

뼈 연화 고등어(*Scomber japonicus*) 가공품의 식품성분 특성

박선영^{1, 2} · 김용중³ · 강상인^{1, 2} · 이정석² · 김진수^{1, 2*}

¹경상대학교 해양식품생명과학과/해양산업연구소, ²경상대학교 수산식품산업화 기술지원센터, ³부산지방식품의약품안전청 유해물질분석과

Food Component Characteristics of Bone-softened Mackerel *Scomber japonicus* Product

Sun Young Park^{1,2}, Yong Jung Kim³ Sang In Kang^{1,2}, Jung Suck Lee² and Jin-Soo Kim^{1,2*}

¹Department of Seafood and Aquaculture Science/Institute of Marine Industry, Gyeongsang National University, Tongyeong 53064, Korea

²Research Center for Industrial Development of Seafood, Gyeongsang National University, Tongyeong 53064, Korea

³Hazardous Substances Analysis Division, Busan Regional Korea Food & Drug Administration, Busan 47366, Korea

The present study investigated the food component characteristics of a bone-softened mackerel *Scomber japonicus* product (FC-M). The proximate composition of the FC-M was 57.4% moisture, 25.2% crude protein, 14.1% crude lipid, and 2.7% ash. The energy in the FC-M was 241.5 kcal/100 g, which corresponds to 8.9-16.1% of the daily energy intake recommended for Koreans ≥ 6 years of age. Regardless of type of taste, there were no significant differences in taste intensity when the FC-M was compared to a control (canned mackerel) but the odor intensity was significantly higher. Although there were no significant differences in hardness, the Hunter color values of redness and yellowness were significantly lower than those of the control. The sensory score for the FC-M was significantly superior to that of the control. The total amino acid content in the FC-M was 24.12 g/100 g and the major amino acids were aspartic acid, glutamic acid, leucine, and histidine. The major fatty acids in the FC-M were 16:0, 18:1n-9, 20:5n-3, and 22:6n-3 and the FC-M was a good source of minerals.

Key words: Mackerel, *Scomber japonicus*, Fish bone, Fish odor

서 론

고등어는 단백질과 지질이 풍부하여 곡류에 부족하기 쉬운 lysine, threonine과 같은 아미노산(Leu et al., 1981)과 뇌하수체와 뇌발달, 간기능 개선, 고혈압 예방 등에 효과가 있다고 알려져 있는 eicosapentaenoic acid (EPA), docosahexaenoic acid (DHA) 등으로 구성된 n-3 (omega-3) 지방산(Thurston et al., 1980; Gaull et al., 1983)이 풍부할 뿐만 아니라, 핵산, 철과 같은 미네랄(Park et al., 1995) 등이 풍부하여 영양 및 건강 기능적으로 우수한 수산자원으로 널리 알려져 있다. 따라서, 고등어는 여러 가지 수산물 중 수산가공소재로서 생산적인 면과 영양 및 건강 기능적인 면에서 아주 우수한 소재 중의 하나이다.

하지만, 고등어는 종류에 관계없이 잔가시가 많고, 트리메틸

아민(trimethylamine, TMA)를 주로 하는 비린내가 강한 특성이 있다(Park et al., 1995). 이러한 특성으로 인하여 고등어는 국내의 경우 주로 간고등어와 통조림 등으로 제조되지만 기성세대를 중심으로 소비되고 있고, 신세대들로부터 외면받고 있으며, 서구의 경우도 통조림 등으로 가공되지만 일부 민족들에 한정되어 소비되고 있을 뿐이고 대부분의 소비자들로부터 외면을 받고 있다. 한편, 최근 국내외 식품시장은 사회적 환경과 경제적 환경의 변화에 의하여 1-2인 가구가 대거 증가하고 있고, 이로 인하여 가정에서 모든 조리를 하여 섭취하던 예전과는 달리 완전 또는 반조리되어 조리 시간이 짧으면서 조리 노동력이 적게 소요되는 가정간편식(home meal replacement, HMR) 시장이 급증하고 있다(Park et al., 2015).

따라서, 소비자가 선호하는 고품질 고등어 가공품의 개발과

*Corresponding author: Tel: +82. 55. 772. 9146 Fax: +82. 55. 772. 9149

E-mail address: jinsukim@gnu.ac.kr



This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

<https://doi.org/10.5657/KFAS.2018.0623>

Korean J Fish Aquat Sci 51(6), 623-631, December 2018

Received 4 September 2018; Revised 1 October 2018; Accepted 17 October 2018

저자 직위: 박선영(대학원생), 김용중(전문연구원), 강상인(대학원생), 이정석(연구교수), 김진수(교수)

효율적 이용을 위하여는 고등어가 가지고 있는 우수한 영양 및 건강 기능성 보존은 물론이고 잔가시와 비린내가 개선된 조리 간편 식품의 개발이 되어야 하며, 이의 영양 및 건강 기능성에 대한 자료 확보가 필수적이다.

한편, 고등어 가공품 개발 이의 영양 및 건강 특성에 관한 연구로는 구이제품(Yu and Cho, 2016), 냉동 조미육 제품(Lee et al., 1990), 된장절임제품(Jung et al., 2014), 소시지(Kim et al., 2013), 연육(Luo et al., 2010), 염장품(Kim et al., 2008), 훈제품(Agustinelli and Yeannes, 2015) 등의 제조 및 영양 특성 등이 있다. 그리고, 고등어의 비린내를 저감화 및 이의 식품성분 특성에 대한 연구 또는 잔가시 연화 및 이의 식품 특성에 관한 연구는 열처리에 의한 것(Ishikawa et al., 1987; Shimosaka et al., 1987; Okada et al., 1988; Mao et al., 2014)과 산치리에 의한 것(Ishikawa et al., 1989) 등이 있으나, 식품성분 특성에 대한 연구는 찾아볼 수 없다. 하지만, 고품질 고등어 가공품의 개발을 위하여 어골의 연화와 비린내 개선을 동시에 실시하고, 응용한 연구는 아직 찾아보기 어렵다.

본 연구에서는 뼈 연화 고등어 가공품의 효율적 이용을 위한 일련의 기초 연구로 뼈 연화 고등어 가공품의 식품성분 특성에 대하여 살펴보았다.

재료 및 방법

재료

고등어는 부산광역시 소재 B수산으로부터 체장 39.2-48.9 cm 범위(평균 44.4±4.9 cm), 체중 550-594 g 범위(평균 574.8±19.2 g)의 것을 2016년 7-11월에 동결상태로 구입하여 머리와 내장을 제거한 다음 뼈 연화 고등어의 제조를 위한 원료로 사용하였다.

뼈 연화 고등어 가공품의 비린내 제거용 된장(Daasang Co. Ltd., Korea)은 경상남도 통영시 소재 대형마트로부터, 무수 구연산(ES Food Ingredients Co. Ltd., Korea)은 인터넷으로 2016년 7-11월에 각각 구입하여 사용하였다.

뼈 연화 고등어 가공품의 제조

뼈 연화 고등어 가공품의 제조를 위한 고등어는 냉동 수산물을 해동하고, 머리 및 내장을 제거함과 동시에 수세, 탈수하여 제조하였다. 이어서 뼈연화 제품은 pan-dressed 상태로 전처리하여 된장-구연산 용액[된장(11.5%, w/v), 구연산(0.02%, w/v)]에 54분 침지한 다음 수세 및 탈수하고, 107.3°C에서 4.4 시간동안 고온가압처리하여 뼈를 연화시킨 다음 냉각 처리하여 제조하였다. 이어서 본 실험에 사용한 검체는 제조한 뼈 연화 고등어 가공품을 급속동결하고, 팬분리를 한 다음, 내포장 및 외포장하여 동결하여 두고 실험에 사용하였다.

또한, 본 연구에서 제조한 뼈 연화 고등어 가공품과의 성분 비교를 위한 대조구는 시판 고등어 보일드 통조림(D사) 제품을

사용하였다.

일반성분, 에너지 및 pH

일반성분 함량은 AOAC (2000)법에 따라 수분의 경우 상압 가열건조법, 조단백질의 경우 semimicro Kjeldahl법, 조지방의 경우 Soxhlet법 및 회분의 경우 건식회화법으로 각각 측정하였다.

뼈 연화 고등어 수산가공식품의 에너지 환산은 일반성분의 분석 자료를 토대로 이들의 환산계수를 적용하여 산출하였다. 뼈 연화 고등어 수산가공식품의 에너지는 섭취 후 소화율까지 고려하여 제시한 FAO/WHO 에너지 환산계수 적용식품(Rural Development Administration, 2007)에서 권장하는 환산계수를 적용하였다. 즉, 뼈 연화 고등어 수산가공식품의 에너지(kcal)는 (단백질 함량×4.22)+(지방×9.41)+(탄수화물×4.11)으로 계산하였다.

pH는 어육 5 g을 취한 다음 여기에 9배(w/v)에 해당하는 순수를 가하고, 마쇄 및 원심분리(10,035 g, 15분)한 후 여과하여 pH meter (ORION 3 STAR, Thermo Scientific Orion, Singapore)로 측정하였다.

총아미노산

총 아미노산은 일정량의 어육(약 50 mg)에 6 N 염산의 2 mL를 가하고 밀봉한 다음, 이를 heating block (HF21, Yamato Scientific Co., Japan)에서 가수분해(110°C, 24시간)한 후 glass filter로 여과 및 감압건조하였다. 이어서 감압건조물을 0.2 M sodium citrate buffer (pH 2.2)로 정용한 후, 이의 일정량을 아미노산자동분석기(Biochrom 30, Amersham Pharmacia Biotech, England)로 분석 및 정량하였다.

무기질

무기질 분석을 위한 전처리는 Kim (2014)이 언급한 방법에 따라 실시하였다. 무기질 분석을 위한 시료는 동결 건조한 다음 분쇄하여 1 g을 취하여 테프론 분해기(teflon bomb)에 넣고, 여기에 무기질 분석용 고순도 질산 10 mL를 가한 다음 상온에서 150분 동안 반응시켰다. 이어서 시료의 완전 분해를 위하여 테프론 분해기를 밀폐시킨 다음 가열판으로 150±5°C에서 400분간 가열한 후 노란색을 띠는 맑은 용액이 될 때까지 분해시켰다.

시료의 분해가 끝난 후 테프론 분해기의 코크를 열어 압력을 제거하고, 뚜껑을 열어 100±5°C에서 질산이 1 mL 정도가 되도록 증발시켰다. 그리고 테프론 분해기에 무기질 분석용 고순도 질산 10 mL를 다시 가하였고, 시료의 완전 분해를 위한 테프론 분해기의 밀폐, 가열(150±5°C, 400분)하는 과정을 한번 더 반복하였다.

테프론 분해기의 질산이 1 mL 정도가 되었을 때 분해를 종료하고 2% 질산 용액으로 재용해한 다음, 여과 및 정용(100 mL)하여 분석용 시료를 제조하였다.

무기질의 분석은 ICP-MS (Inductively coupled plasma mass spectrophotometer XSeries II, Thermo Fisher Scientific Inc., UK)로 실시하였다.

지방산

지방산 조성은 Bligh and Dyer (1959)법으로 추출한 지질을 검체로 이용하여 AOCS (1990)법에 따라 지방산 메틸에스테르화한 후에 capillary column (Supelcowax-10 fused silica wall-coated open tubular column, 30 m×0.25 mm I.d.; Supelco Japan Ltd., Tokyo, Japan)이 장착된 gas chromatography (Shimadzu GC-2010, Shimadzu Corp., Japan; detector, FID)를 이용하여 분석하였다. 분석조건은 injector 및 detector (FID) 온도를 각각 250℃로 하고, 칼럼온도는 230℃까지 승온시켜, 15분간 유지하였다. Carrier gas는 He (1.0 kg/cm²)을 사용하였으며, split ratio는 1:50으로 하였다. 지방산의 동정은 표준지방산(Applied Science Lab. Co., California, USA)과의 retention time을 비교하여 실시하였다.

전자혀에 의한 맛 분석

전자혀를 이용한 맛 분석은 Jo et al. (2013)이 언급한 방법에 따라 시료를 전처리한 다음 Alpha M.O.S Inc. (α-Astree II electronic tongue unit, France)로 분석하였다. 즉, 맛분석을 위한 전처리 시료는 어육 5 g에 증류수 100 mL를 가하고 마쇄, 원심분리(10,035 g) 및 여과한 여과물로 하여 제조하였다. 이어서, 전자혀를 이용한 맛 분석과 이의 데이터는 전처리 시료 100 mL를 부속 용기에 채우고, 여기에 신맛(sourmess), 짠맛(salt-ness), 쓴맛(bitterness), 감칠맛(umami) 및 단맛(sweetness)과 같은 5종의 맛 전극을 담근 다음 상온에서 정치시켜 평형에 도달하였을 때의 값을 이들 맛값으로 하였으며, 단위는 level로 나타내었다. 이 때 관능 요인의 맛 차이에 대한 인지는 제조회사에서 제시한 바와 같이 시료 간에 2.0 level 이상의 차이가 있는 경우 가능하다고 해석하였다.

냄새강도 및 휘발성염기질소

냄새강도는 Kang et al. (2014)이 언급한 방법에 따라 시료를 전처리한 후 간이 전자코(Odor concentration meter, XP-329, New Cosmos Electric Co. Ltd., Osaka, Japan)로 측정하였으며, 냄새의 강도(level)로 나타내었다.

휘발성염기질소 함량은 Kapute et al. (2012)이 언급한 방법에 따라 Conway unit를 사용하는 미량화산법으로 측정하였다. 휘발성염기질소 함량의 측정을 위한 시료는 고형물 10 g에 증류수 약 30 mL을 가하여 균질기(System Polytron PT 1200A, KINEMATICA AG, EU)로 1분간 균질화시킨 후 여과하여 제조하였다.

휘발성염기질소 함량은 Conway unit의 외실의 경우 왼쪽에 전처리 시료 용액 1 mL를, 오른쪽에 50% K₂CO₃ 용액 1 mL를, 내실의 경우 0.01 N H₂BO₃ 용액 1mL와 지시약 500 μL를 각각

가한 다음 글리세린을 바른 뚜껑으로 밀폐하고 조심스럽게 흔들어 준 다음 37℃에서 120분간 반응시켰고, 이어서 반응이 끝난 Conway unit 외실에 0.01 N H₂SO₄ 용액으로 적정하여 다음의 식을 이용하여 계산하였다.

$$\text{휘발성염기질소(mg/100 g)} = \frac{(\text{시료 적정치}-\text{대조구 적정치}) \times 0.14 \times \text{factor} \times \text{희석비}}{\text{시료 량 (g)}} \times 100$$

경도

어육과 뼈의 경도는 Park and Lee (2005)가 언급한 방법과 같이 어육의 경우 일정한 크기(2×2 cm)와 두께(3 mm)로 정형하였고, 뼈의 경우 어육과 분리한 다음 뼈 자체에 대한 절단강도를 rheometer (CR-100D, Sun Scientific Co., Japan)로 측정하였다. 이 때 load cell (max)은 10 kg, chart speed는 60 mm/min, adapter는 절단용(No. 10)이었다.

헌터 색조

헌터 색조는 직시색차계(ZE 2000, Nippon Denshoku Industries Co., Tokyo, Japan)로 측정된 다음 명도(L값), 적색도(a값), 황색도(b값), 색차(ΔE)로 나타내었다. 이 때, 표준백판은 L값이 91.6, a값이 0.28 및 b값이 2.69이었다.

패널에 의한 관능평가

관능평가는 잘 훈련된 panel member 10인을 대상으로 하여 시판 고등어 보일드 통조림의 외형, 맛, 향, 조직감 및 종합기호도를 기준점인 5점으로 하고, 뼈 연화 고등어 가공품이 이보다 우수한 경우 6-9점으로, 이보다 열악한 경우 1-4점으로 하여 9단계 평점법으로 평가하였다.

통계처리

본 실험 결과에 대한 데이터의 표준편차 및 유의차 검증(5% 유의수준)은 SPSS 통계패키지(SPSS for window, release 10.1)에 의한 ANOVA test를 이용하여 분산 분석한 후 Duncan의 다중위검정을 실시하여 나타내었다(Steel and Torrie, 1980).

결과 및 고찰

일반적 특성

뼈 연화 고등어 가공품의 일반적 특성은 일반성분, pH 및 에너지로 살펴보고, 이를 대조구의 이들 성분과 비교하여 검토하였다(Table 1). 뼈 연화 고등어 가공품의 일반성분 함량은 수분이 57.4%, 조단백질이 25.2%, 조지방이 14.1%, 회분이 2.7% 이었고, 이는 대조구의 일반성분 함량(수분 68.5%, 조단백질 21.2%, 조지방 7.2%, 회분 2.1%)에 비하여 조단백질, 조지방 및 회분은 높고, 수분은 낮아 유의적인 차이가 있었다(P<0.05).

Yu and Cho (2016)에 따르면 가열증기 방식을 이용한 고등어 구이의 일반성분 함량(수분 73.8%, 조단백질 25.9%, 조지방 2.2%, 회분 1.7%)로 보고하였다. 이와 같은 뼈 연화 고등어 가공품과 대조구의 일반성분 함량 차이는 원료의 어획 시기 차이와 가공 중 식염수 주입 유무 때문이라 판단되었다(Park et al., 1995). 고등어 가공품의 pH는 뼈 연화 고등어 가공품의 6.24와 대조구의 6.28 간에 유사하였다. 이와 같은 결과로부터 미루어 보아 뼈 연화 고등어 가공품의 가공 중 비린내 개선을 위하여 적용한 구연산 처리는 최종 제품의 신맛에 크게 영향을 미치지 못하였다고 판단되었다.

고등어 가공품 100 g당 에너지는 뼈 연화 고등어 가공품이 241.5 kcal로, 대조구의 161.4 kcal에 비하여 높았다. 이와 같은 결과는 뼈 연화 고등어 가공품이 대조구에 비하여 열량 환산 성분인 단백질과 지방의 함량이 높았기 때문이었다.

한편, 뼈 연화 고등어 가공품의 100 g의 섭취에 의한 발생 에너지는 한국영양학회(The Korean Nutrition Society, 2015)에서 제시한 급식대상 연령(9세 이상)의 1일 에너지 섭취기준(남자 2,100-2,700 kcal, 여자 1,600-2,100 kcal)에 대하여 남자가 8.9-11.5% 범위, 여자가 11.5-15.1% 범위에 해당하였다.

영양적 특성

뼈 연화 고등어 가공품의 영양적 특성은 총아미노산, 지방산 및 무기질로 비교 검토하였다. 뼈 연화 고등어 가공품의 총아

미노산을 분석한 다음, 이의 함량을 대조구와 비교한 결과는 Table 2와 같다. 뼈 연화 고등어 가공품의 총아미노산 함량은 24.12 g/100 g으로, 대조구(20.29 g/100 g)에 비하여 유의적으로 높았고, 이를 구성하는 주요 아미노산은 aspartic acid, glutamic acid, leucine 및 histidine 등과 같은 4종이었다. 이와 같은 결과로 미루어보아 뼈 연화 고등어 가공품 100 g을 섭취하는 경우 aspartic acid, glutamic acid, leucine 및 histidine 등의 아미노산에 의한 여러 가지 영양효과가 기대되었다.

고등어 가공품 100 g의 필수 아미노산 함량은 뼈 연화 고등어 가공품이 12.70 g으로, 대조구의 10.65 g에 비하여 19.2%가 높아 차이가 있었다. 한편, 일반적으로 곡류 및 이의 가공품의 제한 아미노산인 lysine과 threonine의 함량(Yoon et al., 2010)은 각각 1.06 g/100 g 및 1.39 g/100 g으로, 곡류를 주식으로 하는 우리나라 사람들이 뼈 연화 고등어 가공품을 부식으로 섭취하는 경우 영양 균형적인 측면에서 상당히 의미가 있다. 뼈 연화 고등어 가공품과 대조구의 제한아미노산은 미분석 아미노산인 tryptophan을 제외한다면 methionine이 해당되었다.

뼈 연화 고등어 가공품의 무기질(칼슘, 인, 칼륨 및 철) 함량을 대조구의 그것들과 비교한 결과는 Table 3과 같다. 이에 앞서 한국영양학회(The Korean Nutrition Society, 2015)에서는 급식대상 연령(9세 이상) 남녀의 1일 칼슘 권장섭취량을 각각 700-1,000 mg 범위 및 700-900 mg 범위, 인 권장섭취량을 모두 700-1,200 mg 범위, 칼륨 충분섭취량을 모두 3,000-3,500

Table 1. Proximate composition, pH and energy of bone-softened mackerel *Scomber japonicus* product

Product ¹	Proximate composition (g/100 g)					pH	Energy (kcal/100 g)
	Moisture	Crude protein	Crude lipid	Ash	Carbohydrate ²		
Control	68.5±0.2 ^{3a}	21.2±0.3 ^a	7.2±0.2 ^a	2.1±0.2 ^a	1.0	6.28	161.4
FC-M	57.4±0.3 ^a	25.2±0.4 ^b	14.1±1.4 ^b	2.7±0.3 ^b	0.6	6.24	241.5

¹Code of mackerel product: Control (canned boiled mackerel), FC-M (bone-softened mackerel). ²Carbohydrate (%)=100-(moisture+crude protein+crude lipid+ash). ³Different letters on the data in the column indicate a significant difference at P<0.05.

Table 2. Total amino acid contents of bone-softened mackerel *Scomber japonicus* product

Amino acid	Product (g/100 g) ¹		Amino acid	Product (g/100 g) ¹	
	Control	FC-M		Control	FC-M
Asp	1.77 (8.7)	2.13 (8.8)	Ile ²	1.03 (5.1)	1.20 (5.0)
Thr ²	1.24 (6.1)	1.39 (5.8)	Leu ²	1.77 (8.8)	2.09 (8.7)
Ser	0.95 (4.7)	1.10 (4.5)	Tyr	0.70 (3.5)	0.83 (3.4)
Glu	3.01 (14.8)	3.58 (14.9)	Phe ²	0.93 (4.6)	1.10 (4.6)
Pro	0.66 (3.3)	0.77 (3.2)	His ²	1.99 (9.8)	2.35 (9.8)
Gly	1.10 (5.4)	1.31 (5.4)	Lys ²	0.90 (4.5)	1.06 (4.4)
Ala	1.33 (6.5)	1.53 (6.4)	Arg ²	1.27 (6.3)	1.52 (6.3)
Val ²	1.18 (5.8)	1.41 (5.8)	Total	20.29 (100.2)	24.12 (100.1)
Cys	0.12 (0.6)	0.18 (0.7)	EAA ²	10.65 (52.5)	12.70 (52.6)
Met ²	0.34 (1.7)	0.57 (2.4)			

¹Code of mackerel product: Control (canned boiled mackerel), FC-M (bone-softened mackerel). ²EAA, Essential amino acid.

mg 범위, 철 권장섭취량을 각각 9-14 mg 범위 및 7-16 mg 범위로 제시하고 있다.

고등어 가공품 100 g 당 칼슘 함량은 뼈 연화 고등어 가공품이 424.7 mg으로, 대조구의 352.9 mg에 비하여 각각 20.3%가 높았다. 한편, 우리나라 급식대상 연령의 남녀가 뼈 연화 고등어 가공품 100 g을 섭취하는 경우 1일 칼슘 권장섭취량에 대하여 각각 42.5-60.7% 범위 및 47.2-60.7%에 해당하였다. 한편, 칼슘은 다량 무기질로서, 뼈와 근육에 주로 존재하고, 신체 지지 기능 및 성장, 세포 및 효소의 활성화에 의한 근육의 수축 및 이완, 신경의 흥분과 자극전달, 혈액 응고 및 여러 가지 심혈관계 질환의 예방에 관여한다(Chun and Han, 2000). 이와 같은 칼슘은 우리나라를 위시한 동양권 식사 패턴에서 부족이 되기 쉬운 영양소로 잘 알려져 있다.

고등어 가공품의 100 g 당 인 함량은 뼈 연화 고등어 가공품이 436.6 mg으로, 대조구(401.3 mg)에 비하여 높았다. 한편, 우리나라 급식대상 연령의 남녀가 뼈 연화 고등어 가공품 100 g을 섭취하는 경우 1일 인 권장섭취량에 대하여 모두 36.4-62.4% 범위에 해당하였다. 인은 대표적인 다량 무기질로, 세포막, 세포벽을 구성하면서 뼈와 치아 등의 경조직도 구성하고 있다. 또한 세포의 에너지 대사, 체액의 산염기 균형 조절, 세포막의 구

성, 생체 신호 전달 등의 기능을 수행하는 생물학적으로 매우 중요한 역할을 하는 무기질이며, 섭취가 부족하면 저인산혈증으로 신경학적 기능장애가 발생하나 정상인들이 인 결핍 증세를 보이는 경우 상당히 드물며(Anderson et al., 2006; The Korean Nutrition Society, 2015) 체내 보유량이 증가하면 고인산혈증이 발생하는데, 부갑상선호르몬 분비항진과 같은 칼슘조절 호르몬의 변화, 비골격조직의 전이성 석회화, 골다공성, 칼슘 흡수 장애 등과 같은 증상이 나타날 수 있다(Anderson et al., 2006).

고등어 가공품의 100 g 당 칼륨 함량은 뼈 연화 고등어 가공품이 274.3 mg으로, 대조구(294.5 mg)에 비하여 낮았다. 한편, 우리나라 급식대상 연령의 남녀가 뼈 연화 고등어 가공품 100 g을 섭취하는 경우 1일 칼륨 충분섭취량에 대하여 모두 7.8-9.1% 범위에 해당하였다. 칼륨은 다량 무기질로, 신체 총중량의 98%가 세포 내에 존재하는 양이온이며, 세포 내액의 주요 전해질로서 나트륨 이온과 함께 정산적인 삼투압을 유지시킴으로써 수분평형을 유지하며 세포액을 보전하는 기능을 하는 중요한 구성요소이다(IOM, 1997; The Korean Nutrition Society, 2015).

고등어 가공품의 100 g 당 철 함량은 뼈 연화 고등어 가공품이 2.94 mg으로, 대조구(3.79 mg)에 비하여 낮았다. 한편, 우리나라 급식대상 연령의 남녀가 뼈 연화 고등어 가공품 100 g을 섭취하는 경우 1일 철 권장섭취량에 대하여 각각 21.0-32.7% 범위 및 18.4-42.0% 범위에 해당하였다. 철은 미량 무기질로, 효소 및 시토크롬, 헤모글로빈, 미오글로빈 등의 중요한 구성요소이다(The Korean Nutrition Society, 2015).

이와 같이 뼈 연화 고등어 가공품이 생고등어의 무기질 함량(칼슘의 경우 26 mg/100 g, 인의 경우 232 mg/100 g, 철의 경우 1.6 mg/100 g) (NFRDI, 2009)에 비하여 확연하게 높았던 것은 뼈 연화 고등어 가공품의 경우 근육뿐만이 아니라 연화한 고등어뼈도 함유되어 있기 때문이라 판단되었다. 또한 우리나라의 영양권장량(The Korean Nutrition Society, 2015)에서 칼슘

Table 3. Mineral content of bone-softened mackerel *Scomber japonicus* product

Products ¹	Minerals (mg/100 g)			
	Ca	P	K	Fe
Control	352.9±1.2 ^{a2}	401.3±2.8 ^a	294.5±4.6 ^a	3.79±0.11 ^a
FC-M	424.7±2.3 ^b	436.6±2.6 ^b	274.3±1.8 ^b	2.94±0.01 ^b

¹Code of mackerel product: Control (canned boiled mackerel), FC-M (bone-softened mackerel). ²Different letters on the data in the column indicate a significant difference at P<0.05.

Table 4. Fatty acid composition (area %) of bone-softened mackerel *Scomber japonicus* product

Fatty acid	Mackerel product ¹		Fatty acid	Mackerel product	
	Control	FC-M		Control	FC-M
14:0	3.1±0.5	3.7±0.3	20:1n-9	2.7±0.2	3.2±0.4
15:0	0.4±0.2	0.2±0.2	Monoenes	27.9±0.3	27.7±0.7
16:0	19.9±0.4	19.7±0.9	18:2n-6	2.2±0.2	1.9±0.5
18:0	7.5±0.2	7.4±1.1	18:3n-3	3.6±0.5	3.3±0.8
20:0	0.5±0.1	0.4±0.2	18:3n-4	trace	0.1±0.2
22:0	0.2±0.1	0.1±0.2	18:4n-3	0.8±0.8	1.0±0.7
Saturated	31.6±0.3	31.5±0.3	20:4n-6	1.0±0.1	1.3±0.4
16:1n-7	4.4±0.4	3.4±2.3	20:5n-3	8.2±0.0	8.5±0.7
18:1n-7	1.7±0.4	1.9±0.1	22:6n-3	20.4±0.4	20.4±0.4
18:1n-9	19.0±0.3	19.1±0.6	Others	12.5±0.2	11.8±0.3
20:1n-7	0.1±0.1	0.1±0.1	Polyenes	40.5±0.3	40.9±0.5

¹Code of mackerel product: Control (canned boiled mackerel), FC-M (bone-softened mackerel)

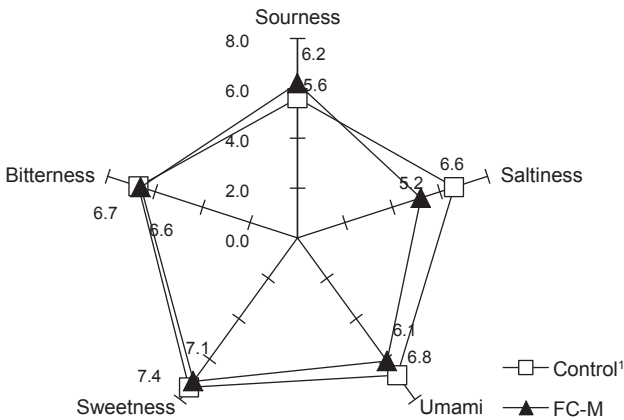


Fig. 1. Taste intensity of bone-softened mackerel *Scomber japonicus* product. ¹Code of mackerel product: Control (canned boiled mackerel), FC-M (bone-softened mackerel).

과 인의 권장섭취량은 1:1로써 본 연구에서 뼈 연화 고등어 가공품의 갈슘과 인의 비율이 권장섭취비율과 유사하게 나타났다. 이는 원료 고등어의 갈슘과 인의 권장섭취 비율 불균등을 해소함으로써 무기질 흡수를 증가시킬 것이라 판단되었다. 한편, 어류뼈는 대부분이 콜라겐을 주로 하는 단백질, 갈슘과 인을 주로 하는 무기질이 서로 침착하여 이루어진 물질로 대체로 어류 크기가 클수록 무기질의 함량이 많고, 콜라겐의 함량이 적다고 알려져 있다. 또한, 뼈 연화 고등어 가공품과 대조구가 모두 뼈의 연화에 의하여 제조된 제품이나 두 제품 간에 무기질 함량이 차이가 있는 것은 비린내 개선을 위한 전처리의 유무와 원료어의 크기, 종류 등에 의한 차이 때문이라 판단되었다(Park et al., 1995).

뼈 연화 고등어 가공품과 대조구의 지방산 조성을 비교하여 나타낸 결과는 Table 4와 같다. 뼈 연화 고등어 가공품과 대조구의 지방산을 gas chromatography (GC)로 분석한 결과 두 제품이 모두 30종이 동정되었다. 뼈 연화 고등어 가공품과 대조구의 지방산 조성은 모두 폴리엔산(각각 40.9% 및 40.5%)이 가장 높았고, 다음으로 포화산(각각 31.5% 및 31.6%)의 순이었으며, 모노엔산이 각각 27.7% 및 27.9%로 가장 낮았다. 뼈 연화 고등어 가공품과 대조구의 주요 지방산은 16:0, 16:1, 18:1n-9, 22:6n-3 등과 같은 4종이었다. 한편, 뼈 연화 고등어 가공품의 여러 가지 지방산 조성 중 최근에 여러 가지 건강 기능이 알려져 있는 n-3 지방산 중 EPA와 DHA의 조성비는 각각 8.5% 및 20.4%이었다. Lim et al. (2016)에 따르면 고등어 구이의 지질 함량 분석 결과 총 지질 함량 27.3%, oleic acid가 약 20.7% 및 DHA가 15.0%라고 보고가 있다. 따라서 뼈 연화 고등어 가공품의 총 지질 함량은 다른 구이방식의 총 지질 함량보다 낮으나 n-3계열 지방산 함량이 높은 것을 확인하였다.

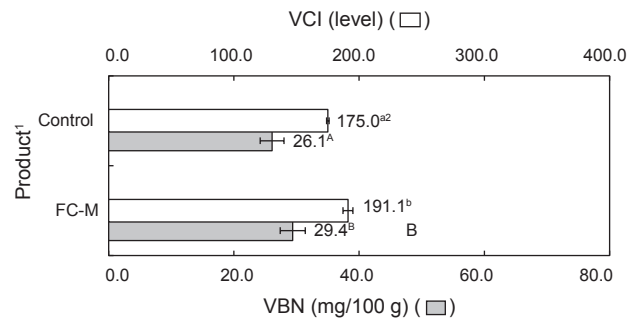


Fig. 2. Volatile basic nitrogen (VBN) content and volatile component intensity (VCI) of bone-softened mackerel *Scomber japonicus* product. ¹Code of mackerel product: Control (canned boiled mackerel), FC-M (bone-softened mackerel). ²Different letters on the data in the same experiment item indicate a significant difference at P<0.05.

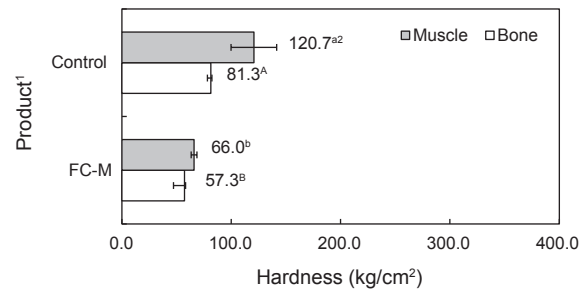


Fig. 3. Hardness on muscle and bone of bone-softened mackerel *Scomber japonicus* product. ¹Code of mackerel product: Control (canned boiled mackerel), FC-M (bone-softened mackerel). ²Different letters on the data in the same sample indicate a significant difference at P<0.05.

관능적 특성

뼈 연화 고등어 가공품의 관능적 특성은 맛, 색, 냄새 및 조직감 등으로 측정하였고, 이 또한 이화학적, 물리적, 패널에 의한 감성으로 측정하였다.

뼈 연화 고등어 가공품의 맛 특성을 전자혀로 신맛, 짠맛, 감칠

Table 5. Hunter color value of bone-softened mackerel *Scomber japonicus* product

Products ¹	Hunter color		
	L	a	b
Control	49.64±0.54 ^{a2}	3.22±0.09 ^a	12.97±0.16 ^a
FC-M	49.16±0.40 ^a	1.93±0.03 ^b	12.25±0.16 ^b

¹Code of mackerel product: Control (canned boiled mackerel), FC-M (bone-softened mackerel). ²Different letters on the data in the column indicate a significant difference at P<0.05.

Table 6. Results on the sensory evaluation of bone-softened mackerel *Scomber japonicus* product

Products ¹	Sensory evaluation				
	Taste	Fishy odor	Texture	Appearance	Overall acceptance
Control	5.0±0.0 ^{a2}	5.0±0.0 ^a	5.0±0.0 ^a	5.0±0.0 ^a	5.0±0.0 ^a
FC-M	6.7±0.8 ^b	7.1±0.7 ^b	6.5±0.8 ^b	7.5±0.7 ^b	7.0±0.4 ^b

¹Code of mackerel product: Control (canned boiled mackerel), FC-M (bone-softened mackerel). ²Different letters on the data in the column indicate a significant difference at P<0.05.

맛, 단맛, 쓴맛 등과 같은 5종의 맛으로 살펴보고, 이의 결과를 대조구와 비교하여 나타낸 결과는 Fig. 1과 같다. 고등어 가공품의 맛 강도는 뼈 연화 고등어 가공품이 짠맛의 경우 5.2 level, 신맛의 경우 6.2 level, 감칠맛의 경우 6.1 level, 단맛의 경우 7.1 level, 쓴맛의 경우 6.6 level로, 이는 대조구의 이들 맛 강도(짠맛 6.6 level, 신맛 5.6 level, 감칠맛 6.8 level, 단맛 7.4 level, 쓴맛 6.7 level)에 비하여 신맛의 경우 강하였으나, 짠맛, 감칠맛, 쓴맛, 단맛의 경우 약하였다. 한편, 전자혀의 제조사에서 패널에 의한 맛 강도 차이에 대한 인지는 맛의 강도가 2 level 이상이어야 가능하다고 제안한 바 있다. 이상의 전자혀에 의한 맛 강도 결과와 전자혀 제조사의 제안 사항으로 미루어 보아 뼈 연화 고등어 가공품과 대조구 간에 맛에 있어 차이를 크게 인지할 수 없으리라 추정되었다.

뼈 연화 고등어 가공품의 비린내 강도 특성을 살펴보기 위하여 냄새강도와 휘발성염기질소로 검토한 다음 이를 대조구의 그것들과 비교한 결과는 Fig. 2와 같다. 고등어 가공품의 냄새 강도 및 휘발성염기질소 함량은 뼈 연화 고등어 가공품이 각각 191.1 level 및 29.4 mg/100 g으로, 대조구의 각각 175.0 level 및 26.1 mg/100 g에 비하여 모두 유의적으로 높았다(P<0.05). 한편, 뼈 연화 고등어 가공품의 냄새 강도와 휘발성염기질소 함량이 비린내 개선을 목적으로 구연산으로 전처리 하였음에도 불구하고 대조구에 비하여 유의적으로 높았는데(P<0.05), 이는 비린내 성분의 경우 유기산에 의하여 휘발이 억제되었으나 된장 특유의 냄새 성분 때문이라 판단되었다. 따라서, 뼈 연화 고등어 가공품의 냄새가 된장 등에서 발견된 향미인자 TMA 등과 같은 비린내인지에 대하여는 관능검사 등을 통하여 명확히 구명되어야 할 것으로 판단되었다.

고등어 가공품의 색 특성을 살펴보기 위하여 뼈 연화 고등어 가공품의 근육 색도를 현미색도로 분석한 다음 대조구의 그것들과 비교하여 나타낸 결과는 Table 5와 같다. 고등어 가공품의 색도는 뼈 연화 고등어 가공품이 L값의 경우 49.16, a값의 경우 1.93, b값의 경우 12.25로, 대조구의 색도(L값 49.64, a값 3.22, b값 12.97)에 비하여 적색도와 황색도가 낮았으나(P<0.05), 명도는 차이가 없었다(P>0.05). 이상의 색도 결과로 미루어 보아 뼈 연화 고등어 가공품은 제조를 위하여 장시간 처리하였음에도 불구하고, 색도의 변화는 시판 통조림의 그것에 비하여 연하다고 판단되었다.

고등어 가공품의 뼈와 근육에 대한 조직감 특성을 살펴보기

위하여 뼈 연화 고등어 가공품과 대조구의 뼈와 근육에 대한 경도를 분석하고, 이를 비교한 결과는 Fig. 3과 같다. 고등어 가공품의 뼈에 대한 경도는 뼈 연화 고등어 가공품이 57.3 kg/cm²으로, 대조구의 81.3 kg/cm²에 비하여 유의적으로 낮았다(P<0.05). 따라서, 뼈 연화 고등어 가공품은 어류뼈에 대한 이질감의 경우 느껴지지 않으리라 추정되었다. 이와 같이 뼈 연화 고등어 가공품의 어류뼈 연화는 107℃에서 장시간(4시간 이상) 가열처리에 의하여 어류뼈를 형성하고 있는 콜라겐이 젤라틴화가 되어 유출되어 어류뼈가 망상 구조를 나타내기 때문이라 판단되었다(Kim et al., 2005). 한편, 뼈 연화 고등어 가공품의 근육에 대한 경도는 66.0 kg/cm²으로, 대조구의 120.7 kg/cm²에 비하여 낮아 육조직이 상당히 부드러울 것으로 판단되었다.

뼈 연화 고등어 가공품의 패널에 의한 맛, 향, 조직감, 외형 및 종합기호도와 같은 관능평가 결과는 Table 6과 같다. 뼈 연화 고등어 가공품의 패널에 의한 관능평점은 맛이 6.7점, 향이 7.1점, 조직감이 6.5점, 외형이 7.5점, 종합기호도가 7.0점으로, 대조구에 비하여 모든 항목에서 우수하였다. 이와 같은 뼈 연화 고등어 가공품과 대조구 간의 패널에 의한 관능평가 결과는 조직감과 외형의 경우 증기 지속하였기 때문이고, 맛과 비린내의 경우 된장의 맛성분과 비린내 개선능 때문이라 판단되었다.

이상의 결과로 미루어 보아 뼈 연화 고등어 가공품은 비린내가 개선되고, 어류뼈에 의한 이질감이 개선되며, 맛이 강화되어 충분히 시장성이 있으리라 판단되었다.

사 사

이 논문은 2016년 해양수산부 재원으로 해양수산과학기술진흥원의 지원을 받아 수행된 연구임(해역별 특성을 고려한 전통 수산가공식품 개발 및 상품화).

References

Agustinelli SP and Yeannes MI. 2015. Sensorial characterization and consumer preference analysis of smoked mackerel (*Scomber japonicus*) filets. *Int Food Res J* 22, 2010-2017. <http://www.sciencedirect.com/science/journal/09639969>

Anderson JJB, Klemmer PJ, Watts MLS, Garner SC and Calvo MS. 2006. Phosphorus, In: *Present Knowledge in Nutrition*. International Life Sciences Institute, Washington, D.C, U.S.A.

- AOAC (Association of Official Analytical Chemists). 2000. Official Methods of Analysis 16th ed. Association of official Analytical Chemists Washington D.C., U.S.A.
- AOCS (American Oil Chemists' Society). 1990. AOCS official method Ce 1b-89. In Official method and recommended practice of the AOCS, 4th ed., AOCS, Champaign, IL, U.S.A.
- Bligh EG and Dyer WJ. 1959. A rapid method of lipid extraction and purification. *Can J Biochem Physiol* 37, 911-917.
- Chun OK and Han SH. 2000. A study on the contents of inorganic compounds in soft drinks. *J Food Hyg Saf* 15, 344-350.
- Gaulll GE, Wrighe CE and Tallan HH. 1983. Taurine in human lymphoblastoid cell: uptake and role in proliferation. *Prog Clin Biol Res* 125, 297-303.
- IOM (Institute of Medicine). 1997. Dietary reference intakes for calcium, phosphorus, magnesium, vitamin D, and fluoride. The National Academies Press, Washington D.C., U.S.A.
- Ishikawa M, Mori SJ, Watanabe HSK and Sakai Y. 1987. Softening of fish bone I. Relation between softening rate and solubilization rate of organic matter from fish bone. *J Food Process Preserv* 13, 123-132.
- Ishikawa M, Mori SJ, Watanabe HSK and Sakai Y. 1989. Softening of fish bone. II. Effect of acetic acid on softening rate and solubilization rate of organic matter from fish bone. *J Food Process Preserv* 10, 123-132.
- Jo HS, Kim KH, Kim MJ, Kim HJ, Kwon DH, Im YJ, Heu MS and Kim JS. 2013. A comparison of the taste and nutritional properties of domestic mottled skate *Beringraia pulchra* according to the area caught, sex and weight. *Korean J Fish Aquat Sci* 46, 129-138.
- Jung TK, Kim BS and Kim MH. 2014. The optimization and quality characteristics of mackerel soybean paste marinade-sauce prepared using response surface methodology. *J Food-service Management* 64, 247-272.
- Kang SI, Kim KH, Lee JK, Kim YJ, Park SJ, Kim MW, Choi BD, Kim DS and Kim JS. 2014. Comparison of the food quality of freshwater rainbow trout *Oncorhynchus mykiss* cultured in different regions. *Korean J Fish Aquat Sci* 47, 103-113. <http://dx.doi.org/10.5657/KFAS.2014.0103>.
- Kapute F, Likonwe J and Kang'ombe J. 2012. Quality assessment of fresh lake Malwi tilapia (Chambo) collected from selected local and super markets in Malawi. *J Food Safety* 14, 113-121.
- Kim GW, Kim HK, Kim JS, An HY, Hu GW, Son JK, Kim OS and Cho SY. 2008. Characterizing the quality of salted mackerel prepared with deep seawater. *J Korean Fish Soc* 41, 163-169.
- Kim JS, Yeum DM, Kang HG, Kim IS, Kong CS, Lee TG, Heu MS. 2005. Fundamentals and Applications of Canned Seafoods. Hyoil Publishing Co., Seoul, Korea.
- Kim KBWR, Jung DH, Park SH, Kang BK, Pak WM, Kang JE, Park HM and Ahn DH. 2013. Quality Properties and Processing Optimization of Mackerel (*Scomber aponicus*) Sausage. *Korean J Food Nutr* 42, 1656-1663. <http://dx.doi.org/10.3746/jkfn.2013.42.10.1656>.
- Kim KH. 2014. Concentration and risk assessment of heavy metal in mainly consumed fishes. M.S. Thesis. Gyeongsang National University, Tongyeong, Korea.
- Lee EH, Kim MC, Kim JS, Ahn CB, Joo DS and Kim SK. 1990. Studies on the processing of frozen seasoned mackerel meat. 1. Processing of frozen seasoned mackerel meat and changes in its taste compounds during storage. *Korean J Food Nutr* 18, 355-362.
- Leu SS, Jhaveri SN, Karakoltsidis P and Constantinides SN. 1981. Atlantic mackerel (*Scomber scombrus*, L): seasonal variation in proximate composition and distribution of chemical nutrients. *J Food Sci* 46, 1635-1638.
- Lim HJ, Kim MS, Yoo HS, Kim JK and Shin EC. 2016. Analysis of nutritional components and sensory attributes of grilled and fast-chilled mackerels. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 45, 452-459. <http://dx.doi.org/10.3746/jkfn.2016.45.3.452>.
- Luo X, Yang R, Zhao W, Cheng Z and Jiang X. 2010. Gelling properties of Spanish mackerel (*Scomberomorus niphonius*) surimi as affected by washing process and high pressure. *Int J Food Eng* 6, 1-16. <http://dx.doi.org/10.2202/1556-3758.1913>.
- Mao W, Xu X, Xu YS, Jiang QX and Xia WS. 2014. Effects of high-temperature cooking of bighead carp cube on small fishbone softening in the muscles and texture quality. *J Ferment Bioeng* 46, 22-26.
- NFRDI (National Fisheries Research & Development Institute). 2009. Chemical composition of marine products in Korea 2009. National Fisheries Research & Development Institute, 2nd edition, Busan, Korea.
- Okada M, Machino T and Kato S. 1988. "Bone Softening", a practical way to utilize small fish. *Mar Fish Rev* 50, 1-7.
- Park SJ, Choi JW and Heu SY. 2015. A Study on the Status and Policy Issues the Home Meal Replacement (HMR) Industry in Korea. Rural Development Administration, Seoul, Korea.
- Park YH, Chang DS and Kim SB. 1995. Processing and utilization of fisheries. Hyungsueol Publishing Co. Ltd., Seoul, Korea.
- Rural Development Administration. 2007. 2006 Food composition table I, II. Hyoli Publishing Co., Seoul, Korea, 6-10.
- Park JH and Lee KH. 2005. Quality characteristics of beef meat of various places of origin. *Korean J Soc Food Cook Sci* 21, 528-535.
- Shimosaka C, Shimomura M and Terai M. 1987. Change in the physical properties and composition of fish bone during cooking by heating under normal pressure. *J Home Economics Japan* 47, 1213-1218.
- Steel RGD and Torrie H. 1980. Principle and Procedures of Statistics. 1st ed. McGraw-Hill Kogakusha, Tokyo, Japan.

- The Korean Nutrition Society. 2015. Dietary Reference Intakes for Koreans 2015. Hanarum Publishing Co., Seoul, Korea.
- Thurston JH, Hauhart RE and Dirgo JA. 1980. Taurine, a role in osmotic regulation of mammalian brain and possible clinical significance. *Life Sci* 26, 1561-1568. [https://dx.doi.org/10.1016/0024-3205\(80\)90358-6](https://dx.doi.org/10.1016/0024-3205(80)90358-6).
- Yoon MS, Heu MS and Kim JS. 2010. Fatty acid composition total amino acid and mineral contents of commercial *Kwamegi*. *Korean J Fish Aquat Sci* 43, 100-108.
- Yu GY and Cho IH. 2016. Comparison on physico-chemical and affective properties in mackerel cooked by electric pan and under superheated steam. *Korean J Food Cook Sci* 32, 204-210. <http://dx.doi.org/10.9724/kfcs.2016.32.2.204>.