

국내 다소비 횡감용 어류인 광어(*Paralichthys olivaceus*), 참돔(*Pagrus major*) 및 연어류의 영양 특성

최유리¹ · 이창영² · 박지훈¹ · 이정석^{1,2} · 허민수^{2,3} · 김진수^{1,2*}

¹경상국립대학교 해양식품공학과/해양산업연구소, ²경상국립대학교 수산식품산업화 기술지원센터, ³경상국립대학교 식품영양학과

Nutritional Characteristics of Olive Flounder *Paralichthys olivaceus*, Red Sea Bream *Pagrus major* and Salmon Distributed in Korea as Commonly Consumed Sliced Raw Fish

Yu Ri Choe¹, Chang Yong Lee², Ji Hoon Park¹, Jung Suck Lee^{1,2}, Min Soo Heu^{2,3} and Jin-Soo Kim^{1,2}

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

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

³Department of Food and Nutrition, Gyeongsang National University, Jinju 52828, Republic of Korea

This study was conducted to investigate the nutritional characteristics of the following Korean-distributed fish species commonly consumed as sliced raw fish (CC-SRF): olive flounder *Paralichthys olivaceus* (OF), red sea bream *Pagrus major* (RS), Atlantic salmon (AS), coho salmon (CS) and sockeye salmon (SS). The crude protein and lipid contents of OF, RS, AS, CS and SS were 20.2% and 5.5%, 21.2% and 6.8%, 17.7% and 18.5%, 18.3% and 16.1%, and 20.4% and 5.7%, respectively. Regardless of the type and weight of fish species, the major amino acids were leucine, lysine, aspartic acid, and glutamic acid, whereas histidine was identified as a limiting amino acid. The major minerals in all CC-SRF were P, K and Se based on the recommended daily intake or sufficient intake for Korean males aged between 19–49 years. Among the different types of all CC-SRF, the intake of OF and SS lipids is predicted to be associated with a lower n-6/n-3 fatty acid ratio, whereas among the free amino acids, which are expected to have health functionality, we identified taurine in OF and RS, and anserine in salmon. The digestibility of OF, RS, AS, CS and SS were 60.7%, 54.9%, 48.5%, 49.6%, and 53.4%, respectively.

Keywords: Sliced raw fish, Oliver flounder, Red sea bream, Salmon, Commonly consumed fish

서론

생선회는 싱싱한 생선으로부터 껍질을 벗기고 살을 얇게 썰어 얇은 천으로 물기를 닦아낸 다음 고추장을 주 베이스로 하는 회 초장, 된장, 겨자 등에 마늘, 간장 등과 곁들여 먹는 수산식품으로 정의할 수 있다(Park et al., 2022a). 이들 생선회는 국내 소득 수준의 향상과 더불어 수산물의 건강 기능성이 널리 알려진 이래 소비자들로부터 상당히 선호되고 있는 수산식품 중의 하나이다. 특히, 국내에서 생선에 대한 선호도는 광어가 73.7%로 가장 높았고, 다음으로는 연어(44.0%), 조피볼락(40.8%), 돔류

(38.4%) 등의 순으로 알려져 있다(KMI, 2022). 광어는 국내 양식 해수어류의 연간 생산량 약 50% 이상을 차지할 뿐만 아니라 국민 횡감으로 소비량도 높은 대표적 양식 어종이다(Park et al., 2022b). 하지만, 최근 연어와 참돔 등의 다량 수입에 의하여 광어의 소비는 감소되고 있다. 연어는 생선회, 생선덮밥 뿐만 아니라, 훈제 연어, 연어장 등과 같은 다양한 제품 개발과 동시에 세계 10대 슈퍼푸드(superfoods)라는 건강 기능성에 대한 스토리텔링(story telling) 등으로 젊은 층 소비자들을 중심으로 그 수요가 크게 증가하고 있다(Horowitz, 2002). 하지만, 국내에서 이들 생선회의 수요에 대한 공급은 광어의 경우

*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.2022.0777>

Korean J Fish Aquat Sci 55(6), 777-790, December 2022

Received 8 September 2022; Revised 24 October 2022; Accepted 19 November 2022

저자 직위: 최유리(대학원생), 이창영(연구원), 박지훈(대학원생), 이정석(교수), 허민수(교수), 김진수(교수)

대부분이 국내에서 다량 양식되어 충분히 공급되고 있으나, 참돔과 연어의 경우 양식이 일부 부족하거나 많은 양이 부족하여 일본 또는 노르웨이 및 칠레 등으로부터 수입되어 공급되고 있다(MOF, 2022). 또한, 연어는 단일종이 아니라, 다양한 종으로 구성되어 있고, 산업적으로 많이 이용되고 있는 종은 왕연어(king salmon *Oncorhynchus tshawytscha*), 홍연어(sockeye salmon *Oncorhynchus nerka*), 은연어(silver salmon or coho salmon *Oncorhynchus kisutch*), 대서양연어(Atlantic salmon *Salmo salar*), 시마연어(cherry salmon *Oncorhynchus masou*), 백연어(chum salmon *Oncorhynchus keta*) 및 곱사연어(핑크연어)(pink salmon *Oncorhynchus gorbuscha*) 등이 있으나 국내에서는 주로 대서양연어, 은연어 및 홍연어와 같은 3종이 주로 수입되어 유통되고 있다(Kim and Kang, 2021).

한편, 생선 횡감에 대한 식품학적 연구로는 Sato et al. (1986)의 어류 유영 형태와 콜라겐 함량, 그리고 이의 조직감에 미치는 영향, Sigurgisladdottir et al. (1999)의 대서양 연어의 부위별 조직감 특성, Shin et al. (2005)의 포장 방법이 냉장 광어육의 물리화학적 변화에 미치는 영향, Oh et al. (2008)의 산천어의 영양 특성에 관한 조사, Moreno et al. (2012)의 양식산 대서양 연어의 조직감과 콜라겐의 상관관계, Ko et al. (2016)의 국내 다 소비 횡감인 광어와 우럭의 주요 품질 결정 감각 특성 인자의 도출에 관한 연구 등이 있으나, 국내에 유통되고 있는 주요 횡감인 국내산 광어와 수입산 참돔 및 연어 3종(대서양연어, 은연어 및 홍연어) 간의 영양 및 건강 기능 특성을 비교 검토한 연구는 거의 전무한 실정이다.

본 연구에서는 국내 양식산 광어의 횡감으로써 소비 촉진을 위한 일련의 기초 연구로 국내에 유통되는 국내산 광어의 중량(1 kg 및 2 kg)별 영양 특성에 대하여 조사하고, 이를 최근 우리나라 소비자들이 선호하고 있는 수입산 참돔(1.5 kg 및 2.5 kg)과 수입산 연어(대서양연어, 은연어 및 홍연어)를 대조구로 하여 비교, 검토하였다.

재료 및 방법

재료

검체는 국내산 양식산 광어(*Paralichthys olivaceus*)의 경우 생산 지역별(제주특별자치도, 전라남도 완도군, 경상남도 거제시) 3건 및 시기별 3회씩을 체중별(1 kg 및 2 kg)로 달리하여 각각 총 9건을, 수입산 참돔(*Pagrus major*)의 경우 일본에서 경상남도 통영시로 수입된 것 중 체중별(1.5 kg 및 2.5 kg)로 시기를 달리하여 각각 3회씩을, 그리고 연어류 중 대서양연어(*S. salar*)의 경우 노르웨이에서, 은연어(*O. kisutch*)의 경우 칠레에서, 홍연어(*O. nerka*)의 경우 러시아에서 수입된 것을 시기별로 달리하여 각각 3회씩 채취하여 사용하였다. 이들 검체의 생산 지역(산지), 무게, 길이(전장 및 체장), 시료 건수, 상태(활어, 선어 및 냉동어), 채취 지역, 장소, 시기 및 시료 코드 등의 자세한 내용을 요약 정리한 결과는 Table 1과 같다.

일반성분 및 에너지

일반성분 함량은 횡감을 검체로 하여 식품공전(MFDS, 2022)에 따라 수분의 경우 상압가열건조법으로, 조단백질의 경우 semimicro Kjeldahl법으로, 그리고, 회분의 경우 건식회화법으로 측정하여 산출하였고, 탄수화물 함량의 경우 100-(수분+조단백질+조지방+회분함량)으로 산출하였다. 또한, 조지방 함량은 식품공전(MFDS, 2022)에 따라 Soxhlet법으로 측정된 Park et al. (2022a)의 데이터를 인용하여 사용하였다.

에너지는 일반성분의 분석 자료를 토대로 하되, 환산계수는 농업진흥청에서 제시한 에너지 환산계수(RDA, 2016) (단백질 함량 × 4.27 + 지방 × 9.02 + 탄수화물 × 3.87)를 활용하여 계산하였다. 이때 탄수화물 함량은 조섬유와 당을 합한 것으로 하였다.

총아미노산

총아미노산의 분석은 횡감을 검체로 하여 식품공전(MFDS, 2022)에서 언급한 방법을 약간 변형하여 실시하였다. 총아미노

Table 1. Produced area, sampled condition (weight, length, state, area and period) and sample code of commonly consumed fish species [olive flounder *Paralichthys olivaceus*, red sea bream *Pagrus major* and salmon (Atlantic salmon *Salmo salar*, coho salmon *Oncorhynchus kisutch*, and sockeye salmon *Oncorhynchus nerka*)] distributing as sliced raw fishes

Fish species	Produced area	Sampled condition							Code
		Weight(g)	Length (cm)		Unit	State	Area	Period	
			Total	Body					
Olive flounder	Jeju/Wando/Geoje	1,026±25	40.7±1.5	35.7±1.4	9	Live	Tongyeong	21.9-10	OF-1
		2,051±44	52.1±1.2	45.2±1.9	9				OF-2
Red sea bream	Japan	1,508±107	44.0±1.8	37.2±1.6	3	Live	Tongyeong	21.10-12	RS-1.5
		2,630±130	48.1±1.9	40.4±1.0	3				RS-2.5
Salmon	Atlantic	Norway	4,116±164	64.4±1.0	59.1±1.4	3	Fresh	21.10-12	AS
	Coho	Chile	4,186±190	63.3±1.1	59.4±1.5	3	Frozen		CoS
	Sockeye	Russia	4,033±252	60.7±1.2	55.7±1.2	3			21.12

산 분석용 가수분해물은 횃감 약 10 mg을 가수분해용 시험관에 정밀히 채취하여 넣고, 여기에 0.05% (w/v) 2-메르카프토에탄올 (2-mercapto-ethanol) (C_2H_6SO)을 함유한 6 N 염산 약 10 mL를 가한 다음, 이를 밀봉하고, $105 \pm 1^\circ C$ 로 조정된 정온가열로 (heating block, HF21; Yamato Scientific Co., Tokyo, Japan)에서 24시간 가수분해시켜 제조하였다. 아미노산 분석용 전처리 시료는 염산 가수분해물을 $40^\circ C$ 에서 압농축하여 염산을 제거하였고, 0.2 N 구연산나트륨 완충액 (pH 2.2)으로 정용(25 mL)하였으며, 이를 membrane syringe filter (pore size 0.2 μm , 13 mm, PN6054567; Pall Co., Seoul, Korea)로 걸러 제조하였다. 아미노산 분석은 최종 전처리 시료의 일정량을 이용하여 아미노산자동분석기(Pharmacia Biotech Biochrom 30; Biochrom Ltd., London, UK)로 실시하였다.

무기질

무기질 분석용 시험용액은 횃감을 동결건조하고, 분쇄한 다음 Kim (2014)이 언급한 방법에 따라 제조하였다. 즉, 무기질 분석용 시험용액의 제조를 위하여 테프론 분해기(teflon bomb)에 건조물 1 g과 무기질 분석용 고순도 질산 10 mL를 가하고 상온에서 150분 동안 반응시킨 다음 시료의 완전 분해를 위하여 테프론 분해기를 밀폐시키고, 가열판으로 $80 \pm 5^\circ C$ 에서 400분간 가열한 후 노란색을 띠는 맑은 용액이 될 때까지 분해시켜 제조하였다. 이어서 테프론 분해기의 코크를 열어 압력을 제거하고, 뚜껑을 열어 $100 \pm 5^\circ C$ 에서 질산이 1 mL 정도가 되도록 증발시킨 다음 여기에 다시 무기질 분석용 고순도 질산 10 mL를 가한 후, 테프론 분해기의 밀폐, 가열($80 \pm 5^\circ C$, 400분)하는 과정을 한 번 더 반복하였다. 무기질 분석용 시험용액은 테프론 분해기의 질산이 1 mL 정도가 되었을 때 분해를 종료하고 2% 질산 용액으로 재용해한 다음, 여과 및 정용(100 mL)하여 제조하였다.

무기질의 분석은 다량 무기질(칼슘, 인, 칼륨, 마그네슘)의 경우 ICP-OES (ELAN DRC II; PerkinElmer, Santa Clara, CA, USA)에, 미량 무기질(철, 셀레늄)의 경우 ICP-MS (Nexion 350D; Perkin Elmer)에 전처리 용액(50 μL)을 주입한 다음 식품공전(MFDS, 2022)에 제시되어 있는 조건(carrier gas, argon; RF power, 1,300 W; plasma gas flow, 10 L/min; auxiliary gas flow, 0.2 L/min; pump flow, 1.0 mL/min; pump speed, 100 rpm; nebulizer gas flow, 0.55 L/min)에 따라 실시하였다.

지방산

지방산 분석용 시료유는 검체를 횃감으로 하고, 추출용매는 chloroform-methanol (2:1, v/v) 혼합용액을 사용하는 Bligh and Dyer (1959)법으로 추출하여 사용하였다. 지방산 조성은 추출한 총지질의 일정량을 이용하여 AOCS (1998)법에 따라 지방산 메틸에스테르화한 후에 capillary column [Supelcow-aAriat Unicode MSx-10 fused silica wall-coated open tubular column, 30 m \times 0.25 mm I.d. (Supelco Japan Ltd., Tokyo, Japan)]이 장착된 gas chromatography (GC-2010 Pro; Shimadzu

Seisakusho Co. Ltd., Kyoto, Japan)를 이용하여 분석하였다. 이때 총지질의 지방산 메틸에스테르는 14% BF_3 -Methanol 용액을 이용하여 조제하였다. 그리고 시료 주입구(injector) 및 FI (flame ionization) 검출기(detector) 온도는 $250^\circ C$ 로 하였으며, 컬럼오븐(column oven) 온도는 $180^\circ C$ 에서 8분간 유지한 후 $3^\circ C/min$ 으로 $230^\circ C$ 까지 승온시킨 다음 15분간 유지하였다. Carrier gas는 He (54.0 mL/min)을 사용하고, split ratio는 1:50으로 하였다.

분석된 지방산은 시료의 경우와 동일한 조건에서 분석한 표준품(Supelco 37 Component FAME Mix.; Sigma-Aldrich Korea, Seoul, Korea)의 머무름 시간(retention time)과 비교하여 동정하고, 표준품이 없는 지방산의 경우는 문헌상(Ackman, 1989)의 ECL (equivalent chain length)과 비교하여 동정하였다. 내부 표준품으로는 methyl tricosanoate (99%; Sigma-Aldrich Korea, Seoul, Korea)를 사용하였다.

비타민 D

비타민 D의 전처리와 이를 활용한 분석은 식품공전(MFDS, 2022)에서 언급한 HPLC-MS (high performance liquid chromatography-mass spectrometry)에 의한 정량법에 따라 실시하였다. 이때, 분석은 Shiseido Capcell Pak C_{18} SG 80 (4.6 \times 250 mm, 5 μm)이 장착된 HPLC-MS (Nanospace SI-2 system; Hitachi Co., Kyoto, Japan)를 사용하여 이동상을 메탄올:에탄올 (9:1, v/v)로 하고, 유속을 300 $\mu L/min$, 측정파장을 254 nm로 하여 실시하였다.

주요 유리아미노산 및 펩타이드

본 연구에서는 검체의 유리아미노산 및 펩타이드를 분석한 다음 주요 유리아미노산(taurine, alanine 및 glycine) 및 펩타이드(carnosine 및 anserine)에 대하여 한정하여 살펴보고자 하였다. 유리아미노산 및 펩타이드의 분석을 위한 전처리는 횃감 15 g에 20% (w/v) trichloroacetic acid (TCA) 20 mL를 가하고, 10분간 교반 및 원심분리(9,400 g, 20분)한 다음, 10% (w/v) TCA로 앞의 과정을 반복한 후 100 mL로 정용하였다. 유리아미노산 및 펩타이드 분석용 전처리 시료는 정용한 것을 분액갈때기에 취하고, 동량의 에테르를 사용하여 TCA 제거 공정을 4회 반복한 후, 농축 및 lithium citrate buffer (pH 2.2)로 정용(25 mL)하여 제조하였으며, 이를 membrane syringe filter (pore size 0.2 μm , 13 mm, PN6054567; Pall Co., Seoul, Korea)로 걸러 제조하였다.

유리아미노산의 분석은 전처리 시료의 일정량을 이용하여 아미노산자동분석기(Biochrome 30; Pharmacia Biotech, London, UK)로 실시하였다.

소화율

소화율의 분석은 횃감을 검체로 하여 Hur et al. (2015)이 언급한 방법에 따라 실시하였다. 즉, 구강 소화용 혼합물은 200 mL

삼각플라스크에 마쇄 김채 5 g을 넣고, 여기에 이미 조제한 인공 타액(saliva) 6 mL와 마그네틱바(magnetic stirrer bar)를 차례로 넣은 다음 파라필름(parafilm)으로 플라스크 입구를 밀봉하여 제조하였다. 이어서, 구강 소화용 혼합물의 소화물은 37°C로 세팅된 shaking water bath (SWB-10 Shaking Water Bath; Jeio Tech. Inc., Daejeon, Korea)에서 천천히 5분간 shaking시켜 제조하였다. 위 소화용 혼합물은 구강 소화물에 위액(gastric juice) 12 mL를 넣어 잘 혼합하고 밀봉하여 제조하였고, 소화물은 37°C로 세팅된 shaking water bath에서 2시간 동안 천천히 shaking 시키면서 소화시켰다. 이때 pH가 3 이상 증가하면 6 N HCl을 이용하여 pH를 3 이하로 조절하였다. 소장 소화용 혼합물은 구강, 위에서 연속적으로 소화처리한 소화물에 소장액(duodenal juice) 12 mL와 담즙액(bile juice) 6 mL를 넣어 혼합하고 밀봉하여 제조하였고, 소화물은 37°C로 세팅된 shaking water bath에서 2시간 동안 천천히 shaking 시키면서 소화시켰다. 이때 pH가 5 이하이거나 8 이상이 되면 6 N HCl과 6 N NaOH를 이용하여 약산성 또는 약 알칼리 수준이 될 수 있게 조절하였다.

소화가 끝난 소화물은 원심분리(12,000 g, 15분)하여 상층액은 버리고, 남은 고형물을 건조하여 소화율 산출을 위하여 사용하였다. 소화율은 소화전 건중량에 대한 소화 전과 후의 건중량 차이의 상대비율(%)로 하였다.

통계 처리

본 연구 결과에 대한 데이터의 표준편차 및 유의차 검정(5% 유의수준)은 SPSS 통계패키지(SPSS for window, release 18)에 의한 ANOVA test를 이용하여 분산분석한 후 Duncan의 다중위검정을 실시하여 나타내었다.

결과 및 고찰

일반성분 함량 및 에너지

다소비 횃감의 어종(국내산 광어, 수입산 참돔, 대서양연어, 은연어 및 홍연어)별, 중량(광어의 경우 1 kg 및 2 kg, 참돔의 경우 1.5 kg 및 2.5 kg)별 일반성분 함량 및 에너지는 Table 2와 같다. 어종별 횃감 근육 100 g 당의 수분 함량은 유의적으로 광어와 홍연어가 각각 72.6 g 및 72.8 g으로 가장 높았고, 다음으로 참돔(69.9 g), 은연어(64.4 g) 및 대서양연어(62.4 g)의 순이었다($P<0.05$). 횃감 근육 100 g 당의 중량별 수분 함량은 유의적으로 어종에 관계없이 중량이 낮은 것이 높은 것에 비하여 높았다($P<0.05$). 어종별 횃감 근육 100 g 당의 조지방 함량은 유의적으로 대서양연어가 18.5 g으로 가장 높았고, 다음으로 은연어(16.1 g), 참돔(6.8 g)의 순이었으며($P<0.05$), 광어(5.5 g)와 홍연어(5.7 g)가 유의적인 차이가 없이 가장 낮았다($P>0.05$). 어류 100 g 당의 중량별 조지방 함량은 유의적으로 어종에 관계없이 중량이 무거운 것이 가벼운 것에 비하여 높았다($P<0.05$). 한편, Hamilton et al. (2005)은 자연산 연어(45건) [태평양연어(왕연어, 홍연어, 은연어, 백연어 및 곱사연어)], 양식산 대서양연어(153건) 및 양식 사료(13건)의 지질 조성을 측정하는 연구에서 연어의 조지방 함량은 자연산 연어의 경우 $6.44 \pm 3.27\%$, 양식산 연어의 경우 $16.59 \pm 2.91\%$, 양식 사료 지질의 경우 $33.20 \pm 2.67\%$ 이었고, 이들 양식산 연어의 지질 함량은 산지별(국가와 지역)에 따라 차이가 14.0–20.0% 범위로 컸고, 이는 사육 환경 뿐만이 아니라 사료의 종류의 차이에 의한 영향이 가장 컸다고 보고한 바가 있다. 이로 미루어 볼 때 본 실험에서의 대서양연어, 은연어 및 홍연어 간의 조지방 함량의 차이는 양식산과 자연산 간의 차이 뿐만이 아니라 양식산 연어 간의 경우 사료

Table 2. Proximate composition and energy of commonly consumed fish species [olive flounder (OF) *Paralichthys olivaceus*, red sea bream (RS) *Pagrus major*, Atlantic salmon (AS) *Salmo salar*, coho salmon (CS) *Oncorhynchus kisutch* and sockeye salmon (SS) *Oncorhynchus nerka*] as sliced raw fishes

Sample code ¹	Proximate component (g/100 g)					Energy (kcal/100 g)	
	Moisture	Crude protein	Crude lipid ²	Ash	Carbohydrate ³		
OF	-1	73.9±1.0 ^{C4}	19.3±1.1 ^A	5.0±0.5 ^A	1.6±0.3 ^A	0.2±0.1 ^A	128.3±6.4 ^A
	-2	71.3±0.6 ^B	21.0±0.5 ^C	6.1±0.6 ^B	1.4±0.2 ^A	0.2±0.1 ^A	145.5±4.3 ^B
	Mean	72.6±1.6 ^{III}	20.2±1.2 ^{II}	5.5±0.8 ^I	1.5±0.2 ^{II}	0.2±0.1 ^{III}	136.9±10.6 ^I
RS	-1.5	71.0±1.1 ^B	20.7±0.7 ^{BC}	6.2±0.4 ^B	1.8±0.1 ^A	0.3±0.1 ^A	145.3±6.8 ^B
	-2.5	68.8±1.4 ^A	21.7±0.8 ^C	7.5±0.4 ^C	1.6±0.2 ^A	0.4±0.2 ^A	161.5±6.8 ^C
	Mean	69.9±1.7 ^{II}	21.2±0.8 ^{II}	6.8±0.8 ^{II}	1.7±0.2 ^{II}	0.4±0.2 ^{III}	153.4±10.8 ^{II}
AS		62.4±0.5 ^I	17.7±0.4 ^I	18.5±0.6 ^{IV}	1.2±0.2 ^{III}	0.2±0.1 ^{III}	243.4±3.9 ^{IV}
CoS		64.4±0.3 ^I	18.3±0.8 ^I	16.1±0.4 ^{III}	1.1±0.2 ^I	0.1±0.1 ^I	223.6±1.0 ^{III}
SS		72.8±0.6 ^{III}	20.4±0.3 ^{II}	5.7±0.3 ^{III}	0.9±0.1 ^I	0.2±0.0 ^{III}	139.2±4.4 ^I

¹Sample codes (OF-1, -2, RS-1.5, -2.5) are the same as explained in Table 1. ²The data were quoted from Park et al. (2022). ³Carbohydrate (%) = 100 - (moisture + crude protein + crude lipid + ash). ⁴The different letters (capital letter in each olive flounders and red sea breams, and Roman alphabet in mean of olive flounder, red sea bream and salmon) on the data in the column indicate significant differences at $P<0.05$.

의 종류 차이 때문이라 판단되었다. 그리고, Park et al. (1995)도 어류의 크기가 클수록 수분 함량의 경우 낮고, 조지방 함량의 경우 높아 수분 함량과 조지방 함량 간에는 역상관 관계가 있다고 보고한 바가 있다. 어종별 횡감 근육 100 g 당의 조단백질 함량은 유의적으로 광어, 참돔 및 홍연어가 각각 20.2 g, 21.2 g 및 20.4 g으로 이들이 가장 높았고($P < 0.05$), 다음으로 은연어(18.3 g), 대서양연어(17.7 g)의 순이었으나 은연어와 대서양연어 간의 경우 유의적인 차이가 없었다($P > 0.05$). 어류 100 g 당의 중량별 조단백질 함량은 광어의 경우 유의적으로 중량이 가벼운 것이 무거운 것에 비하여 낮았으나($P < 0.05$), 참돔의 경우 유의적으로 중량에 따른 차이의 경우 인정되지 않았다($P > 0.05$). 어종별 횡감 근육 100 g 당의 회분 함량은 광어와 참돔이 각각 1.5 g 및 1.7 g으로 가장 높았고, 다음으로 대서양연어(1.2 g), 은연어(1.1 g) 및 홍연어(0.9 g)의 순이었으나, 광어와 대서양연어 간, 대서양연어와 은연어 간의 경우 유의적인 차이가 없었다($P > 0.05$). 횡감 근육 100 g 당의 중량별 회분 함량은 유의적인 차이가 없었다($P > 0.05$). 어종별 횡감 근육 100 g 당의 탄수화

물 함량은 어중에 관계없이 0.1–0.4 g 범위로 미량이었고, 어종 간 또는 중량별 간에도 차이가 없거나 아주 미미한 정도의 차이가 있었다. 이상의 어종별 횡감 근육 100 g 당의 일반성분 결과로 미루어 보아 횡감 근육 100 g 당의 평균 단백질 함량은 대서양연어를 제외한다면 어종과 중량에 관계없이 모두 어류의 표준 단백질 함량($20 \pm 2\%$) 범위(Kim and Kang, 2021)이었으나, 평균 지질 함량은 광어 1 kg을 제외한다면 모두 표준 지질 함량($3 \pm 2\%$)의 범위(Kim and Kang, 2021)보다 높았다.

어종별 횡감 근육 100 g 당의 에너지는 유의적으로 대서양연어가 243.4 kcal로 가장 높아 고열량 횡감이었고, 다음으로 은연어(223.6 kcal), 참돔(153.4 kcal)의 순이었으며($P < 0.05$), 광어(136.9 kcal) 및 홍연어(139.2 kcal)가 유의적인 차이가 없이 가장 낮아 가장 저열량 횡감으로 나타났다($P > 0.05$). 이와 같은 어종별 횡감 근육 100 g 당의 에너지 차이는 열량이 없는 수분 함량과 열량이 가장 높은 지질의 함량 차이 때문이라 판단되었다. 한편, Kim et al. (2018)은 회로 많이 먹는 어류 근육 100 g 당의 에너지의 경우 도다리가 78 kcal, 조피볼락이 121 kcal, 방

Table 3. Total amino acid contents of commonly consumed fish species [olive flounder (OF) *Paralichthys olivaceus*, red sea bream (RS) *Pagrus major*, Atlantic salmon (AS) *Salmo salar*, coho salmon (CoS) *Oncorhynchus kisutch* and sockeye salmon (SS) *Oncorhynchus nerka*] as sliced raw fishes

Amino acid	Olive flounder (OF) (g/100 g) ¹			
	-1	-2	Mean	
EAA ²	Thr	0.89±0.04 ^{A3} (4.8)	0.98±0.02 ^C (4.9)	0.94±0.06 ^{II} (4.9±0.1)
	Met	0.52±0.07 ^A (2.8)	0.51±0.03 ^A (2.6)	0.52±0.00 ^I (2.7±0.2)
	Ile	0.89±0.03 ^A (4.8)	0.97±0.03 ^B (4.9)	0.93±0.06 ^{II} (4.8±0.1)
	Leu	1.56±0.07 ^A (8.4)	1.70±0.04 ^B (8.6)	1.63±0.10 ^{II} (8.5±0.1)
	Val	0.96±0.05 ^A (5.2)	1.04±0.04 ^{AB} (5.3)	1.00±0.06 ^{III} (5.2±0.0)
	Phe	0.82±0.05 ^A (4.4)	0.89±0.02 ^A (4.5)	0.86±0.05 ^I (4.5±0.0)
	His	0.45±0.02 ^A (2.4)	0.52±0.01 ^B (2.6)	0.49±0.04 ^{III} (2.6±0.1)
	Lys	1.87±0.07 ^A (10.1)	2.03±0.06 ^A (10.3)	1.95±0.12 ^{II} (10.2±0.1)
	Arg	1.16±0.08 ^A (6.3)	1.23±0.04 ^{AB} (6.2)	1.20±0.04 ^{II} (6.2±0.1)
Sub-total	9.12±0.42 ^A (49.2)	9.87±0.25 ^B (49.9)	9.52±0.53 ^{II} (49.6±0.3)	
Non-EAA ²	Asp	1.98±0.09 ^A (10.7)	2.17±0.05 ^B (10.9)	2.08±0.13 ^{II} (10.8±0.1)
	Ser	0.81±0.05 ^A (4.4)	0.88±0.01 ^A (4.4)	0.85±0.04 ^{II} (4.4±0.0)
	Glu	3.07±0.15 ^A (16.6)	3.28±0.10 ^A (16.5)	3.18±0.15 ^{III} (16.6±0.0)
	Pro	0.71±0.06 ^A (3.8)	0.72±0.01 ^A (3.6)	0.72±0.01 ^I (3.8±0.1)
	Gly	0.96±0.09 ^A (5.2)	0.96±0.02 ^A (4.8)	0.96±0.00 ^I (5.0±0.2)
	Ala	1.15±0.09 ^A (6.2)	1.22±0.02 ^{AB} (6.1)	1.18±0.05 ^{II} (6.1±0.0)
	Cys	0.12±0.02 ^A (0.6)	0.12±0.01 ^A (0.7)	0.12±0.00 ^I (0.6±0.0)
Tyr	0.60±0.06 ^A (3.2)	0.62±0.05 ^{AB} (3.1)	0.61±0.02 ^{II} (3.2±0.1)	
Sub-total	9.40±0.55 ^A (50.7)	9.97±0.22 ^{AB} (50.1)	9.70±0.40 ^{II} (50.5±0.3)	
Total	18.52±0.97 ^A (99.9)	19.84±0.47 ^{AB} (100.0)	19.22±0.93 ^{II} (100.1±0.1)	

¹Sample codes (OF-1, -2, RS-1.5, -2.5) are the same as explained in Table 1. ²EAA, Essential amino acid; Non-EAA, Non essential amino acid. ³The different letters (capital letter in each olive flounders and red sea breams, and Roman alphabet in mean of olive flounder, red sea bream and salmon) on the data in the row indicate significant differences at $P < 0.05$.

Table 3. Continued

	Red sea bream (RS) [g/100 g (Area %)]				Salmon [g/100 g (Area %)]			
	-1.5	-2.5	Mean		AS	CoS	SS	
Thr	0.94±0.03 ^{AB3} (4.8)	0.97±0.04 ^C (4.7)	0.96±0.02 ^{II}	(4.8±0.1)	0.82±0.01 ^I (4.8)	0.83±0.05 ^I (4.8)	0.94±0.02 ^{III} (4.8)	
Met	0.51±0.03 ^A (2.6)	0.62±0.04 ^B (3.0)	0.57±0.08 ^I	(2.8±0.3)	0.50±0.12 ^I (3.0)	0.50±0.07 ^I (2.9)	0.62±0.07 ^I (3.2)	
Ile	0.98±0.03 ^B (5.0)	0.99±0.04 ^B (4.8)	0.99±0.01 ^{II}	(4.9±0.1)	0.84±0.02 ^I (5.0)	0.85±0.04 ^I (4.9)	0.94±0.03 ^I (4.8)	
Leu	1.68±0.05 ^B (8.6)	1.72±0.07 ^B (8.4)	1.70±0.03 ^{II}	(8.5±0.1)	1.40±0.03 ^I (8.3)	1.45±0.09 ^I (8.4)	1.62±0.04 ^I (8.3)	
EAA ² Val	1.04±0.03 ^{AB} (5.3)	1.08±0.05 ^B (5.3)	1.06±0.03 ^{II}	(5.3±0.0)	0.95±0.02 ^I (5.6)	0.95±0.04 ^I (5.5)	1.07±0.05 ^I (5.5)	
Phe	0.89±0.03 ^A (4.5)	0.90±0.06 ^A (4.4)	0.90±0.01 ^I	(4.5±0.1)	0.85±0.00 ^I (5.0)	0.88±0.05 ^I (5.1)	1.00±0.04 ^{II} (5.1)	
His	0.52±0.02 ^B (2.6)	0.54±0.02 ^B (2.6)	0.53±0.01 ^{III}	(2.6±0.0)	0.48±0.01 ^I (2.8)	0.48±0.02 ^I (2.8)	0.56±0.02 ^{III} (2.9)	
Lys	1.96±0.10 ^A (10.0)	2.02±0.10 ^A (9.8)	1.99±0.04 ^{II}	(9.9±0.1)	1.67±0.04 ^I (9.8)	1.68±0.10 ^I (9.7)	1.88±0.03 ^I (9.7)	
Arg	1.23±0.05 ^{AB} (6.3)	1.29±0.05 ^C (6.3)	1.26±0.04 ^{II}	(6.3±0.0)	1.03±0.02 ^I (6.1)	1.06±0.06 ^I (6.1)	1.19±0.02 ^I (6.1)	
Sub-total	9.75±0.38 ^{AB} (49.7)	10.13±0.38 ^B (49.3)	9.94±0.27 ^{II}	(49.5±0.3)	8.54±0.24 ^I (50.4)	8.68±0.46 ^I (50.2)	9.82±0.23 ^{II} (50.4)	
Asp	2.12±0.07 ^{AB} (10.8)	2.19±0.09 ^C (10.7)	2.16±0.05 ^{II}	(10.8±0.1)	1.78±0.03 ^I (10.5)	1.84±0.12 ^I (10.6)	2.04±0.04 ^{II} (10.5)	
Ser	0.82±0.03 ^A (4.2)	0.86±0.04 ^A (4.2)	0.84±0.03 ^{II}	(4.2±0.0)	0.68±0.01 ^I (4.0)	0.71±0.04 ^I (4.1)	0.81±0.02 ^I (4.2)	
Glu	3.20±0.15 ^A (16.3)	3.29±0.14 ^A (16.0)	3.25±0.06 ^{III}	(16.2±0.2)	2.57±0.01 ^I (15.2)	2.68±0.22 ^I (15.5)	2.99±0.03 ^I (15.3)	
Non-EAA ² Pro	0.73±0.03 ^A (3.7)	0.76±0.05 ^A (3.7)	0.75±0.02 ^I	(3.7±0.0)	0.68±0.10 ^I (4.0)	0.68±0.09 ^I (3.9)	0.81±0.15 ^I (4.2)	
Gly	1.03±0.02 ^A (5.2)	1.13±0.02 ^B (5.5)	1.08±0.07 ^{II}	(5.4±0.2)	0.89±0.04 ^I (5.3)	0.89±0.03 ^I (5.2)	0.96±0.02 ^I (4.9)	
Ala	1.23±0.05 ^B (6.2)	1.29±0.04 ^B (6.3)	1.26±0.04 ^{II}	(6.3±0.1)	1.08±0.03 ^I (6.4)	1.09±0.06 ^I (6.3)	1.23±0.03 ^I (6.3)	
Cys	0.15±0.01 ^{AB} (0.8)	0.17±0.02 ^B (0.8)	0.16±0.01 ^I	(0.8±0.0)	0.11±0.04 ^I (0.7)	0.10±0.03 ^I (0.6)	0.10±0.05 ^I (0.5)	
Tyr	0.60±0.06 ^A (3.1)	0.71±0.01 ^B (3.5)	0.66±0.08 ^{III}	(3.3±0.3)	0.60±0.06 ^I (3.5)	0.62±0.04 ^I (3.6)	0.73±0.03 ^I (3.7)	
Sub-total	9.88±0.39 ^{AB} (50.3)	10.40±0.32 ^B (50.7)	10.14±0.37 ^{II}	(50.5±0.3)	8.39±0.17 ^I (49.6)	8.61±0.50 ^I (49.8)	9.67±0.14 ^{II} (49.6)	
Total	19.63±0.77 ^{AB} (100.0)	20.53±0.69 ^B (100.0)	20.08±0.64 ^{II}	(100.0±0.0)	16.93±0.37 ^I (100.0)	17.29±0.95 ^I (100.0)	19.49±0.36 ^{II} (100.0)	

¹Sample codes (OF-1, -2, RS-1.5, -2.5) are the same as explained in Table 1. ²EAA, Essential amino acid; Non-EAA, Non-essential amino acid. ³The different letters (capital letter in each olive flounders and red sea breams, and Roman alphabet in mean of olive flounder, red sea bream and salmon) on the data in the row indicate significant differences at P<0.05.

어가 101 kcal, 송어가 107 kcal, 전어가 107 kcal, 붕장어가 135 kcal, 가다랑어가 127 kcal, 갯장어가 170 kcal이었다고 보고한 바가 있다(Kim et al., 2018).

총아미노산 함량 및 조성

다소비 횡감의 어종(국내산 광어, 수입산 참돔, 대서양연어, 은연어 및 홍연어)별, 중량(광어의 경우 1 kg 및 2 kg 참돔의 경우 1.5 kg 및 2.5 kg)별 총아미노산의 함량과 조성은 Table 3과 같다. 어종별 횡감 근육 100 g 당의 총아미노산 함량은 광어(19.22 g), 참돔(20.08 g) 및 홍연어(19.49 g) 그룹이 가장 높았고, 다음으로 대서양연어(16.93 g) 및 은연어(17.29 g) 그룹의 순으로 유의적인 차이가 있었으며(P<0.05), 이들 각각 그룹 내 검체 간의 경우 유의적인 차이가 없었다(P>0.05). 횡감 근육 100 g 당의 중량별 총아미노산 함량은 광어와 참돔은 유의적으로 중량이 낮은 것이 높은 것에 비하여 낮았으나(P<0.05), 어체의 중량에 따른 유의적인 차이가 없었다(P>0.05). 어종별 횡감 근육의 총아미노산을 구성하는 주요 아미노산(8% 이상)은 어류의 종류, 중량에 관계없이 모두 leucine (광어, 참돔 모두 8.4–8.6% 범위, 대서양연어, 홍연어 모두 8.3%, 은연어 8.4%), lysine (광

어 10.1–10.3% 범위, 참돔 9.8–10.0% 범위, 대서양연어 9.8%, 은연어, 홍연어 모두 9.7%), aspartic acid (광어 10.7–10.9% 범위, 참돔 10.7–10.8% 범위, 대서양연어 10.5%, 은연어 10.6%, 홍연어 10.5%) 및 glutamic acid (광어 16.5–16.6% 범위, 참돔 16.0–16.3% 범위, 대서양연어 15.2%, 은연어 15.5%, 홍연어 15.3%) 등이었다.

한편, 필수아미노산은 체내에서 생성되지 않거나, 생성되어도 부족하여 식품과 같은 외부 공급원을 통해 꼭 보충해야 하는 아미노산이다. 어종별 횡감 근육 100 g 당의 필수아미노산 함량은 유의적으로 광어(9.52 g), 참돔(9.94 g) 및 홍연어(9.82 g) 그룹의 경우 유의적으로 가장 높았고, 다음으로 대서양연어(8.54 g)와 은연어(8.68 g) 그룹의 순이었으며(P<0.05) 그룹 내 검체 간의 경우 유의적인 차이가 없었다(P>0.05). 횡감 근육 100 g 당의 중량별 필수아미노산 함량은 광어의 경우 높은 것이 낮은 것에 비하여 유의적으로 높았으나(P<0.05), 참돔의 경우 중량에 따른 차이가 인정되지 않았다(P>0.05). 이들 다소비 횡감은 어종과 중량에 관계없이 필수아미노산의 조성은 49.2–50.4% 범위로 거의 절반 수준이어서, 영양적인 의미가 있었고, 분석방법상 검출되지 않는 tryptophan을 제외한다면 모두 제1제한아미

노산은 histidine (2.4–2.9% 범위)이었다.

다소비 횡감 5종의 곡류 제한아미노산이면서 어린이 성장에 기여하는 lysine (Suminski et al., 1997) 함량은 어종과 중량에 관계없이 모두 9.7–10.3% 범위로 함유되어 있어 국내 소비자들을 비롯한 곡류를 주식으로 하는 동양권 국가에서 다소비 횡감 5종(국내산 광어, 수입산 참돔, 대서양연어, 은연어 및 홍연어)의 근육 100 g을 섭취하는 경우 영양 밸런스(balance) 측면에서 의미가 있으리라 판단되었다.

무기질 함량

다소비 횡감의 어종(국내산 광어, 수입산 참돔, 대서양연어, 은연어 및 홍연어)별, 중량(광어의 경우 1 kg 및 2 kg 참돔의 경우 1.5 kg 및 2.5 kg)별 다량 무기질(칼슘, 인, 칼륨 및 마그네슘)과 미량 무기질(철 및 셀레늄) 함량은 Table 4와 같다. 칼슘은 신체 지지기능, 근육의 수축 및 이완, 신경의 흥분과 자극전달, 혈액의 응고 및 여러 가지 심혈관계 질환의 예방(Yoshimura et al., 1991)과 같은 기능에 관여하는 것으로 알려져 있다. 어종별 횡감 근육 100 g 당의 칼슘 함량은 광어가 22.9 mg으로 가장 많았고, 다음으로 참돔(18.8 mg) 및 홍연어(17.6 mg) 그룹군, 대서양연어(10.9 mg) 및 은연어(11.8 mg) 그룹의 순이었으며(P<0.05), 그룹 내 검체 간의 경우 유의적인 차이가 없었다(P>0.05). 횡감 근육 100 g 당의 중량별 칼슘 함량은 2종의 어종(광어와 참돔) 모두에서 유의적인 차이가 없었다(P>0.05). Kim et al. (2018)은 국내에서 유통되는 횡감 100 g 중 칼슘 함량이 부드러운 횡감인 가다랑어 근육의 경우 15 mg, 방어 근육의 경우 16 mg, 저서성 어류인 도다리 근육의 경우 22 mg, 잔가시가 함유되어 있는 전어 근육의 경우 141 mg, 갯장어 근육의 경우 81 mg, 붕장어 근육의 경우 35 mg, 숭어 근육의 경우 42 mg,

조피볼락 근육의 경우 34 mg이라고 보고한 바가 있다. 다소비 횡감의 어종별 칼슘 함량은 한국인 남자 19–49세의 1일 권장 섭취량인 800 mg (The Korean Nutrition Society, 2020)에 비하여 광어의 경우 2.9%, 참돔의 경우 2.4%, 대서양연어의 경우 1.4%, 은연어의 경우 1.5%, 홍연어의 경우 2.2%에 해당하였다. 따라서, 광어, 참돔, 대서양연어, 은연어 및 홍연어 근육은 어종에 관계없이 모두 근육 100 g의 섭취에 의한 칼슘의 건강기능성을 기대하기 어려울 것으로 판단되었다.

인은 신체 지지기능, 신체의 에너지 발생 촉진, 뇌신경 성분, 산-염기의 평형을 조절하는 완충효과에 의한 정상 pH 유지, 대사과정에서 생긴 에너지의 저장과 이동 및 인산화 반응에 의한 여러 효소의 활성화 등(The Korean Nutrition Society, 2020)에 관여하는 것으로 알려져 있다. 어종별 횡감 근육 100 g 당의 인 함량은 참돔(300.6 mg)과 홍연어(304.5 mg) 그룹이 가장 높았고, 다음으로 은연어(257.9 mg)의 순이었으며, 광어(249.8 mg)와 대서양연어(239.4 mg) 그룹이 유의적으로 가장 낮았다(P<0.05). 여기서, 참돔은 은연어와 홍연어, 그리고 은연어는 광어와 대서양연어와 유의적으로 차이가 없었다(P>0.05). 횡감 근육 100 g 당의 중량별 인 함량은 2종의 어종(광어와 참돔) 모두에서 유의적인 차이가 없었다(P>0.05). Kim et al. (2018)은 국내에서 유통되는 횡감 100 g 중 인의 함량이 가다랑어 근육의 경우 282 mg, 방어 근육의 경우 289 mg, 전어 근육의 경우 311 mg, 조피볼락 근육의 경우 278 mg, 전어 근육의 경우 311 mg, 갯장어 근육의 경우 214 mg, 도다리 근육의 경우 222 mg, 붕장어 근육의 경우 221 mg, 숭어 근육의 경우 217 mg이라고 보고한 바가 있다. 다소비 횡감의 어종별 인 함량은 한국인 남자 19–49세의 1일 권장섭취량인 700 mg (The Korean Nutrition Society, 2020)에 비하여 광어의 경우 35.7%, 참돔의 경우

Table 4. Mineral contents [macromineral (Ca, P, K and Mg) and micromineral (Fe and Se)] of commonly consumed fish species [olive flounder (OF) *Paralichthys olivaceus*, red sea bream (RS) *Pagrus major*, Atlantic salmon (AS) *Salmo salar*, coho salmon (CS) *Oncorhynchus kisutch* and sockeye salmon (SS) *Oncorhynchus nerka*] as sliced raw fishes

Sample code ¹	Macromineral (mg/100 g)				Micromineral		
	Ca	P	K	Mg	Fe (mg/100 g)	Se (µg/100g)	
OF	-1	23.7±1.0 ^{B2}	251.4±14.1 ^A	454.9±31.3 ^{AB}	31.5±1.6 ^A	0.48±0.02 ^A	11±2 ^A
	-2	22.1±1.8 ^B	248.3±17.3 ^A	433.8±30.0 ^A	30.5±2.5 ^A	0.48±0.01 ^A	12±1 ^A
	Mean	22.9±1.5 ^{III}	249.8±14.2 ^I	444.3±29.8 ^{III}	31.0±2.0 ^{III}	0.48±0.02 ^{II}	12±1 ^{III}
RS	-1.5	18.9±0.3 ^A	291.9±24.6 ^{AB}	487.2±15.9 ^B	34.6±2.1 ^{AB}	0.51±0.02 ^{AB}	12±1 ^A
	-2.5	18.7±0.7 ^A	309.3±44.5 ^B	467.2±8.8 ^{AB}	36.3±2.8 ^B	0.52±0.01 ^B	12±1 ^A
	Mean	18.8±0.5 ^{II}	300.6±33.6 ^{III}	477.2±15.9 ^{III}	35.4±2.4 ^{II}	0.52±0.01 ^{III}	12±1 ^{III}
AS	10.9±0.8 ^I	239.4±5.5 ^I	378.3±29.5 ^I	26.1±1.5 ^I	0.48±0.01 ^{II}	3±1 ^I	
CoS	11.8±1.3 ^I	257.9±33.3 ^{III}	380.3±4.6 ^I	27.5±3.5 ^I	0.53±0.02 ^{III}	6±1 ^{II}	
SS	17.6±2.0 ^{II}	304.5±19.4 ^{III}	411.6±29.5 ^{III}	31.3±3.4 ^{III}	0.44±0.01 ^I	6±1 ^{II}	

¹Sample codes (OF-1, -2, RS-1.5, -2.5) are the same as explained in Table 1. ²The different letters (capital letter in each olive flounders and red sea breams, and Roman alphabet in mean of olive flounder, red sea bream and salmon) on the data in the column indicate significant differences at P<0.05.

42.9%, 대서양연어의 경우 34.2%, 은연어의 경우 36.8%, 홍연어의 경우 43.5%에 해당하였다. 따라서, 광어, 참돔, 대서양연어, 은연어 및 홍연어 근육 100 g의 섭취는 어종에 관계없이 모두 인의 건강기능성을 기대할 수 있을 것으로 판단되었으나, 인은 일반적으로 모든 식품에 충분히 함유되어 있어 잘 부족되지 않은 무기성분이다.

칼륨은 삼투압 및 pH의 조절, 신경 근육의 흥분성 유지, 뇨 중의 나트륨 이온의 배설(Yoshimura et al., 1991)과 같은 기능에 관여하는 것으로 알려져 있다. 어종별 횡감 근육 100 g 당의 칼륨 함량은 광어(444.3 mg)와 참돔(477.2 mg) 그룹이 유의적으로 가장 높았고, 다음으로 홍연어(411.6 mg)의 순이었으며, 대서양연어(378.3 mg)과 은연어(380.3 mg) 그룹이 유의적으로 가장 낮았다($P < 0.05$). 그러나 참돔과 홍연어 간의 경우 유의적으로 차이가 없었다($P > 0.05$). 횡감 근육 100 g 당의 중량별 칼륨 함량은 2종의 어종(광어와 참돔) 모두에서 유의적인 차이가 없었다($P > 0.05$). 다소비 횡감의 어종별 칼륨 함량은 한국인 남자 19-49세의 1일 권장섭취량인 3,500 mg (The Korean Nutrition Society, 2020)에 비하여 대서양연어가 10.8% 은연어가 10.9%, 홍연어가 11.8%에 해당하였다.

마그네슘은 칼슘, 인과 함께 골격을 구성하고, 에너지 대사 과정에 필요한 효소를 활성화시키는 보조 효소로 중요한 역할을 한다. 그리고, 신경전달 물질인 아세틸콜린의 분비를 감소시키고, 분해를 촉진시켜 신경을 안정시키고, 근육을 이완(Uwitonze and Razzaque, 2018)시키는 역할을 하는 것으로 알려져 있다. 어종별 횡감 근육 100 g 당의 마그네슘 함량은 광어(31.0 mg), 참돔(35.4 mg)과 홍연어(31.3 mg) 그룹이 가장 높았고, 다음으로 대서양연어(26.1 mg) 및 은연어(27.5 mg) 그룹의 순이었으나, 광어와 홍연어는 대서양연어와 은연어와 유의적인 차이가 인정되지 않았다($P > 0.05$). 횡감 근육 100 g 당의 중량별 마그네슘 함량은 2종의 어종(광어와 참돔) 모두에서 유의적인 차이가 없었다($P > 0.05$). 다소비 횡감의 어종별 마그네슘 함량은 한국인 남자 30-49세의 1일 권장섭취량인 370 mg (The Korean Nutrition Society, 2020)에 비하여 광어의 경우 8.4%, 참돔의 경우 9.6%, 대서양연어의 경우 7.1%, 은연어의 경우 7.4%, 홍연어의 경우 8.5%에 해당하였다. 따라서, 광어, 참돔, 대서양연어, 은연어 및 홍연어 근육 100 g의 섭취는 어종에 관계없이 모두 마그네슘의 건강기능성을 크게 기대할 수 없을 것으로 추정되었으나, 무시할 정도도 아니었다.

철은 폐에서 조직으로 산소를 전달하는 적혈구 단백질인 헤모글로빈의 필수 구성성분이고(Wessling-Resnick, 2014), 산소를 공급하는 또 다른 형태의 단백질인 미오글로빈의 구성 성분이며(Aggett, 2012), 근육대사, 신체의 성장, 신경의 발달, 세포의 기능, 그리고 호르몬 합성(Murray-Kolbe and Beard, 2010) 등의 기능에 관여하는 것으로 알려져 있다. 어종별 횡감 근육 100 g 당의 철 함량은 유의적으로 참돔(0.52 mg)과 은연어(0.53 mg) 그룹이 가장 높았고, 다음으로 광어와 은연어(모

두 0.48 mg) 그룹의 순이었으며, 홍연어가 0.44 mg으로 가장 낮았다($P < 0.05$). 횡감 근육 100 g 당의 중량별 철 함량은 2종의 어종(광어와 참돔) 모두에서 유의적인 차이가 없었다($P > 0.05$). Kim et al. (2018)은 국내에서 유통되는 횡감 100 g 중 철 함량이 가다랑어 근육의 경우 1.8 mg, 방어 근육의 경우 0.7 mg, 도다리 근육의 경우 1.1 mg, 전어 근육의 경우 1.2 mg, 갯장어 근육의 경우 2.1 mg, 붕장어 근육의 경우 0.5 mg, 승어 근육의 경우 1.0 mg, 조피볼락 근육의 경우 0.5 mg이라고 보고한 바가 있다. 다소비 횡감의 어종별 철 함량은 한국인 남자 19-49세의 1일 권장섭취량인 10 mg (The Korean Nutrition Society, 2020)에 비하여 광어의 경우 4.8%, 참돔의 경우 5.2%, 대서양연어의 경우 4.8%, 은연어의 경우 5.3%, 홍연어의 경우 4.4%에 해당하였다. 따라서, 광어, 참돔, 대서양연어, 은연어 및 홍연어 근육 100 g의 섭취는 어종에 관계없이 모두 철의 건강기능성을 크게 기대하기 어려울 것으로 추정되었으나, 참돔 및 은연어의 경우 무시할 정도는 아니었다.

셀레늄은 심장질환, 관절질환, 시력질환, 세포의 노화, 인체 면역기능 저하 등 각종 성인병 및 노화 억제능이 있다(Yosumoto and Yoshida, 1988). 어종별 횡감 근육 100 g 당의 셀레늄 함량은 유의적으로 광어와 참돔(12 µg) 그룹이 가장 높았고, 다음으로 은연어와 홍연어(모두 6 µg) 그룹의 순이었으며, 대서양연어가 3 µg으로 가장 낮았다($P < 0.05$). 횡감 근육 100 g 당의 중량별 셀레늄 함량은 2종의 어종(광어와 참돔) 모두에서 유의적인 차이가 없었다($P > 0.05$). Kim et al. (2018)은 국내에서 유통되는 횡감 100 g 중 셀레늄 함량이 가다랑어 근육의 경우 21 µg, 방어 근육의 경우 39 µg, 도다리 근육의 경우 11 µg, 갯장어 근육의 경우 71 µg, 조피볼락 근육의 경우 83 µg이라고 보고한 바가 있다. 다소비 횡감의 어종별 셀레늄 함량은 한국인 남자 19-49세의 1일 권장섭취량인 60 µg (The Korean Nutrition Society, 2020)에 비하여 광어와 참돔의 경우 모두 20.0%, 은연어 및 홍연어의 경우 10.0%, 대서양연어의 경우 5.0%에 해당하였다.

지방산 함량 및 조성

다소비 횡감의 어종(국내산 광어, 수입산 참돔, 대서양연어, 은연어 및 홍연어)별, 중량(광어의 경우 1 kg 및 2 kg, 참돔의 경우 1.5 kg 및 2.5 kg)별 지방산의 함량 및 조성을 살펴본 결과는 Table 5와 같다. 어종별 어류 근육 100 g 당 지방산 함량은 대서양연어가 17,149.9 mg으로 가장 높았고, 다음으로 은연어(14,406.1 mg), 참돔 그룹(6,317.9 mg)의 순이었으며, 홍연어(5,219.0 mg) 및 광어 그룹(4,922.0 mg)이 가장 낮았으나, 홍연어와 광어 근육 간의 경우 유의적으로 차이가 없었다($P > 0.05$). 어종별 근육 100 g 당 지방산 이중 결합의 정도에 따른 지방산 함량과 조성은 크게 광어 지질과 참돔 지질 그룹, 대서양연어 지질과 은연어 지질의 그룹, 그리고 홍연어 지질과 같이 3그룹으로 분류되었다. 즉, 어종별 근육 100 g 당 지방산 함량과 조성은 광어 지질과 참돔 지질의 경우 모두 포화지방산이 각각 1,761.9

mg (35.8%) 및 2,151.7 mg (34.1%)으로 가장 높았고 다음으로 일가불포화지방산[각각 1,723.0 mg (35.1%) 및 2,113.7 mg (33.4%)] 및 다가불포화지방산[각각 1,437.2 mg (29.2%) 및 2,052.5 mg (32.5%)]의 순이었으나, 양식산 어류인 대서양연

Table 5. Fatty acid content and composition of commonly consumed fish species [olive flounder (OF) *Paralichthys olivaceus*, red sea bream (RS) *Pagrus major*, Atlantic salmon (AS) *Salmo salar*, coho salmon (CS) *Oncorhynchus kisutch* and sockeye salmon (SS) *Oncorhynchus nerka*] as sliced raw fishes

Fatty acid	Olive flounder (OF) ¹ [mg/100 g (Area %)]		
	-1	-2	Mean
12:0	2.9±0.5 ^{A3} (0.1)	7.0±5.1 ^A (0.1)	5.0±2.9 ^I (0.1±0.0)
13:0	1.0±0.3 ^{AB} (tr) ⁴	1.3±0.1 ^B (tr)	1.2±0.2 ^I (tr)
14:0	275.3±43.9 ^C (6.2)	324.5±59.6 ^B (6.0)	299.9±34.8 ^{II} (6.1±0.1)
15:0	22.8±3.0 ^A (0.5)	29.8±1.5 ^B (0.6)	26.3±4.9 ^I (0.5±0.0)
16:0	1,020.9±146.0 ^A (22.9)	1,257.2±133.0 ^B (23.3)	1,139.1±167.1 ^I (23.1±0.3)
17:0	15.8±2.7 ^A (0.4)	21.6±0.7 ^B (0.4)	18.7±4.1 ^{III} (0.4±0.0)
18:0	173.3±21.7 ^A (3.9)	194.4±10.5 ^A (3.6)	183.9±14.9 ^I (3.8±0.2)
20:0	11.5±4.0 ^A (0.3)	13.1±3.8 ^{AB} (0.2)	12.3±1.1 ^I (0.3±0.0)
21:0	1.1±0.4 ^A (tr)	3.2±0.7 ^B (0.1)	2.2±1.5 ^I (tr)
22:0	6.1±3.3 ^A (0.1)	9.2±3.0 ^A (0.2)	7.6±2.2 ^{II} (0.2±0.0)
23:0	56.0±7.3 ^A (1.3)	66.4±5.0 ^A (1.2)	61.2±7.4 ^{III} (1.3±0.0)
24:0	3.9±2.1 ^A (0.1)	5.3±3.4 ^A (0.1)	4.6±1.0 ^{II} (0.1±0.0)
Saturated	1,590.7±220.7 ^A (35.8)	1,933.0±204.5 ^B (35.8)	1,761.9±242.0 ^I (35.8±0.1)
14:1n-5	3.2±0.8 ^B (0.1)	4.3±0.2 ^C (0.1)	3.8±0.8 ^{III} (0.1±0.0)
16:1n-7	361.3±105.2 ^{AB} (8.0)	463.1±38.9 ^B (8.6)	412.2±72.0 ^{III} (8.4±0.4)
18:1n-9	1,076.1±184.6 ^A (24.1)	1,191.3±114.7 ^A (22.1)	1,133.7±81.5 ^I (23.0±1.4)
20:1n-9	120.3±41.9 ^{AB} (2.8)	114.8±6.0 ^{AB} (2.1)	117.6±3.9 ^I (2.4±0.4)
22:1n-9	22.3±4.8 ^A (0.5)	22.6±10.0 ^A (0.4)	22.4±0.2 ^I (0.5±0.1)
24:1n-9	31.2±8.6 ^A (0.7)	35.4±11.3 ^A (0.7)	33.3±3.0 ^{III} (0.7±0.0)
Monoenes	1,614.4±255.1 ^A (36.2)	1,831.5±135.0 ^{AB} (34.0)	1,723.0±153.5 ^I (35.1±1.6)
18:2n-6	122.8±15.7 ^A (2.8)	146.5±5.8 ^A (2.7)	134.7±16.7 ^I (2.7±0.0)
18:3n-6	6.7±1.8 ^A (0.2)	9.2±2.3 ^A (0.2)	7.9±1.8 ^I (0.2±0.0)
18:3n-3	39.3±3.8 ^A (0.9)	50.9±11.2 ^{AB} (0.9)	45.1±8.2 ^I (0.9±0.0)
20:2n-6	14.7±4.7 ^A (0.4)	18.7±2.6 ^{AB} (0.3)	16.7±2.8 ^I (0.3±0.0)
20:3n-6	6.7±2.6 ^A (0.1)	8.4±3.3 ^A (0.2)	7.6±1.2 ^I (0.2±0.0)
20:3n-3	7.1±1.4 ^A (0.1)	8.0±0.3 ^A (0.2)	7.6±0.6 ^I (0.2±0.0)
20:4n-6	0.8±0.6 ^A (tr)	0.9±0.4 ^A (tr)	0.9±0.1 ^{III} (tr)
22:2n-6	15.7±4.2 ^A (0.3)	17.7±3.1 ^{AB} (0.3)	16.7±1.4 ^I (0.3±0.0)
20:5n-3	327.5±32.1 ^A (7.4)	410.5±78.9 ^A (7.6)	369.0±58.7 ^I (7.5±0.1)
22:6n-3	700.9±49.1 ^A (15.9)	961.4±109.6 ^A (17.8)	831.1±184.2 ^{II} (16.9±1.3)
Polyenes	1,242.2±72.7 ^A (28.1)	1,632.1±195.7 ^B (30.2)	1,437.2±275.7 ^I (29.2±1.5)
n-6	167.4±10.5 ^A (3.8)	201.4±16.8 ^A (3.7)	184.4±24.0 ^I (3.8±0.0)
n-3	1,074.8±73.2 ^A (24.3)	1,430.7±178.9 ^A (26.5)	1,252.8±251.7 ^I (25.4±1.5)
TFA ²	4,447.3±474.9 ^A (100.1)	5,396.7±534.9 ^B (100.0)	4,922.0±671.3 ^I (100.1±0.0)

¹Sample codes (OF-1, -2, RS-1.5, -2.5) are the same as explained in Table 1. ²TFA, Total fatty acid. ³The different letters (capital letter in each olive flounders and red sea breams, and Roman alphabet in mean of olive flounder, red sea bream and salmon) on the data in the row indicate significant differences at P<0.05. ⁴tr, Trace.

Table 5. Continued

Fatty acid	Red sea bream (RS) ¹ [mg/100 g (Area %)]			Salmon ¹ [mg/100 g (Area %)]		
	-1.5	-2.5	Mean	AS	CoS	SS
12:0	2.3±0.1 ^{A3} (tr ⁴)	2.2±0.2 ^A (tr)	2.3±0.1 ¹ (tr)	4.6±1.5 ¹ (tr)	6.3±4.4 ¹ (tr)	2.5±0.5 ¹ (0.1)
13:0	0.7±0.2 ^A (tr)	0.9±0.3 ^{AB} (tr)	0.8±0.1 ¹ (tr)	1.0±0.9 ¹ (tr)	0.7±0.6 ¹ (tr)	1.1±0.1 ¹ (tr)
14:0	175.4±11.8 ^A (3.0)	251.3±30.5 ^{AB} (3.7)	213.4±53.7 ¹ (3.4±0.5)	378.1±64.6 ^{III} (2.2)	250.5±20.2 ^{II} (1.7)	236.6±19.2 ^{III} (4.5)
15:0	20.0±1.1 ^A (0.4)	27.5±3.4 ^B (0.4)	23.8±5.3 ¹ (0.4±0.0)	27.5±6.0 ¹ (0.2)	19.6±2.2 ¹ (0.1)	24.3±2.1 ¹ (0.5)
16:0	1,290.2±39.1 ^B (22.2)	1,546.5±31.8 ^C (22.7)	1,418.7±181.2 ^{II} (22.5±0.4)	1,774.8±118.5 ^{III} (10.3)	1,595.4±18.9 ^{III} (11.1)	1,108.4±22.2 ^I (21.2)
17:0	22.5±1.5 ^B (0.4)	29.8±4.0 ^C (0.4)	26.2±5.2 ^{III} (0.4±0.0)	26.8±5.0 ^{III} (0.2)	20.8±3.1 ^{III} (0.1)	18.1±0.9 ¹ (0.4)
18:0	338.4±9.1 ^B (5.8)	391.0±26.9 ^C (5.7)	364.7±37.2 ^{II} (5.8±0.1)	471.7±12.3 ^{III} (2.8)	443.7±37.7 ^{III} (3.1)	198.5±33.8 ^I (3.8)
20:0	13.8±1.7 ^{AB} (0.2)	17.4±0.2 ^B (0.3)	15.3±2.5 ^{II} (0.2±0.1)	55.4±0.6 ^V (0.3)	37.3±1.7 ^{III} (0.3)	11.0±0.3 ¹ (0.2)
21:0	3.0±1.1 ^B (0.1)	4.0±0.8 ^B (0.1)	3.5±0.7 ¹ (0.1±0.0)	4.2±2.2 ¹ (tr)	7.6±7.1 ¹ (0.1)	1.2±1.0 ¹ (tr)
22:0	7.9±1.6 ^A (0.1)	8.9±0.4 ^A (0.1)	8.4±0.7 ^{II} (0.1±0.0)	29.7±1.1 ^{IV} (0.2)	18.6±0.4 ^{III} (0.1)	3.6±0.1 ¹ (0.1)
23:0	70.1±25.5 ^A (1.2)	70.6±8.6 ^A (1.0)	70.4±0.4 ^{IV} (1.1±0.1)	48.0±2.4 ^{II} (0.3)	46.6±6.5 ^{II} (0.3)	27.5±1.0 ¹ (0.5)
24:0	4.3±0.2 ^A (0.1)	4.1±0.2 ^A (0.1)	4.2±0.1 ^{II} (0.1±0.0)	10.7±1.7 ^V (0.1)	7.3±1.0 ^{III} (0.1)	0.9±0.0 ¹ (tr)
Saturated	1,948.6±85.3 ^B (33.5)	2,354.2±12.1 ^C (34.5)	2,151.7±286.8 ^{II} (34.1±0.7)	2,832.5±179.4 ^{III} (16.6)	2,454.4±24.5 ^I (17.0)	1,633.7±22.4 ^I (31.3)
14:1n-5	2.2±0.4 ^A (tr)	3.0±0.3 ^{AB} (tr)	2.6±0.6 ^{III} (tr)	1.9±0.7 ¹ (tr)	2.3±0.3 ^{III} (tr)	3.2±0.6 ^{III} (0.1)
16:1n-7	276.8±20.6 ^A (4.8)	358.1±0.7 ^{AB} (5.3)	317.5±57.5 ¹ (5.0±0.4)	451.2±80.7 ^{II} (2.6)	409.2±33.8 ^{III} (2.8)	317.1±56.9 ^I (6.1)
18:1n-9	1,481.9±371.9 ^{AB} (25.5)	1,703.6±210.0 ^B (25.0)	1,592.8±156.8 ^{II} (25.2±0.4)	7,687.1±285.1 ^{IV} (44.8)	6,335.7±185.9 ^{III} (44.0)	1,078.9±23.4 ^I (20.7)
20:1n-9	108.9±11.1 ^A (1.9)	158.8±13.2 ^B (2.3)	133.9±35.3 ¹ (2.1±0.3)	577.2±76.6 ^{III} (3.4)	242.3±13.2 ^{II} (1.7)	230.9±51.0 ^{II} (4.4)
22:1n-9	18.1±4.3 ^A (0.3)	27.4±2.2 ^A (0.4)	22.8±6.6 ¹ (0.4±0.1)	75.4±7.5 ¹ (0.4)	23.2±2.2 ¹ (0.2)	70.0±19.5 ^{II} (1.3)
24:1n-9	36.7±0.6 ^A (0.6)	51.4±4.4 ^B (0.8)	44.1±10.4 ^{II} (0.7±0.14)	64.1±9.8 ^{II} (0.4)	28.1±2.1 ¹ (0.2)	58.8±10.4 ^{III} (1.1)
Monoenes	1,924.6±365.6 ^{AB} (33.1)	2,302.3±190.5 ^B (33.8)	2,113.7±267.1 ^I (33.4±0.5)	8,856.9±216.7 ^{III} (51.6)	7,040.8±228.8 ^{II} (48.9)	1,758.9±158.1 ^I (33.7)
18:2n-6	628.4±194.7 ^B (10.8)	611.4±160.6 ^B (9.0)	619.9±12.0 ^{II} (9.8±1.3)	2,671.8±148.0 ^{III} (15.6)	2,901.4±355.1 ^{III} (20.1)	146.3±26.1 ¹ (2.8)
18:3n-6	7.3±0.6 ^A (0.1)	8.2±2.3 ^A (0.1)	7.8±0.6 ¹ (0.1±0.0)	20.4±5.5 ¹ (0.1)	28.5±4.5 ^{II} (0.2)	3.7±0.7 ¹ (0.1)
18:3n-3	85.5±38.2 ^B (1.5)	86.9±6.5 ^B (1.3)	86.2±1.0 ¹ (1.4±0.1)	1,052.9±79.9 ^{III} (6.1)	834.3±48.3 ¹ (5.8)	55.9±1.0 ¹ (1.1)
20:2n-6	26.0±8.1 ^B (0.5)	26.2±4.1 ^B (0.4)	26.1±0.1 ¹ (0.4±0.1)	178.7±22.0 ^{III} (1.0)	98.2±1.8 ¹ (0.7)	23.3±2.4 ¹ (0.4)
20:3n-6	15.2±1.5 ^B (0.3)	15.4±3.1 ^B (0.2)	15.3±0.1 ¹ (0.3±0.1)	44.5±4.0 ¹ (0.3)	43.9±12.4 ^{II} (0.3)	9.3±1.2 ¹ (0.2)
20:3n-3	7.0±2.0 ^A (0.1)	9.2±1.1 ^A (0.1)	8.1±1.6 ¹ (0.1±0.0)	77.7±10.9 ^{III} (0.5)	23.6±2.1 ^{II} (0.2)	9.2±1.5 ¹ (0.2)
20:4n-6	1.2±0.1 ^{AB} (tr)	1.4±0.0 ^B (tr)	1.3±0.1 ^{III} (tr)	2.5±1.0 ^V (tr)	2.2±0.7 ^{III} (tr)	0.0±0.0 ¹ (tr)
22:2n-6	25.4±8.1 ^{AB} (0.4)	26.3±4.1 ^B (0.4)	25.9±0.6 ¹ (0.4±0.0)	179.3±22.1 ^{III} (1.0)	98.5±1.8 ¹ (0.7)	23.4±2.4 ¹ (0.4)
20:5n-3	336.1±95.3 ^A (5.8)	415.5±101.6 ^A (6.1)	375.8±56.1 ¹ (6.0±0.2)	550.4±87.3 ¹ (3.2)	350.8±56.6 ¹ (2.4)	617.7±86.6 ^{II} (11.8)
22:6n-3	811.0±273.7 ^A (13.9)	961.1±217.9 ^A (14.1)	886.1±106.1 ^{II} (14.0±0.1)	682.3±101.7 ^{III} (4.0)	529.5±60.3 ¹ (3.7)	937.6±177.9 ^{II} (18.0)
Polyenes	1,943.1±119.3 ^C (33.4)	2,161.6±150.5 ^C (31.7)	2,052.5±154.5 ^{II} (32.5±1.2)	5,460.5±147.5 ^V (31.8)	4,910.9±418.4 ^{III} (34.1)	1,826.4±64.3 ^{III} (35.0)
n-6	703.5±209.7 ^B (12.1)	688.9±163.6 ^B (10.1)	696.2±10.3 ^{II} (11.0±1.4)	3,097.2±143.3 ^{III} (18.0)	3,172.7±373.3 ^{III} (22.0)	206.0±33.0 ¹ (3.9)
n-3	1,239.6±328.9 ^A (21.3)	1,472.7±313.9 ^B (21.6)	1,356.2±164.8 ^{III} (21.5±0.2)	2,363.3±117.3 ^{IV} (13.8)	1,738.2±49.8 ^{III} (12.1)	1,620.4±94.8 ^{III} (31.1)
TFA ²	5,816.3 ±162.5 ^B (100.0)	6,818.1±53.2 ^C (100.0)	6,317.9±708.4 ^{II} (100.0±0.0)	17,149.9±57.9 ^V (100.0)	14,406.1±241.6 ^{III} (100.0)	5,219.0±121.5 ^I (100.0)

¹Sample codes (OF-1, -2, RS-1.5, -2.5) are the same as explained in Table 1. ²TFA, Total fatty acid. ³The different letters (capital letter in each olive flounders, red sea breams and salmon, and Roman alphabet in mean of olive flounder, red sea bream and salmon) on the data in the row indicate significant differences at P<0.05. ⁴tr, Trace.

어 및 은연어의 경우 모두 일가불포화지방산이 각각 8,856.9 mg (51.6%) 및 7,040.8 mg (48.9%)으로 가장 높았고, 다음으로 다가불포화지방산[각각 5,460.5 mg (31.8%) 및 4,910.9 mg (34.1%)], 포화지방산[각각 2,832.5 mg (16.6%) 및 2,454.4 mg

(17.0%)]의 순이었으며, 이들 4종의 어류와는 달리 자연산 홍연어의 경우 다가불포화지방산이 1,826.4 mg (35.0%)으로 가장 높았고, 다음으로 일가불포화지방산(1,758.9 mg, 33.7%), 포화지방산(1,633.7 mg, 31.3%)의 순이었다. 일반적으로 12:0,

14:0, 16:0 및 18:0 등과 같은 포화지방산은 낮은 온도에서 고형화됨으로 인한 혈액의 흐름이 억제되어, 즉 혈행을 지연시켜 건강에 위대한 성분으로 작용하나, EPA (eicosapentaenoic acid, 20:5n-3)와 DHA (docosahexaenoic acid, 22:6n-3)를 주성분으로 하는 다가불포화지방산은 낮은 온도에서도 액상으로 유지되어 혈행이 우수하여 유용한 성분으로 작용하는 것으로 알려져 있다.

어류 5종 근육 100 g 당의 주요 지방산(조성비 10% 이상)은 광어와 참돔 지질 그룹의 경우 16:0 [각각 1,139.1 mg (23.1%) 및 1,418.7 mg (22.5%)], 18:1n-9 [각각 1,133.7 mg (23.0%) 및 1,592.8 mg (25.2%)], 22:6n-3 [각각 831.1 mg (16.9%) 및 886.1 mg (14.0%)] 등과 같은 3종, 대서양연어와 은연어의 경우 16:0 [각각 1,774.8 mg (10.3%) 및 1,595.4 mg (11.1%)], 18:1n-9 [각각 (7,687.1 mg (44.8%) 및 6,335.7 mg (44.0%)] 및 18:2n-6 [각각 2,671.8 mg (15.6%) 및 2,901.4 mg (20.1%)] 등과 같은 3종, 홍연어의 경우 16:0 (1,108.4 mg, 21.2%), 18:1n-9 (1,078.9 mg, 20.7%), 20:5n-3 (617.7 mg, 11.8%), 22:6n-3 (937.6 mg, 18.0%) 등과 같은 4종으로, 광어와 참돔 지질 그룹, 대서양연어와 은연어 지질 그룹, 그리고 홍연어 지질 간에 차이가 있었다. 일반적으로 지방산 중 n-3 계열과 n-6 계열은 생체 내에서 각각 다른 지방산으로 전환되고, 그 일부로부터 prostaglandin이나 leukotriene 등의 icosanoid cascade도 만들어지나, 상호 전환이 되지 않아, n-3 계열 및 n-6 계열의 섭취는 각각 n-3 계열(EPA, DHA 등) 및 n-6 계열(18:2n-6, 18:3n-6, 20:4n-6 등)을 산생한다(Park et al., 1995). 그리고, n-6 지방산은 식물이나 축육에 다량 존재하고 있고, 주요 n-3 지방산 중 18:3-n-3는 아마인유, 카놀라유, 대두유 및 해바라기씨유 등과 같은 식물유에, EPA 및 DHA는 수산물에 다량 존재하고 있는 것으로 알려져 있다(WHO/FAO, 2002; Hamilton et al., 2005). 따라서, 어종별 근육 100 g 당 지방산 이종 결합의 정도에 따른 지방산 함량과 조성, 그리고 주요 지방산 함량과 조성의 결과는 어종의 차이 이외에도 양식산과 자연산의 차이, 양식산 간의 경우 사료 첨가물의 종류 및 조성 차이 때문이라 판단되었다.

한편, 최근 n-6 계열의 linoleic acid의 과잉 섭취는 arachidonic acid 유래의 icosanoid 생성이 과도하게 촉진되고, 이것이 대장암이나 유방암, 기타 여러 가지 만성질환의 발병율을 높이는 요인이 된다고 알려져 있는 반면, n-3 계열의 EPA나 DHA는 위에서 언급한 바와 같이 이러한 것을 억제하는 기능이 있다고 알려져 있다. 이로 인하여 일반적으로 지질의 영양 및 기능 특성을 갖추기 위한 조건으로 고도불포화지방산의 질적인 구성, 즉 각기 다른 생리기능을 가지고 있는 n-6 계열과 n-3 계열의 1일 식사 중 섭취 권장 비율(n-6/n-3)로 국내 보건복지부(MOH, 2020)의 경우 4-10/1을 2015년에 제시한 바 있으나, 최근 자료 부족으로 제안하고 있지 않고, WHO/FAO (2002)의 경우 4/1을 제안하고 있다. 그리고 Simopoulos (2002)은 과도한 양의 n-6 지방산과 매우 높은 n-6/n-3 비율은 심혈관 질환, 암, 염

증 및 자가면역 질환을 포함한 많은 질병의 발병을 촉진하는 반면, 많은 n-3 지방산 함량과 낮은 n-6/n-3 비율은 오히려 이들 질병의 발병을 억제할 뿐만 아니라, 이들의 비율이 2-3/1의 경우 류마티스 염증 억제, 4/1의 경우 심혈관계 질병 70% 감소, 5/1의 경우 천식환자 도움을 주는 것으로 보고한 바가 있다. 또한, Chung et al. (2005)은 최근 50년간 각국의 식사는 서구적으로 변화하여 포화지방산 및 n-6 지방산의 소비가 증가하고 있고, n-3 지방산의 소비가 점차 감소하는 패턴을 나타내어 n-6/n-3 비율은 10-16/1 정도를 나타낸다고 보고한 바가 있다. 따라서, 각국의 건강한 식단 구성을 위하여는 다양한 방법이 있겠으나 n-6 지방산의 소비량을 대폭 줄이고, n-3 지방산 소비량을 대폭 증가시키는 것이 절실하리라 추정된다. 식단에서 n-3 지방산 소비량을 증가시키는 주요 소재들은 여러 가지가 있을 수 있으나 수산물이 우선적으로 고려될 수 있다는 측면에서 어류 5종의 지방산 함량 중 n-6 지방산 함량과 n-3 지방산 함량에 대하여 살펴보았다. 어류 근육의 n-6 지방산 함량과 n-3 지방산 함량은 광어 지질이 각각 184.4 mg 및 1,252.8 mg, 참돔 지질이 각각 696.2 mg 및 1,356.2 mg, 대서양연어 지질이 각각 3,097.2 mg 및 2,363.3 mg, 은연어 지질이 각각 3,172.7 mg 및 1,738.2 mg, 홍연어 지질이 각각 206.0 mg 및 1,620.4 mg이었고, 이를 토대로 하여 산출한 n-6/n-3은 광어 지질이 0.15/1로, 홍연어 지질(0.13/1)과 유사하였고, 참돔 지질(0.51/1), 대서양연어 지질(1.13/1), 은연어 지질(1.83/1)에 비하여 낮았다. 따라서, 국내 유통되고 있는 광어, 참돔 및 연어류 횡감의 섭취는 n-6/n-3의 비율을 낮추는데 기여할 것으로 기대되고, 그 중에서도 광어와 자연산 홍연어의 효과가 클 것으로 기대되었다.

한편, 중량별 광어 지질과 참돔 지질의 지방산은 동정된 종수, 어종별 근육 100 g 당 이종 결합의 정도에 따른 지방산 조성, 주요 지방산의 종류, n-6/n-3의 비율 등은 크게 차이가 없었으나, 함량은 크기가 큰 것이 작은 것에 비하여 높아 차이가 있었다.

비타민 D 함량

다소비 횡감의 어종(국내산 광어, 수입산 참돔, 대서양연어, 은연어 및 홍연어)별, 중량(광어의 경우 1 kg 및 2 kg, 참돔의 경우 1.5 kg 및 2.5 kg)별 비타민 D 함량을 살펴본 결과는 Fig. 1과 같다. 비타민 D는 장관이나 간에서 칼슘과 인의 흡수를 촉진하여 골격의 무기질화를 위하여 필요한 혈중 칼슘과 인의 농도를 유지하는 기능이 있고, 파골세포에서 골격의 칼슘이 용해되어 나오는 것을 촉진하며, 신장에서 칼슘이 배설되는 것을 억제시켜 뼈에 칼슘이 침착되도록 돕는 기능을 하는 것으로 알려져 있다(Cowbrough, 2015). 어류 근육 100 g 당 어종별 비타민 D 함량은 은연어(12.09 µg)와 홍연어(18.94 µg) 그룹이 가장 높았고, 다음으로 광어(4.82 µg), 참돔(4.40 µg) 및 대서양연어(6.51 µg) 그룹이었으나, 은연어의 경우 광어, 참돔 및 대서양연어 그룹과도 유의적인 차이가 없었다(P>0.05). 횡감 근육 100 g 당의 중량별 비타민 D 함량은 2종의 어종(광어와 참돔) 모두에서

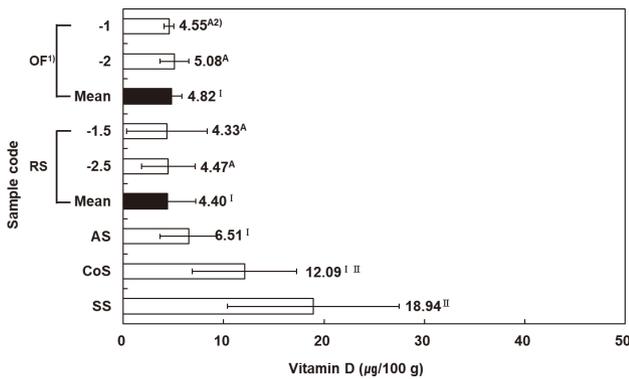


Fig. 1. Vitamin D content of commonly consumed fish species [olive flounder (OF) *Paralichthys olivaceus*, red sea bream (RS) *Pagrus major*, Atlantic salmon (AS) *Salmo salar*, coho salmon (CoS) *Oncorhynchus kisutch*, and sockeye salmon (SS) *Oncorhynchus nerka*] as sliced raw fishes. ¹Sample codes (OF-1, -2, RS-1.5, -2.5) are the same as explained in Table 1. ²The different letters (capital letter in each olive flounders and red sea breams, and Roman alphabet in mean of olive flounder, red sea bream and salmons) on the data indicate significant differences at $P < 0.05$.

유의적인 차이가 없었다($P > 0.05$). 한편, 이들 어종별 비타민 D 함량은 한국인 남자 19-49세의 1일 권장섭취량인 10 µg (The Korean Nutrition Society, 2020)에 비하여 광어의 경우 48.2%, 참돔의 경우 44.0%, 대서양연어의 경우 65.1%, 은연어의 경우 120.9%, 홍연어의 경우 189.4%에 해당한다.

주요 유리아미노산 및 펩타이드

다소비 횡감의 어종(국내산 광어, 수입산 참돔, 대서양연어, 은

연어 및 홍연어)별, 중량(광어의 경우 1 kg 및 2 kg, 참돔의 경우 1.5 kg 및 2.5 kg)별 주요 유리아미노산 및 펩타이드 함량과 조성은 Table 6과 같다. 어류 근육 100 g 당 어종별 유리아미노산 및 펩타이드의 동정된 수는 광어가 24-25종, 참돔이 24종, 대서양연어가 32종, 은연어가 31종, 홍연어가 27종으로, 어종에 따라 차이가 있었다(데이터 미제시). 어류 근육 100 g 당 어종별 유리아미노산 및 펩타이드의 총 함량은 유의적으로 참돔이 937.1 mg으로 가장 높았고, 다음으로 광어(810.5 mg) 및 연어류[홍연어(529.1 mg), 은연어(495.5 mg) 및 대서양연어(480.2 mg)]의 순이었으나($P < 0.05$), 연어류 간의 경우 유의적인 차이가 없었다($P > 0.05$). 어종별 주요 유리아미노산 및 펩타이드는 광어가 taurine (613.5 mg, 75.7%), alanine (114.9 mg, 14.2%) 과 같은 유리아미노산 2종, 참돔이 taurine (638.8 mg, 68.1%), glycine (86.9 mg, 9.3%) 및 alanine (127.9 mg, 13.7%) 등과 같은 3종, 연어류(대서양연어, 은연어와 홍연어)의 경우 taurine [각각 36.7 mg (7.6%), 40.6 mg (8.2%) 및 44.1 mg (8.3%)], anserine [각각 276.5 mg (57.6%), 278.6 mg (56.2%) 및 298.3 mg (56.4%)]과 같은 2종으로, 어종 간에 차이가 인정되었다. 이와 같은 결과로 미루어 보아 다소비 횡감의 유리아미노산 및 펩타이드의 조성비는 사료의 종류에 의한 영향보다는 어종에 의한 영향이 더 컸다고 판단되었다. 이상의 결과로 미루어 보아 어종 간에 건강기능성이 기대되는 유리아미노산은 광어, 참돔의 경우 taurine이, 대서양연어, 은연어 및 홍연어의 경우 모두 anserine이었다. 한편, 횡감 근육 100 g 당의 중량별 유리아미노산 및 펩타이드의 총 함량은 2종의 어종(광어와 참돔) 모두에서 중량이 무거운 것이 가벼운 것보다 유의적으로 높았으나 ($P < 0.05$), 주요 아미노산의 함량 및 종류의 경우 유의적인 차이가 없었다($P > 0.05$). 한편, 타우린 (taurine, β -aminoethan sulfo-

Table 6. Free amino acid (FAA) and peptide of commonly consumed fish species [olive flounder (OF) *Paralichthys olivaceus*, red sea bream (RS) *Pagrus major*, Atlantic salmon (AS), *Salmo salar*, coho salmon (CoS) *Oncorhynchus kisutch* and sockeye salmon (SS) *Oncorhynchus nerka*] distributing as sliced raw fishes

Sample code ¹	FAA (mg/ 100 g)			Dipeptide (mg/100 g)		Other FAAs (mg/ 100 g)	Total FAA (mg/ 100 g)
	Taurine	Glycine	Alanine	Anserine	Carnosine		
OF -1	605.3±19.5 ^{A2} (76.6)	16.7±5.0 ^A (2.1)	108.9±7.3 ^A (13.8)	1.8±0.3 ^A (0.2)	- ³	57.8±2.8 (7.5)	790.5±27.2 ^A (100.2)
OF -2	621.7±7.0 ^B (74.8)	16.7±6.4 ^A (2.0)	120.9±6.6 ^A (14.5)	2.1±0.3 ^A (0.3)	-	69.4±2.5 (8.5)	830.8±1.7 ^A (100.1)
Mean	613.5±11.6 ^I (75.7)	16.7±0.0 ^I (2.1)	114.9±8.5 ^I (14.2)	2.0±0.2 ^I (0.3)	-	63.4±6.9 (7.9)	810.5±28.7 ^I (100.2)
RS -1.5	603.6±16.0 ^A (67.6)	83.3±13.4 ^B (9.4)	124.9±23.9 ^A (13.9)	26.7±7.9 ^B (3.0)	-	54.2±0.9 (6.4)	892.7±34.9 ^B (100.3)
RS -2.5	674.0±56.2 ^B (68.6)	90.4±12.5 ^B (9.2)	130.8±14.9 ^A (13.4)	28.3±1.6 ^B (2.9)	-	58.0±7.9 (5.9)	981.5±29.3 ^C (100.0)
Mean	638.8±49.8 ^I (68.1)	86.9±5.0 ^{II} (9.3)	127.9±4.2 ^{II} (13.7)	27.5±1.1 ^{II} (3.0)	-	56.0±5.4 (6.1)	937.1±62.8 ^{III} (100.2)
AS	36.7±1.1 ^I (7.6)	15.0±1.6 ^I (3.1)	28.2±2.1 ^I (5.9)	276.5±3.5 ^{III} (57.6)	2.2±1.9 ^I (0.5)	121.6±10.5 (25.4)	480.2±9.6 ^I (100.1)
CoS	40.6±4.1 ^I (8.2)	20.7±7.7 ^I (4.2)	29.2±0.7 ^I (5.9)	278.6±21.6 ^{III} (56.2)	0.9±1.6 ^I (0.2)	125.5±6.2 (25.4)	495.5±14.0 ^I (100.1)
SS	44.1±5.0 ^I (8.3)	13.8±1.4 ^I (2.6)	32.7±1.0 ^I (6.2)	298.3±8.7 ^{IV} (56.4)	-	140.2±14.6 (26.6)	529.1±13.8 ^I (100.1)

¹Sample codes (OF-1, -2, RS-1.5, -2.5) are the same as explained in Table 1. ²The different letters (capital letter in each olive flounder and red sea breams, and Roman alphabet in total mean of olive flounder and red sea bream, and salmons) on the data in the row indicate significant differences at $P < 0.05$. ³Not detected.

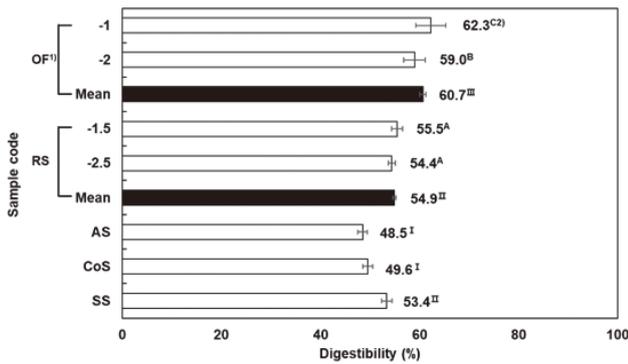


Fig. 2. Digestibility of commonly consumed fish species [olive flounder (OF) *Paralichthys olivaceus*, red sea bream (RS) *Pagrus major*, Atlantic salmon (AS) *Salmo salar*, coho salmon (CoS) *Oncorhynchus kisutch* and sockeye salmon (SS) *Oncorhynchus nerka*] as sliced raw fishes. ¹⁾Sample codes (OF-1, -2, RS-1.5, -2.5) are the same as explained in Table 1. ²⁾The different letters (capital letter in mean of olive flounders and red sea breams, and Roman alphabet in mean of olive flounder, red sea bream and salmon) on the data indicate significant differences at P<0.05.

nate)은 황을 함유하는 아미노산의 일종으로, 식물에는 거의 들어있지 않으나 동물에는 하등에서 고등동물까지 널리 분포되어 있으며 특히 사람과 포유동물의 주요 장기, 이를테면 심장, 뇌, 간 등에 다량 함유되어 있다. 이들 타우린의 생리 기능은 뇌의 교감신경에 대해 억제 작용을 나타내어 혈압강하, 정신의 안정화 및 뇌졸중의 예방에 도움이 되고 심장의 저칼슘 상태에서 심근의 수축력이 저하할 때 수축력을 증가시키고 반대로 고칼슘의 경우 수축력을 감소시켜 부정맥이나 심부전에 유효하다고 알려져 있다. 또한 동맥경화, 협심증, 심근경색 등을 유발하는 저밀도 지방단백질(low density lipoprotein) 콜레스테롤의 생성을 억제하고, 혈관 조직에 침착되어 있는 콜레스테롤을 분해하는 고밀도 지방단백질(high density lipoprotein) 콜레스테롤의 양을 증가시켜 혈관 내 혈소판 응집 작용 뿐만 아니라 각종 혈관계 질환의 예방에 효과가 있다고 알려져 있다(Battault et al., 2013). 이러한 점은 이미 임상실험에서 인정되어 타우린의 생리기능성을 이용한 식품 및 약제 개발 등 응용 분야는 매우 많다. Anserine (β -alanyl- π -methylhistidine)의 이미다졸(imidazole)환을 가지면서 연어류의 대표적인 dipeptide로 혐기적 해당반응에 의하여 pH 완충작용, 지구력 상승, 항산화 기능(금속이온 킬레이트 기능/유리라디칼 소거), 뇌기능 활성화, 항암 활성을 가진 물질로 알려져 있다(Ogata and Murai, 1994).

소화율

다소비 횡감의 어종(국내산 광어, 수입산 참돔, 대서양연어, 은연어 및 홍연어)별, 중량(광어의 경우 1 kg 및 2 kg, 참돔의 경우 1.5 kg 및 2.5 kg)별 소화율은 Fig. 2와 같다. 어류 근육의 어종

별 평균 소화율은 광어가 60.7%로 가장 높았고, 다음으로 참돔(54.9%)과 홍연어(53.4%) 그룹, 은연어(49.6%) 및 대서양연어(48.5%) 그룹의 순이었다(P<0.05). 횡감 근육 100 g 당의 중량별 소화율은 유의적으로 광어의 경우 중량이 낮은 것이 높은 것에 비하여 높았으나(P<0.05), 참돔의 경우 중량에 따른 유의적인 차이가 인정되지 않았다(P>0.05).

사 사

본 연구는 한국광어양식연합회의 지원에 의하여 수행되었으며, 이에 감사드립니다.

References

Ackman RG. 1989. Nutritional composition of fats in seafoods. *Progr Food Nutr Sci* 13, 161-289.

Aggett PJ. 2012. Iron 10th ed. In: *Present Knowledge in Nutrition*. Erdman JW, Macdonald IA and Zeisel SH, eds. Wiley-Blackwell, Washington D.C., U.S.A., 506-520.

AOCS (American Oil Chemists' Society). 1998. AOCS official method Ce 1b-89. In: *Official Methods and Recommended Practice of the AOCS*, 5th ed. Firestone D, ed. AOCS, Champaign, IL, U.S.A.

Battault S, Whiting SJ, Peltier SL, Sadrin S, Gerber G and Maixent JM. 2013. Vitamin D metabolism, functions and needs: From science to health claims. *Eur J Nutr* 52, 429-441. <https://doi.org/10.1007/s00394-012-0430-5>.

Bligh EG and Dyer WJ. 1959. A rapid method of lipid extraction and purification. *Can J Biochem Physiol* 37, 911-917. <https://doi.org/10.1139/o59-099>.

Chung YM, Kim SJ, Kim NI, Lee EY and Choue RW. 2005. Study of dietary fatty acids, blood fatty acid composition, and immune parameters in atopic dermatitis patients. *J Nutr Health* 38, 521-532.

Cowbrough K. 2015. The importance of vitamin D. *Br J Midwifery* 23, 3-4. <https://doi.org/10.12968/bjom.2015.23.Sup7.3>.

Hamilton MC, Hites RA, Schwager SJ, Foran JA, Knuth BA and Carpenter D. 2005. Lipid composition and contaminants in farmed and wild salmon. *Environ Sci Technol* 39, 8622-8629. <https://doi.org/10.1021/es050898y>.

Horowitz JM. 2002. Foods that pack a wallop. *Time* 159, 76-81.

Hur SJ, Lee SY and Lee SJ. 2015. Effect of biopolymer encapsulation on the digestibility of lipid and cholesterol oxidation products in beef during *in vitro* human digestion. *Food Chem* 166, 254-260. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.06.009>.

Kim JS and Kang SI. 2021. *Fisheries Processing for Hands-on Workers*. Soohaksa Co., Seoul, Korea, 418-420.

Kim KH. 2014. Concentration and risk assessment of heavy metal in mainly consumed fishes. M.S. Thesis, Gyeongsang National University, Tongyeong, Korea.

- Kim YG, Nam KH, Lim CW and Shim GB. 2018. Composition Table Marine Products in Korea 2018 (8th revision). National Institute of Fisheries Science, Busan, Korea, 24-64.
- KMI (Korea Maritime institute). 2022. 2021 Analysis of Consumption Trends in Seafood. Retrieved from https://www.foc.re.kr/web/obsbook/list.do?rbsIdx=140&cs_category=2 on May 15, 2022.
- Ko JM, Oh SW and Hong JH. 2016. Sensory drivers of sliced raw fish in Korea: Case study on flounder (*Paralichthys olivaceus*) and rockfish (*Sebastes schlegeli*). J Korean Soc Food Sci Nutr 45, 1192-1201. <https://doi.org/10.3746/jkfn.2016.45.8.1192>.
- MFDS (Ministry of Food and Drug Safety). 2022. General Analytical Method in Food Code. Retrieved from http://www.foodsafetykorea.go.kr/foodcode/01_02.jsp?idx=263 on May 30, 2022.
- MOF (Ministry of Oceans and Fisheries). 2022. Major Statistics of Oceans and Fisheries. Retrieved from <https://www.fips.go.kr/p/S020304/> on Feb 28, 2022.
- MOHW (Ministry of Health and Welfare). 2020. 2020 Dietary Reference Intakes for Koreans: Energy and Macronutrients. The Korean Nutrition Society and Ministry of Health and Welfare, Seoul and Sejong, Korea, 164-193.
- Moreno HM, Montero MP, Gomez-Guillen MC, Fernandez-Martin F, Mørkøre T and Borderias J. 2012. Collagen characteristics of farmed Atlantic salmon with firm and soft fillet texture. Food Chem 134, 678-685. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2012.02.160>.
- Murray-Kolbe LE and Beard JL. 2010. Iron. In: Encyclopedia of Dietary Supplements. Second Edition. Coates PM, Betz JM, Blackman MR, Cragg GM, Levine M, Moss J and White JD, eds. CRC Press, Boca Raton, U.S.A., 432-438.
- Ogata H and Murai T. 1994. White muscle of masu salmon, *Oncorhynchus masou masou*, smolts possesses a strong buffering capacity due to a high level of anserine. Fish Physiol Biochem 13, 285-293. <https://doi.org/10.1007/BF00003432>.
- Oh HT, Kim SH, Yoo SJ, Choi HJ and Chung MJ. 2008. Component analysis of masou salmon (*Oncorhynchus masou*). J Korean Soc Food Sci Nutr 37, 886-890. <https://doi.org/10.3746/jkfn.2008.37.7.886>.
- Park JH, Lee CY, Choe YR, Lee JS, Heu MS and Kim JS. 2022a. Collagen and texture properties of commonly consumed fish species in Korea as sliced raw fishes. Korean J Fish Aquat Sci 55, 397-407. <https://doi.org/10.5657/KFAS.2022.0397>.
- Park JW, Lee DI, Jung HS, Kim JL, Yang HR, Kim HC and Lee JH. 2022b. Estimation of genetic parameter for growth traits of olive flounder *Paralichthys olivaceus* on the 8th generation of selective breeding using multiple traits animal model. Korean J Fish Aquat Sci 55, 549-556. <https://doi.org/10.5657/KFAS.2022.0549>.
- Park YH, Jang DS and Kim SB. 1995. Processing and Utilization of Seafood. Hyungseoul Publishing Co., Daegu, Korea, 76-151.
- RDAs (Rural Development Administration). 2016. 9th Version Food Composition Table I, II. Hyoil Publishing Co., Seoul, Korea, 17.
- Sato K, Yoshinaka R, Sato M and Shimiz Y. 1986. Collagen content in the muscle of fishes in association with their swimming movement and meat. Nippon Suisan Gakkaishi 52, 1595-1600. <https://doi.org/10.2331/suisan.52.1595>.
- Shin WC, Song JC and Choe SY. 2005. Effects of packaging method on physico-chemical properties of chilled plaice muscle. Korean J Food Nutr 18, 168-174. <https://doi.org/10.3746/jkfn.2003.32.8.1292>.
- Sigurgisladdottir S, Hafsteinsson H, Jonsson A, Lie Ø, Nortvedt R, Thomassen M and Torrissen O. 1999. Textural properties of raw salmon fillets as related to sampling method. J Food Sci 64, 99-104. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1999.tb09869.x>.
- Simopoulos AP. 2002. The importance of the ratio of omega-6/omega-3 essential fatty acids. Biomed Pharmacother 56, 365-379. [https://doi.org/10.1016/S0753-3322\(02\)00253-6](https://doi.org/10.1016/S0753-3322(02)00253-6).
- Suminski RR, Robertson RJ, Goss FL, Arslanian S, Kang J, DaSilva S, Utter AC and Metz KF. 1997. Acute effect of amino acid ingestion and resistance exercise on plasma growth hormone concentration in young men. Int J Sport Nutr 7, 48-60. <https://doi.org/10.1123/ijns.7.1.48>.
- The Korean Nutrition Society. 2020 Dietary Reference Intakes for Koreans. The Korean Nutrition Society and Ministry of Health and Welfare, Seoul and Sejong, Korea, 9-17.
- Uwitonze AM and Razzaque M. 2018. Role of magnesium in vitamin D activation and function. J Am Osteopath Assoc 118, 181-189. <http://doi.org/10.7556/jaoa.2018.037>.
- Wessing-Resnick M. 2014. Iron. 11th ed., In: Modern Nutrition in Health and Disease. Ross AC, Caballero B, Cousins RJ, Tucker KL and Ziegler RG, eds. Lippincott Williams and Wilkins, Baltimore, MD, U.S.A., 176-188.
- WHO/FAO (World Health Organization/Food and Agriculture Organization of the United Nations). 2002. Diet, Nutrition and the Prevention of Chronic Diseases. World Health Organization, Switzerland, U.K., 56.
- Yoshimura M, Takahashi H and Nakanishi T. 1991. Role of sodium, potassium, calcium, magnesium on blood pressure regulation and antihypertensive dietary therapy. Japan J Nutr 49, 53-62. <https://doi.org/10.5264/eiyogakuzashi.49.53>.
- Yosumoto M and Yoshida M. 1988. Food chemistry of selenium. J Ceram Soc Japan 62, 1090-1093.