng Li, et al, "Changes in protease activity during fermentation of fish sauce and their correlation with antioxidant activity", *Journal of the Science of Food and Agriculture* 102,8: 3150-3159. (2022)
DOI: <https://doi.org/10.1002/jsfa.11658>
- [22] Y. C. Kim, J. H. Yim, J. H. Rho, C. W. Cho, Y. K. Rhee, "Antioxidant activity of ginseng extracts prepared by enzyme and heat treatment", *Journal of the Korean Society of Food Science and Nutrition* 36,11: 1482-1485. (2007)
DOI: <https://doi.org/10.5142/JGR.2007.31.4.203>

남 형 욱(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

김 우 현(Woo-Hyun Kim)

[준회원]



• 2022년 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

조 항 혁(Hang-Hyuk Jo)

[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