

항미강화농축물 소재로서 비가열 가다랑어(*Katsuwonus pelamis*) 프레임의 영양학적 품질 특성

임치원 · 성상욱¹ · 허민수^{2,3} · 김진수^{3,4*}

국립수산과학원 식품위생가공과, ¹대상 중앙연구소, ²경상대학교 식품영양학과, ³경상대학교 수산식품산업화 기술지원센터, ⁴경상대학교 해양식품생명과학과/해양산업연구소

Nutritional Characterization of the Uncooked Skipjack Tuna *Katsuwonus pelamis* Frame as a Basic Resource for Flavor-enriching Concentrates

Chi-Won Lim, Sang Wook Sung¹, Min Soo Heu^{2,3} and Jin-Soo Kim^{3,4*}

Food Safety and Processing Research Division, National Institute of Fisheries Science, Busan 46083, Korea

¹Food Business Unit, Strategy Planning Division, Daesang, Icheon 17384, Korea

²Department of Food and Nutrition, Gyeongsang National University, Jinju 52828, Korea

³Research Center for Industrial Development of Seafood, Gyeongsang National University, Togyong 53064, Korea

⁴Department of Seafood and Aquaculture Science/Institute of Marine Industry, Gyeongsang National University, Tongyeong 53064, Korea

We investigated the nutritional characteristics of the uncooked Skipjack tuna *Katsuwonus pelamis* frame (U-STF) as a basic resource for preparing flavor-enriching concentrates. The bone rate based on the fish frame (FF) was 53.2% in U-STF, thus lower than those of cooked skipjack tuna frame (C-STF), the uncooked salmon frame (U-SF), and beef leg bone (BLB). The composition of FF had 48.6-58.0% moisture, 18.4-21.3% crude protein, 7.0-15.0% crude lipid, and 12.8-22.1% ash. Compared to the proximate composition of BLB, that of FF was higher moisture and crude protein but lower solids, crude lipids, and ash. The total amino acid contents of FF was 17.6-20.8 g/100 g, which was higher than that of BLB. The levels of calcium and phosphorus of FF were 4.7-8.5 g/100 g and 2.4-4.2 g/100 g, respectively, thus lower than those of BLB. The brix concentration of FF extract was 5.0-8.2°, being highest in U-STF extracts, followed by extracts of U-SF and then extracts of C-STF. Our results indicate that U-STF is an optimal resource for preparing flavor-enriching concentrates.

Key words: Fish frame, Skipjack tuna frame, *Katsuwonus pelamis*, Fish processing by-products, Flavor-enriching concentrates

서 론

최근 서구 식품소비자들은 수산물의 건강 기능성이 밝혀지면 서 이를 고려하여 선택하는 경향이 높아지고 있으나, 아직도 많은 소비자들이 잔가시나 비린내 등의 관능적 요인 때문에 선택을 꺼려 하고 있다(Okada et al., 1988). 이로 인하여 서구인들이 선호하는 대표적인 어종은 비린내와 잔가시가 적은 다랑어류(가다랑어, 황다랑어, 눈다랑어, 참다랑어 등), 연어과 어류(연어, 무지개송어 등), 대구류 및 가자미류 등에 한정되고 있다

(Kim et al., 2016). 한편, 우리나라 신세대를 중심으로 하는 소비자들도 서구와의 빈번한 왕래로 인한 식생활의 서구화로 이들 어류를 선호하게 되었고, 이로 인하여 다랑어류와 연어과 어류는 기름담금 및 조미 통조림, 횡감, 조미건어포류, 가쓰오부시, 혼연조미제품, 스테이크 등과 같은 다양한 수산가공품의 소재로 활용되고 있다(Zhang et al., 2002; Cardinal et al., 2004). 이들 통조림, 회, 건포류, 훈제품 등의 수산가공품은 그 가공공정이 제품에 따라 확연히 다르지만, 전처리 공정 중 머리, 내장, 중골을 포함한 어류 프레임(fish frame, 어류를 펠레처리 하였

<https://doi.org/10.5657/KFAS.2017.0473>



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.

Korean J Fish Aquat Sci 50(5) 473-480, October 2017

Received 26 June 2017; Revised 18 July 2017; Accepted 8 September 2017

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

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

을 때 근육부 2편 이외에 발생하는 중골부 1편으로, 여기에는 근육이 다량 포함되어 있음 (Park et al., 2010)이 가열 또는 비가열 처리 상태의 부산물로 발생한다. 다량어류와 연어과 어류의 대표적인 수산가공 부산물인 눈 주위 조직(안와조직) docosahexaenoic acid (DHA, 22:6n-3) (Jeong, 1993), 맛성분, 근육 등이, 내장에는 지질, 단백질과 같은 유용성분 뿐만이 아니라 유용 효소(Prasertsan and Prachumratana, 2008a; Nalinanon et al., 2008) 등이, 어류 프레임에는 근육, 유용 무기질(칼슘 등), 맛성분, 건강기능성 물질(콜라겐 관련 물질 등)이 다량 함유되어 있어 적절히 활용할 경우 우수한 수산가공소재가 될 수 있다. 이러한 일면에서 다량어류와 연어과 어류의 가공 관련자와 연구자들은 눈 주위에서 DHA (Jeong, 1993)를, 머리 부위에서 근육(MFDS, 2016)을, 내장에서 유용 효소(Prasertsan and Prachumratana, 2008b)를, 어류 프레임에서 근육(Kim and Mendis, 2006), 칼슘(Nagai et al., 2004), 맛성분 등을 분리하여 사용하고 있거나 이용을 시도하고 있다. 이와 같이 다량어류 및 연어과 어류의 수산가공부산물에 대하여 다양한 유효 이용을 시도하고 있으나, 아직 가다랑어 횡감 가공부산물인 비가열 처리 가다랑어 프레임의 유효 이용에 관한 연구는 물론이고, 이의 식품성분 특성과 같은 기초 연구도 시도된 바가 없다.

본 연구에서는 가다랑어 횡감 제조 시에 부산물로 발생하는 비가열 처리 어류 프레임의 고도 이용을 위한 일련의 기초 연구로, 향미강화용 추출소재로서 비가열 처리 가다랑어 프레임의 이용 가능성을 영양적 특성을 통하여 살펴보고, 아울러 그 특성을 가열처리 가다랑어 프레임 및 비가열 처리 연어 프레임과 비교하여 검토하였다.

재료 및 방법

재료

횡감용으로 사용한 후 얻어지는 가다랑어(*Katsuwonus pelamis*) 프레임은 동원산업(부산광역시 사하구 소재)에서 비가열 상태인 것을, 가다랑어 통조림 가공 시 얻어지는 가다랑어 프레임은 사조산업(경상남도 고성군 소재)에서 가열 상태인 것을 구입하였다. 연어(*Oncorhynchus keta*) 프레임은 우영수산(부산광역시 사하구 소재)에서 조미훈제품 가공 시 얻어지는 비가열 상태의 것을 구입하였고, 사골은 (주)놀부로부터 호주산 수입품을 구입하였다. 이하 실험에 사용한 각 시료는 비가열 가다랑어 프레임(uncooked skipjack tuna frame, U-STF), 가열 가다랑어 프레임(cooked skipjack tuna frame, C-STF), 비가열 연어 프레임(uncooked salmon frame, U-SF)이고, 대조구는 사골(beef leg bone, BLB)이라 칭하였다.

어류 프레임 추출물의 제조 및 고형물 농도

어류 프레임 추출물은 이물질 제거를 위해 원료 프레임을 흐르는 물로 약 1분간 수세하고, 수세 프레임에 대하여 2배(v/w)

의 가공 용수를 가한 다음, 추출(121℃에서 6시간) 및 감압 여과(여과지로 Toyo No. 2 사용)하여 제조하였다.

추출물의 고형물 농도는 hand held refractometer (2E, Atago, Japan)를 이용하여 측정하였다.

어류 프레임과 사골의 뼈 비율, 일반성분 및 콜라겐 함량

어류 프레임과 사골의 뼈 비율은 가공 직후 얻어진 프레임의 전체 무게에 대한 육을 분리한 후 순수한 뼈 무게의 상대비율(%)로 하였다.

일반성분은 어류 프레임의 경우 마쇄 프레임의 일정량을, 추출시료의 경우 추출물의 일정량을 시료로 하여 AOAC (1995) 법에 따라 수분의 경우 상압가열건조법, 조단백질의 경우 semimicro Kjeldahl법, 조지방의 경우 Soxhlet법으로 측정하였고, 회분의 경우 건식회화법으로 측정하였다.

콜라겐 함량은 Kim and Park (2004)의 방법을 약간 수정하여 실시하였다. 즉, 마쇄 어류 프레임 또는 사골 약 10 g에 50 mL의 냉수로 수세 및 탈수하고, 여기에 10배(w/v)의 0.5 M EDTA-4Na 용액을 가하여 저온실(5℃)에서 5일동안 교반(침가용액은 매일 교체)하여 탈회하였다. 탈회처리 시료에 20배량(v/w)의 0.1 N NaOH를 가하고, 1일간 교반하여 콜라겐 이외의 이물질 제거 조작을 총 3회 실시하였다. 어류 프레임 및 사골의 조콜라겐 함량은 알칼리 처리된 잔사를 semimicro Kjeldahl법(AOAC, 1995)으로 질소를 분석한 다음, 여기에 전환계수(5.55)를 고려하여 계산하였다(Mariotti et al., 2008).

Trichloroacetic acid (TCA) 가용성 질소

TCA 가용성 질소 함량의 측정을 위한 시료는 추출물에 동량의 20% TCA를 가한 다음 15분간 vortexing 시킨 후 원심분리(9,300 g, 20 min)한 상층액으로 하였다. TCA 가용성 질소는 semimicro Kjeldahl법(AOAC, 1995)으로 측정하였다.

무기질

무기질 분석용 시료는 동결건조 한 시료 1 g을 취하여 테프론 분해용기(teflon bomb, OD-98-100P, ODLAB, Korea)에 넣고, 여기에 무기질 분석용 고순도 질산을 이용하여 Kim (2014)의 중금속 분석용 시료 조제 방법에 따라 실시하여 조제하였다. 전처리한 시료에 대한 무기질의 분석은 유도결합플라즈마분석기 [inductively coupled plasma spectrophotometer (ICP), Atomscan 25, Thermo Fisher Scientific Inc., USA]로 실시하였다.

총아미노산

총아미노산의 분석용 시료는 고상시료의 경우 50 mg에 6 N HCl 2 mL를, 액상시료의 경우 2 mL에 동량의 염산 원액 2 mL를 가하고, 밀봉하여 heating block (HF-21, Yamato Scientific Co., Ltd. Japan)에서 가수분해(110℃, 24시간)한 후 glass filter로 여과, 감압 농축 및 sodium citrate buffer (pH 2.2)로 정용하여 제조하였다. 아미노산의 분석은 전처리 시료의 일정량을

사용하여 아미노산 자동분석계(Biochrom 30, Biochrom Ltd. England)로 실시하였다.

지방산 조성

지방산 조성의 분석을 위한 시료유는 chloroform-methanol 을 2:1 (v/v)로 혼합한 추출 용매를 사용하여 Bligh and Dyer 법(1959)으로 추출하여 사용하였다. 지방산 조성은 AOCS법 (1990)에 따라 시료유를 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)이 장착된 gas chromatography (GC, Shimadzu 14A; carrier gas, He; detector, FID)를 이용하여 분석하였다. 지방산 분석을 위한 GC 조건은 injector 및 detector (FID) 온도의 경우 모두 250℃로 하였고, column 온도와 시간의 경우 230℃로 승온 시킨 다음 15분간 유지하였다. Carrier gas는 He (1.0 kg/cm²)을 사용하였으며, split ratio는 1:50으로 하였다. 분석 지방산은 표준 지방산(Applied Science Lab. Co., USA)과의 retention time 을 비교하여 동정하였다.

데이터의 통계처리

데이터의 통계처리는 ANOVA test를 이용하여 분산분석 한 후 Duncan의 다중위검정으로 최소유의차 검정(P<0.05)을 실시하였다.

결과 및 고찰

어류 프레임의 영양 특성

가열 가다랑어 프레임(가다랑어 통조림 가공부산물), 비가열 가다랑어 프레임(훗감용 가다랑어 가공부산물), 비가열 연어 프레임(조미혼제품 가공 부산물)과 같은 3종의 어류 프레임과 사골 1종의 뼈 비율, 일반성분 조성 및 콜라겐 조성은 Table 1과 같다. 어류 프레임 3종의 뼈 비율은 가열 가다랑어 프레임의 경우 57.4%, 비가열 가다랑어 프레임의 경우 53.2%, 비가열 연어 프레임의 경우 28.6%로, 대조구인 사골의 81.3%에 비하여 훨씬 낮았다. 이와 같이 어류 프레임과 사골 간에 뼈 비율이 다른 것은 가공 중 어류 프레임의 경우 필레 처리 후 남은 프레임인데 반하여 사골의 경우 가공 중 근육을 거의 분리하여 재이용하기 때문이라 판단되었다. 그리고, 어류 프레임 간에도 뼈 비율에 차이가 있었는데, 이는 가공을 위한 육의 상태(생육 또는 열처리한 육), 가공자의 숙련도, 어류의 크기, 모양, 육의 가격, 신선도 및 중골의 크기 등에 차이가 있기 때문이다. 어류 프레임과 사골의 일반성분 함량은 수분이 각각 48.6-58.0% 범위 및 11.9%, 조단백질이 각각 18.4-21.3% 범위 및 12.1%, 조지방이 각각 7.0-15.0% 범위 및 35.8%, 회분이 각각 12.8-22.1% 범위 및 39.2%로, 어류 프레임의 일반성분 함량이 사골의 일반성분 함량에 비하여 수분과 조단백질의 경우 높았고, 고형물, 조지방

및 회분의 경우 낮아 차이가 있었다. 한편, 어류 프레임의 회분 함량은 일반 수산물의 회분 함량(2% 이하) (Park et al., 1995)에 비하여 확연히 높았는데, 이는 어류뼈의 경우 콜라겐에 calcium hydroxyapatite, Ca₁₀(PO₄)₆(OH)₂의 형태로 무기질이 침착하여 있기 때문이다(Kim and Mendis, 2006).

한편, 어류 프레임 3종 간의 수분 함량 및 회분 함량은 가열처리 시료(가열 가다랑어 프레임)가 각각 48.6% 및 22.1%로, 비가열처리 시료(비가열 가다랑어 프레임의 경우 각각 58.0% 및 12.8%, 비가열 연어 프레임의 경우 각각 52.9% 및 13.4%)에 비하여 수분의 경우 낮았고, 회분의 경우 높았다. 이와 같이 가열처리 시료가 비가열처리 시료에 비하여 수분이 낮은 것은 어류 프레임에 함유되어 있는 근육의 비율이 낮으면서, 일부 포함되어 있는 근육의 경우도 단백질의 열변성에 의하여 수분이 유리되었기 때문이라 판단되었고(Zhang et al., 2002), 회분이 높은 것은 뼈의 혼합 비율이 높기 때문이라 판단되었다. 어류 프레임의 조단백질 함량은 참치회 프레임(21.3%)이 가장 높았고, 다음으로 가열 가다랑어 프레임(19.9%) 및 비가열 연어 프레임(18.4%) 등의 순이었으며, 조지방 함량은 조단백질 함량의 경향과는 달리 비가열 연어 프레임이 15.0%로 가장 높았고, 다음으로 가열 가다랑어 프레임(9.3%) 및 비가열 가다랑어 프레임(7.0%) 등의 순이었다. 따라서, 어류 프레임의 조지방 함량과 조단백질 함량은 가열처리 유무와 근육의 혼합 비율 등과 같은 요인보다는 어류 자체의 이들 성분의 조성에 의한 영향이 크다고 판단되었다. 이상의 일반성분 함량에 대한 결과로 미루어 보아 어류 프레임이 사골에 비하여 단백질의 함량은 높았고, 무기질 함량은 낮았으며, 3종의 어류 프레임 간에 이러한 경향은 비가열 가다랑어 프레임에서 가장 뚜렷하게 나타났다.

Table 1. Yield, proximate and collagen compositions of fish frames and beef leg bone

| Experimental item | Beef leg bone | Fish frame ¹ | | |
|--------------------|------------------------|-------------------------|-----------------------|-----------------------|
| | | C-STF | U-STF | U-SF |
| Yield ² | 81.3±1.2 ^{a3} | 57.4±1.4 ^b | 53.2±2.0 ^c | 28.6±3.7 ^d |
| Moisture | 11.9±0.9 ^a | 48.6±1.9 ^c | 58.0±3.2 ^d | 52.9±2.7 ^b |
| Crude protein | 12.1±0.1 ^a | 19.9±0.1 ^d | 21.3±0.1 ^c | 18.4±0.1 ^b |
| Crude lipid | 35.8±1.6 ^b | 9.3±3.0 ^a | 7.0±2.1 ^a | 15.0±2.6 ^b |
| Ash | 39.2±3.2 ^d | 22.1±1.7 ^c | 12.8±0.2 ^b | 13.4±0.4 ^a |
| Collagen | 25.6±0.2 ^a | 16.7±0.2 ^b | 15.1±0.2 ^c | 9.8±0.2 ^d |

¹C-STF, Cooked skipjack tuna frame; U-STF, Uncooked skipjack tuna frame; U-SF, Uncooked salmon frame. ²Yield (%)=(Bone weight after separating muscle/Weight of frame sampled immediately after processing)×100. ³Data with the different superscripts in the rows are significantly different at P<0.05.

어류 프레임의 콜라겐 조성은 9.8-16.7% 범위로, 사골의 콜라겐 조성인 25.6±0.2% 범위에 비하여 낮았다. 일반적으로 경골어류의 보통육은 염용성 단백질(60-75%)과 수용성 단백질(20-35%)에 비하여 콜라겐이 포함되는 불용성 단백질이 2-5%로, 그 구성비가 아주 낮다. 그리고, 뼈는 대부분이 콜라겐과 calcium hydroxyapatite를 주로 하는 무기질로 이루어져 있고, 이의 비율은 어체의 크기에 따라 달라, 어체가 작을수록 콜라겐 함량이 많고, 무기질 함량이 적다(Kim et al., 2002). 한편, 어류 프레임 3종간의 콜라겐 조성은 가열 가다랑어 프레임이 16.7%로 가장 높았고, 다음으로 비가열 가다랑어 프레임(15.1%) 및 비가열 연어 프레임(9.8%)의 순이었다. 이와 같이 콜라겐의 조성이 사골과 어류 프레임 간, 그리고 어류 프레임들 간에 차이가 있었던 것은 원료 프레임들 간의 차이 이외에도 근육의 혼합 비율의 차이 때문이었다.

어류 프레임 3종(가열 가다랑어 프레임, 비가열 가다랑어 프레임 및 비가열 연어 프레임)과 대조구(사골)의 총아미노산 함량은 Table 2와 같다. 어류 프레임 3종의 아미노산 총합량은 17.6-20.8 g/100 g 범위로, 사골의 11.6 g/100 g에 비하여 약 52-79% 범위에서 높았다. 이와 같이 아미노산의 총합량이 사골에 비하여 어류 프레임이 종류에 관계없이 모두 높은 것은 어류 프레임의 경우 다량의 근육이 혼재하여 있고, 또한 뼈에도 사

골에 비하여 콜라겐 함량이 많이 함유되어 있기 때문이라 판단되었다(Kim et al., 2002). 한편, 어류 프레임 3종 간의 총아미노산 함량은 참치회 프레임이 20.8 g/100 g으로 가장 높았고, 다음으로 가열 가다랑어 프레임(18.5 g/100 g) 및 비가열 연어 프레임(17.6 g/100 g) 등의 순이었다. 이들 어류 프레임 3종과 대조구의 주요 아미노산(9% 이상)은 가열 가다랑어 프레임의 경우 glutamic acid (10.0%), glycine (12.8%)과 같은 2종, 비가열 가다랑어 프레임의 경우 glutamic acid (13.5%), histidine (10.6%), lysine (10.6%)과 같은 3종, 비가열 연어 프레임의 경우 glutamic acid (13.0%), glycine (9.8%), lysine (9.8%)와 같은 3종으로 차이가 있었다. 이와 같이 어류 프레임과 사골 간과 어류 프레임들 간에 주요 아미노산 종류의 차이는 원료의 종류, 근육의 혼재 비율, 콜라겐의 종류 및 열처리 유무에 의한 차이 때문이라 판단되었다. 일반적으로 동양권 국가에서는 곡류를 주식으로 함에 따라 lysine과 threonine과 같은 곡류 제한아미노산이 부족하기 쉬운 것으로 알려져 있다(Kang et al., 2014). Lysine과 threonine 함량은 어류 프레임이 각각 1.4-2.2 g/100 g 범위 및 0.7-1.0 g/100 g 범위로, 곡류는 물론이고, 사골의 각각 0.6 g/100 g 및 0.3 g/100 g에 비하여도 훨씬 높아 의미가 있었다.

어류 프레임 3종(가열 가다랑어 프레임, 비가열 가다랑어 프레임 및 비가열 연어 프레임)과 사골의 칼슘, 인, 칼륨 및 마그

Table 2. Total amino acid content (g/100 g) of various fish frames and beef leg bone

| Amino acid | Beef leg bone | Fish frame ¹ | | |
|----------------------------|------------------------|---------------------------|--------------|--------------|
| | | C-STF | U-STF | U-SF |
| Aspartic acid | 0.6 (5.3) ³ | 1.2 (6.3) | 1.6 (7.5) | 1.3 (7.4) |
| Threonine ² | 0.3 (2.5) | 0.7 (4.0) | 1.0 (4.8) | 0.8 (4.3) |
| Serine | 0.4 (3.4) | 0.7 (4.0) | 0.9 (4.1) | 0.8 (4.3) |
| Glutamic acid | 1.3 (11.1) | 1.9 (10.0) | 2.8 (13.5) | 2.3 (13.0) |
| Proline | 1.6 (14.0) | 1.6 (8.7) | 1.1 (5.5) | 1.0 (5.9) |
| Glycine | 2.7 (23.1) | 2.4 (12.8) | 1.6 (7.5) | 1.7 (9.8) |
| Alanine | 1.2 (10.1) | 1.6 (8.7) | 1.5 (7.4) | 1.3 (7.4) |
| Cysteine | Trace | 0.1 (0.7) | 0.1 (0.6) | 0.1 (0.6) |
| Valine ² | 0.3 (2.5) | 0.9 (4.8) | 1.1 (5.5) | 0.9 (5.0) |
| Methionine ² | 0.1 (1.0) | 0.5 (2.9) | 0.6 (3.0) | 0.5 (3.0) |
| Isoleucine ² | 0.4 (3.8) | 1.1 (6.0) | 0.2 (0.8) | 1.2 (7.0) |
| Leucine ² | 0.3 (2.5) | 0.3 (1.5) | 0.5 (2.3) | 0.4 (2.1) |
| Tyrosine | Trace | Trace | 0.4 (1.8) | 0.2 (1.4) |
| Phenylalanine ² | 0.6 (5.3) | 1.3 (7.2) | 1.7 (8.1) | 1.4 (7.9) |
| Histidine | 0.2 (1.9) | 1.6 (8.7) | 2.2 (10.6) | 0.8 (4.6) |
| Lysine ² | 0.6 (5.3) | 1.4 (7.4) | 2.2 (10.6) | 1.7 (9.8) |
| Arginine | 1.0 (8.4) | 1.2 (6.3) | 1.3 (6.4) | 1.2 (6.6) |
| Total | 11.6 (100.2) | 18.5 (100.0) ³ | 20.8 (100.0) | 17.6 (100.1) |

¹C-STF, Cooked skipjack tuna frame; U-STF, Uncooked skipjack tuna frame; U-SF, Uncooked salmon frame. ²Essential amino acid. ³The values in parenthesis indicate each amino acid % to total amino acid.

네슘을 비교 검토한 결과는 Table 3과 같다. 어류 프레임 3종의 무기질 함량은 칼슘이 4.7-8.5 g/100 g 범위, 인이 2.4-4.2 g/100 g 범위 및 마그네슘이 106-171 mg/100 g 범위로 사골(칼슘의 경우 14.8 g/100 g, 인의 경우 7.7 g/100 g, 칼륨의 경우 289 mg/100 g)에 비하여 훨씬 낮았다. 특히, 칼슘과 인의 함량이 사골의 경우가 어류 프레임에 비하여 훨씬 높았는데, 이는 사골의 경우 무기질이 콜라겐보다 다량 함유되어 있기 때문이라 생각된다(Kim et al., 2002). 그러나, 어류 프레임 3종의 칼륨 함량은 413-945 mg/100 g 범위로, 사골의 그것(83 mg/100 g)에 비하여 훨씬 높았다. 어류 프레임 3종간 무기질 함량은 칼슘의 경우 가열 가다랑어 프레임이 8.5 g/100 g으로 가장 높았고, 다음으로 비가열 가다랑어 프레임, 비가열 연어 프레임의 순이었고, 인의 경우 가열 가다랑어 프레임이 4.2 g/100 g으로 가장 높았고, 다음으로 비가열 연어 프레임, 비가열 가다랑어 프레임의 순이었으며, 칼륨의 경우 비가열 연어 프레임이 0.9 g/100 g으로 가장 높았고, 다음으로 가열 가다랑어 프레임, 비가열 가다랑어 프레임의 순이었다. 또한, 어류 프레임 3종간 마그네슘 함량은 참치캔 프레임이 170.7 mg/100 g으로 가장 높았고, 다음으로 비가열 연어 프레임 및 비가열 가다랑어 프레임의 순이었다. 칼슘은 뼈와 근육에 주로 존재하면서 신체 지지기능, 세포 및 효소의 활성화에 의한 근육의 수축 및 이완, 신경의 흥분과 자극전달, 혈액의 응고 및 여러 가지 심혈관계 질환의 예방에 관여하고(Chun and Han, 2000), 또한, 우리나라를 위시한 동양권 식이 패턴에서 부족되기 쉬운 영양소(The Korean Nutrition Society, 2010)로 알려져 있으며, 인은 뼈, 혈액, 인지질과 DNA, RNA 등의 핵산과 nucleotide 등에 분포되어 있으면서, 신체 지지기능, 신체의 에너지 발생 촉진, 뇌신경 성분, 산-염기의 평형을 조절하는 완충효과에 의한 정상 pH 유지 등과 같이 매우 중요한 생리기능을 담당하고 있으나 거의 모든 식품에 적정량이 함유되어 있어 결핍의 우려가 적은 영양소로 알려져 있다(The Korean Nutrition Society, 2010). 일반적으로 우리나라 19-49세 남자의 칼슘과 인에 대한 일일 섭취 권장량은 각각 750 mg 및 700 mg으로 알려져 있다(The Korean Nutrition Society, 2010). 칼륨은 대부분이 근육세포 내에 존재하면서 삼투압 및 pH의 조절, 신경 근육의 흥분성 유지, 노 중의 나트륨 이온 배설에 중요한 역할을 한다고 알려져 있고(Kim et al., 2006), 마

그네슘은 뼈, 세포내액 및 외액에 주로 존재하면서 근육의 긴장 및 이완, 호기적 및 혐기적 에너지 대사작용, 효소의 활성화 등에 기여한다고 알려져 있다(Yoshimura et al., 1991). 일반적으로 우리나라 19-49세 남자의 칼륨에 대한 일일 섭취 권장량은 제시되어 있지 않으나, 마그네슘에 대한 일일 섭취 권장량은 340-350 mg 범위로 알려져 있다(The Korean Nutrition Society, 2010). 이러한 일면에서 어류 프레임을 향미개선용 조미료 추출원으로 사용하는 경우 다량의 칼슘과 인의 용출이 기대된다.

어류 프레임 3종(가열 가다랑어 프레임, 비가열 가다랑어 프레임 및 비가열 연어 프레임)과 사골 1종으로부터 추출한 총지질의 지방산 조성은 Table 4와 같다. 지방산은 어류 프레임 3종의 경우 포화산이 6종, 모노엔산 4종, 그리고 폴리엔산 14-18종으로 총 24-28종이 동정되어, 대조구인 사골의 21종(포화산 5종, 모노엔산 4종, 그리고 폴리엔산 12종)과는 약간의 차이가 있었다. 이와 같이 동정된 지방산의 수가 어류 프레임이 사골에 비하여 많은 것은 어류의 경우 20:5n-3 및 22:6n-3 등과 같이 고도불포화지방산을 다량 함유하기 때문으로 판단되었다. 어류 프레임 간 동정된 지방산 수는 포화산 및 모노엔산의 경우 모두 6종 및 4종으로 차이가 없었고, 폴리엔산의 경우 가열 가다랑어 프레임이 16종, 비가열 가다랑어 프레임이 14종 및 비가열 연어 프레임의 경우 18종으로 차이가 있었는데, 이는 먹이를 달리하는 어종과 어획 시기 등의 차이 때문이라 판단되었다(Park et al., 1995). 지방산 조성은 어류 프레임 3종의 경우 포화산이 19.8-42.7% 범위, 모노엔산이 26.1-44.0% 범위, 그리고, 폴리엔산이 22.3-38.2% 범위이었고, 사골의 경우 포화산이 47.4%, 모노엔산이 46.8%, 그리고, 폴리엔산이 5.8%이었다. 이상의 지방산 조성 결과로 미루어 보아 어류 프레임의 지방산은 사골의 지방산에 비하여 폴리엔산의 조성비는 높은 반면 포화산과 모노엔산의 조성비는 낮았다. 따라서, 어류 프레임은 EPA 및 DHA와 같은 오메가-3 지방산에 의한 건강 기능성이 기대되나, 또 다른 한편으로는 가공 및 유통적인 면에서 지질산화에 의한 비린내 등에 대한 대안 마련이 있어야 할 것이다. 어류 프레임 3종 간의 지방산 조성은 가열 가다랑어 프레임의 경우 포화산이 42.7%, 모노엔산이 35.0%, 그리고, 폴리엔산이 22.3%, 비가열 가다랑어 프레임의 경우 포화산이 35.8%, 모노엔산이 26.1%, 그리고, 폴리엔산이 38.2%, 비가열 연어 프

Table 3. Mineral contents (mg/100g) of various fish frames and beef leg bone

| Mineral | Beef leg bone | Fish frame ¹ | | |
|---------|-----------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
| | | C-STF | U-STF | U-SF |
| Ca | 14,815.6±43.0 ^{d2} | 8,489.0±90.8 ^c | 4,944.5±65.3 ^b | 4,743.2±58.2 ^a |
| P | 7,697.9±162.2 ^d | 4,232.4±36.0 ^c | 2,434.7±6.9 ^a | 2,831.0±48.6 ^b |
| K | 83.2±1.5 ^a | 477.3±4.4 ^c | 413.5±4.6 ^b | 945.3±10.4 ^d |
| Mg | 289.0±5.3 ^d | 170.7±1.0 ^c | 106.4±0.2 ^a | 148.9±1.7 ^b |

¹C-STF, Cooked skipjack tuna frame; U-STF, Uncooked skipjack tuna frame; U-SF, Uncooked salmon frame. ²Data with the different superscripts in the rows are significantly different at P<0.05.

Table 4. Fatty acid composition (area %) of total lipid from various frames and beef leg bone

| Fatty acid | Beef leg bone | Fish frame ¹ | | | Fatty acid | Beef leg bone | Fish frame | | |
|------------|-----------------|-------------------------|-------|------|------------|---------------|------------|-------|------|
| | | C-STF | U-STF | U-SF | | | C-STF | U-STF | U-SF |
| 14:0 | 2.0 | 5.8 | 2.8 | 2.5 | 18:2n-4 | 0.6 | 0.3 | 0.1 | 0.3 |
| 15:0 | 0.9 | 1.8 | 1.1 | 1.6 | 18:2n-5 | 0.5 | 0.2 | 5.5 | 0.1 |
| 16:0 | 26.4 | 24.8 | 21.9 | 11.8 | 18:2n-6 | 1.9 | 1.3 | 1.1 | 18.8 |
| 17:0 | ND ¹ | 2.7 | 1.8 | 0.2 | 18:3n-3 | 0.5 | 0.6 | 0.4 | 4.1 |
| 18:0 | 18.0 | 7.1 | 7.6 | 3.6 | 18:3n-4 | 0.2 | 0.5 | 0.4 | 0.3 |
| 20:0 | 0.2 | 0.5 | 0.5 | 0.2 | 18:4n-3 | 0.8 | ND | ND | 0.7 |
| Saturates | 47.4 | 42.7 | 35.8 | 19.8 | 20:3n-3 | 0.1 | 0.3 | 0.1 | 0.4 |
| 16:1n-7 | 2.3 | 8.3 | 4.4 | 4.0 | 20:4n-6 | 0.1 | 1.3 | 2.1 | 0.4 |
| 18:1n-5 | 4.8 | 3.7 | 2.7 | 2.7 | 20:4n-3 | 0.1 | 0.2 | 0.4 | 0.4 |
| 18:1n-9 | 39.5 | 21.6 | 17.5 | 36.0 | 20:5n-3 | ND | 2.2 | 3.8 | 3.4 |
| 20:1n-9 | 0.2 | 1.4 | 1.5 | 1.3 | 21:5n-3 | ND | 0.2 | ND | 0.2 |
| Monoenes | 46.8 | 35.0 | 26.1 | 44.0 | 22:4n-6 | ND | 1.2 | ND | 0.1 |
| 16:2n-4 | 1.9 | 2.0 | 1.4 | 0.4 | 22:5n-3 | ND | 0.4 | 1.4 | 1.8 |
| 16:3n-4 | 0.7 | 1.2 | 0.9 | 0.5 | 22:6n-3 | ND | 12.2 | 21.8 | 4.1 |
| 16:4n-1 | ND | ND | ND | 0.6 | Polyenes | 5.8 | 22.3 | 38.2 | 36.1 |
| 16:4n-3 | 0.1 | 0.2 | 0.1 | 0.1 | | | | | |

¹C-STF, Cooked skipjack tuna frame; U-STF, Uncooked skipjack tuna frame; U-SF, Uncooked salmon frame. ²ND, Not detected.

레임의 경우 포화산이 19.8%, 모노엔산이 44.0%, 그리고 폴리엔산이 36.1%이었다. 따라서, 어류 프레임 3종 간 지방산 조성은 확연히 차이가 있었고, 가열처리 시료가 비가열처리 시료에 비하여 포화산의 조성비가 높았다. 이들 시료들의 주요 구성 지방산은 각각 가열 가다랑어 프레임의 경우 16:0 (24.8%), 18:1n-9 (21.6%) 및 22:6n-3 (12.2%), 비가열 가다랑어 프레임의 경우 16:0 (21.9%), 18:1n-9 (17.5%) 및 22:6n-3 (21.8%), 비가열 연어 프레임의 경우 16:0 (11.8%), 18:1n-9 (36.0%), 18:2n-6 (18.8%) 등으로 3종이었고, 사골의 경우 16:0 (26.4%)와 18:1n-9 (39.5%) 등의 2종이었다. 따라서, 주요 구성 지방산의 종류가 3종의 어류 간에도 가열 가다랑어 프레임 및 비가열 가다랑어 프레임 간에는 차이가 없었으나, 이들 2종의 가열 또는 비가열 가다랑어 프레임과 비가열 연어 프레임 간에는 차이가 있었고, 3종의 어류 프레임과 사골 간에는 어류 프레임이 고도불포화지방산인 22:6n-3가 1종 더 검출되어 차이가 있었다. 지질은 지방산의 조성에 따라 건강에 도움주기도 하고, 위해를 가하기도 한다. 즉, 지방산이 탄소수 18이하인 포화산은 동맥경화 또는 혈전증의 요인이기도 한 반면 EPA 및 DHA와 같은 지방산은 중성지방을 감소시키는 인자이어서 건강 기능성 지질로 분류되기도 하며, 이들은 외인성이어서 식품을 통하여 섭취되거나 인체 내에서 전구체로부터 생합성이 되어야 한다(The Korean Nutrition Society, 2010). 이러한 일면에서 건강 기능성 지방산(20:5n-3 및 22:6n-3) 조성은 비가열 가다랑어 프레임이 가장 높았고, 다음으로 가열 가다랑어 프레임 및 비가열 연어

프레임 등의 순이었으며, 사골의 경우 불검출되었다. 이상의 어류 프레임의 지방산조성에 대한 결과로부터 이들 소재의 경우 지방산조성 면에서는 건강 기능적 면에서 기대되나, 가공 및 유통 중 산화적인 면에서는 개선책이 있어야 할 것으로 판단된다.

어류 프레임 추출물의 농도 및 수율

항미 개선용 농축물 소재로서 어류 프레임의 이용 가능성을 검토할 목적으로 어류 프레임과 사골로부터 추출물을 제조한 다음 이의 고형물 농도와 수율을 비교 검토한 결과는 Fig. 1과 같다. 추출물의 브릭스는 어류 프레임 추출물이 5.0-8.2° 범위로, 사골 추출물(5.9°)보다 약간 낮거나 높았다. 어류 프레임 추출물 간 브릭스는 비가열 가다랑어 프레임 추출물이 8.2°로 가장 높았고, 다음으로 비가열 연어 프레임 추출물(5.2°) 및 가열 가다랑어 프레임 추출물(5.0°)의 순이었다. 이와 같이 어류 프레임 간 추출물의 고형물 농도에서 비가열 가다랑어 프레임에 비하여 연어 프레임이 낮은 것은 추출물이 어류뼈 간의 콜라겐 함량과 추출물의 차이 때문이라 판단되었고, 가열 가다랑어 프레임 추출물이 낮은 것은 통조림 가공 공정 중 백색육의 분리를 위한 열처리 공정(Kim et al., 2002) 때문이라 판단되었다. 추출물의 수율은 어류 프레임 추출물 3종이 29.0-46.7% 범위로, 사골 추출물의 80.9%에 비하여 상당히 낮았는데, 이는 사골이 대부분이 콜라겐이 주성분인 뼈로 이루어져 있어 고온에 쉽게 용출되었기 때문이라 판단되었다. 어류 프레임 추출물 3종의 수율은 비가열 가다랑어 프레임 추출물(45.4%)과 비가열 연어 프레임 추출물(46.7%) 간에는 유의적인 차이가 없었으나(P<0.05), 이

Table 5. Contents of trichloroacetic acid (TCA)-soluble nitrogens in extracts from various frames and beef leg bone

| Extracts source | Nitrogen (g)/total vol. of extracts | | B/A | |
|-------------------------|-------------------------------------|-----------------|------|------|
| | Total (A) | TCA-soluble (B) | | |
| Beef leg bone | 15.7 | 5.6 | 0.36 | |
| C-STF | 9.2 | 6.3 | 0.69 | |
| Fish frame ¹ | U-STF | 15.5 | 7.6 | 0.49 |
| | U-SF | 13.7 | 6.7 | 0.49 |

¹C-STF, Cooked skipjack tuna frame; U-STF, Uncooked skipjack tuna frame; U-SF, Uncooked salmon frame.

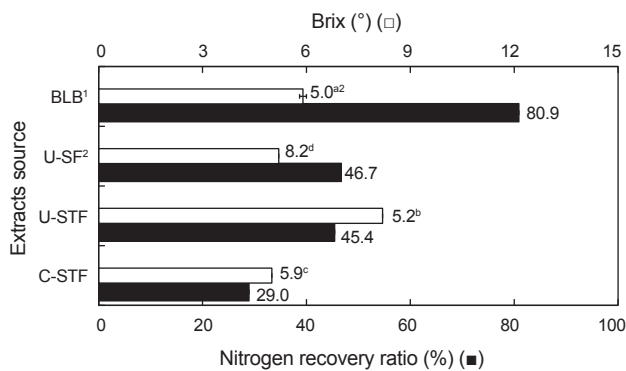


Fig. 1. Brix and nitrogen recovery rate of extracts from various frames and beef leg bone. ¹Control, beef leg bone. ²C-STF, Cooked skipjack tuna frame; U-STF, Uncooked skipjack tuna frame; U-SF, Uncooked salmon frame. ³Data with the different superscripts in the column are significantly different at P<0.05.

들 프레임 추출물들의 경우 가열 가다랑어 프레임 추출물에 비하여 높았는데, 이는 가열 가다랑어 프레임 추출물의 경우 통조림의 제조를 위한 전처리 공정 중 열처리에 의하여 일부 질소 성분이 제거되었기 때문이라 판단되었다.

어류 프레임과 사골 추출물의 총질소 함량, trichloroacetic acid (TCA) 가용성 질소 함량 및 이들의 비율을 비교 검토한 결과는 Table 5와 같다. 추출물(총부피)에 함유되어 있는 총질소 함량은 어류 프레임이 9.2-15.5 g 범위로 사골의 15.7 g에 비하여 낮았으나, TCA-가용성 질소 함량은 어류 프레임이 6.3-7.6 g으로, 사골의 5.6 g에 비하여 높았으며, TCA-가용성 질소 함량/총질소 함량은 어류 프레임이 0.49-0.69 범위로 사골의 0.36에 비하여 높았다. 한편, 어류 프레임 3종의 추출물 간 총질소 함량, TCA-가용성 질소 함량 및 이들의 비율을 비교 검토한 결과, 추출물(총부피)의 총질소 함량 및 TCA-가용성 질소 함량은 비가열 가다랑어 프레임이 각각 15.5 g 및 7.6 g으로 가장 높았고, 다음으로 비가열 연어 프레임(각각 13.7 g 및 6.7 g) 및 가열 가다랑어 프레임(각각 9.2 g 및 6.3 g) 등의 순이었으나, 이들의 비는 가열 가다랑어 프레임이 0.69로 가장 높았고, 다음으

로 비가열 가다랑어 프레임 및 비가열 연어 프레임 등이 0.49로 차이가 없었다.

이상의 결과로 미루어 보아 추출물의 맛성분 함량은 어류 프레임의 경우 사골에 비하여 대체로 높다고 판단되었고, 어류 프레임 간에는 가열 가다랑어 프레임이 가장 높다고 판단되었으며, 비가열 가다랑어 프레임과 비가열 연어 프레임 간에는 유사하리라 판단되었다. 이와 같이 가열 가다랑어 프레임 추출물이 다른 어류 프레임 추출물에 비하여 맛성분 함량이 높은 것은 가열 가다랑어 프레임의 경우 추출 원료로 분리하기 이전에 이미 가열처리 되었기 때문이라 판단되었다.

사 사

본 연구는 국립수산물연구원 수산과학연구소(R2017058)의 지원으로 수행되었으며, 이에 감사드립니다.

References

AOAC. 1995. Official Methods of Analysis. 16th ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington D.C., U.S.A., 69-74.

AOCS. 1990. AOCS official method Ce 1b-89. In Official methods 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.

Cardinal M, Gunnlaugsdottir H, Bjoernevik M, Ouisse A, Vallet JL and Leroi F. 2004. Sensory characteristics of cold-smoked Atlantic salmon (*Salmo salar*) from European market and relationships with chemical, physical and microbiological measurements. Food Res Intern 37, 181-193. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2013.12.006>.

Chun OK and Han SH. 2000. A study on the contents of inorganic compounds in soft drinks. J Food Hyg Safety 15, 344-350.

Jeong BY. 1993. Isolation and purification of DHA from skipjack orbital tissue oil. Bull Korean Fish Soc 26, 529-537.

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 JS, Kim HS and Heu MS. 2006. Introductory Foods. Hyoil Publishing Co., Seoul, Korea, 45-48.

Kim JS and Park JW. 2004. Characterization of acid-soluble collagen from Pacific whiting surimi processing byproducts. J Food Sci 69, 637-642.

Kim JS, Yeum DM, Kang HG, Kim IS, Kong CS, Lee TG and Heu MS. 2002. Fundamentals and Applications for Canned Foods. Hyoil Publishing Co., Seoul, Korea, 276-354.

Kim KH. 2014. Concentration and risk assessment of heavy

- metal in mainly consumed fishes. MS Thesis, Gyeongsang National University, Tongyeong, Korea.
- Kim SK and Mendis E. 2006. Bioactive compounds from marine processing byproducts - A review. *Food Res Intern* 39, 383-393.
- Kim YJ, Kim MW, Kim MJ, Lee SG, Park SY and Kim JS. 2016. Sensory characterization of fish jerky produced from frame muscle of the sea rainbow trout *Oncorhynchus mykiss*. *Korean J Fish Aquat Sci* 49, 270-276. <http://dx.doi.org/10.5657/KFAS.2016.0270>.
- Mariotti F, Tome D and Mirand PP. 2008. Converting nitrogen into protein-beyond 6.25 and Jones` factors. *Food Sci Nutr* 48, 177-184. <http://dx.doi.org/10.1080/10408390701279749>.
- MFDS (Ministry of Food and Drug Safety). 2016. Food Code. 6. Standards on seafoods, MFDS, Osong, Korea. Retrieved from http://www.foodsafetykorea.go.kr/foodcode/01_01.jsp on Apr 11, 2017.
- Nagai T, Izumi M and Ishii M. 2004. Fish scale collagen. Preparation and partial characterization. *Int J Food Sci Technol* 39, 239-244. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-2621-2004.00777.x>.
- Nalinanon S, Benjakul S, Visessanguan W and Kishimura H. 2008. Tuna pepsin: characteristics and its use for collagen extraction from the skin of threadfin bream (*Nemipterus spp.*). *J Food Sci* 73, C413-C419. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1750-3841.2008.00777.x>.
- Okada M, Machino T and Kato S. 1988. Bone softening, a practical way to utilize small fish. *Marine Fisheries Review* 50, 2-7.
- Park KH, Yoon MS, Kim JG, 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.
- Park YH, Chang DS and Kim SB. 1995. Seafood processing and its use. Hyungsul Publishing Co., Seoul, Korea, 116-146.
- Prasertsan P and Prachumratana T. 2008a. Comparison and selection of protease and lipase sources from visceral organs of three tuna species. *Songklanakarin J Sci Technol* 30, 73-76.
- Prasertsan P and Prachumratana T. 2008b. Properties of protease and lipase from whole and individual organ of viscera from three tuna species. *J Sci Technol* 30, 77-86.
- The Korean Nutrition Society. 2010. Dietary Reference Intakes for Koreans 2010, Chungang Publishing Co., Seoul, Korea, 337-402.
- Yoshimura M, Takahashi H and Nakanishi T. 1991. Role of sodium, potassium, calcium, magnesium on blood pressure regulation and antihypertensive dietary therapy. *Jpn J Nutr* 49, 53-62.
- Zhang J, Farkas BE and Hale SA. 2002. Precooking and cooling of skipjack tuna (*Katsuwonus pelamis*): A numerical simulation. *Lebensm Wiss u Technol* 35, 607-616. <http://dx.doi.org/10.1006/fstl.2002.0912>.