

연어(*Oncorhynchus keta*) 프레임육을 활용한 어묵의 맛, 냄새 및 영양 특성

차장우 · 윤인성^{1,2} · 박선영^{1,2} · 강상인^{1,2} · 이정석² · 허민수^{2,3} · 김진수^{1,2*}

덕화푸드 기업부설연구소, ¹경상대학교 해양식품생명과학과/해양산업연구소, ²경상대학교 수산식품산업화 기술지원센터, ³경상대학교 식품영양학과/해양산업연구소

Taste, Flavor and Nutritional Characteristics of Fish Cake Made from Salmon *Oncorhynchus keta* Frame Muscle

Jang Woo Cha, In Seong Yoon^{1,2}, Sun Young Park^{1,2}, Sang In Kang^{1,2}, Jung Seok Lee², Min Soo Heu^{2,3} and Jin-Soo Kim^{1,2*}

Research and Development Institute, Deok-Hwa Food, Busan 49277, Korea

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

³Department of Food and Nutrition/Institute of Marine Industry, Gyeongsang National University, Jinju 52828, Korea

This study was conducted to evaluate fish cake made from salmon *Oncorhynchus keta* frame muscle (FC-SFM) in terms of taste, flavor, and nutritional characteristics. FC-SFM was significantly higher in moisture and lower in ash and carbohydrate than commercial fish cake (CFC). There were no significant differences in protein and lipid contents between FC-SFM and CFC ($P < 0.05$). The total amino acid content of FC-SFM was higher than that of CFC. The major amino acids found in FC-SFM were aspartic acid and glutamic acid. The mineral content based on 100 g of FC-SFM was 76.7 mg calcium, 126.3 mg phosphorus, 19.1 mg magnesium, and 88.7 mg potassium. The total fatty acid content of FC-SFM was 1,833 mg/100 g, which was lower than that of CFC. The major fatty acids found in FC-SFM were 16:0, 18:1n-9, and 18:2n-6. The eicosapentaenoic acid and docosahexaenoic acid content of FC-SFM was higher than that of CFC. The results suggest that FC-SFM has different nutritional characteristics to CFC, and FC-SFM could be commercialized.

Keywords: Salmon, Frame muscle, Fish cake, Salmon by-product, Fish frame

서 론

어육 연제품은 어육에 소량의 소금을 넣고서 고기같이한 육에 맛과 향을 내는 부원료를 첨가하고 가열하여 조직감을 부여한 겔 제품으로(Lee et al., 2001), 어종이나 어체의 크기에 관계없이 원료의 사용 범위가 넓고, 맛의 조절이 자유로우며, 어떤 소재라도 배합이 가능한 가공 특성을 지니고 있다(Kim et al., 2005c). 이로 인하여 어육 연제품은 현재 우리나라를 위시한 전 세계적으로 많은 소비가 이루어지고 있고, 자연히 그 생산량도 매년 증가하고 있는 추세이다(Yoon et al., 2018). 한편,

국내에서는 어육 연제품의 제조 시에 중간 소재인 연육(surimi)의 단맛 약화와 맛강화를 위하여 연육 일부를 조기, 갈치와 같은 백색육을 갈고, 수세한 민스(mince)를 일부 대체하여 사용하고 있다. 하지만, 최근 국내 어류 생산량은 2011년에 1,235천 M/T, 2015년에 1,058천M/T, 2019년에 915천M/T으로 점차 감소하고 있어, 국내 어육 연제품 업계를 포함한 수산가공산업계가 원료 확보에 어려움을 겪고 있다. 한편, 연어류는 양질의 단백질, 디펩타이드(dipeptide)인 anserine (Boldtrev et al., 1993), EPA, DHA 등과 같은 n-3 지방산을 포괄하는 오메가-3 지방산 (Amako et al., 1987; Ackman, 1989), 비타민 A, 비타민 B군,

*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.2020.0281>

Korean J Fish Aquat Sci 53(3), 281-289, June 2020

Received 16 April 2020; Revised 12 May 2020; Accepted 13 June 2020

저자 직위: 차장우(대리), 윤인성(대학원생), 박선영(대학원생), 강상인(대학원생), 이정석(연구교수), 허민수(교수), 김진수(교수)

비타민 D, 비타민 E 등과 같은 영양성분이 다량 함유되어 있다. 이로 인하여 2002년 미국 타임지에서는 심혈관 질환, 고혈압, 당뇨 등의 만성질환과 암 발병 예방에 도움을 주며, 면역력 강화에 도움을 주는 약과 같은 좋은 식품이면서 동물성 식품으로는 유일한 연어를 세계 10대 슈퍼푸드라고 발표한 바 있다(Horowitz, 2002). 연어가 세계 10대 슈퍼푸드 선정된 이후 최근 우리나라를 비롯하여 전 세계적으로 연어에 대한 관심과 소비가 급증하여, 통조림, 훈제품, 스테이크, 연어장, 횡감 등과 같이 다양하게 가공되고 있다. 연어를 활용한 가공품의 제조 중 육질부를 제외하고 남은 중골 부위와 같은 피쉬 프레임(fish frame)이 다량 발생하고(Han et al., 2007), 이들의 대부분은 사료와 같이 비효율적으로 이용되거나 폐기되고 있다. 하지만, 연어 프레임은 중골 이외에도 근육이 다량 함유되어 있고, 이들 근육에는 앞에서 언급한 연어의 영양 성분이 그대로 함유되어 있어(Liaset et al., 2002a, 2002b; Heu et al., 2008a; Roblet et al., 2016), 수산 가공 재자원으로 아주 우수한 소재 중의 하나이다.

한편, 연어 또는 연어가공 부산물을 활용한 수산가공품의 개발 및 위생에 관한 연구로는 연어 통조림용 레토르트 온도 공정 구멍(Durance et al., 1997), 연어 원료와 훈제품의 수율 및 품질특성(Morkore et al., 2006), 훈연 처리 연어가공품의 리스테리아 오염 변화 분석(Yuwei et al., 2006), Fish-frame을 이용한 snack의 제조 및 특성(Kang et al., 2016), 상업적 효소를 이용한 연어 프레임 유래 곰팡 유사 제품 개발(Heu et al., 2007), 연어 곰팡 잔사를 이용한 스낵의 제조(Heu et al., 2008b), 유화 커드를 이용한 연어 패티의 DHA 강화 및 이의 식품성분 특성(Heu et al., 2010), 조미 연어 분말 식품의 제조 및 특성(Heu and Kim, 2008), 연어 패티의 제조 및 특성(Kim et al., 2009), 연어 프레임 통조림의 제조 및 특성(Park et al., 2010), 비열 플라즈마 처리를 이용한 훈제품에서의 식중독균 저해(Lee et al., 2011)에 관한 연구 등과 같이 아주 다양하게 있으나, 연어 프레임육을 활용한 어묵의 제조 및 이용에 관한 연구는 없다. 본 연구에서는 연어 가공부산물인 프레임육의 고도 이용을 위한 일련의 연구로 연어 프레임육을 활용한 연어 어묵의 관능적 및 영양적 특성에 대하여 살펴보았다.

재료 및 방법

재료

연어 어묵의 색 개선을 위하여 사용한 색소 중 파프리카 색소는 ES식품원료로부터, 토마토 색소는 한성기업(주) (Pohang, Korea)로부터 2018년 5월에 각각 구입하여 사용하였다. 어묵의 제조를 위한 부원료 중 소금(Daesan Co., Seoul, Korea), 당근, 파, 미림(Lotte chilsung Co., Ltd, Seoul, Korea), 설탕(CJ CheilJedang Co., Seoul, Korea), 사카린나트륨(Samjin-food, Busan, Korea), 감자전분(Namyangfood, Busan, Korea), MSG (Monosodium glutamate, Daesan, Seoul, Korea), 대

두유(CJ cheilJedang Co., Seoul, Korea) 등은 2018년 3-8월에 경상남도 통영시 소재 대형마트에서 구입하여 사용하였다. 그리고 자일로스(Shandong Gaomi Tongli Chemical Co., Ltd., Gaomi, China), 복합인산염(Sdbni Co., Ltd, Hwaseong-si, Korea), 소브산칼륨(Ningbo Wanglong Tech Co., Ltd), 글루코노델타락톤(glucono- δ -lactone, An Hui Xingzhou Medicine Food Co., Ltd), 탈산칼슘(Sdbni Co., Ltd, Hwaseong-si, Korea) 등은 2018년 3-5월에 모두 ES식품원료에서 구입하여 사용하였고, 실꼬리돔(*Nemipterus virgatus*) 연육(FA등급)은 경상북도 포항시 소재 H사(Pohang, Korea)로부터 2018년 3-8월에 분양받아 사용하였다.

연어 어묵의 대조구로 사용한 시판 어묵 중 S튀김어묵[C사, 봉형(두께 1.5±0.1 cm 길이 8.5±0.1 cm), 연육 첨가비율 64%]과 B튀김어묵[D사, 봉형(두께 1.8±0.1, 길이 10.5±0.1 cm), 연육첨가비율 61%]은 2018년 7월에 경상남도 통영시 소재 대형소비마트에서 구입하여 사용하였다.

연어 어묵의 제조

연어 어묵은 간편한 조리과정으로 다양하게 사용 가능하도록 봉형 어묵 형태로 하였고, 속부위(실꼬리돔 연육과 연어 민스)를 겉부위(실꼬리돔 연육)로 둘러싼 형태로 제조하였다.

연어 어묵의 제조를 위한 연어 민스(salmon mince)는 연어 프레임육을 반해동하고, 이를 plate의 직경이 0.3 mm가 장착된 초퍼(M-12S, Hankook Fufee Industries Co., Ltd., Korea)로 2회 연속 마쇄한 후, 육 중량에 대하여 3배(v/w)의 얼음물을 사용하여 3회에 걸쳐 5분씩 수세한 다음, 원심탈수기(2,000 rpm, H-130C, Kokusan Ensinki Co., LTD., Tokyo, Japan)로 2분 동안 탈수하여 제조하였다. 이어서, 속부위 제조는 연어 민스(263.8 g)와 실꼬리돔(*Nemipterus virgatus*) 연육(88.5 g)을 기본 베이스로 하여 기타 부원료[다진 당근(4.0 g), 다진 대파(4.0 g), 맛술(4.0 g), 설탕(3.2 g), 소금(3.2 g), MSG (2.4 g), 감자전분(16.0 g), 파프리카 색소(0.2 g), 토마토 색소(0.11 g), 얼음물(60.00 g)]를 첨가하여 스테판 믹스(UMC 5, Stephan Machinery Inc., Germany)에 넣고 5분간 혼합하여 제조하였다. 겉부위의 제조는 해동 실꼬리돔 연육 480 g과 부원료[밀가루(48.0 g), 감자전분(48.0 g), 소금(8.16 g), 자일로스(0.96 g), 소브산칼륨(2.40 g), 글루코델타락톤(1.44 g), 탄산칼슘(0.96 g), MSG(2.40 g), 사카린나트륨(0.16 g) 및 정제수(250.0 g)]를 혼합하여 제조하였다. 연어 어묵은 속부위와 겉부위를 각각 튜브[속부위, 0.8 cm; 겉부위, 1.6 cm (속이 들어갈 부분이 비워져 있음)]가 설치되어있는 충전기(sausage stuffer, The Sausage Maker Inc., New York, NY, USA)에 넣고 성형(길이 8.0±0.2 cm)한 다음 이단 튀김(145±3°C에서 2.5분, 155±3°C에서 1.5분)하고, 10분간 상온에서 정치하여 최종제품을 제조하였다(Table 1).

일반성분 함량 및 에너지 산출

연어 어묵의 일반성분은 속부위(연어 어묵)와 겉부위(실꼬리

돔 어묵)로 이루어진 어묵 모두를 마쇄하여 식품공전(MFDS, 2018)에 따라 수분의 경우 건조감량법, 조단백질의 경우 semi-micro Kjeldahl법, 조지방의 경우 Soxhlet법 및 회분의 경우 건식회화법으로 분석하였고, 탄수화물 함량은 100-(수분+조단백질+조지방+회분 함량)으로 산출하였다. 연어 어묵의 에너지는 일반성분의 분석 자료를 토대로 하되, 환산계수는 에너지 환산계수(RDA, 2007) [(단백질×4.22)+(지방×9.41)+(탄수화물×4.03)]를 활용하여 계산하였다. 이 때 탄수화물 함량은 조섬유와 당을 합한 것으로 하였다.

pH 측정

pH는 식품공전(MFDS, 2018)의 방법에 따라 측정하였다. 즉, pH 측정을 위한 전처리 시료는 속부위와 겉부위로 이루어진 어묵 모두를 마쇄한 검체 약 5 g을 취한 다음, 여기에 9배(w/v)에 해당하는 탈이온수를 가하여 균질기(Polytron PT 1200E, Kinematica AG, Lucerne, Switzerland)로 5분간 균질화하고, 원심분리(9,300 g, 15 min) 한 다음 이를 여과한 여액으로 하였다. pH는 전처리 시료에 대하여 pH meter (Orion 3-star, Thermo Fisher Scientific, Massachusetts, MA, USA)로 측정하였다.

전자혀를 이용한 맛 분석

전자혀를 이용한 연어 어묵의 맛 분석 시료는 Kim et al. (2019)의 방법에 따라 연어 어묵을 1차 마쇄한 다음 이의 5 g에 증류수 100 mL를 각각 가하고, 2차로 다시 한번 마쇄한 후 원심분리 (10,035 g) 및 여과하여 제조하였다. 전자혀를 이용한 연어 어묵의 맛 분석은 Woertz et al. (2011)이 언급한 방법에 따라 electronic tongue unit (α -Astree II, Alpha M.O.S Inc.,

Toulouse, France)로 측정하였다. 즉, 전처리 시료 100 mL를 부속 용기에 채우고, 여기에 감칠맛, 짠맛, 신맛, 쓴맛 및 단맛을 감지하는 각각의 전극을 담근 다음 상온에서 정치시켜 전극이 평형에 도달하였을 때의 값을 이들 5종의 맛에 대한 데이터로 하였다. 측정 데이터는 시판 어묵을 대조구로 하여 시제 연어 어묵과의 차이로 나타내었고, 이의 해석은 전자혀의 제조사에서 제시한 바와 같이 시료 간에 2.0 이상의 차이가 있는 경우 실제 관능 요인이 맛의 차이를 판별할 수 있다고 판단하였다.

휘발성염기질소 함량

연어 어묵의 휘발성염기질소 함량은 Conway unit을 사용하여 식품공전(MFDS, 2018)의 방법에 따라 미량확산법으로 측정하였다.

냄새강도 분석

연어 어묵의 냄새강도 측정용 시료는 Kang et al. (2014)이 언급한 방법에 따라 연어 어묵 약 10 g을 마쇄한 다음, 이를 코니칼 튜브(50 mL conical tube, 30×150 mm, SPL Life Science Co. Ltd., Pocheon, Korea)에 넣어 제조하였다. 냄새 강도 측정은 전처리한 측정용 시료를 넣어둔 코니칼 튜브에 냄새강도 측정기 (Odor concentration meter, XP-329R, New Cosmos Electric Co. Ltd., Osaka, Japan)의 흡입구를 넣은 다음, 냄새가 휘발되지 않게 파라필름(parafilm)으로 밀봉하고 mode를 batch로 설정한 후 측정하였으며, 단위는 냄새 강도(level)로 나타내었다.

겔강도

연어 어묵의 조직감은 속부위 어묵만을 분리하여 겔강도 측정용 시료로 사용하였고, 지름(내경) 1.6 cm, 높이 1.0 cm로 정형하여 제조한 후, rheometer (CR-100D, Sun Scientific Co., Tokyo, Japan)를 이용하여 mode는 20을, load cell (max)은 2 kg을, chart speed는 60 mm/min을, adapter는 직경 5 mm인 구형 plunger를 장착하여 측정하였다.

총 아미노산 분석

총 아미노산의 분석을 위한 검체는 식품공전(MFDS, 2018)을 약간 수정하여 제조하였다. 검체의 제조를 위한 가수분해물은 마쇄 연어 어묵을 단백질 함량으로 약 10 mg을 가수분해용 시험관에 정밀히 채취하여 넣고, 여기에 0.05% (w/v) 2-메르캅토에탄올(2-mercaptoethanol) (C_2H_6SO)을 함유한 6 N 염산을 단백질량에 대하여 약 1,000배량 즉, 10 mL를 가한 다음, 이를 밀봉하고, $100 \pm 1^\circ C$ 로 조정된 정온가열로(heating block, HF21, Yamato Scientific Co., Tokyo, Japan)에서 24시간 가수분해시켜 제조하였다. 아미노산 분석을 위한 검체는 가수분해물을 $40^\circ C$ 에서 감압농축하여 염산을 제거하였고, 최종적으로 0.2 N 구연산나트륨 완충액(pH 2.2)으로 정용하여(25 mL) 제조하였다. 아미노산의 분석은 일정량의 분석용 검체를 아미노산 자동분석기(Pharmacia Biotech Biochrom 30, Biochrom

Table 1. Recipe on an ingredients for inner and outer parts of fish (salmon *Oncorhynchus keta*) cake

Outer part		Inner part	
Ingredient	g	Ingredient	g
Threadfin bream surimi	480.0	Salmon mince	263.8
Flour	48.0	Frozen threadfin bream surimi	88.5
Potato starch	48.0	Chopped carrot	4.0
Salt	8.16	Chopped green onion	4.0
Xylose	0.96	Cooking wine	4.0
Polyphosphate	0.96	Sugar	3.2
Sodium sorbic acid	1.44	Salt	3.2
Glucosyl-lactone	1.44	MSG	2.4
Calcium carbonate	0.96	Potato starch	16.0
MSG	2.4	Paprika colorants	0.20
Saccharin	0.16	Tomato colorants	0.11
Ice water	250.0	Ice water	60.0

Ltd., Cambridge, UK)에 주입하여 실시하였다.

무기질 분석

무기질 분석을 위한 전처리는 Kim et al. (2014)의 방법에 따라 실시하였다. 검체의 제조를 위한 예비 반응물은 진공동결건조한 연어 어묵(속부위와 겉부위 모두) 시료 1 g을 취하여 테프론 분해기(teflon bomb, OD-98-100P, Odlab, Gwangmyeong, Korea)에 넣고, 여기에 무기질 분석용 고순도 질산 10 mL를 가한 다음 상온에서 150분 동안 반응시켜 제조하였다. 이어서 시료의 완전 분해를 위하여 테프론 분해기를 밀폐시킨 다음 가열판으로 $150 \pm 5^\circ\text{C}$ 에서 400분간 가열한 후 노란색을 띠는 맑은 용액이 될 때까지 실시하였다. 시료의 분해 후 테프론 분해기의 코크를 열어 압력을 제거한 후 뚜껑을 열고 $100 \pm 5^\circ\text{C}$ 에서 질산이 1 mL 정도가 되도록 증발시켰다. 그리고 테프론 분해기에 고순도 질산 10 mL를 다시 가하고, 시료의 완전 분해를 위한 테프론 분해기의 밀폐, 가열($150 \pm 5^\circ\text{C}$, 400분)하는 과정을 한번 더 반복하였다. 최종적으로 무기질 분석용 검체는 테프론 분해기의 질산이 1 mL 정도로 거의 증발하였을 때 분해를 종료하고 2% (v/v) 질산 용액으로 재용해한 다음, 여과 및 정용(100 mL)하여 제조하였다.

무기질의 분석은 전처리한 시험 용액을 이용하여 ICP-OES (ELAN DRC II, PerkinElmer, Santa Clara, CA, USA)로 분석하였고, ICP-OES의 분석 조건은 식품공전(MFDS, 2018)에 제시되어 있는 조건으로 하였다.

지방산 함량

지방산 함량의 분석을 위한 시료유는 chloroform-methanol (2:1, v/v) 혼합액을 추출 용매로 사용하는 Bligh and Dyer (1959)법으로 추출하였고, 내부 표준물질은 methyl tricosanoate (99%, Sigma-Aldrich Korea, Seoul, Korea) 0.01 g을 chloroform 용액에 녹여 10 mL가 되도록 하였다(1 mg/mL). 연어 어묵의 지방산은 추출한 시료유를 이용하여 식품공전(MFDS, 2018)에 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 14A; carrier gas, He; detector, FID)를 이용하여 분석하였다. 지방산의 분석 조건은 injector 및 detector (FID) 온도를 각각 250°C 로

하고, 칼럼 온도는 230°C 까지 승온시킨 다음 15분간 유지하였다. Carrier gas는 He (1.5 kg/cm^2)를 사용하였으며, split ratio는 1:50으로 하였다.

이상에서 언급한 조건으로 분석한 지방산은 시료의 경우와 동일한 조건에서 분석한 표준용액(Supelco 37 Component FAME Mix, Sigma-Aldrich Korea, Seoul, Korea)의 머무름 시간(retention time) 및 ECL (equivalent chain length)과 비교하여 동정하였다. 내부표준물질은 methyl tricosanoate (99%, Sigma-Aldrich Korea, Seoul, Korea)를 사용하였다(Moon et al., 2018).

통계처리

본 실험 결과에 대한 데이터의 표준편차 및 유의차 검정(5% 유의수준)은 SPSS 통계패키지(SPSS for window, release 10.1)에 의한 ANOVA test를 이용하여 분산분석한 후 Duncan의 다중위검정을 실시하여 나타내었다.

결과 및 고찰

일반특성

연어 프레임을 이용하여 제조한 연어 어묵의 일반성분, pH 및 에너지의 결과는 시판 어묵과 비교하여 Table 2에 나타내었다. 시제 연어 어묵과 시판 일반 어묵 100 g 당의 일반성분 함량은 수분이 각각 71.1 g 및 66.4 g, 조단백질이 각각 12.1 g 및 11.9 g, 조지방이 각각 2.0 g 및 2.2 g, 회분이 각각 1.7 g 및 2.0 g, 탄수화물이 각각 13.1 g 및 17.5 g이었다. 따라서, 어묵의 일반성분 함량은 시제 연어 어묵이 시판 일반 어묵에 비해 5% 유의수준에서 수분의 경우 높았고, 회분 및 탄수화물의 경우 낮았으며, 조단백질 및 조지방의 경우 차이가 없었다. 이와 같이 시제 연어 어묵이 시판 일반 어묵에 비해 수분, 회분 및 탄수화물과 같은 일반성분 함량에서 차이가 있는 것은 어묵의 제조 시에 주재료 및 부재료의 첨가비율과 배합비 그리고 튀김 조건(온도 및 시간)의 차이 이외에도 시제 연어 어묵에 첨가한 야채 등에 의한 차이 때문이라 추정되었다. 이상의 어묵의 일반성분에 대한 결과로 미루어 보아 시제 연어 어묵과 시판 어묵은 튀김 공정을 거친 튀김 어묵임에도 불구하고, 지방함량이 현저히 낮아 저지방 식품으로 판단되었다.

Table 2. Proximate composition, pH and energy of fish cake from salmon *Oncorhynchus keta* (FCS) frame muscle prepared in this experiment and commercial fish cake

Fish cake	Proximate composition (g/100 g)					pH	Energy ² (kcal/100 g)
	Moisture	Crude protein	Crude lipid	Ash	Carbohydrate ¹		
Commercial (S)	66.4±0.3 ^{a3}	11.9±0.2 ^a	2.2±0.1 ^a	2.0±0.0 ^a	17.5	6.99±0.0 ^a	141.4
FCS	71.1±0.1 ^b	12.1±0.3 ^a	2.0±0.2 ^a	1.7±0.0 ^b	13.1	7.17±0.01	122.7

¹Carbohydrate (%)=100-(Moisture+Crude protein+Crude lipid+Ash). ²Energy (kcal/100 g)= Carbohydrate×4.03+Crude lipid×9.41+Crude protein×4.22. ³Difference letters on the data in the mean indicate a significant difference at P<0.05.

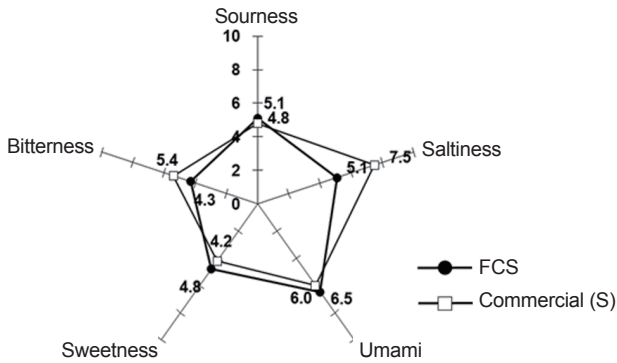


Fig. 1. Taste intensity of fish cake from salmon *Oncorhynchus keta* (FCS) frame muscle prepared in this experiment and commercial fish cake.

어묵의 pH는 시제 연어 어묵이 7.17로 시판 일반 어묵의 6.99에 비해 높았는데, 이는 시제 연어 어묵과 시판 일반 어묵의 제조 시에 사용한 여러 가지 부원료의 차이 때문이라 추정되었다. 일반성분 함량을 토대로 산출한 어묵 100 g 당 에너지는 시제 연어 어묵이 122.7 kcal로, 시판 일반 어묵의 141.4 kcal에 비해 낮았다. 한편, 한국영양학회(The Korean Nutrition Society, 2016)는 급식대상 연령(9-49세)의 1일 에너지 섭취기준에 대하여 남자의 경우 2,100-2,700 kcal, 여자의 경우 1,800-2,100 kcal로 제시하고 있다. 따라서, 시제 연어 어묵 100 g 섭취에 의하여 전환되는 에너지는 급식대상 연령(9-49세)의 1일 에너지 섭취기준에 대하여 남자의 경우 4.5-5.8% 범위, 여자의 경우 5.8-6.8% 범위에 해당하였다.

관능특성

시제 연어 어묵의 관능 특성은 맛, 냄새 특성으로 살펴보고, 이를 대조구인 시판 일반 어묵과 비교하여 나타내었다. 먼저, 시제 연어 어묵 및 시판 어묵의 맛 특성을 전자혀에 의하여 감칠맛, 짠맛, 신맛, 쓴맛 및 단맛으로 살펴본 결과는 Fig. 1과 같다. 시제 연어 어묵(fish cake from salmon, FCS)과 시판 어묵의 맛 강도는 감칠맛이 각각 6.5 level 및 6.0 level, 짠맛이 각각 5.1 level 및 7.5 level, 신맛이 각각 5.1 level 및 4.8 level, 쓴맛이 각각 4.3 level 및 5.4 level, 단맛이 각각 4.8 level 및 4.2 level 이었다. 따라서 어묵의 맛은 시제 연어 어묵이 시판 일반 어묵에 비해 감칠맛, 단맛 및 신맛의 level 값이 높았고, 짠맛과 쓴맛의 level값이 낮았다. 한편, 전자혀의 값의 차이가 2 level 이상이면 사람이 맛의 차이를 인지한다고 한다(Jo et al., 2012). 이러한 시제 연어 어묵과 시판 어묵 간에 맛 강도의 결과와 일반적인 맛 강도 차이에 대한 보고로 미루어 보아 소비자들이 시제 연어 어묵을 섭취하였을 때 시판 일반 어묵에 비해 짠맛 만이 차이가 인지될 것으로 판단되었다.

시제 연어 어묵의 냄새 특성을 냄새강도와 휘발성염기질소 함량으로 분석하여, 대조구인 시판 어묵과 비교하여 나타낸 결과

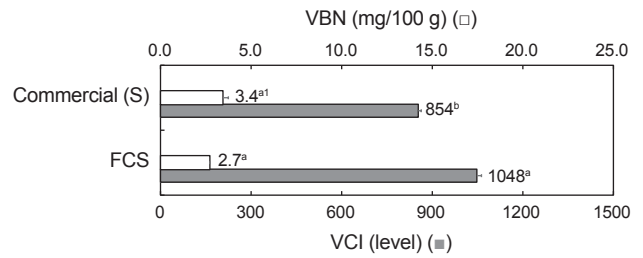


Fig. 2. Volatile basic nitrogen (VBN) content and volatile component intensity (VCI) of fish cake from salmon *Oncorhynchus keta* (FCS) frame muscle prepared in this experiment and commercial fish cake. ¹Difference letters on the data in the mean indicate a significant difference at P<0.05.

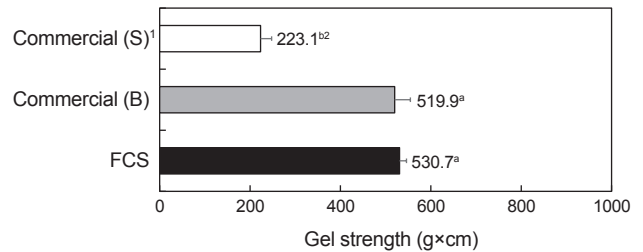


Fig. 3. Gel strength (g×cm) of fish cake from salmon *Oncorhynchus keta* (FCS) frame muscle prepared in this experiment and commercial fish cake. ¹Quoted from Cha et al., 2020, ²Difference letters on the data in the row indicate a significant difference at P<0.05.

는 Fig. 2와 같다. 어묵 100 g 당 휘발성염기질소 함량은 시제 연어 어묵이 2.7 mg으로, 이는 대조구의 3.4 mg과 비교하여 유의적으로 차이가 없었다(P>0.05). 이와 같이 어묵 두 제품의 휘발성염기질소 함량이 낮은 것은 어묵의 원료인 연어 민스와 연육의 경우 수세공정을 통해 저분자 수용성 성분의 제거와 더불어 염용성 단백질만으로 정제하여 제조하였기 때문이라 판단되었다.

한편, 어묵 100 g 당 냄새강도는 시제 연어 어묵의 경우 1,048 level로 시판 일반 어묵의 854 level에 비해 높았다. 이와 같은 시제 연어 어묵과 시판 일반 어묵 간의 휘발성염기질소 함량과 냄새 강도에 대한 결과로 미루어 보아 실험에서 시료로 사용한 어묵의 냄새는 암모니아와 트리메틸아민(trimethylamine) 등과 같은 물질에 의한 냄새보다는 어묵의 제조 시 사용한 부원료 및 튀김으로 생성된 향의 영향이라 추정되었다. 따라서, 시제 연어 어묵은 비린내에 의한 거부감이 아닌 튀김 향에 의한 영향이어서 소비자들의 거부감보다는 기호도를 높이는 작용을 할 것이라 추정되었다.

시제 연어 어묵의 조직감 특성은 쫄랑도로 확인하였고, 대조구인 시판 어묵과 비교하여 나타낸 결과는 Fig. 3과 같다. 시제 연어 어묵의 쫄랑도는 Cha et al. (2020)의 선행연구 결과를 인

용하였고, 이를 대조구인 시판 어묵 2종과 비교하였다. 겔강도는 시제 연어 어묵(숙부위)이 530.7 g×cm이었고, 시판 어묵 2종(S어묵 및 B어묵)이 각각 223.1 g×cm 및 519.9 g×cm이었다. 시제 연어 어묵은 S어묵보다 높았으나, B어묵과 유사하였다. 이는 어묵에 사용된 생선 연육의 종류 및 함량에 따른 차이 때문일 것으로 판단되었다.

영양특성

시제 연어 어묵의 영양특성은 총 아미노산, 무기질 및 지방산의 함량으로 살펴보고, 이를 대조구인 시판 어묵과 비교하여 나타내었다. 시제 연어 어묵의 총 아미노산 함량을 측정하고, 이를 시판 어묵의 그것과 비교한 결과는 Table 3과 같다. 어묵 100 g 당 아미노산 총 함량은 시제 연어 어묵이 11.64 g으로, 시판 어묵의 11.36 g과 유사하였다. 주요 아미노산(조성비로 10% 이상)은 시제 연어 어묵의 경우 glutamic acid (2.00 g, 17.2%)와 aspartic acid (1.20 g, 10.3%)의 2종이었고, 시판 어묵[glutamic acid (2.01 g, 17.7%)와 aspartic acid (1.18 g, 10.4%)]에 비해 종류는 물론이고, 함량과 조성에서도 거의 차이가 없었다.

한편, 시제 연어 어묵 100 g 당 필수아미노산(tryptophan을 제외한 9종) 총합량은 5.74 g으로 전체아미노산의 약 절반인 49.5%를 차지하였고, 이들 각각의 조성은 2.3-9.5% 범위였으며, 제1제한아미노산은 histidine이었다. 한편, 시제 연어 어묵 100 g 당 곡류 제한아미노산인 lysine과 threonine (Yoon et al., 2009)의 함량은 각각 1.10 g (9.5%) 및 0.58 g (5.0%)으로 높아, 곡류를 주식으로 하는 우리나라 사람들을 위시한 동양권 사람들이 시제 연어 어묵을 부식 또는 간식으로 섭취하는 경우 영양 균형적인 면에서 의미가 있다고 판단되었다.

시제 연어 어묵의 무기질 함량을 살펴보고, 이를 시판 어묵의 무기질 함량과 비교 검토한 결과는 Table 4와 같다. 어묵 100 g 당 무기질 함량은 시제 연어 어묵의 경우 칼슘이 76.7 mg, 인이 126.3 mg, 마그네슘이 19.1 mg 및 칼륨이 88.7 mg으로, 시판 어묵(칼슘 76.8 mg, 인 104.0 mg, 마그네슘 11.4 mg, 칼륨 118.9 mg)에 비해 칼슘의 경우 차이가 없었고, 인, 마그네슘의 경우 높았으며, 칼륨의 경우 낮았다(P<0.05).

한편, 한국영양학회(The Korean Nutrition Society, 2016)는 한국인 남녀(6세 이상)에 대하여 1일 무기질 권장섭취량으로 칼슘의 경우 남자 700-1,000 mg 범위, 여자 700-900 mg 범위로, 인의 경우 남자 600-1,200 mg 범위, 여자 550-1,200 mg 범위로, 마그네슘의 경우 남자 160-400 mg 범위, 여자 150-340 mg으로 제시하고 있고, 총분섭취량으로 칼륨의 경우 남녀 모두 2,600-3,500 mg 범위로 제시하고 있다.

시제 연어 어묵 100 g은 칼슘 함량이 76.7 mg으로, 이는 한국인 남녀(6세 이상)가 섭취하는 경우 1일 칼슘 권장섭취량에 대하여 남자가 7.7-11.0% 범위, 여자가 8.5-11.0% 범위에 해당하였다. 따라서, 시제 연어 어묵 100 g 섭취 시에 남녀 모두 칼슘의 건강 기능을 크게 기대하기가 어려우나, 무시할 정도도 아니

었다. 다량 무기질인 칼슘은 뼈와 근육에 주로 존재하면서 신체의 지지기능 및 성장, 세포 및 효소의 활성화에 의한 근육의 수축 및 이완, 신경의 흥분과 자극전달, 혈액 응고 및 여러 가지 심혈관계 질환의 예방에 관여하면서(Jang et al., 2005) 우리나라 뿐만 아니라 동양권의 생활의 패턴에서 부족해지기 쉬운 영양소로 알려져 있다.

시제 연어 어묵 100 g은 인 함량이 126.3 mg으로, 이는 한국인 남녀(6세 이상)가 섭취하는 경우 1일 권장섭취량에 대하여 남자가 10.5-21.1% 범위, 여자가 10.5-23.0% 범위에 해당하였다. 따라서, 시제 연어 어묵 100 g 섭취 시에 인의 건강 기능을 기대할 수 있다. 다량 무기질인 인은 세포막과 세포벽을 구성하는 성분이며, 뼈와 치아 등의 경조직을 구성한다. 또한 세포의 에너지 대사, 체액의 산염기 균형 조절, 세포막의 구성, 생체 신호 전달 등의 기능을 수행하는 생물학적으로 매우 중요한 역할을 하는 무기질이다(Anderson et al., 2006; The Korean Nutrition Society, 2016). 하지만, 일반적으로 인은 모든 식품에 골고루 함유되어 있어 인에 대한 섭취 부족 현상을 잘 일어나지 않는 것으로 알려져 있다.

시제 연어 어묵 100 g은 마그네슘 함량이 19.1 mg으로, 이는 한국인 남녀(6세 이상)가 섭취하는 경우 1일 마그네슘 권장섭취량에 대하여 남자가 4.8-11.9% 범위, 여자가 5.6-12.7% 범위에 해당하였다. 따라서, 시제 연어 어묵 100 g 섭취 시에 마그네슘의 건강 기능을 크게 기대하기 어려우나 무시할 정도도 아니었다. 일반적으로 마그네슘은 미량 무기질로 세포막을 안정시키고 신경의 자극을 전달하며 지방, 단백질, 핵산의 합성 등에 관여한다(The Korean Nutrition Society, 2016).

Table 3. Total amino acid content (g/100 g) of fish cake from salmon *Oncorhynchus keta* (FCS) frame muscle (FCS) prepared in this experiment and commercial fish cake

EAA ¹	Fish cake		NEAA ²	Fish cake	
	Commercial (S)	FCS		Commercial (S)	FCS
Thr	0.52 (4.6) ¹	0.58 (5.0)	Asp	1.18 (10.4)	1.20 (10.3)
Val	0.54 (4.8)	0.53 (4.6)	Ser	0.52 (4.6)	0.50 (4.3)
Met	0.35 (3.1)	0.35 (3.0)	Glu	2.01 (17.7)	2.00 (17.2)
Ile	0.45 (4.0)	0.49 (4.2)	Pro	0.42 (3.7)	0.61 (5.2)
Leu	0.90 (7.9)	0.95 (8.2)	Gly	0.88 (7.7)	0.21 (1.8)
Phe	0.46 (4.0)	0.74 (6.4)	Ala	0.68 (6.0)	0.76 (6.5)
His	0.22 (1.9)	0.27 (2.3)	Cys	0.10 (0.9)	0.12 (1.0)
Lys	1.05 (9.2)	1.10 (9.5)	Tyr	0.40 (3.5)	0.50 (4.3)
Arg	0.68 (6.0)	0.73 (6.3)	Sub-total	6.19 (54.5)	5.90 (50.6)
Sub-total	5.17 (45.5)	5.74 (49.5)	Total	11.36 (100.0)	11.64 (100.1)

¹The value of parenthesis means the percentage to total amino acid.

²EAA, Essential amino acid. ³NEAA, Nonessential amino acid.

시제 연어 어묵 100 g은 한국인 남녀(6세 이상)가 섭취하는 경우 1일 칼륨 충분섭취량에 대하여 남녀 모두가 2.5-3.4% 범위에 해당하였다. 따라서, 시제 연어 어묵 100 g 섭취 시에 칼륨의

Table 4. Mineral contents of fish cake from salmon *Oncorhynchus keta* (FCS) frame muscle prepared in this experiment and commercial fish cake

Fish cake	Mineral (mg/100 g)			
	Ca	P	Mg	K
Commercial (S)	76.8±0.5 ^{a1}	104.0±1.4 ^a	11.4±0.2 ^a	118.9±1.2 ^b
FCS	76.7±1.6 ^a	126.3±1.5 ^b	19.1±0.2 ^b	88.7±1.7 ^a

¹Difference letters on the data in the column indicate a significant difference at P<0.05.

건강 기능을 크게 기대할 수 없을 것이다. 일반적으로 칼륨은 세포내 액의 삼투압, pH 조절 및 신경근육의 흥분성 유지 등의 기능을 가지고 있다(Kim et al., 2006).

시제 연어 어묵의 지방산 함량과 조성을 시판 어묵의 그것들과 비교하여 나타낸 것은 Table 5와 같다. 시제 연어 어묵의 지방산은 포화지방산 9종, 일가불포화지방산 12종, 다가불포화지방산 21종이 동정되어 모두 42종이 동정되었고, 이 중 흔적량은 7종이었다. 한편, 시판 어묵의 지방산은 포화지방산 9종, 일가불포화지방산 10종, 다가불포화지방산 18종이 동정되어 모두 37종이 동정되었고, 이 중 흔적량은 20종이었다.

시제 연어 어묵 100 g 당의 지방산 총합량은 1,833 mg이었고, 이들은 다가불포화지방산이 1,020 mg (55.6%)으로 가장 높았으며, 일가불포화지방산(449 mg, 24.5%), 포화지방산(364

Table 5. Fatty acid content of fish cake from salmon *Oncorhynchus keta* (FCS) frame muscle prepared in this experiment and commercial fish cake

Fatty acid (mg/100 g)	Fish cake		Fatty acid (mg/100 g)	Fish cake	
	Commercial (S)	FCS		Commercial (S)	FCS
14:0	4 (0.2)	15 (0.8)	16:4n-3	-	trace
15:0	trace ²	3(0.2)	16:4n-1	trace	trace
16:0	126 (6.2)	248 (13.5)	18:2n-6	444(21.9)	730(39.8)
17:0	2 (0.1)	5 (0.3)	18:2n-4	2(0.1)	4(0.2)
18:0	54 (2.7)	77 (4.2)	18:3n-6	-	trace
20:0	10(0.5)	6(0.3)	18:3n-4	trace	1 (0.1)
21:0	trace	trace	18:3n-3	135 (6.7)	74 (4.0)
22:0	6 (0.3)	7 (0.4)	18:3n-1	12 (0.6)	4 (0.2)
24:0	3(0.1)	3(0.2)	18:4n-3	trace	4 (0.2)
Saturated	205(10.1)	364(19.9)	18:4n-1	-	trace
14:1n-5	trace	1(0.1)	20:2NMID	2 (0.1)	-
15:1n-5	-	1(0.1)	20:2n-6	trace	2 (0.1)
16:1n-7	6(0.3)	25(1.4)	20:4n-6	trace	13 (0.7)
17:1n-7	trace	2(0.1)	20:3n-3	-	trace
18:1n-9	1,182(58.3)	360(19.6)	20:4n-3	trace	3 (0.2)
18:1n-7	trace	29(1.6)	20:5n-3	4 (0.2)	39 (2.1)
18:1n-5	trace	2(0.1)	21:5n-3	trace	-
20:1n-11	-	9(0.5)	22:4n-6	-	3 (0.2)
20:1n-9	22(1.1)	6(0.3)	22:5n-6	trace	4 (0.2)
20:1n-7	trace	2(0.1)	22:5n-3	trace	13 (0.7)
22:1n-9	trace	6(0.3)	22:6n-3	12(0.6)	122(6.7)
22:1n-7	trace	6(0.3)	Polyenes	611(30.2)	1,020(55.6)
Monoenes	1,210(59.7)	449(24.5)	n-6	444(21.9)	752(41.0)
16:2n-4	trace	4(0.2)	n-3	151(7.5)	255(13.9)
16:3n-4	trace	-	TFA ³	2,026(100.0)	1,833(100.0)
16:3n-1	-	trace	TL ⁴	2.2	2.0

¹-, Not detected. ²trace, less than 0.5 mg/100 g. ³TFA, Total fatty acid. ⁴TL, Total lipid contents (g) of samples (100 g).

mg, 19.9%)의 순으로 구성되어 있었다. 한편, 시판 어묵 100 g 당 지방산 함량은 2,026 mg이었고, 이들은 일가불포화지방산이 1,210 mg (59.7%), 다가불포화지방산(611 mg, 30.2%), 포화지방산(205 mg, 10.1%)의 순으로 구성되어 있었다. 따라서 시제 연어 어묵의 지방산 조성은 대조구의 그것에 비해 차이가 있었다. 어묵 100 g 당 주요 지방산은 시제 연어 어묵이 포화지방산인 16:0 (248 mg, 13.5%), 일가불포화지방산인 18:1n-9 (360 mg, 19.6%), 다가불포화지방산인 18:2n-6 (730 mg, 39.8%) 등과 같은 3종으로, 시판 어묵[일가불포화지방산인 18:1n-9 (1,182 mg, 58.3%), 다가불포화지방산인 18:2n-6 (444 mg, 21.9%)과 같은 2종]과 종류, 함량 및 조성비에 있어 차이가 있었다. 이와 같은 시제 연어 어묵의 지방산 조성비와 주요 지방산의 종류로 미루어 보아 시제 연어 어묵의 지방산 함량과 조성은 주원료인 연어 지질 이외에도 튀김유의 영향도 컸을 것으로 추정되었다. 한편 시제 연어 어묵 100 g 당 대표적인 오메가-3 지방산인 EPA (eicosapentaenoic acid, 20:5n-3)와 DHA (docosahexaenoic acid, 22:6n-3)의 함량은 각각 39 mg (2.1%) 및 122 mg (6.7%)으로 시판 어묵의 이들 함량인 각각 4 mg (0.2%) 및 12 mg (0.6%)에 비해 월등히 높았다. 이는 어류의 중골에는 EPA 및 DHA 등과 같은 다량의 건강기능성 물질이 함유되어 있기 때문이다(Kim et al., 2005). 따라서, 시제 연어 어묵은 이를 적정량 섭취하는 경우 오메가-3 지방산에 의한 건강 기능 효과를 기대할 수 있으리라 판단되었다.

사 사

이 논문은 2018년 해양수산부 재원으로 해양수산과학기술진흥원의 지원을 받아 수행된 연구임(해역별 특성을 고려한 전통 수산가공식품 개발 및 상품화).

References

- Ackman RG. 1989. Nutritional composition of fats in seafoods. *Prog Food Nutr Sci* 13, 161-289.
- Amako K, Shimodori S, Imoto, Miyake S and Umeda A. 1987. Effects of chitin and its soluble derivatives of survival of *Vibrio cholerae* O1 at low temperature. *Appl Environ Microb* 53, 608-615. <https://doi.org/10.1128/aem.53.3.603-605.1987>.
- Anderson JJB, Klemmer PJ, Watts MLS, Garner SC and Calvo MS. 2006. Phosphorus. In: Present knowledge in nutrition. ILSI, Washington DC, U.S.A., 383-399.
- Bligh EG and Dyer WJ. 1959. A rapid method of lipid extraction and purification. *Can J Biochem Physiol* 37, 911-917.
- Boldtrev AA, Koldobski A, Kurella E, Maltseva V and Stvolinski S. 1993. Natural histidine-containing dipeptide carnosine as a potent hydrophilic antioxidant with membrane stabilizing function. *Mol Chem Neurobiol* 19, 185-192. <https://doi.org/10.1007/bf03160178>.
- Cha JW, Yoon IS, Park SY, Kang SI, Lee JS, Heu MS and Kim JS. 2020. Development of fish cake using salmon *Oncorhynchus keta* frame muscle. *Korean J Fish Aquat Sci* 53, 147-155. <https://doi.org/10.5657/KFAS.2020.0147>.
- Chae SK. 1990. Food chemistry. Hyoil Publishing Co., Seoul, Korea, 87-90.
- Durance TD, Dou J and Mazza J. 1997. Selection of variable retort temperature processes for canned salmon. *J. Food Process Eng* 20, 65-76. <https://doi.org/10.1111/j.1745-4530.1997.tb00411.x>.
- Han BW, Ji SG, Kwon JS, Goo JG, Kang KT, Jee SJ, Heu MS and Kim JS. 2007. Food component characteristics of fish frames as basic ingredients of fish *gomtang*. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 36, 1417-1424. <https://doi.org/10.3746/jkfn.2007.36.11.1417>.
- Heu MS and Kim JS. 2008. Preparation and characterization of seasoned salmon powder. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 37, 1323-1329. <https://doi.org/10.3746/jkfn.2008.37.10.1323>.
- Heu MS, Kim HJ, Yoon MS, Park DY, Park GH, and Kim JS. 2008a. Food component characterization of muscle from salmon frame. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 37, 1452-1456. <https://doi.org/10.3746/jkfn.2008.37.11.1452>.
- Heu MS, Kim HJ, Yoon MS, Park KH, Shin JH, Lee TG, Kim JG and Kim JS. 2010. DHA enrichment of salmon patty using emulsion curd and its component characteristics. *Korean J Fish Aquat Sci* 43, 285-292. <https://doi.org/10.5657/kfas.2010.43.4.285>.
- Heu MS, Park SH, Kim HS, Jee SJ, Kim HJ, Han BW, Ha JH, Kim JG and Kim JS. 2008b. Preparation of snack using residues of fish *Gomtang*. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 37, 92-102. <https://doi.org/10.3746/jkfn.2008.37.1.97>.
- Heu MS, Park SH, Kim HS, Jee SJ, Lee JH, Kim HJ, Han BW and Kim JS. 2007. Improvement on the functional properties of *Gomtang*-like product from salmon frame using commercial enzymes. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 36, 1596-1603. <https://doi.org/10.3746/jkfn.2007.36.12.1596>.
- Horowitz JM. 2002. 10 Foods that pack a wallop. *Time* 159, 76-81.
- Jang SY, Baek CH, Jeong KH, Park NY and Jeong YJ. 2005. Effect of vinegar on the solubility of calcium. *Korean J Food Preserv* 12, 112-116.
- Jo HS, Kim KH, Kim MJ, Kim HJ, Im YJ, Kwon DH, Heu MS and Kim JS. 2012. Sensory characterization of domestic mottled skate *Raja pulchra* as affected by area caught, sex and fish weight. *Korean J Fish Aquat Sci* 45, 619-626. <http://dx.doi.org/10.5657/KFAS.2012.0619>.
- Kang KT, Heu MS and Kim JS. 2016. Preparation and characteristics of fish-frame-added snacks. *Korean Fish Aquat Sci* 39, 261-268. <https://doi.org/10.5657/kfas.2006.39.3.261>.
- 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>.
- Kim DY, Kang SI, Lee JS, Heu MS and Kim JS. 2019. Sensory and nutritional characteristics of seasoned laver *Pyropia yezoensis* with concentrates of octopus *Octopus vulgaris* cooking effluent. Korean J Fish Aquat Sci 52, 321-327. <https://doi.org/10.5657/KFAS.2019.0321>.
- Kim HJ, Yoon MS, Park KH, Shin JH, Heu MS and Kim JS. 2009. Preparation and food quality characterization of salmon patties. Korean J Food Preserv 16, 705-713.
- Kim HS, Choi SG, Park CH, Han BW, Yang SK, Kang KT, Oh HS, Heu MS and Kim JS. 2005a. Preparation and characteristics of surimi gel with red-tanner crab *Chionoecetes japonicus* paste. J Korean Soc Food Sci Nutr 34, 1103-1108. <https://doi.org/10.3746/jkfn.2005.34.7.1103>.
- Kim JG, Han BW, Kim HS, Park CH, Chung IK, Choi YJ, Kim JS and Heu MS. 2005b. Lipid characteristics of fish frame as a functional lipid resource. J Korean Soc Food Sci Nutr 34, 380-388. <https://doi.org/10.3746/jkfn.2005.34.3.380>.
- Kim JS, Kim HS and Heu MS. 2006. Introductory foods. Hyoil Publishing Co., Seoul, Korea, 46.
- Kim JS, Yeum DM, Kang HG, Kim IS, Kong CS, Lee TG and Heu MS. 2005c. Fundamentals and applications for canned foods. Hyoil Publishing Co., Seoul, Korea, 42-45.
- Kim KH. 2014. Concentration and risk assessment of heavy metal in mainly consumed fishes. MS thesis, Gyeongsang National University, Tongyeong, Korea, 23-58.
- Kim MS, Jeong JI and Jeong YH. 2003. Amino acid composition of milled and brown rices. J Korean Soc Food Sci Nutr 32, 1385-1389. <https://doi.org/10.3746/jkfn.2003.32.8.1385>.
- Lee HB, Noh YE, Yang HJ and Min SC. 2011. Inhibition of foodborne pathogens on polystyrene, sausage casings, and smoked salmon using nonthermal plasma treatments. Korean J Food Sci Technol 43, 513-517. <https://doi.org/10.9721/kjfst.2011.43.4.513>
- Lee YS, Jeong YH and Yoo BS. 2001. Effect of transglutaminase on the rheological properties of fried surimi gel. Korean J Food Sci Technol 33, 474-478.
- Liaset B, Julshamn K and Espe M. 2002a. Chemical composition and theoretical nutritional evaluation of the produced fractions from enzymic hydrolysis of salmon frames with Protmax™. Process Biochem 38, 1747-1759. [https://doi.org/10.1016/s0032-9592\(02\)00251-0](https://doi.org/10.1016/s0032-9592(02)00251-0).
- Liaset B, Nortvedt R, Lied E and Espe M. 2002b. Studies on the nitrogen recovery in enzymic hydrolysis of Atlantic salmon (*Salmo salar*, L.) frames by Protamex™ protease. Process Biochem 37, 1263-1269. [https://doi.org/10.1016/s0032-9592\(02\)00003-1](https://doi.org/10.1016/s0032-9592(02)00003-1).
- MFDS (Ministry of Food and Drug Safety). 2018. Food code. 7.1. Cheongju, Korea. Retrieved from <https://www.foodsafetykorea.go.kr/portal/safefoodlife/food/foodRvlv/foodRvlv.do> on Oct 12, 2018.
- Moon SK, Park HJ, Jeong BY and Kim IS. 2018. The proximate and fatty acid compositions of the liver and gonads of commercial common squid *Todarodes pacificus*. Korean J Fish Aquat Sci 51, 656-666. <https://doi.org/10.5657/fas.2007.10.4.171>.
- Morkore T, Vallet JL, Cardinal M, Comez-guillen MC, Montero P, Torrissen OJ, Nortvedt R, Sigurgisladottir S and Thomassen MS. 2006. Fat content and fillet shape of atlantic salmon: Relevance for processing yield and quality of raw and smoked products. J Food Sci 66, 1348-1354. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2001.tb15213.x>.
- Park KH, Yoon MS, Kim JK, Kim HJ, Shin JH, Lee JS, No YI, Heu MS and Kim JS. 2010. Preparation and characterization of canned salmon frame. Korean J Fish Aquat Sci 43, 93-99. <https://doi.org/10.5657/kfas.2010.43.2.093>.
- RDA (Rural Development Administration). 2007. 7th version food composition Table I. Hyoil Publishing Co., Seoul, Korea, 7-310.
- Roblet C, Akhtar MJ, Mikhylin S, Pilon G, Gill T, Marette A and Bazinet L. 2016. Enhancement of glucose uptake in muscular cell by peptide fractions separated by electrodialysis with filtration membrane from salmon frame protein hydrolysate. J Funct Foods 22, 337-346. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2016.01.003>.
- The Korean Nutrition Society. 2016. Dietary reference intakes for Koreans 2015. Ministry of Health Welfare, Seoul, Korea, 6-7.
- Woertz K, Tissen C, Kleinebudde P and Breikreutz J. 2011. A comparative study on two electronic tongues for pharmaceutical formulation development. J Pharm Biomed Anal 55, 272-281. <https://doi.org/10.1016/j.jpba.2011.02.002>.
- Yoon MS, Kim HJ, Park KH, Park JY, Lee JS, Jeon YJ, Son HJ, Heu MS and Kim JS. 2009. Food quality characterizations of commercial salted mackerel. Korean J Fish Aquat Sci 42, 123-130. <https://doi.org/10.5657/kfas.2009.42.2.123>.
- Yoon SW, Yang JH, Cho YE and Lee JY. 2018. A study on the development of food industry using application of management control systems: Focusing on busan's fish cake industry. Korean Academic Society of Accounting 23, 105-125. <https://doi.org/10.21737/kjar.2018.02.23.1.105>.
- Yuewei H, Ken G, Alphina H, Renata I, Yrjo TG and Martin W. 2006. Daily variability of *Listeria* contamination patterns in a cold-smoked salmon processing operation. J Food Prot 69, 2123-2133. <https://doi.org/10.4315/0362-028x-69.9.2123>.