

국내 시판 주요 냉동수산물식품의 영양 특성

김연계 · 남기호 · 박선영^{1,2} · 김도엽^{1,2} · 강상인^{1,2} · 한상국³ · 김진수^{1,2*}

국립수산물연구원 식품위생가공과, ¹경상대학교 해양식품생명과학과/해양산업연구소, ²경상대학교 수산식품산업화 기술지원센터, ³목포해양대학교 환경생명공학과

Nutritional Characteristics of the Major Commercial Frozen Seafood Products in Korea

Yeon-Kye Kim, Ki-Ho Nam, Sun Young Park^{1,2}, Do Youb Kim^{1,2}, Sang In Kang^{1,2}, Sang-Kuk Han³ and Jin-Soo Kim^{1,2*}

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

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

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

³Department of Environmental and Biotechnology Engineering, College of Maritime Engineering, Mokpo National Maritime University, Mokpo 58628, Korea

We investigated the nutritional components of the major commercial frozen seafood products (MCFSP) [sliced frozen-skipjack tuna (ST), -bigeye tuna (BET), -bluefin tuna (BFT), -yellowfin tuna (YT), fish steaks (FST), fish pancakes (FP), fish cutlets (FC), seafood cake balls (SCB), fried shrimp (FS), shrimp patties (SP), shrimp cutlets (SC)] in Korea. All species of sliced frozen tuna and FST were classified as low-calorie foods; the other frozen seafood products were classified as medium-calorie foods. The MCFSP were significant sources of nutritional and functional minerals: the SCB and SC provided calcium; the FST, FC, and SCB provided phosphorus; the BET, YT, and FST provided potassium; the FST, FC, and BFT provided magnesium; the FST, FP and SC provided iron; the SCB, FS, SP, and SC provided zinc; the YT and SCB provided copper; and the FC provided manganese. The total amino acid contents of the MCFSP were in the range of 6.85-26.34 g/100 g. Glutamic acid was the major amino acid in the SCB, FS, SP, and SC. Fatty acid contents were in the range of 386-2,925 mg/100 g; the major fatty acids in the ST, BFT and YT were 16:0, 18:1n-9, 22:6n-3. The MCFSP were not a significant source of vitamin A or riboflavin.

Key words: Frozen seafood products, Frozen seafoods, Sliced frozen tuna, Nutrition component, HMR

서 론

식품공전에서 냉동식품은 제조·가공 또는 조리한 식품을 장기 보존할 목적으로 냉동처리, 냉동보관하는 것으로서 용기와 포장에 넣은 식품으로 정의하고 있다(MFDS, 2018a). 즉, 냉동식품은 전처리한 다음, 소비자용 포장을 하여 소비자에게 편리성을 부여하고, 급속동결 및 심온동결저장한 고품질의 제품을 말한다(Kim, 2000). 예전의 냉동식품은 보존 기술이 발달하지 않

아 장기보존에 초점이 맞추어져 있었고, 이로 인하여 맛이 없고, 영양소를 고려하지 않으면서 외형적으로도 저급하게 보여 소비자들로부터 외면 받고 있는 식품 중의 하나이었다. 그러나 최근의 냉동식품은 보존 기술과 콜드체인이 다양하게 발달되어 있어 장기보존보다는 경제성장에 따른 소비자의 니즈에 부응하는 편리성과 맛 및 영양 등을 모두 고려한 고급 제품, 즉 고급 가정 간편식으로 자리를 잡고 있다(aT FIS, 2015).

최근 국내 가정간편식(Home meal replacement, HMR)은

*Corresponding author: Tel: +82. 55. 772. 9146 Fax: +82. 55. 772. 9140

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.2019.0001>

Korean J Fish Aquat Sci 52(1), 1-12, February 2019

Received 18 December 2018; Revised 8 January 2019; Accepted 21 January 2019

저자 직위: 김연계(연구관), 남기호(연구사), 박선영(대학원생), 김도엽(대학원생), 강상인(대학원생), 한상국(교수), 김진수(교수)

1-2인 가구와 편의점의 대거 증가, 여성의 사회진출, 고령화 사회 진입 등에 의한 식생활 패턴의 변화로 해마다 다양한 제품이 개발되고 유통되어, 그 시장은 2011년 1.1조원에서 2016년 2.3조원으로 아주 급속한 속도로 증가하고 있고, 앞으로도 급격히 증가하리라 예측되고 있으며, 예전과 같이 간식의 개념이 아니라 주식의 개념으로 자리를 잡아 가고 있다(Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs, 2017). 이들 가정간편식은 1) RTC (Ready-To-Cook), 2) RTE (Ready-To-Eat), 3) RTH (Ready-To-Heat), 4) RTP (Ready-To-Prepared)와 같이 4종류로 분류할 수 있고, 이 중 RTC에는 최종 목표 식품의 전처리한 소재를 하나의 포장재에 모두 모아둔 매운탕 냉장 또는 냉동식품 등이 여기에 해당하고, RTE는 도시락, 생선초밥, 냉동 다량 어류회 등이 여기에 해당하며, RTH는 레토르트 형태의 미역국, 다량어류죽 등과 같은 상온유통제품과 동태탕 등과 같은 냉장, 냉동식품 등이 여기에 해당하고, RTP는 전처리된 것으로 별도의 손질이 없이 그대로 조리해 활용할 수 있는 각각의 식재료를 각각의 포장재에 포장한 제품으로, 탈각 냉장 또는 냉동 새우, 지중해담치 등이 여기에 해당한다(Costa et al., 2001).

따라서, 냉동식품은 대부분이 간편편의 식품의 형태로 가공 유통됨에 따라 낱알 생산자와 소비자 모두에게 주목을 받고 있고, 이로 인하여 냉동식품에 대한 연구는 다양하게 진행되고 있다. 즉, 일시다회성 적색어 어류(고등어 및 정어리) 버거의 동결저장 안정성(Lim et al., 1992; Lee et al., 1993), 냉장 및 냉동 어류와 새우의 품질평가(Mohamed Ali, 2011), 여러가지 조건에서 저장된 향산화제 처리 새우의 품질변화(Valencia-Perez et al., 2015), 콩가루가 튀김 새우너겟(shrimp nugget)의 품질과 물성에 미치는 영향(Nasiri et al., 2010), 남극 크릴(*Euphausia superba*)을 이용한 패티의 제조 및 품질특성(Kim et al., 2013)과 같은 연구가 진행된 바가 있다. 하지만, 냉동식품의 연구는 앞에서 언급한 바와 같이 대부분이 신제품 개발, 품질개선, 저장안정성 및 위생에 관한 것이고, 이의 영양에 대한 검토는 거의 전무하다. 또한, 냉동식품의 영양성분에 대한 소개는 농촌진흥청 국립농업과학원(식품성분표), 한국수산물성분표, 한국수산물명산품총람, 식품 영양소 함량 자료집, 식품안전나라에서 소개하고 있으나, 이의 대부분이 아주 오래된 제품이어서 원료의 생산 시기 및 제조 방법, 분석 방법 및 장비 등이 달라 실제 냉동 식품의 성분과는 많이 차이가 있을 수 있다.

이러한 일면에서 본 연구에서는 최신 다소비 수산가공품에 대한 영양성분에 대한 정보를 소비자, 생산자 및 연구자들에게 제공하여 국민의 영양균형, 품질개선 및 신제품 개발에 기초 자료를 제공하고자 다량어류 횡감 4종, 생선커틀릿, 생선전, 생선스테인크, 해물완자, 새우튀김, 새우패티, 새우커틀릿과 같은 시판 다소비 주요 냉동식품 11종의 일반성분, 에너지, 아미노산, 무기질, 지방산 및 비타민의 함량에 대하여 살펴보았다.

재료 및 방법

재료

시판 주요 냉동수산식품의 영양성분 분석을 위한 시료는 문헌 조사, 통계조사와 인터넷 베스트상품 등의 자료조사를 통하여 1차 선정하고, 이어서 현장조사를 통하여 2차 선정한 다음 최종적으로 전문가 자문을 통하여 11종을 선정하였다. 이들 시판 주요 냉동수산식품 11종 중 황다랑어, 눈다랑어, 참다랑어 및 가다랑어로 제조한 다량어류 횡감은 S사에서, 새꼬리민태로 제조한 생선커틀릿, 오징어와 연육으로 제조한 해물완자 및 새우튀김은 H사에서, 동태로 제조한 생선전과 새우패티는 E사에서, 황다랑어로 제조한 생선스테인크와 새우커틀릿은 DF사에서 제조된 것을 2017년 5월-2018년 8월 사이에 전국소재 마트 또는 가공공장에서 각각 구입하여 분석에 사용하였다.

이 때 시료는 주원료인 수산물을 기준으로 크게 다랑어 가공품류(황다랑어회, 눈다랑어회, 참다랑어회, 가다랑어회 및 생선스테인크와 같은 5종)와 기타 가공품류(생선커틀릿, 생선전, 해물완자, 새우튀김, 새우패티, 새우커틀릿과 같은 6종)와 같이 분류하여 살펴보았다.

일반성분

일반성분의 분석은 AOAC (1995)법에 따라 실시하였다. 즉, 수분은 상압가열건조법으로, 조단백질은 semimicro Kjeldahl 법으로, 조지방은 Soxhlet법으로, 회분은 건식회화법으로 각각 측정하였고, 탄수화물 함량은 100-(수분 함량-조단백질 함량-조지방 함량-회분함량)으로 계산하여 나타내었다.

에너지

에너지는 일반성분 함량을 토대로 계산하되, 환산계수는 FAO/WHO 에너지 환산계수(National Rural Resources Development Institute, 2007) 중 어패류 환산계수를 적용하였다. 따라서, 본 연구에서 에너지 환산계수는 모든 냉동수산식품에 대하여 단백질의 경우 4.22, 지방의 경우 9.41로 동일하게 설정하였으나, 탄수화물은 다량어류 횡감과 생선스테인크 5종의 경우 일반 어패류로 분류하여 4.11로, 나머지 냉동수산식품인 생선커틀릿, 생선전, 해물완자, 새우튀김, 새우패티, 새우커틀릿 등과 같은 6종의 경우 전분첨가제품으로 분류하여 4.03으로 적용하였다.

무기질

무기질 분석을 위한 시료 전처리에는 Kim (2014)이 언급한 방법에 따라 습식 분해하여 사용하였다. 즉, 검체 1 g을 취하여 테프론 분해기(Teflon bomb, PTFE, 45 mm diameter, PALL Corporation, NY, USA)에 넣고, 여기에 무기질 분석용 고순도 질산 10 mL를 가한 다음 상온에서 150분 동안 반응시켰다. 이어서, 시료의 완전 분해를 위하여 테프론 분해기를 밀폐시킨다

음 가열판으로 $80 \pm 5^\circ\text{C}$ 에서 400분간 가열한 후 노란색을 띠는 맑은 용액이 될 때까지 분해시켰다. 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 무기질 분석용 고순도 질산 10 mL를 다시 가하고, 시료의 완전 분해를 위한 테프론 분해기의 밀폐, 가열($80 \pm 5^\circ\text{C}$, 400 분)하는 과정을 한번 더 반복하였다. 그리고, 테프론 분해기의 질산이 1 mL 정도로 거의 증발하였을 때 분해를 종료하고, 2% 질산 용액으로 재용해한 다음, 여과 및 정용(100 mL)하여 무기질의 분석용 전처리 시료로 사용하였다.

무기질(칼슘, 인, 철, 칼륨, 마그네슘, 나트륨, 망간, 구리, 아연)의 분석은 전처리한 시료를 이용하여 유도결합플라즈마분석기[inductively coupled plasma spectrophotometer (ICP), ICP-OES Avio20, PerkinElmer, USA]로 실시하였다.

아미노산

총아미노산의 분석은 트립토판과 타우린을 제외한 나머지 아미노산의 경우 AOAC (1995)의 산가수분해법으로 실시하였다. 총아미노산의 분석을 위하여 일정량의 검체(단백질로서 약 10 mg에 해당)를 가수분해 시험관(15 Pyrex test tube)에 취한 다음, 여기에 6 N HCl의 적정량(단백질량에 대하여 약, 1000 배, 약 10 mL)을 가하여 질소충전과 동시에 밀봉한 다음, 이를 heating block (HF21, Yamato Scientific Co., Japan)에서 가수분해(110°C , 22-24시간)하였다. 이어서, 이를 glass filter (Aspirator A-3S, Eyela, Japan)로 감압여과하고, 진공감압농축기(Rotary Evaporator N-1000, Tokyo Rikakikal Co., LTD, Japan)로 40°C 에서 감압건조한 후 다시 물을 가한 다음 완전 농축하였다. 이들 감압건조물은 sodium citrate 완충액(pH 2.2)을 사용하여 25 mL로 정용한 후, 이의 일정량을 아미노산자동분석기(Model 6300; Biochrom 30, Biochrom Ltd., Cambridge, UK)로 분석하고, 정량하였다. 이 때 침전물이 생성되는 경우 막여과지(membrane filter)로 여과하여 사용하였다.

트립토판(tryptophan) 및 타우린의 분석은 식품공전(MFDS, 2018b) 제7. 일반시험법 1. 식품성분 시험법 1.1 일반성분시험법 1.1.3 질소화합물 1.1.3.3 아미노산 중 아미노산자동분석기에 의한 알칼리분해 정량법에 따라 실시하였다. 트립토판 및 타우린의 분석을 위하여 일정량의 검체(단백질로서 약 10 mg에 해당)를 가수분해 시험관(15 Pyrex test tube)에 취한 다음, 여기에 가용성 전분 100 mg과 4.2 N NaOH 3.0 mL를 차례로 가하여 질소충전과 동시에 밀봉한 다음, 이를 heating block (HF21, Yamato Scientific Co., Japan)에서 가수분해($135 \pm 1^\circ\text{C}$, 22시간)하였다. 이어서, 가수분해물을 glass filter (Aspirator A-3S, Eyela, Japan)로 감압여과하고, 이 여과물을 6 N HCl로 중화(pH 7.0 부근)하였다. 최종적으로 트립토판 이외에 타우린도 분석할 목적으로 중화물을 0.2 N lithium citrate 완충액(pH 2.2)을 사용하여 25 mL로 정용한 후, 이의 일정량을 아미노산자동분

석기(Model 6300; Biochrom 30, Biochrom Ltd., Cambridge, UK)로 분석하고, 정량하였다. 이 때 용액이 탁한 경우 30,000-40,000 rpm에서 30분간 원심분리하여 상층액을 사용하였다. 한편, 시료 중의 tryptophan 함량이 1% 미만으로 고려되는 경우 최종 분석용 시료 1 mL에 tryptophan (10 nmole/40 μL)을 spiking하여 분석하였으며, tryptophan 함량의 계산은 전처리 시료에 tryptophan을 spiking 시킨 총 tryptophan peak 면적에서 spiking에 사용한 tryptophan의 peak 면적을 뺀 다음, 이를 활용하여 tryptophan 함량을 환산하였다.

비타민

비타민 B₂ (riboflavin)의 분석은 식품공전(MFDS, 2018b) 제7. 일반시험법 1. 식품성분시험법 1.2 미량영양성분시험법 1.2.2 비타민류 1.2.2.3 비타민 B₂ 실험법 중 액체크로마토그래프에 의한 정량법에 따라 실시하였다. 즉, 비타민 B₂의 분석용 시험 용액은 원심분리용 튜브(Oak Ridge centrifuge tube 50 mL, Thermo Scientific Orio, USA)에 정밀히 채취한 분쇄 검체 3 g과 water 10 mL (High performance liquid chromatography, HPLC; 특급) 용액을 순차적으로 넣고, vortexing한 다음 초음파세척기(Bransonic ultrasonic cleaner 8210, BRANDSON Corp., USA)로 추출(20분)하여, 이의 상등액을 membrane syringe filter (nylon membrane 0.45 μm HNWP)로 여과하여 제조하였다. 비타민 B₂의 분석은 전처리 시료를 이용하여 Capcell Pak C₁₈ MG S-5 (4.6 mm I.D \times 150 mm)이 장착된 UPLC (Ultra performance liquid chromatography; Waters ACQUITY UPLC system, Waters, USA)로 실시하였다. 이 때 비타민 B₂의 분석을 위한 이동상 조건은 65% A용액(MeOH): 35% B용액(10 mM NaH₂PO₄ in HPLC water)으로 유지시켰다. 이 때, 유속은 0.5 mL/min로, fluorescence detector의 파장은 530 nm로 하였다.

비타민 B₃ (Nicotinic acid 및 Nicotinamide)는 식품공전(MFDS, 2018b) 제7. 일반시험법 1. 식품성분 시험법 1.2 미량영양성분시험법 1.2.2 비타민류 1.2.2.5 나이아신 실험법 중 액체크로마토그래프에 의한 정량법에 따라 분석하였다. 즉, 비타민 B₃의 분석용 시험 용액은 원심분리용 튜브(Oak Ridge centrifuge tube 50 mL, Thermo Scientific Orio, USA)에 정밀히 채취한 분쇄 검체 3 g과 5 mM hexanesulfonate 용액을 순차적으로 넣고, vortexing 및 정용(50 mL)한 다음 초음파세척기(Bransonic ultrasonic cleaner 8210, BRANDSON Corp., USA)를 이용하여 추출(30분), 원심분리(4°C , 9000 rpm, 10분) 및 이의 상등액을 membrane syringe filter (pore size 0.2 μm , 25 mm)로 여과하여 제조하였다. 비타민 B₃의 분석은 전처리 시료를 이용하여 Shiseido Capcell Pak C₁₈ MG S-5 C₁₈ (4.6 \times 250 mm, 5 μm)이 장착된 HPLC (L-2000 serise system, Hitachi Co., Tokyo, Japan)를 사용하여 실시하였다. 이 때 비타민 B₃의 분석을 위한 이동상 조건은 100% A 용액(5 mM

hexanesulfonate+0.1% acetic acid)를 최초 12분까지 유지 후, 70% A 용액, 30% B 용액[(35% 5 mM hexanesulfonate+65% MeOH)+0.1% acetic acid]을 20분까지 유지하고, 25분까지 100% A 용액으로 유지시켰다. 이 때, 유속은 1.0 mL/min로, PDA detector의 파장은 260 nm로 하였다.

비타민 A 및 E의 분석을 위하여 수행한 시험법은 식품공전 (MFDS, 2018b) 제7. 일반시험법 1. 식품성분 시험법 1.2 미량 영양성분 시험법 1.2.2 비타민류 1.2.2.1 비타민 A, E 실험법 중 액체크로마토그래피에 의한 정량법에 따라 분석하였다. 즉, 비타민 A 및 E의 분석을 위한 시험 용액의 제조를 위하여 둥근바닥플라스크에 정밀히 달은 검체 3 g과 에탄올 30 mL 및 10% 피로갈콜에탄올(특급)용액 1 mL를 순차적으로 가하고, 잘 섞은 후 KOH 3 mL를 가하여 환류냉각관을 부착한 다음 비등수욕 중에서 비누화(30분간) 후에 신속히 냉각시켰다. 이어서 냉각물에 물 30 mL를 가하고, 갈색분액갈때기에 옮긴 다음 플라스크에 물 10 mL와 에테르(특급) 30 mL를 이용하여 순차적으로 씻은 후, 씻은 액은 분액갈때기에 합하여 잘 흔들어 혼합하고 방치한 후 물층을 별도의 갈색분액갈때기에 옮겼다. 물층은 석유에테르 30 mL씩으로 2회 추출하고, 전 에테르추출액을 합하여 물 10 mL, 50 mL를 순차적으로(폐놀프탈레인시액으로 정색이 되지 않을 때까지) 씻었다. 분액갈때기 중에서 물을 충분히 분리한 석유에테르층을 취하여 무수황산나트륨(Na_2SO_4)을 가해 탈수하고 석유에테르층을 갈색플라스크에 옮겼다. 이어 황산나트륨을 석유에테르 10 mL씩으로 2회 씻고, 씻은 액을 앞의 플라스크에 가하였다. 최종 시험 용액은 석유에테르추출액을 모두 합하여 40-50°C에서 감압증발건조한 후 잔류물을 methanol (특급)로 녹여 1.0 mL로 정용한 것으로 하였다. 비타민 A, E의 분석은 전처리한 시험 용액을 이용하여 Rpaqueous C_{18} (4.6 × 250 mm, 5 μm)이 장착된 HPLC (L-2000 serise system, Hitachi Co., Tokyo, Japan)를 사용하여 실시하였다. 비타민 A 및 E의 분석을 위한 이동상 조건은 95% methanol: distilled water (95:5, v/v)를 가하여 50분간 분석하였다. 이 때, 유속은 1.0 mL/min으로, fluorescence detector의 파장은 298 nm로 하였다.

지방산

지방산의 분석을 위한 시료유는 chloroform-methanol을 2:1 (v/v)로 혼합한 추출용매를 사용하는 Bligh and Dyer (1959)법으로 추출하여 사용하였다.

지방산의 분석은 추출한 시료유를 이용하여 14% BF_3 -Methanol 용액을 이용하여 AOCS (1990)법에 따라 실시하였다. 즉, 지방산은 전처리한 시료를 이용하여 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 (Shimadzu 14A; carrier gas, He; detector, FID)를 이용하여 분석하였다. 이때

분석 조건은 injector 및 detector (FID) 온도를 모두 250°C로 하였고, 칼럼 온도는 230°C까지 승온시킨 다음 15분간 유지하였다. Carrier gas는 He (1.0 kg/cm²)을 사용하였고, split ratio는 1:50으로 하였으며, 내부 표준품으로는 methyl tricosanoate (Sigma-Aldrich Co., St. Louis, USA)를 사용하였다. 분석한 지방산의 동정은 시료의 경우와 동일한 조건에서 분석한 표준품 (Sigma-Aldrich Co., St. Louis, USA)의 머무름시간(retention time)과 비교하여 동정하고, 표준품이 없는 지방산의 경우는 문헌상(Ackman, 1986; Moon et al., 2005)의 ECL (equivalent chain length)과 비교하여 동정하였다.

결과 및 고찰

일반성분 및 에너지

시판 다소비 주요 냉동수산식품 11종의 100 g 당 일반성분 함량 및 에너지를 살펴본 결과는 Table 1과 같다. 시판 다소비 주요 냉동수산식품 11종의 100 g 당 일반성분 함량 중 수분은 63.2-73.4 g 범위, 조단백질은 7.3-27.0 g 범위, 조지방은 0.7-5.5 g 범위, 탄수화물은 0.4-26.0 g 범위, 회분은 1.1-1.9 g 범위로, 수분을 제외한다면 주요성분은 조단백질 또는 탄수화물로 판단되었다. 이와 같은 시판 다소비 주요 냉동수산식품 11종 간의 일반성분 함량은 크게 다량어류 가공품(황다량어회, 눈다량어회, 참다량어회, 가다량어회 및 생선스테이크), 기타 수산물 가공품(생선커틀릿, 생선전, 새우튀김, 새우패티, 새우커틀릿, 해물완자)과 같이 2종류로 대분류되었다. 즉, 시판 다소비 주요 냉동수산식품 중 다량어류 가공품 100 g 당 일반성분 함량은 수분이 69.6-73.4 g 범위, 조단백질이 22.1-27.0 g 범위, 조지방이 1.3-5.5 g 범위, 탄수화물이 0.4-1.4 g 범위, 회분이 1.2-1.9 g 범위로 수분을 제외한다면 조단백질이 주성분이었다. 한편, 다량어류 가공품 5종의 일반성분 함량은 원료 다량어류의 일반성분 함량(National Rural Resources Development Institute, 2007)과 유사하였는데, 이와 같은 결과는 이들이 모두 횡감이거나, 단지 가공 중 소량의 버터만을 첨가하였기 때문이라 판단되었다. 하지만, 기타 수산물 가공품의 100 g 당 일반성분 함량은 수분이 63.2-67.1 g 범위, 조단백질이 7.3-14.5 g 범위, 조지방이 1.3-5.5 g 범위, 탄수화물이 14.5-26.0 g 범위, 회분이 1.1-1.8 g 범위로 수분을 제외한다면 탄수화물 또는 조단백질이 주성분이었다. 따라서, 냉동식품의 일반성분 함량은 다량어류 가공품이 기타 수산물 가공품에 비하여 수분과 조단백질이 높았고, 조지방과 탄수화물이 낮거나 유사하였으며, 회분이 유사하였다. 이와 같은 다량어류 가공품과 기타 수산물 가공품 간에 일반성분 함량의 차이는 기타 수산물 가공품의 제조 시에 사용한 빵가루, 밀가루, 전분, 설탕 등과 같은 다양한 탄수화물군의 첨가 때문이다.

다량어류 가공품 간의 100 g 당 주요 일반성분 함량인 단백질 함량은 참다량어회가 27.0 g으로 가장 높았고, 다음으로 눈

다랑어회(24.8 g), 가다랑어회(24.6 g), 황다랑어회(23.3 g) 및 생선스테이크(22.1 g)의 순이었다. 그리고, 기타 수산물 가공품 간의 100 g 당 주요 일반성분 함량인 탄수화물 함량은 튀김새우가 26.0 g으로 가장 높았고, 다음으로 새우패티(22.6 g), 생선커틀릿(22.0 g), 새우커틀릿(18.5 g), 생선전(17.0 g) 및 해물완자(14.5 g) 등의 순이었다. 한편, Kim et al. (2012)은 자숙 가다랑어 백색육의 부위별 식품성분 특성을 살펴본 연구에서 가다랑어 자숙 등쪽육 100 g 당 일반성분 함량은 수분이 70.1-70.6 g 범위, 조단백질이 25.7-27.6 g 범위, 회분이 1.4-2.3 g 범위, 조지방이 0.5-1.3 g 범위이었다고 보고한 바 있다.

시판 다소비 주요 냉동수산식품 11종의 100 g 당 에너지는 111.1-157.2 kcal 범위로, 일반성분 함량의 경우와 같이 제품 간에 차이가 컸다. 시판 다소비 주요 냉동수산식품 11종 간의 100 g 당 에너지는 생선커틀릿이 157.2 kcal로 가장 높았고, 다음으로 해물경단(156.8 kcal), 생선전(155.2 kcal), 새우튀김(144.9 kcal), 새우커틀릿(133.0 kcal), 새우패티(132.4 kcal)이었으며 나머지 다랑어류 가공품 5종은 모두 130 kcal 이하이었다. 한편, National Rural Resources Development Institute (2007)에서 발간한 식품성분표에서는 식품 100 g 당 에너지가 고열량 식품으로 알려져 있는 삼겹살의 경우 234 kcal, 일반 열량 식품으로 알려져 있는 쌀밥(백미)의 경우 136 kcal, 대표적인 저열량 식품인 닭가슴살의 경우 108 kcal로 보고한 바가 있다(National Rural Resources Development Institute, 2007). 이와 같은 시판 다소비 주요 냉동수산식품 11종의 100 g 당 에너지에 대한 결과와 식품성분표(National Rural Resources Development Institute, 2007)의 보고로 미루어 보아 기타 수산물 가공품은 일반 열량 식품으로 판단되었고, 다랑어류 가공품은 저열량 식품으로 판단되었다.

무기질

시판 다소비 주요 냉동수산식품 11종의 100 g 당 다량(칼슘, 인, 나트륨, 칼륨 및 마그네슘) 및 미량 무기질(철, 아연, 구리 및 망간) 함량은 Table 2와 같다. 시판 다소비 주요 냉동수산식품 11종의 100 g 당 다량 무기질 함량은 칼슘의 경우 7.9-99.5 mg 범위, 인의 경우 60.1-277.2 mg 범위, 나트륨의 경우 64.9-414.4 mg 범위, 칼륨의 경우 46.6-428.0 mg 범위, 마그네슘의 경우 7.8-43.6 mg 범위로, 냉동수산식품 간에 무기질의 종류에 관계없이 차이가 아주 컸다. 이와 같은 시판 다소비 주요 냉동수산식품 11종 간의 100 g 당 다량 무기질 함량은 크게 다랑어류 가공품(황다랑어회, 눈다랑어회, 참다랑어회, 가다랑어회 및 생선스테이크)과 기타 수산물 가공품(생선커틀릿, 생선전, 새우튀김, 새우패티, 새우커틀릿, 해물완자)과 같이 2종류로 대부분 류되었다.

즉, 시판 다소비 주요 냉동수산식품 11종의 100 g 당 다량 무기질 함량은 다랑어류 가공품이 칼슘의 경우 7.9-10.1 mg 범위, 인이 260.8-277.2 mg 범위, 나트륨의 경우 64.9-288.9 mg 범위, 칼륨의 경우 254.8-428.0 mg 범위, 마그네슘의 경우 32.4-43.6 mg 범위로, 이는 기타 수산물 가공품(칼슘 16.7-99.5 mg 범위, 인 60.1-261.9 mg 범위, 나트륨 248.8-414.4 mg 범위, 칼륨 46.6-160.8 mg 범위, 마그네슘 7.8-26.1 mg 범위)에 비하여 인, 칼륨 및 마그네슘의 경우 높았으나, 칼슘과 나트륨의 경우 낮았다. 한편, 시판 다소비 주요 냉동수산식품 11종 간의 100 g 당 다량 무기질 함량은 칼슘이 해물완자(99.5 mg), 새우커틀릿(80.7 mg), 새우튀김(50.2 mg) 등의 순, 인이 황다랑어회(277.2 mg), 눈다랑어회(275.5 mg), 참다랑어회(268.8 mg) 등의 순, 나트륨이 새우커틀릿(414.4 mg), 해물완자(376.9 mg), 생선전(367.6 mg) 등의 순, 칼륨이 생선스테이크(428.0 mg), 황다랑어회(313.3 mg), 눈다랑어회(289.5 mg) 등의 순, 마그네슘이 황다랑어회(43.6 mg), 눈다랑어회(43.6 mg), 참다랑어회(42.2

Table 1. Proximate composition and energy of the major commercial frozen seafood products

Raw material	Frozen seafood	Energy (kcal/100 g)	Proximate composition (g/100 g)				
			Moisture	Crude protein	Crude lipid	Carbohydrate	Ash
Tuna	Skipjack tuna	117.2	72.1±0.4	24.6±0.0	0.9±0.2	1.2	1.2±0.1
	Sliced frozen tuna						
	Bigeye tuna	114.1	72.5±0.1	24.8±0.0	0.7±0.1	0.7	1.3±0.2
	Bluefin tuna	127.8	69.6±0.6	27.0±0.2	1.3±0.1	0.4	1.7±0.0
	Yellowfin tuna	111.1	73.1±0.1	23.3±0.1	1.1±0.2	0.6	1.9±1.0
	Fish steak	112.2	73.4±1.0	22.1±0.1	1.4±0.1	1.4	1.7±0.0
Hoki	Fish cutlet	157.2	63.2±0.4	10.6±0.1	2.9±0.2	22.0	1.3±0.1
Alaska pollock	Fish pancake	155.2	64.0±0.3	14.5±0.1	3.0±0.2	17.0	1.5±0.0
Squid	Seafood cake ball	156.8	67.1±0.2	11.6±0.1	5.5±0.3	14.5	1.3±0.1
	Fried shrimp	144.9	64.0±0.6	7.6±0.1	1.3±0.0	26.0	1.1±0.1
Shrimp	Shrimp patty	132.4	67.1±0.4	7.3±0.2	1.5±0.0	22.6	1.5±0.0
	Shrimp cutlet	133.0	67.0±0.3	11.2±0.2	1.5±0.0	18.5	1.8±0.0

mg) 등의 순이었다.

한국인 6세 이상 남자의 1일 다량 무기질 섭취 기준은 칼슘(권장섭취량)의 경우 700-1,000 mg, 인(권장섭취량)의 경우 600-1,200 mg, 나트륨(목표섭취량)의 경우 2,000 mg, 칼륨(충분섭취량)의 경우 2,600-3,500 mg, 마그네슘(권장섭취량)의 경우 160-400 mg이고, 미량 무기질 섭취 기준은 철(권장섭취량)의 경우 9-14 mg, 아연(권장섭취량)의 경우 6-10 mg, 구리(권장섭취량)의 경우 440-840 µg, 망간(충분섭취량)의 경우 2.5-4.0 mg이다(The Korean Nutrition Society, 2015).

이들 시판 다소비 주요 냉동수산물 11종의 100 g 당 다량 무기질 함량은 한국인 6세 이상 남자의 1일 다량 무기질 권장 또는 충분 섭취 기준에 비하여 칼슘의 경우 최대치인 해물완자가 10.0-14.2% 범위, 최소치인 가다랑어회가 0.8-1.1% 범위, 인의 경우 최대치인 황다랑어회가 23.1-46.2% 범위, 최소치인 새우패티가 5.0-10.0% 범위, 나트륨의 경우 최대치인 새우커틀릿이 20.7%, 최소치인 눈다랑어가 3.4%, 칼륨의 경우 최대치인 생선스테이크가 12.2-16.5% 범위, 최소치인 새우패티가 1.3-1.8% 범위, 마그네슘의 경우 최대치인 황다랑어회 및 눈다랑어회가 모두 10.9-27.3% 범위, 최소치인 새우패티가 2.0-4.9% 범위에 있다.

또 다른 한편으로, 이들 시판 다소비 주요 냉동수산물 11종의 100 g 당 미량 무기질 함량은 다랑어류 가공품이 철의 경우 0.49-2.06 mg 범위, 아연의 경우 0.32-0.46 mg 범위, 구리의 경우 불검출-0.25 mg 범위, 망간의 경우 흔적량-0.02 mg으로, 이는 기타 수산물 가공품(철 0.20-1.62 mg 범위, 아연 0.27-1.27

mg 범위, 구리 불검출-0.06 mg 범위, 망간 0.10-0.35 mg 범위)에 비하여 철(생선전 제외)의 경우 높았으나, 망간(생선스테이크 제외)의 경우 낮았고, 아연과 구리의 경우 일정한 경향이 없거나 유사하였다. 한편, 시판 다소비 주요 냉동수산물 11종간의 100 g 당 미량 무기질 함량은 철이 가다랑어회(2.06 mg), 황다랑어회(1.66 mg), 생선전(1.62 mg) 등의 순, 아연이 해물완자(1.27 mg), 새우커틀릿(1.00 mg), 새우튀김(0.74 mg) 등의 순, 구리가 눈다랑어회(0.25 mg), 해물완자(0.06 mg), 가다랑어회(0.04 mg) 등의 순, 망간이 생선스테이크(0.35 mg), 새우커틀릿(0.20 mg), 새우튀김(0.15 mg) 등의 순이었다. 이와 같이 다랑어류 가공품의 철 함량이 기타 수산물 가공품의 철 함량에 비하여 높은 것은 다랑어류의 경우 근육색소인 myoglobin의 중심 원자단이 철로 이루어져 있기 때문이다(Kim, 2009)

한국인 6세 이상 남자의 1일 미량 무기질 섭취 기준에 비하여 철의 경우 최대치인 가다랑어회가 14.7-22.9% 범위, 최소치인 새우패티가 1.4-2.2% 범위, 아연의 경우 최대치인 해물경단이 12.7-21.2% 범위, 최소치인 생선커틀릿이 2.7-4.5% 범위, 구리의 경우 최대치인 해물완자가 7.2-13.6% 범위, 최소치인 눈다랑어가 0%, 망간의 경우 최대치인 생선커틀릿이 8.8-14.0% 범위, 최소치인 황다랑어회, 눈다랑어회, 참다랑어회, 가다랑어회 모두가 흔적%이었다.

이상의 시판 다소비 주요 냉동수산물 11종의 무기질 함량에 대한 결과로 미루어 보아 무기질의 영양 및 건강 기능이 기대되는 냉동식품은 다량 무기질인 칼슘의 경우 해물완자, 새우커틀릿이, 인의 경우 5종의 다랑어류 가공품과 생선커틀릿, 해물

Table 2. Mineral content of the major commercial frozen seafood products

Raw material	Seafood product	Macro-mineral (mg/100 g)					Micro-mineral (mg/100 g)			
		Ca	P	Na	K	Mg	Fe	Zn	Cu	Mn
Tuna	Skipjack tuna	7.9±0.2	260.8±1.7	159.9±1.4	254.8±4.2	37.3±0.9	2.06±0.03	0.42±0.01	0.04±0.00	trace
	Sliced frozen tuna	8.4±0.0	275.5±0.7	64.9±1.7	289.5±6.6	43.6±0.2	1.32±0.06	0.38±0.01	0.25±0.00	trace
	Bluefin tuna	8.1±0.1	268.8±6.9	115.6±1.2	273.8±9.1	42.2±0.5	1.36±0.02	0.32±0.34	trace ¹	trace
	Yellowfin tuna	10.1±0.5	277.2±0.7	67.4±1.2	313.3±9.1	43.6±0.5	1.66±0.02	0.33±0.00	0.03±0.00	trace
	Fish steak	8.3±0.7	261.1±7.7	288.9±5.3	428.0±14.4	32.4±0.5	0.49±0.02	0.46±0.02	ND ²	0.02±0.00
Hoki	Fish cutlet	16.7±0.3	102.8±1.0	333.0±2.4	160.8±2.0	22.8±0.2	1.30±0.04	0.27±0.03	ND	0.35±0.00
Alaska pollock	Fish pancake	42.6±0.7	261.9±4.2	367.6±16.1	117.6±6.4	15.8±0.5	1.62±0.09	0.45±0.05	ND	0.10±0.01
Squid	Seafood cake ball	99.5±4.3	97.4±4.1	376.9±5.3	107.2±4.4	26.1±0.4	0.63±0.20	1.27±0.09	0.06±0.01	0.10±0.00
	Fried shrimp	50.2±0.4	65.7±1.9	248.8±5.0	51.5±0.8	16.5±0.6	0.76±0.03	0.74±0.02	ND	0.15±0.01
Shrimp	Shrimp patty	28.2±1.7	60.1±2.0	295.1±3.5	46.6±0.2	7.8±0.0	0.20±0.02	0.65±0.05	ND	0.14±0.01
	Shrimp cutlet	80.7±0.2	137.4±6.2	414.4±14.3	58.3±3.0	19.0±0.3	0.99±0.15	1.00±0.13	ND	0.20±0.01

¹trace<0.01; ²ND, not detected.

Table 3. Total amino acid and taurine contents (g/100 g of product) of the major commercial frozen seafood products

Amino acid	Tuna					Hoki	Alaska pollock	Squid	Shrimp			
	Sliced frozen tuna					Fish cutlet	Fish pancake	Seafood cake ball	Fried shrimp	Shrimp patty	Shrimp cutlet	
	Skipjack	Bigeye	Bluefin	Yellowfin	Fish steak							
Essential	Thr	1.07 (4.6) ¹	1.11 (4.6)	1.19 (4.5)	1.02 (4.4)	1.03 (5.0)	0.44 (4.3)	0.51 (3.6)	0.48 (4.1)	0.2 (2.9)	0.21 (3.1)	0.36 (3.6)
	Val	1.37 (5.9)	1.39 (5.8)	1.51 (5.7)	1.29 (5.6)	1.06 (5.2)	0.48 (4.7)	0.42 (2.9)	0.6 (5.1)	0.33 (4.7)	0.31 (4.5)	0.51 (5.2)
	Met	0.67 (2.9)	0.56 (2.3)	0.54 (2.0)	0.72 (3.1)	0.02 (0.1)	0.03 (0.3)	0.87 (6.1)	0.31 (2.6)	0.13 (1.9)	0.13 (1.9)	0.23 (2.3)
	Ile	1.18 (5.0)	1.21 (5.0)	1.31 (5.0)	1.14 (4.9)	0.96 (4.7)	0.44 (4.3)	0.99 (6.9)	0.61 (5.2)	0.31 (4.4)	0.3 (4.4)	0.49 (4.9)
	Leu	1.88 (8.0)	1.93 (8.1)	2.12 (8.1)	1.82 (7.9)	1.67 (8.1)	0.8 (7.8)	1.13 (7.9)	0.98 (8.4)	0.54 (7.7)	0.52 (7.6)	0.82 (8.3)
	Phe	1.21 (5.2)	1.22 (5.1)	1.34 (5.1)	1.05 (4.5)	0.83 (4.0)	0.46 (4.5)	0.81 (5.7)	0.49 (4.2)	0.34 (4.9)	0.31 (4.6)	0.45 (4.5)
	His	1.4 (6.0)	1.36 (5.7)	1.96 (7.4)	1.71 (7.4)	1.98 (9.6)	0.35 (3.4)	0.25 (1.7)	0.27 (2.3)	0.16 (2.3)	0.16 (2.3)	0.23 (2.3)
	Lys	2.2 (9.4)	2.28 (9.5)	2.47 (9.4)	2.14 (9.3)	1.98 (9.6)	0.72 (7.0)	1.29 (9.0)	0.97 (8.3)	0.37 (5.3)	0.43 (6.3)	0.76 (7.7)
	Arg	1.34 (5.7)	1.39 (5.8)	1.5 (5.7)	1.31 (5.7)	1.18 (5.7)	0.48 (4.7)	1.09 (7.6)	0.76 (6.5)	0.36 (5.2)	0.4 (5.8)	0.55 (5.6)
	Try	0.33 (1.4)	0.4 (1.7)	0.41 (1.6)	0.38 (1.7)	0.18 (0.9)	0.2 (1.9)	0.12 (0.8)	0.15 (1.3)	- ³	0.02 (0.3)	-
Total	12.65 (54.1)	12.85 (53.6)	14.35 (54.4)	12.58 (54.5)	10.89 (52.9)	4.4 (42.9)	7.48 (52.2)	5.62 (48.0)	2.74 (39.3)	2.79 (40.8)	4.4 (44.4)	
Non-essential	Asp	2.31 (9.9)	2.36 (9.9)	2.57 (9.8)	2.23 (9.7)	2.59 (12.6)	1.1 (10.7)	1.22 (8.6)	1.22 (10.4)	0.49 (7.0)	0.58 (8.5)	0.9 (9.1)
	Ser	0.88 (3.8)	0.9 (3.8)	1 (3.8)	0.86 (3.7)	0.87 (4.3)	0.5 (4.8)	0.66 (4.6)	0.41 (3.5)	0.22 (3.2)	0.24 (3.5)	0.33 (3.3)
	Glu	3.34 (14.3)	3.51 (14.7)	3.81 (14.5)	3.31 (14.4)	3.08 (15.0)	2.57 (25.0)	2.03 (14.2)	2.14 (18.3)	2.08 (29.8)	1.96 (28.6)	2.36 (23.8)
	Pro	0.75 (3.2)	0.79 (3.3)	0.94 (3.6)	0.72 (3.1)	0.69 (3.4)	0.61 (5.9)	0.33 (2.3)	0.5 (4.3)	0.58 (8.3)	0.42 (6.1)	0.6 (6.1)
	Gly	1.04 (4.4)	1.07 (4.5)	1.14 (4.3)	0.98 (4.3)	0.51 (2.5)	0.22 (2.1)	0.78 (5.5)	0.62 (5.3)	0.31 (4.4)	0.3 (4.4)	0.42 (4.3)
	Ala	1.39 (5.9)	1.41 (5.9)	1.58 (6.0)	1.31 (5.7)	1.26 (6.2)	0.52 (5.0)	0.81 (5.7)	0.74 (6.3)	0.34 (4.9)	0.35 (5.1)	0.58 (5.9)
	Cys	0.16 (0.7)	0.16 (0.7)	0.07 (0.3)	0.15 (0.6)	0.03 (0.1)	0.03 (0.3)	0.22 (1.6)	0.06 (0.5)	0.05 (0.7)	0.05 (0.7)	0.06 (0.6)
	Tyr	0.82 (3.5)	0.83 (3.4)	0.84 (3.2)	0.87 (3.8)	0.61 (3.0)	0.28 (2.7)	0.64 (4.5)	0.29 (2.5)	0.17 (2.4)	0.16 (2.3)	0.25 (2.5)
	Tau	0.05 (0.2)	0.05 (0.2)	0.04 (0.1)	0.07 (0.3)	0.01 (trace) ⁴	0.06 (0.6)	0.12 (0.8)	0.11 (0.9)	-	trace ⁵	-
	Total	10.74 (45.9)	11.08 (46.4)	11.99 (45.6)	10.5 (45.5)	9.65 (47.1)	5.89 (57.1)	6.81 (47.8)	6.09 (52.0)	4.24 (60.7)	4.06 (59.2)	5.5 (55.6)
Total	23.39 (100.0)	23.93 (100.0)	26.34 (100.0)	23.08 (100.0)	20.54 (100.0)	10.29 (100.0)	14.29 (100.0)	11.71 (100.0)	6.98 (100.0)	6.85 (100.0)	9.9 (100.0)	

¹The value of parenthesis means the percentage to total amino acid. ²-, not detected. ³trace, (%)<0.1. ⁴trace, (mg/100 g)<0.01. Thr, Threonine; Val, Valine; Met, Methionine; Ile, Isoleucine; Leu, Leucine; Phe, Phenylalanine; His, Histidine; Lys, Lysine; Arg, Arginine; Try, Tryptophan; Asp, Aspartic acid; Ser, Serine; Glu, Glutamic acid; Pro, Proline; Gly, Glycine; Ala, Alanine; Cys, Cysteine; Tyr, Tyrosine; Tau, Taurine

Table 4. Fatty acid content (mg/100 g) and composition (%) of the major commercial frozen seafood products

Fatty acid	Sliced frozen tuna				Fish steak
	Skipjack tuna	Bigeye tuna	Bluefin tuna	Yellowfin tuna	
14:0	11±1(1.9±0.2)	1±0(0.3±0.0)	22±1(2.4±0.1)	1±0(0.2±0.0)	10±1(1.3±0.1)
15:0	4±0(0.7±0.0)	1±0(0.4±0.0)	7±0(0.7±0.0)	2±0(0.4±0.1)	2±0(0.2±0.0)
16:0	130±6(21.6±1.4)	11±0(2.8±0.0)	215±1(22.7±0.2)	147±8(25.5±0.8)	105±3(13.6±0.3)
17:0	6±1(0.9±0.1)	3±0(0.8±0.0)	10±0(1.0±0.0)	4±1(0.8±0.2)	2±0(0.3±0.0)
18:0	38±3(6.3±0.6)	26±1(6.9±0.1)	49±0(5.2±0.0)	39±2(6.7±0.4)	36±0(4.7±0.0)
20:0	2±0(0.3±0.0)	trace	2±0(0.2±0.0)	trace	2±0(0.3±0.0)
22:0	1±0(0.2±0.1)	trace	1±0(0.1±0.0)	trace	1±0(0.2±0.0)
24:0	1±0(0.2±0.0)	1±0(0.2±0.0)	1±0(0.1±0.0)	trace	1±0(0.1±0.0)
Saturated	193±9(32.1±2.0)	43±1(11.4±0.1)	307±2(32.4±0.2)	193±7(33.6±0.4)	159±4(20.7±0.3)
14:1n-5	1±0(0.1±0.0)	1±0(0.3±0.0)	1±0(0.1±0.0)	2±0(0.4±0.1)	1±0(0.1±0.0)
15:1n-5	7±1(1.1±0.2)	1±0(0.2±0.0)	1±0(0.1±0.0)	20±1(3.5±0.1)	14±1(1.8±0.1)
16:1n-7	19±1(3.2±0.1)	99±2(25.8±0.2)	30±0(3.2±0.0)	6±1(1.1±0.2)	6±1(0.8±0.1)
17:1n-7	trace ¹	2±0(0.4±0.0)	trace	3±0(0.4±0.1)	trace
18:1n-9	79±4(13.1±0.5)	30±1(7.9±0.1)	129±1(13.6±0.1)	65±2(11.3±0.7)	283±2(36.4±0.2)
18:1n-7	9±2(1.4±0.4)	4±0(0.9±0.0)	18±0(1.9±0.0)	6±0(1.1±0.0)	16±1(2.0±0.1)
18:1n-5	1±0(0.1±0.0)	trace	1±0(0.1±0.0)	-	1±0(0.1±0.0)
20:1n-11	1±0(0.2±0.0)	trace	2±0(0.2±0.0)	trace	1±0(0.1±0.0)
20:1n-9	8±0(1.3±0.0)	1±0(0.2±0.0)	21±0(2.2±0.0)	1±0(0.2±0.0)	5±0(0.6±0.0)
20:1n-7	1±0(0.1±0.0)	trace	1±0(0.1±0.0)	-	trace
22:1n-9	1±0(0.2±0.0)	trace	2±0(0.2±0.0)	1±0(0.2±0.0)	trace
22:1n-7	trace	trace	3±0(0.3±0.0)	trace	trace
Monoenoic	127±10(20.8±1.2)	138±3(35.7±0.3)	209±1(22.0±0.1)	104±2(18.2±0.6)	327±5(41.9±0.1)
16:2n-4	6±1(0.9±0.1)	2±0(0.6±0.1)	9±0(0.9±0.0)	3±0(0.4±0.0)	2±0(0.3±0.0)
16:3n-4	3±0(0.5±0.1)	- ²	6±0(0.6±0.0)	-	2±0(0.2±0.0)
16:3n-1	1±0(0.2±0.1)	1±0(0.1±0.0)	2±0(0.2±0.0)	-	trace
16:4n-3	1±0(0.2±0.0)	3±0(0.7±0.0)	1±0(0.1±0.0)	4±1(0.7±0.1)	3±0(0.4±0.0)
16:4n-1	1±0(0.1±0.0)	1±0(0.4±0.0)	-	2±0(0.3±0.1)	1±0(0.1±0.0)
18:2n-6	4±1(0.7±0.2)	3±0(0.7±0.0)	6±0(0.6±0.0)	23±1(4.0±0.1)	86±3(11.1±0.3)
18:2n-4	1±0(0.2±0.1)	trace	2±0(0.3±0.0)	-	1±0(0.1±0.0)
18:3n-6	2±0(0.3±0.0)	1±0(0.2±0.0)	2±0(0.2±0.0)	1±0(0.2±0.0)	1±0(0.1±0.0)
18:3n-4	2±0(0.3±0.1)	1±0(0.2±0.0)	4±0(0.4±0.0)	trace	1±0(0.1±0.0)
18:3n-3	1±0(0.2±0.0)	trace	2±0(0.2±0.0)	3±1(0.4±0.1)	26±0(3.3±0.0)
18:3n-1	trace	-	2±0(0.2±0.0)	-	2±0(0.2±0.0)
18:4n-3	1±0(0.2±0.0)	-	2±0(0.2±0.0)	-	-
20:2NMID	trace	-	1±0(0.1±0.0)	4±1(0.8±0.1)	-
20:2n-6	2±0(0.3±0.1)	2±0(0.4±0.0)	3±0(0.4±0.0)	trace	1±0(0.1±0.0)
20:4n-6	20±0(3.2±0.1)	19±0(5.1±0.0)	20±0(2.1±0.0)	32±2(5.6±0.1)	16±0(2.1±0.1)
20:3n-3	1±0(0.2±0.1)	trace	4±0(0.5±0.0)	trace	trace
20:4n-3	2±0(0.3±0.0)	trace	3±0(0.3±0.0)	trace	trace
20:5n-3	30±1(4.9±0.2)	13±0(3.3±0.0)	61±1(6.4±0.1)	26±1(4.5±0.3)	12±0(1.5±0.0)
22:4n-6	2±0(0.4±0.0)	1±0(0.3±0.0)	3±0(0.3±0.0)	2±0(0.3±0.1)	1±0(0.2±0.0)
22:5n-6	12±1(1.9±0.2)	14±0(3.8±0.0)	12±0(1.2±0.0)	19±2(3.2±0.3)	13±0(1.6±0.0)
22:5n-3	9±0(1.5±0.1)	2±0(0.4±0.0)	13±0(1.4±0.0)	2±0(0.4±0.0)	3±0(0.4±0.0)
22:6n-3	186±2(30.6±0.2)	142±4(36.7±0.5)	277±3(29.0±0.3)	160±3(27.4±0.3)	121±3(15.6±0.4)
Polyenoic	287±10(47.1±0.8)	205±5(52.9±0.4)	435±3(45.6±0.3)	281±11(48.2±0.4)	292±2(37.4±0.4)
Total	607±12(100.0)	386±9(100.0)	951±2(100.0)	578±17(100.0)	778±9(100.0)
n-6 acid	42±3(6.8±0.4)	40±1(10.5±0.0)	46±0(4.8±0.0)	77±5(13.3±0.6)	118±3(15.2±0.2)
n-3 acid	231±5(38.1±0.1)	160±5(41.1±0.5)	363±3(38.1±0.3)	195±5(33.4±0.2)	165±3(21.2±0.5)

¹trace, < 1 mg/100 g; ²-, not detected.

Table 4. Continued

Fatty acid	Fish cutlet	Fish pancake	Seafood cake ball	Fried shrimp	Shrimp patty	Shrimp cutlet
14:0	40±1(1.7±0.0)	4±0(0.1±0.0)	43±1(1.5±0.0)	8±1(1.1±0.0)	11±0(0.8±0.0)	13±1(1.7±0.0)
15:0	4±0(0.2±0.0)	trace	6±0(0.2±0.0)	1±0(0.1±0.0)	-	2±0(0.3±0.0)
16:0	444±10(18.7±0.1)	387±22(14.5±1.1)	988±7(33.9±0.3)	325±13(42.4±0.3)	586±8(45.3±0.2)	231±22(30.7±0.2)
17:0	4±0(0.2±0.0)	3±0(0.1±0.0)	15±0(0.5±0.0)	trace	trace	3±0.0(0.4±0.0)
18:0	90±2(3.8±0.0)	123±4(4.6±0.0)	257±8(8.8±0.3)	31±4(4.2±0.3)	219±3(16.9±0.2)	64±12(8.4±0.9)
20:0	6±0(0.3±0.0)	6±1(0.2±0.0)	8±0(0.3±0.0)	3±1(0.5±0.1)	6±0(0.5±0.0)	2±0(0.3±0.0)
22:0	5±0(0.2±0.0)	8±0(0.3±0.0)	trace	trace	trace	2±0(0.3±0.0)
24:0	2±0(0.1±0.0)	3±0(0.1±0.0)	trace	trace	-	1±0.0(0.1±0.0)
Saturated	595±14(25.2±0.1)	534±22(19.9±1.1)	1,317±3.0(45.2±0.1)	368±9(48.3±0.6)	822±11(63.5±0.1)	318±36(42.2±1.1)
14:1n-5	2±0(0.1±0.0)	trace	trace	-	-	trace
15:1n-5	1±0(trace)	2±1(0.1±0.0)	trace	trace	-	trace
16:1n-7	60±2(2.5±0.0)	15±2(0.5±0.1)	29±1(1.0±0.0)	2±0(0.2±0.0)	trace	11±1(1.4±0.0)
17:1n-7	5±0(0.2±0.0)	2±0(0.1±0.0)	7±1(0.2±0.0)	-	-	-
18:1n-9	516±13(21.5±0.0)	676±39(25.1±0.6)	875±13(29.9±0.4)	188±10(25.6±0.3)	305±4(23.6±0.5)	149±9(19.7±0.8)
18:1n-7	49±1(2.0±0.0)	35±3(1.3±0.1)	53±1(1.8±0.0)	5±1(0.7±0.0)	13±0(1.0±0.0)	9.0±1(1.2±0.1)
18:1n-5	5±0(0.2±0.0)	trace	trace	-	trace	-
20:1n-11	4±0(0.2±0.0)	2±0(0.1±0.0)	trace	trace	4±1(0.3±0.1)	trace
20:1n-9	84±4(3.5±0.1)	6±1(0.2±0.0)	10±1(0.3±0.0)	9±1(1.2±0.2)	4±0(0.3±0.0)	2±0(0.3±0.0)
20:1n-7	3±0(0.1±0.0)	-	-	3±0(0.4±0.0)	-	-
22:1n-9	18±1(0.7±0.0)	trace	trace	trace	trace	2.0±0(0.2±0.1)
22:1n-7	2±0(0.1±0.0)	trace	-	trace	trace	trace
Monoenoic	749±19(31.1±0.1)	738±42(27.4±0.6)	974±15(33.2±0.5)	207±11(28.1±0.4)	326±4(25.2±0.4)	173±10(22.8±0.9)
16:2n-4	3±0(0.1±0.0)	-	trace	1±0(0.2±0.0)	-	1±0(0.1±0.0)
16:3n-4	-	-	trace	-	trace	1±0(0.2±0.0)
16:3n-1	2±0(0.1±0.0)	-	trace	-	-	-
16:4n-3	trace	trace	-	trace	-	trace
16:4n-1	2±0(0.1±0.0)	trace	-	trace	trace	-
18:2n-6	669±16(28.0±0.0)	1,219±63(45.1±0.7)	529±17(17.9±0.6)	148±3(20.3±1.0)	122±3(9.4±0.3)	187±13(24.7±0.5)
18:2n-4	3±0(0.1±0.0)	4±1(0.1±0.0)	trace	1±0(0.1±0.0)	trace	trace
18:3n-6	1±0(trace)	trace	-	-	-	trace
18:3n-4	3±0(0.1±0.0)	8±0(0.3±0.0)	-	-	-	-
18:3n-3	67±2(2.8±0.0)	149±8(5.5±0.5)	48±3(1.7±0.1)	6±1(0.9±0.0)	trace	11±1(1.5±0.1)
18:3n-1	4±0(0.2±0.0)	7±0(0.3±0.0)	trace	-	-	-
18:4n-3	19±0(0.8±0.0)	trace	trace	-	trace	1±0(0.1±0.0)
20:2NMID	1±0(trace)	-	-	-	-	-
20:2n-6	3±0(0.1±0.0)	2±0(0.1±0.0)	-	2±0(0.3±0.0)	trace	1±0(0.1±0.0)
20:4n-6	6±1(0.3±0.0)	8±0(0.3±0.0)	trace	1±0(0.2±0.0)	-	8±4(1.1±0.5)
20:3n-3	2±0(0.1±0.0)	trace	-	-	-	-
20:4n-3	12±0(0.5±0.0)	-	-	-	-	trace
20:5n-3	77±2(3.2±0.0)	8±1(0.3±0.0)	14±1(0.5±0.0)	5±1(0.6±0.1)	10±0(0.8±0.0)	14±2(1.8±0.1)
22:4n-6	2±0(0.1±0.0)	trace	-	-	-	1±0(0.2±0.0)
22:5n-6	2±0(0.1±0.0)	2±0(0.1±0.0)	trace	-	-	3±0(0.4±0.0)
22:5n-3	15±0(0.6±0.0)	1±0(0.1±0.0)	trace	-	-	3±0(0.4±0.0)
22:6n-3	153±3(6.4±0.0)	13±1(0.5±0.0)	43±1(1.5±0.0)	4±1(0.7±0.1)	15±1(1.1±0.1)	33±5(4.4±0.3)
Polyenoic	1,046±24(43.7±0.0)	1,421±59(52.7±0.5)	634±13(21.6±0.4)	170±5(23.6±0.9)	147±4(11.3±0.4)	264±24(35.0±0.4)
Total	2,390±57(100.0)	2,693±100(100.0)	2,925±12(100.0)	745±14(100.0)	1,295±18(100.0)	755±69(100.0)
n-6 acid	683±15(28.6±0.1)	1,231±64(45.6±0.7)	529±17(17.9±0.6)	151±5(20.8±0.2)	122±3(9.4±0.3)	200±5(26.5±0.9)
n-3 acid	341±8(14.2±0.0)	171±8(6.4±0.5)	105±3(3.7±0.2)	15±3(2.2±0.2)	25±2(1.9±0.2)	62±11(8.2±0.2)

[†]trace, < 1 mg/100 g; ⁻, not detected.

완자 및 새우커틀릿이, 갈륨의 경우 생선스테이크, 황다랑어회, 눈다랑어회가, 마그네슘의 경우 황다랑어회, 눈다랑어회, 참다랑어회였고, 미량 무기질인 철의 경우 다랑어류회 4종, 생선스테이크, 생선전 및 새우커틀릿이, 아연의 경우 해물경단, 새우튀김, 새우패티, 새우커틀릿이, 구리의 경우 눈다랑어회, 해물완자, 망간의 경우 생선커틀릿이었다.

총아미노산

시판 다소비 주요 냉동수산식품 11종(황다랑어회, 눈다랑어회, 참다랑어회, 가다랑어회 및 생선스테이크, 생선커틀릿, 생선전, 새우튀김, 새우패티, 새우커틀릿, 해물완자)의 총아미노산 함량은 Table 3과 같다. 시판 다소비 주요 냉동수산식품 11종의 100 g 당 총아미노산 함량은 6.85-26.34 g 범위로, 제품 간에 차이가 아주 컸는데, 이는 원료어의 종류이외에도 첨가물의 종류와 첨가량의 차이 때문이다. 시판 다소비 주요 냉동수산식품 11종 간의 100 g 당 총아미노산 함량은 참다랑어회가 26.34 g으로 가장 높았고, 다음으로 눈다랑어회(23.93 g), 가다랑어회(23.39 g), 황다랑어회(23.08 g), 생선스테이크(20.54 g)의 순이었으며, 이들은 기타 수산물 가공품(6.85-14.29 g)에 비하여 월등히 높았다. 이와 같이 다랑어류 가공품과 기타 수산물 가공품간에 총아미노산 함량의 극명한 차이는 다랑어류 특유의 고단백질 함량 이외에, 이들 제품의 경우 밀가루, 빵가루 등의 첨가량이 없어 단백질의 희석 효과가 없었기 때문이다. 이들 시판 다소비 주요 냉동수산식품 11종의 100 g 당 주요 아미노산(조성비가 8% 이상인 아미노산)은 새우튀김이 glutamic acid, proline, 생선커틀릿과 새우패티가 aspartic acid, glutamic acid와 같은 2종이었고, 새우커틀릿이 leucine, aspartic acid 및 glutamic acid을 포함하여 3종, 황다랑어회와 생선전이 lysine,

aspartic acid 및 glutamic acid을 포함하여 3종, 눈다랑어, 참다랑어, 가다랑어 및 해물완자가 이들 3종 이외에 leucine을 포함하여 4종, 생선스테이크가 leucine, histidine, lysine, aspartic acid, glutamic acid와 같은 5종이었다. 한편, 황다랑어회, 눈다랑어회, 참다랑어회, 가다랑어회 및 생선스테이크는 나머지 냉동식품에 비하여 glutamic acid의 함량이 높았다.

시판 다소비 주요 냉동수산식품 11종의 100 g 당 필수아미노산 함량은 2.74-14.35 g 범위이었고, 이들 제품 간에는 참다랑어회가 14.35 g (54.4%)으로 가장 많았고, 다음으로 눈다랑어회(12.85 g, 53.6%), 가다랑어회(12.65 g, 54.1%), 황다랑어회(12.58 g, 54.5%), 생선스테이크(10.89 g, 52.9%), 생선전(7.48 g, 52.2%) 등의 순이었으며, 나머지 냉동수산식품 5종의 경우 6 g 이하로 전체 아미노산의 절반에 못미치는 수준이었다. 시판 다소비 주요 냉동수산식품 11종의 제1제한아미노산은 생선커틀릿의 경우 methionine이었고, 이를 제외한다면 모두 tryptophan이었다.

한편, 시판 다소비 주요 냉동수산식품 11종의 100 g에 곡류 제한아미노산인 리신(Kim et al., 2006)은 참다랑어회가 2.47 g (9.4%)으로 가장 많았고, 다음으로 눈다랑어회 (2.28 g, 9.5%), 가다랑어회 (2.20 g, 9.4%), 황다랑어회 (2.14 g, 9.3%), 생선스테이크 (1.98 g, 9.6%), 생선전 (1.29 g, 9.0%) 등의 순이었으며, 나머지 냉동수산식품 5종의 경우 1.0 mg 이하이고, 9% 이하이었다. 따라서, 곡류를 주식으로 하는 우리나라 사람들이 다랑어류 가공품 5종과 생선전 등을 간식이나 부식으로 적절히 섭취한다면 영양균형적인 면에서 의미가 있다고 판단되었다.

지방산

시판 다소비 주요 냉동수산식품 11종(황다랑어회, 눈다랑어

Table 5. Vitamin content (mg/100 g) of the major commercial frozen seafood products

Raw fish	Frozen seafood	Fat-soluble vitamin			Water-soluble vitamin		
		A	E	B ₂	B ₃		Total vitamin B ₃
		Retinol	α -Tocopheryl acetate	Riboflavin	Nicotinic acid	Nicotinic acid amide	
Tuna	Skipjack tuna	ND ¹	trace ³	0.03±0.00	ND	19.64±0.15	19.64±0.15
	Sliced frozen tuna	ND	ND	0.01±0.00	ND	16.29±0.11	16.29±0.11
	Bigeye tuna	ND	ND	0.01±0.00	ND	16.29±0.11	16.29±0.11
	Bluefin tuna	trace ²	15.64±0.00	0.02±0.00	ND	13.37±0.75	13.37±0.75
	Yellowfin tuna	ND	ND	0.01±0.00	ND	13.18±0.25	13.18±0.25
	Fish steak	ND	trace ⁴	trace	ND	13.31±0.07	13.31±0.07
Hoki	Fish cutlet	ND	ND	ND	ND	1.25±0.00	1.25±0.00
Alaska pollock	Fish pancake	ND	ND	trace	ND	ND	ND
Squid	Seafood cake ball	ND	1.24±0.00	trace	ND	0.10±0.00	0.10±0.00
	Fried shrimp	ND	1.41±0.00	trace	ND	ND	ND
Shrimp	Shrimp patty	ND	1.21±0.00	trace	ND	ND	ND
	Shrimp cutlet	ND	1.30±0.00	trace	ND	ND	ND

¹ND, Not detected. ²trace (mg/100 g)<0.2. ³trace (mg/100 g)<0.4. ⁴trace (mg/100 g)<0.009.

회, 참다랑어회, 가다랑어회 및 생선스테이크, 생선커틀릿, 생선전, 새우튀김, 새우패티, 새우커틀릿, 해물완자)의 지방산 함량을 가스크로마토그래피로 분석하여 나타난 결과는 Table 4와 같다. 시판 다소비 주요 냉동수산식품 11종의 지방산은 23-42종 범위였고, 이들 중 흔적량은 1-16종 범위였다. 시판 다소비 주요 냉동수산식품 11종의 100 g 당 총지방산 함량은 386-2,925 mg 범위였고, 해물완자가 2,925 mg으로 가장 높았고, 다음으로 생선전(2,693 mg), 생선커틀릿(2,390 mg) 등의 순이었으며, 다랑어류 가공품이 386-951 mg 범위로 낮았다. 시판 다소비 주요 냉동수산식품 11종의 지방산 조성은 가다랑어회, 황다랑어회, 참다랑어회의 경우 폴리엔산, 포화산 및 모노엔산의 순이었고, 눈다랑어, 생선커틀릿, 생선전의 경우 폴리엔산, 모노엔산, 포화산의 순이었으며, 생선스테이크의 경우 모노엔산, 폴리엔산, 포화산의 순이었다. 그리고, 해물완자, 새우튀김, 새우패티의 지방산 조성은 포화산, 모노엔산, 폴리엔산의 순이었고, 새우커틀릿의 경우 포화산, 폴리엔산, 모노엔산의 순으로 제품 간에 차이가 컸다. 시판 다소비 냉동수산식품 11종의 주요 지방산은 다랑어류 가공품의 경우 16:0 (2.8-25.5%), 18:1n-9 (7.9-36.4%), 22:6n-3 (15.6-36.7%)와 같은 3종이었으나 눈다랑어의 경우 예외적으로 16:1n-7 (25.8%), 22:6n-3 (36.7%)와 같은 2종이었고, 기타 수산물가공품의 경우 16:0 (14.5-45.3%), 18:1n-9 (19.7-29.9%), 18:2n-6 (9.4-45.1%)과 같은 3종이었고, 이 중 새우패티가 이들 3종의 지방산 이외에 18:0 (16.9%)도 포함되었다. 한편, 시판 다소비 냉동수산식품 11종의 n-6/n-3는 다랑어류 가공품의 경우 0.13-0.72 mg 범위인데 반하여 기타 수산물 가공품의 경우 2.00-10.07 mg 범위였다. 이와 같이 시판 주요 냉동수산식품 11종 간의 지방산 함량 및 조성에 있어 큰 차이는 주원료인 수산물의 종류에 의한 차이 이외에도 첨가물에서 유래하는 지질 이외에 첨가한 식용유의 차이가 컸기 때문이다.

이상의 시판 다소비 냉동수산식품 11종의 주요 지방산에 대한 결과로 미루어 보아 다랑어류 횡감 4종은 첨가물의 배합없이 원료어를 전처리하여 제조함으로 인하여 원료어 특유의 지방산 조성을 나타내었으나, 나머지 가공품 7종은 첨가물의 첨가에 의하여 원료어의 지질 이외에도 첨가물에서 유래하는 지질의 영향이 아주 컸다.

비타민

시판 다소비 주요 냉동수산식품 11종(황다랑어회, 눈다랑어회, 참다랑어회, 가다랑어회 및 생선스테이크, 생선커틀릿, 생선전, 새우튀김, 새우패티, 새우커틀릿, 해물완자)의 지용성 비타민[A (retinol) 및 E (α -tocopheryl acetate)] 및 수용성 비타민[B₂ (riboflavin)와 B₃ (niacin)] 함량은 Table 5와 같다. 시판 다소비 주요 냉동수산식품 11종의 100 g 당 지용성 비타민 함량은 비타민 A 함량이 불검출-흔적량 범위로 거의 검출되지 않았고, 비타민 E 함량이 불검출-15.64 mg 범위였으며, 수용

성 비타민 함량은 리보플라빈이 불검출-0.03 mg 범위였고, 나이아신이 불검출-19.64 mg 범위(nicotinic acid의 경우 불검출, nicotinic acid amide의 경우 불검출-19.64 mg 범위)이었다.

한편, 6세 이상 한국인 남녀 1일 비타민 섭취 기준은 평균 필요량으로 비타민 A가 290-620 μ g RAE, 리보플라빈이 0.6-1.4 mg, 나이아신이 7-13 mg NE이고, 충분 필요량으로 비타민 E가 α -tocopherol로서 7-12 mg이다(The Korean Nutrition Society, 2015).

이상의 시판 다소비 주요 냉동수산식품 11종의 100 g 당 수용성 및 지용성 비타민의 결과와 1일 비타민 섭취기준으로 미루어 보아 비타민의 건강 기능 효과는 비타민 A 및 리보플라빈의 경우 모든 제품에서 기대하기 어려웠고, 비타민 E의 경우 참다랑어, 해물완자, 새우튀김, 새우패티 및 새우커틀릿에서 기대되었으며, 나이아신의 경우 다랑어류회 4종, 생선스테이크, 생선커틀릿에서 연령대에 관계없이, 그리고, 해물완자의 경우 6-11세 한정하여 기대되었다.

사 사

이 논문은 2019년도 국립수산물과학원 수산시험연구사업(R2019053)의 지원으로 수행된 연구입니다.

References

- Ackman RG. 1986. WCOT (capillary) gas-liquid chromatography. In: Analysis of Oils and Fats. Hamilton RJ and Rossell JB, eds. Elsevier Applied Science Publishers Ltd., London and New York, U.K. and U.S.A., 137-206.
- AOCS (American Oil Chemists' Society). 1990. AOCS official method Ce 1b-89. In Official methods and recommended practice of the AOCS, 4th ed., AOCS, Champaign, IL, U.S.A.
- AOAC (Association of Official Analytical Chemists). 1995. Official Methods of Analysis. 16th ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington DC, U.S.A., 69-74.
- aT FIS. 2015. 2015 Processing food classification market status (Frozen-food market). Retrieved from <http://www.atfis.or.kr/article/M001050000/view.do?articleId=1966> on Feb 21, 2018.
- Bligh EG and Dyer WJ. 1959. A rapid method of lipid extraction and purification. Can J Biochem Physiol 37, 911-917.
- Costa, AIA, Dekker M, Beumer RR, Rombouts FM and Jonge WMF. 2001. A consumer-oriented classification system for home meal replacements. Food Qual Prefer 12, 229-242.
- Kim HJ, Kim MJ, Kim KH, Ji SJ, Lim KH, Park KH, Shin JH, Heu MS and Kim JS. 2012. Comparison of food components in various parts of white muscle from cooked skipjack tuna *Katsuwonus pelamis* as a source of diet foods. Korean J Fish Aquat Sci 45, 307-316.
- Kim HK. 2009. Separation and functional properties of histidine

- containing low molecular weight peptides from tuna meat. MS. Thesis, Pukyong National University, Busan, Korea.
- Kim JS. 2000. Fresh and Frozen Storage of Food. Publishing Co., Seoul, Korea, 159-160.
- Kim JS, Kim HS and Heu MS. 2006. Introductory Foods. Hyoil Publishing Co., Seoul, Korea, 42-43.
- Kim KH. 2014. Concentration and risk assessment of heavy metal in mainly consumed fishes. MS Thesis. Gyeongsang National University, Tongyeong, Korea.
- Kim MA, Chae YJ, Lee YB, Chun BS and Kim SB. 2013. Food quality of patties prepared using antarctic krill *Euphausia superba* meat. Korean J Fish Aquat Sci 46, 520-527. <https://doi.org/10.5657/KFAS.2013.0520>.
- Lee EH, Kim JS, Ahn CB, Joo DS, Lee CS and Son KT. 1993. Processing and quality stability of precooked frozen fish foods: (IV) Quality stability of mackerel based burger during frozen storage. J Korean Agric Chem Soc 36, 58-63.
- Lim CW, Kim JS, Joo DS and Lee EH. 1992. Processing and quality stability of precooked frozen fish foods: (II) Quality stability of sardine burger. J Korean Agric Chem Soc 35, 260-264.
- Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs. 2017. Report of commercializing developed porridge product customized for group feeding considering eating functions of the elderly and infirm. Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs, Sejong, Korea.
- MFDS (Ministry of Food and Drug Safety). 2018a. 7. General test method in Food Code. Retrieved from <http://www.foodsafetykorea.go.kr/portal/safefoodlife/food/foodRvlv/foodRvlv.do> on May 2, 2017.
- MFDS (Ministry of Food and Drug Safety). 2018b. Korean food standards codex. Retrieved from <http://www.foodsafetykorea.go.kr/foodcode/index.jsp> on May 2, 2017.
- Mohamed Ali FH. 2011. Quality evaluation of some fresh and imported frozen seafood. Adv J Food Sci Technol 3, 83-88.
- Moon SK, Kang JY, Kim KD, Kim IS and Jeong BY. 2005. Lipid components of the cultured pearl oyster (*Pinctada fucata martensii*) in Korea. J Fish Sci Technol 8, 189-194.
- Nasiri FD, Mohebbi M, Yazdi FT and Khodaparast MHH. 2010. Effects of soy and corn flour addition on batter rheology and quality of deep fat-fried shrimp nuggets. Food Bioproc Tech 5, 1238-1245. <https://doi.org/10.1007/s11947-010-0423-4>.
- National Rural Resources Development Institute. 2007. 2006 Food Composition Table I, II (7th revision). Hyoil Publishing Co., Seoul, Korea, 200-325.
- The Korean Nutrition Society. 2015. 2015 Dietary Reference Intakes for Koreans. The Korean Nutrition Society, Seoul, Korea, 157-218.
- Valencla-Perez AZ, Soto-Valdez H, Ezquerro-Brauer JM, Marquez-Rios E and Torres-Arreola W. 2015. Quality changes during frozen storage of blue shrimp (*Litopenaeus stylirostris*) with antioxidant, α -tocopherol, under different conditions. Food Sci Technol 35, 368-374. <https://doi.org/10.1590/1678-457X.6666>.