

해수산 무지개송어(*Oncorhynchus mykiss*) 가공부산물(프레임육)의 식품학적 품질 특성 조사

강상인 · 허민수¹ · 최병대 · 김기현 · 김용중 · 김진수*

경상대학교 해양식품공학과/해양산업연구소, ¹경상대학교 식품영양학과

Investigation of Food Quality Characterization of Processing By-product (Frame Muscle) from the Sea Rainbow Trout *Oncorhynchus mykiss*

Sang In Kang, Min Soo Heu¹, Byeong Dae Choi, Ki Hyun Kim, Yong Jung Kim and Jin-Soo Kim*

Department of Seafood Science and Technology/Institute of Marine Industry, Gyeongsang National University,
Tongyeong 650-160, Korea

¹Department of Food Science and Nutrition, Gyeongsang National University, Jinju 660-701, Korea

This study compared the meat quality of sea rainbow trout *Oncorhynchus mykiss* frame muscle (S-FR-TY) and fillet (S-FI-TY) with the frame muscle of freshwater rainbow trout (F-FR). There was a difference of < 1% in the proximate composition of S-FR-TY vs. S-FI-TY, and of S-FR-TY vs. F-FR. The Hunter a value of F-FR-TY was lower compared with that of F-FR cultured in Jecheon (F-FR-JC), but higher than that of F-FR cultured in Pyeongtaek (F-FR-PT). However, no difference in the Hunter a value of S-FR-TY compared with any other F-FR was observed. The odor intensity of S-FR-TY was lower compared with that of F-FR, while the taste of S-FR-TY was milder than that of S-FI-TY, but stronger than that of F-FR. Although its total amino acid content was lower, the essential amino acid content of S-FR-TY was higher compared with S-FI-TY; the potassium content of S-FR-TY was also significantly greater. S-FR-TY contained high levels of nutritional and functional components, such as anserine, lysine, threonine, and eicosapentaenoic and docosahexaenoic acid. These results suggest that S-FR-TY could be used as a resource of canned food or fish jerky for children.

Key words: Rainbow trout, Salmonidae fish, Fish frame, Fish by-product, Frame muscle

서 론

최근 우리나라 수산업은 미국 FDA에서 패류 양식장 위생관리 체계에 대한 문제 제기로 굴 수출 중단, 잦은 적조 출현과 기후 이상한파에 의한 어류의 대량 폐사, 일본 원전사고에 따른 수산물 소비 급감 등으로 상당한 어려움에 처해 있으며, 정부 또한 이의 보상과 대책 마련이 어려운 실정이다. 특히 수산업의 여러 가지 어려움 중에 기후이상한파에 의한 온수성 양식 어종의 대량 폐사가 최근 급격히 대두되었고, 이는 해마다 반복적으로 발생할 우려가 상당히 높아 근본적인 대안 마련이 절실하다. 한편, 무지개송어는 환경 적응력이 우수하고, 추운 지방에서

잘 생육되는 냉수성 담수어이다. 이와 같은 이유로 우리나라에서 무지개송어는 추운 내륙지방인 강원도 원주시, 양양군 및 평창군, 경상도 밀양시, 창원시, 거창군, 고령군 및 성주군, 충청도 제천시, 경기도 광주시, 남양주시, 양주시, 평택시, 포천시 및 연천군에서 주로 양식을 하고 있다(Kang et al., 2007). 이와 같은 생태적 특성을 가진 무지개송어는 비린내가 적은 등의 식품학적 특성을 가지고 있어, EU 및 미국과 같은 서구는 물론이고, 우리나라에서도 서구의 입맛을 가진 신세대를 비롯한 대부분의 소비자들이 선호하고 있어 그 시장은 국내외를 막론하고 점차 확대되어 가고 있다(Heu et al., 2008a).

따라서, 최근 우리나라 수산업계의 큰 고민거리 중의 하나인

<http://dx.doi.org/10.5657/KFAS.2015.0026>



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.

Kor J Fish Aquat Sci 48(1) 026-035, February 2015

Received 18 November 2014; Revised 15 December 2014; Accepted 17 December 2014

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

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

기후이상현상에 의한 온대성 양식어류의 대량 폐사를 억제하는 방안 중의 하나는 냉수성 담수어인 무지개송어를 증식속도가 빠른 해수산 무지개송어로 생산하는 것이라 할 수 있다. 이러한 기조에 의하여 최근 경상남도자원연구소에서는 담수산 무지개송어를 해수산 무지개송어로 생산을 시도하여 성공한 바 있고, 이의 생산 기술은 일선 양식산업에서 도입하여 제품을 양산하는 단계에 이르고 있다(Kim et al., 2014).

한편, 무지개송어와 같은 연어류는 고가이고, 생산이 소비에 비하여 부족한 상태이어서 이들 자원의 효율적 이용이 절실하나, 가공 중 다량 발생하고 있는 프레임(필레처리 후 부산물로 발생하는 중골부위로 다량의 근육이 존재함)과 같은 부산물의 경우 대부분 사료로 이용되고 있다(Heu et al., 2008b; 2009). 따라서, 무지개송어 프레임의 효율적 이용 방안 중의 하나가 육을 분리하여 이를 연제품, 버거, 어육포 등과 같은 다양한 소재로 이용할 수 있으리라 판단된다(Wendel, 1999). 이와 같이 무지개송어 프레임육의 효율적 이용을 위하여는 반드시 무지개송어 프레임육의 식품성분 특성을 살펴보고, 해수산 무지개송어 필레육과 담수산 무지개송어 프레임육과 비교 검토가 동반되어야 하리라 판단된다.

한편, 무지개송어에 관한 연구로는 양식 조건에 관한 연구(Jeong et al., 1995), 사료 개발(Kim and Jo, 1978) 및 우량 제품 생산을 위한 3배체 개발 등과 같은 양식에 관한 논문이 주류를 이루고 있고, 소비 확대를 위한 식품학적 연구로는 양식지역에 따른 담수 무지개송어 근육간의 품질특성 비교(kang et al., 2014) 성숙에 따른 식품 성분 및 과산화물가의 변화(Park and Kim, 1996), 은연어와의 식품성분 특성 비교(Choi and Kim, 1993), 통조림(Kang et al., 2007) 및 어육포(Heu et al., 2008a)와 같은 신제품 개발 등의 연구가 있을 뿐이며, 이마저도 담수산 무지개송어를 소재를 하여, 해수산 무지개송어와 이로부터 분리한 프레임육을 소재로 실시한 연구는 거의 전무한 실정이다.

본 연구에서는 해수산 무지개송어의 효율적 이용을 위한 일련의 기초 연구로 해수산 무지개송어 프레임육의 식품성분 특성을 살펴보고, 이를 해수산 무지개송어 필레육과 담수산 무지개송어 프레임육의 그것들과 비교 검토하였다.

재료 및 방법

재료

본 실험에서 시료로 사용한 해수산 무지개송어(*Oncorhynchus mykiss*) 프레임(frame)육은 경상남도 통영시 소재 해상가두리양식장으로부터 2013년 10월에 구입한 해수산 무지개송어(체장 43 cm, 체중 1.3 kg)를 필레(fillet)처리 후 얻어지는 프레임으로부터 분리하여 얻었다. 그리고 이의 식품특성을 비교할 목적으로 사용한 대조구는 위에서 분리된 해수산 무지개송어 필레육과 4종의 담수산 무지개송어 프레임육을 사용하였다. 해수산 무지개송어 필레육은 Kim et al. (2014)의 데이터를 사용하였고, 담수산 무지개송어 프레임육은 강원도 평창군, 경기도 평택시, 충청북도 제천시 및 경상남도 거창군에 위치한 4 지역의 육상 양식장에서 담수로 사육한 것(크기의 경우 41-44 cm 범위, 체중의 경우 1.1-1.2 kg 범위)을 2013년 9월에 각각 구입하여 필레처리하고 남은 프레임육을 사용하였다. 여기서 해수산 무지개송어 근육 중 프레임육을 S-FR-TY로, 필레육을 S-FI-TY로 표기하였고, 담수산 무지개송어 근육 중 체천에서 양식된 것을 F-FR-JC로, 거창에서 양식된 것을 F-FR-GC로, 평창에서 양식된 것을 F-FR-PC로, 그리고 평택에서 양식된 것을 F-FR-PT로 표기하였는데, 표기 중의 첫 문자인 S 또는 F의 경우 해수산(sea) 또는 담수산(freshwater)의 이니셜을, 두 번째 문자인 FR 또는 FI의 경우 프레임(frame) 또는 필레(fillet)의 이니셜을, 그리고 세 번째 문자인 TY, JC, GC, PC 및 PT의 경우 Tongyeong, Jecheon, Geochang, Pyeongchang 및 Pyeongtaek 등과 같은 양식지역의 이니셜을 사용하였는데 대문자로 표기하였다. 이상에서 설명한 시료의 대략적인 개요와 sample code는 Table 1과 같다.

일반성분

일반성분은 AOAC법(1995)에 따라 수분은 상압가열건조법, 조단백질은 semimicro Kjeldahl법, 조지방은 Soxhlet법 및 회분은 건식회화법으로 각각 측정하였다.

헌터 색조

헌터 색조는 직시색차계(ZE 2000, Nippon Denshoku Industries Co., Tokyo, Japan)를 이용하여 적색도를 측정하였고, a값으로 나타내었다. 이때, 표준백판은 L값이 91.6, a값이 0.28 및

Table 1. Brief information and sample code on muscles of rainbow trout *Oncorhynchus mykiss* used as samples in this experiment

Fish	Separated part of muscle	Total		Origin-of-place	Sample code
		Length (cm)	Weight (kg)		
Sea rainbow trout	Frame	43	1.3	Tongyeong	S-FR-TY
	Fillet	43	1.3	Tongyeong	S-FI-TY
Freshwater rainbow trout	Frame	43	1.1	Jecheon	F-FR-JC
	Frame	41	1.2	Geochang	F-FR-GC
	Frame	44	1.2	Pyeongchang	F-FR-PC
	Frame	41	1.1	Pyeongtaek	F-FR-PT

b값이 2.69이었다.

휘발성염기질소 함량 및 냄새 강도

휘발성염기질소 함량은 Conway unit를 사용하는 미량확산법 (Ministry of Social Welfare of Japan, 1960)으로 측정하였고, 냄새 강도는 Tji (2012)가 언급한 방법에 따라 시료를 전처리 한 후 전자코(odor concentration meter, XP-329, New Cosmos Electric Co. Ltd., Japan)로 측정하였으며, 냄새의 강도(level)로 나타내었다.

유리아미노산 및 taste value

유리아미노산 분석용 전처리 시료는 무지개송어 근육의 약 10 g에 20% trichloroacetic acid (TCA) 30 mL를 가하여 균질화(10분)하고, 정용(100 mL)한 다음 원심분리(3,000 rpm, 10분)하였으며, 이의 상층액 중 80 mL를 분액깔때기에 취한 후 동량의 에테르를 사용하여 TCA 제거 공정을 3회 반복하고, 다시 이를 농축 및 lithium citrate buffer (pH 2.2)로 정용(25 mL)하여 제조하였다. 그리고 아미노산은 전처리 시료의 일정량을 사용하여 아미노산 자동분석기(Biochrome 30, Pharmacia Biotech, England)로 분석하고, 동정하였다.

총아미노산, 무기질 및 지방산 조성

총아미노산 분석용 전처리 시료는 일정량의 무지개송어 근육(약 50 mg)에 6 N 염산 2 mL를 가하고 밀봉한 다음, 이를 heating block (HF21, Yamato Scientific Co., Japan)에서 가수분해(110°C, 24시간)한 후 glass filter로 여과 및 감압건조하였고, 이를 sodium citrate buffer (pH 2.2)로 정용하여 제조하였다.

총아미노산은 전처리 시료의 일정량을 사용하여 아미노산자동분석기(Biochrom 30, Amersham Pharmacia Biotech, England)로 분석하고, 동정하였다.

무기질은 Kim (2014)이 제시한 방법에 따라 무지개송어 프레임육의 일정량을 질산으로 습식 분해한 후 Inductively coupled plasma spectrophotometer (ICP, Atomscan 25, Thermo Fisher Scientific Inc., USA)로 분석하였다.

지방산 조성을 분석하기 위한 시료 지질은 chloroform 과 methanol 혼합물(2:1, v/v)을 사용하여 Bligh and Dyer 법(1959)으로 추출하였다. 지방산 조성은 일정량의 지질을 AOCS법(1990)으로 methyl ester화한 후에 capillary column (i.d., 0.32 mm × 30 m, Omegawax 320 fused silica capillary column, Supelco Park, Bellefonte, PA, USA)이 장착된 gas chromatography (Shimadzu GC 14A, Shimadzu Seisakusho, Co. Ltd, Japan)를 이용하여 분석하였다. 분석조건은 injector 및 detector (Flame Ionization Detector, FID) 온도를 각각 230°C까지 승온시키고, 15분간 유지한 다음 실시하였다. 그리고, carrier gas는 He (1.0 kg/cm²)를 사용하였으며, split ratio는 1:50으로 하였다.

통계처리

무지개송어 근육의 식품학적 특성에 대한 데이터는 ANOVA test를 이용하여 분산분석한 후 Duncan의 다중위검정법으로 최소유의차검정(5% 유의수준)을 실시하여 나타내었다.

결과 및 고찰

일반성분 및 pH

해수산 무지개송어 프레임육(S-FR-TY)의 일반성분을 해수산 무지개송어 필레 근육(S-FI-TY)과 담수산 무지개송어 프레임육의 일반성분과 비교하여 나타난 결과는 Table 2와 같다. 해수산 무지개송어 프레임육의 일반성분 함량은 수분이 73.2%, 조단백질이 20.3%, 조지방이 4.4%, 회분이 1.5%로, 일반 어류의 표준 단백질 함량(20.0±2.0%) 및 표준 지질 함량(3.0±2.0%)의 범위(Shin, 2000)에 있었고, 수분을 제외한다면 주성분이 단백질이었다. 따라서 해수산 무지개송어 프레임육은 어육포 등과 같은 형태로 가공되어 우리나라 소비자들에게 섭취되는 경우 우수한 단백질 공급원이 될 것으로 판단되었다.

해수산 무지개송어의 일반성분 함량은 프레임육이 필레육(수분이 73.8%, 조단백질이 20.6%, 조지방이 4.2% 및 회분이 1.1%)에 비하여 차이가 없었다($P<0.05$).

무지개송어 프레임육의 일반성분 함량은 해수산이 여러 지역에서 양식된 담수산(수분의 경우 72.8-73.3%, 조단백질의 경우 20.2-20.7%, 조지방의 경우 3.7-4.2% 및 1.3-1.6%)에 비하여 이들 범위에 있어 차이가 없었다.

이상의 무지개송어 근육 간의 일반성분 함량의 결과로 미루어 보아 해수산 무지개송어 프레임육의 일반성분 함량은 해수산 무지개송어 필레육과 담수산 무지개송어 프레임육의 일반성분 함량에 비하여 거의 차이가 없었다.

색조

해수산 무지개송어 프레임육(S-FR-TY)의 Hunter a value를,

Table 2. Proximate composition of frame and fillet muscles of sea rainbow trout *Oncorhynchus mykiss* compared to frame muscle of freshwater rainbow trout

	Sample ¹	Proximate composition (g/100 g)			
		Moisture	Crude protein	Crude lipid	Ash
Sea	S-FR-TY	73.2±0.2	20.3±0.2	4.4±0.1	1.5±0.2
	S-FI-TY ²	73.8±0.2	20.6±0.1	4.2±0.2	1.1±0.1
Freshwater	F-FR-JC	73.2±0.2	20.2±0.1	3.7±0.2	1.5±0.1
	F-FR-GC	72.8±0.2	20.4±0.1	4.0±0.1	1.6±0.3
	F-FR-PC	73.3±0.4	20.7±0.1	3.9±0.3	1.3±0.2
	F-FR-PT	72.9±1.8	20.2±0.2	4.2±0.2	1.5±0.2

¹Sample codes are the same as explained in Table 1.

²This data were quoted from Kim et al. (2014).

해수산 무지개송어 필레 근육(S-FI-TY)과 담수산 무지개송어 프레임육의 그것들과 비교하여 나타낸 결과는 Fig. 1과 같다. 무지개송어 근육의 Hunter a value는 해수산 무지개송어 프레임육이 18.5로 해수산 무지개송어 필레육의 20.9에 비하여는 낮았으나, 담수산 무지개송어 프레임육에 비하여는 F-FR-SC에 비하여는 낮았고, F-FR-RT에 비하여는 높았으며, F-FR-GC와 F-FR-PC에 비하여는 차이가 없었다($P<0.05$).

이상의 결과로부터 무지개송어 근육의 색조는 해수산 무지개송어 프레임육이 해수산 무지개송어 필레육과 담수산 무지개송어 프레임육 중 F-FR-JC에 비하여는 적색이 연하였고, 담수산 무지개송어 프레임육 중 F-FR-PT에 비하여는 진하였으며, F-FR-GC와 F-FR-PC에 비하여는 차이가 없었다.

냄새

해수산 무지개송어 프레임육(S-FR-TY)의 냄새 강도를 휘발성염기질소 함량과 전자코로 측정한 다음, 해수산 무지개송어 필레 근육(S-FI-TY)과 담수산 무지개송어 프레임육의 이들 결과들과 비교하여 나타낸 결과는 Fig. 2와 같다. 해수산 무지개송어 프레임육의 휘발성염기질소 함량과 전자코에 의한 냄새 강도는 각각 12.7 mg/100 g 및 11.7 level로, 해수산 무지개송어 필레육의 이들(13.0 mg/100 g 및 12.3 level)에 비하여 차이가 없었다($P>0.05$).

해수산 무지개송어 프레임육의 휘발성염기질소 함량은 담수산 무지개송어 프레임육 중 제천산의 11.2 mg/100 g과 F-FR-PC의 11.1 mg/100 g에 비하여는 높았으나 F-FR-GC의 12.0 mg/100 g과 F-FR-PT의 13.8 mg/100 g에 비하여는 차이가 없었다. 그리고 해수산 무지개송어 프레임육의 냄새 강도는 F-FR-JC의 6.0 level과 F-FR-GC의 4.8 level에 비하여는 높았으나, F-FR-PC의 13.3 level과 F-FR-PT의 9.7 level과는 차이가 없었다.

이상의 무지개송어 근육 간의 냄새 강도는 해수산 무지개송어

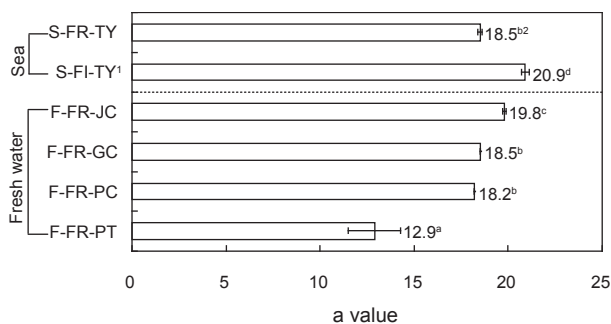


Fig. 1. Hunter a value of frame and fillet muscles of sea rainbow trout *Oncorhynchus mykiss* compared to frame muscle of fresh-water rainbow trout.

¹This data on the S-FI-TY were quoted from Kim et al. (2014).
²Different letters on the data indicate a significant difference at $P<0.05$.

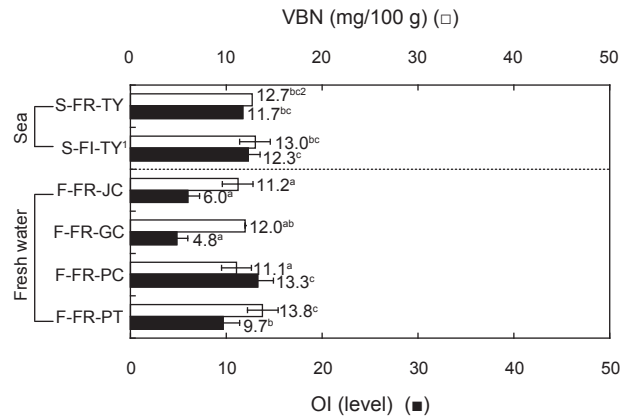


Fig. 2. Volatile basic nitrogen (VBN) content and volatile component intensity (VCI) of frame and fillet muscles of sea rainbow trout *Oncorhynchus mykiss* compared to frame muscle of fresh-water rainbow trout.

¹This data on the S-FI-TY were quoted from Kim et al. (2014).
²Different letters on the data indicate a significant difference at $P<0.05$.

의 프레임육과 필레육 간의 경우 차이가 없으리라 판단되었고, 해수산과 담수산 무지개송어 프레임육 간의 경우 해수산이 담수산에 비하여 낮거나 차이가 없었다.

맛과 건강 기능

해수산 무지개송어 프레임육(S-FR-TY)의 맛과 건강 기능 특성을 유리아미노산 함량과 taste value로 살펴보고, 이의 결과를 해수산 무지개송어 필레 근육(S-FI-TY)과 담수산 무지개송어 프레임육의 이들과 비교하여 나타낸 결과는 Table 3 및 4와 같다. 해수산 무지개송어 프레임육의 유리아미노산은 종류의 경우 23종이 동정되었고, 총함량의 경우 431.2 mg/100 g이었으며, 주요 유리아미노산의 경우 운동 선수들에게 필요로 하는 근육 내의 pH 완충 작용, 항산화 작용, 활성산소 및 금속이온의 제거능 등과 같은 기능성이 있는 anserine (249.2 mg/100 g 및 57.8%) (Nabetani et al., 2012), 그리고 생체의 삼투압 조절, 콜레스테롤(cholesterol)의 축적 예방, 담즙산 생합성 촉진에 의한 항담석작용, 뇌의 교감신경 억제작용으로 혈압강하, 뇌졸중 예방 등의 다양한 건강 기능이 있는 taurine (29.9 mg/100 g 및 6.9%) (Lee et al., 1999)이었다. 따라서 해수산 무지개송어 프레임육의 적당한 섭취는 anserine과 taurine의 건강 기능성을 기대할 수 있으리라 판단되었다.

해수산 무지개송어 프레임육의 유리아미노산은 해수산 무지개송어 필레 근육의 유리아미노산[종류의 경우 22종, 총함량의 경우 505.9 mg/100 g 및 주요 유리아미노산의 경우 anserine (함량이 277.2 mg/100 g, 그리고 조성이 54.8%) 및 taurine (함량이 54.4 mg/100 g, 그리고 조성이 10.7%)]에 비하여 종류의 경우 1종이 많았고, 총함량의 경우 14.8%가 낮았으며, 주요 유

리아미노산 종류의 경우 동일하였으나 함량과 조성의 경우 약간 차이가 있었다.

해수산 무지개송어 프레임육의 유리아미노산은 담수산 무지개송어 프레임육의 유리아미노산[종류의 경우 각각 23 및 20 종, 총합량의 경우 각각 405.2 및 395.2 mg/100 g, 그리고 주요 유리아미노산의 경우 모두 anserine (함량과 조성이 각각 243.4 mg/100 g 및 60.0%, 그리고 각각 233.3 mg/100 g 및 59.0%)

및 taurine (함량과 조성이 각각 21.5 mg/100 g 및 5.3%, 각각 25.9 mg/100 g 및 6.6%)]에 비하여 종류의 경우 각각 1종이 적거나 2종이 많았고, 총합량의 경우 각각 6.4% 및 9.1%가 높았으며, 주요 유리아미노산 종류의 경우 동일하였으나 함량과 조성의 경우 약간 차이가 있었다.

이와 같은 해수산 및 담수산 무지개송어 근육의 유리아미노산 함량과 조성의 결과로부터 해수 또는 담수와 같은 서식수와 프

Table 3. Free amino acid content (mg/100 g) of frame and fillet muscles of sea rainbow trout *Oncorhynchus mykiss* compared to frame muscle of freshwater rainbow trout

Free amino acid	Sea rainbow trout		Freshwater rainbow trout	
	S-FR-TY	S-FI-TY ¹	F-FR-GC	F-FR-PC
Phosphoserine	-	0.2 (0.0) ²	0.3(0.1)	-
Taurine	29.9(6.9)	54.4 (10.7)	21.5(5.3)	25.9 (6.6)
Aspartic acid	1.3(0.3)	2.2 (0.4)	1.4 (0.4)	1.3(0.3)
Threonine	5.9(1.4)	9.2 (1.8)	6.1 (1.5)	5.4 (1.4)
Serine	3.9(0.9)	3.6 (0.7)	3.5 (0.9)	3.5 (0.9)
Glutamic acid	12.6(2.9)	20.1 (4.0)	4.3 (1.1)	11.7 (3.0)
α-Aminoadipic acid	0.3(0.1)	0.3 (0.1)	0.8 (0.2)	-
Proline	2.6(0.6)	2.8 (0.6)	1.2 (0.3)	2.1 (0.5)
Glycine	27.8(6.4)	34.3 (6.8)	23.8 (5.9)	25.7 (6.5)
Alanine	37.7(8.7)	38.6 (7.6)	19.4 (4.8)	33.7 (8.5)
α-Aminobutyric acid	-	-	0.1 (0.0)	-
Valine	4.8(1.1)	5.3 (1.1)	3.0 (0.7)	4.4 (1.1)
Cysteine	0.3(0.1)	-	-	0.3 (0.1)
Methionine	1.0(0.2)	1.3 (0.3)	0.2 (0.0)	0.9 (0.2)
Isoleucine	2.7(0.6)	3.1 (0.6)	1.6 (0.4)	2.5 (0.6)
Leucine	4.2(1.0)	4.6 (0.9)	2.3 (0.6)	3.9 (1.0)
Tyrosine	2.8(0.7)	3.3 (0.7)	1.9 (0.5)	2.7 (0.7)
β-Alanine	6.1(1.4)	6.7 (1.3)	3.5 (0.9)	5.9 (1.5)
Phenylalanine	2.6(0.6)	2.7 (0.5)	1.3 (0.3)	2.4 (0.6)
α-Aminoisobutyric acid	0.7(0.2)	0.6 (0.1)	0.2 (0.0)	0.7 (0.2)
γ-Aminobutyric acid	1.7(0.4)	1.7 (0.3)	0.9 (0.2)	1.6 (0.4)
Ethanolamine	1.9(0.4)	0.4 (0.1)	1.0 (0.3)	-
Hydroxylysine	0.6(0.1)	-	-	0.6 (0.1)
Ornithine	0.6(0.1)	1.0 (0.2)	0.5 (0.1)	0.6 (0.1)
Lysine	16.1(3.7)	19.0 (3.8)	15.6 (3.9)	13.6 (3.4)
1-Methylhistidine	2.3(0.5)	1.0 (0.2)	3.9 (1.0)	2.3 (0.6)
Histidine	6.3(1.5)	6.1 (1.2)	37.8 (9.3)	7.0 (1.8)
Anserine	249.2(57.8)	277.2 (54.8)	243.4 (60.0)	233.3 (59.0)
Carnosine	1.9(0.4)	2.1 (0.4)	2.1 (0.5)	-
Arginine	3.4(0.8)	4.1 (0.8)	3.6 (0.9)	3.2 (0.8)
Total	427.8(99.8)	501.8(100.0)	401.6(100.1)	392(99.9)

¹This data on the S-FI-TY were quoted from Kim et al. (2014).

²The values in parentheses indicate [(g of amino acid/100 g of total amino acid)]×100

레임육 또는 필레육과 같은 근육의 종류에 따른 유리아미노산의 종류, 총합량 등의 차이가 있으며, 해수 또는 담수와 같은 서식수와 프레임육 또는 필레육과 같은 근육의 종류에 따른 무지개송어의 맛에 있어 다소 차이가 있으리라 추정되었다.

한편, Kato et al. (1989)과 Shin et al. (2008)은 어류 맛의 경우 유리아미노산의 함량에 비례하기 보다는 여기에 맛의 역치 (taste threshold)를 고려한 taste value에 비례한다고 보고한 바 있다. Kato et al. (1989)이 제시한 유리아미노산에 대한 맛의 역치는 aspartic acid가 3 mg/100 g으로 가장 낮았고, 다음으로 glutamic acid (5 mg/100 g), histidine (20 mg/100 g) 및 methionine (30 mg/100 g) 등의 순이었다.

이러한 일면에서 해수산 무지개송어 프레임육의 유리아미노산 함량과 Kato et al. (1989)이 제시한 이들 유리아미노산의 맛에 대한 역치를 토대로 환산한 taste value는 total의 경우 4.70이었고 주요 유리아미노산으로는 glutamic acid (2.52) 및 aspartic acid (0.43) 등으로 나타났다.

해수산 무지개송어 프레임육의 taste value는 해수산 무지개송어 필레육의 taste value [total taste value의 경우 6.65, 주요 유리아미노산의 경우 glutamic acid (4.02)과 aspartic acid (0.73)이었음]에 비하여 total taste value의 경우 29.3%가 낮았고, 주요 유리아미노산 종류의 경우 차이가 없었으나 이들의 값의 경우 모두 낮아 차이가 있었다. 따라서 해수산 무지개송어 프레임육의 맛은 해수산 무지개송어 필레육에 비하여 다소 연하리라 추정되어 어육포와 같은 가공소재로 이용하는 경우 기호도

를 고려하여 조미액을 적절히 사용해야 할 것으로 판단되었다.

해수산 무지개송어 프레임육의 taste value는 담수산 무지개송어 프레임육의 taste value [total taste value의 경우 각각 4.21 및 4.40, 주요 유리아미노산의 경우 F-FR-GC가 histidine (1.89), glutamic acid (0.86) 및 aspartic acid (0.47), F-FR-PC가 glutamic acid (2.34)과 aspartic acid (0.43)이었음]에 비하여 total taste value의 경우 각각 6.2 및 6.8%가 높았다. 따라서 해수산 무지개송어 프레임육의 맛은 담수산 무지개송어 프레임육의 맛에 비하여 다소 진하리라 추정되었다.

한편, Shin et al. (2008)은 급이 및 비급이 참돔의 맛에 대하여 비교하는 연구에서 참돔의 total taste value는 급이구의 경우 7.17, 비급이구의 경우 6.97이었고, 이들의 맛에 영향을 미치는 주요 아미노산은 glutamic acid (급이 및 비급이구의 taste value가 각각 3.85 및 4.24이었음)이었다고 보고한 바 있다. 따라서 해수산 무지개송어 프레임육의 맛은 참돔의 맛에 비하여 연하리라 추정되었다. 한편, 연어류들의 유리아미노산 총합량의 상당 비율이 anserine으로 구성되어 있고, 이 anserine의 역치가 알려져 있지 않아 taste value로 환산되지 않았다는 사실을 고려할 때 실제 연어류의 맛에 대한 강도는 현재 나타난 자료보다는 좀 더 진할 것으로 추정되었다.

영양

해수산 무지개송어 프레임육의 영양 특성을 총아미노산, 무기질 및 지방산 조성으로 살펴보고, 이의 결과를 해수산 무지개송어 필레육과 담수산 무지개송어 프레임육과 비교 검토

Table 4. Taste value of sea rainbow trout *Oncorhynchus mykiss* compared to its fillet muscle and frame muscle of freshwater rainbow trout

Amino acid	Taste threshold ¹ (mg/100 g)	Sea rainbow trout		Freshwater rainbow trout	
		S-FR-TY	S-FI-TY ²	F-FR-GC	F-FR-PC
Aspartic acid	3	0.43	0.73	0.47	0.43
Threonine	260	0.02	0.04	0.02	0.02
Serine	150	0.03	0.02	0.02	0.02
Glutamic acid	5	2.52	4.02	0.86	2.34
Proline	300	0.01	0.01	0.00	0.01
Glycine	130	0.21	0.26	0.18	0.20
Alanine	60	0.63	0.64	0.32	0.56
Valine	140	0.03	0.04	0.02	0.03
Methionine	30	0.03	0.04	0.01	0.03
Isoleucine	90	0.03	0.03	0.02	0.03
Leucine	190	0.02	0.02	0.01	0.02
Phenylalanine	90	0.03	0.03	0.01	0.03
Lysine	50	0.32	0.38	0.31	0.27
Histidine	20	0.32	0.31	1.89	0.35
Arginine	50	0.07	0.08	0.07	0.06
Total	-	4.70	6.65	4.21	4.40

¹This data were quoted from Kato et al. (1989). ²This data were quoted from Kim et al. (2014).

하였다.

해수산 무지개송어 프레임육(S-FR-TY), 해수산 무지개송어 필레육과 담수산 무지개송어 프레임육의 총아미노산 함량을 살펴본 결과는 Table 5와 같다. 무지개송어의 프레임육과 필레육과 같은 근육의 종류, 해수산과 담수산과 같은 무지개송어의 양식을 위한 양식수의 종류에 관계없이 모든 시료의 아미노산은 모두 17종이 동정되었고, tryptophan은 산분해되어 동정되지 않았다. 해수산 무지개송어 프레임육의 총아미노산 함량은 19.40 g/100 g이었고, 주요 아미노산(8% 이상)은 aspartic acid (1.74 g/100 g, 9.0%), glutamic acid (2.48 g/100 g, 12.8%), leucine (1.72 g/100 g, 8.9%) 및 lysine (1.73 g/100 g, 8.9%)과 같은 4종이었다. 해수산 무지개송어 프레임육과 필레육 간의 총아미노산은 프레임육이 필레육[총합량의 경우 20.13 g/100 g, 주요 유리아미노산의 경우 aspartic acid (2.01 g/100 g, 10.0%), glutamic acid (3.09 g/100 g, 15.3%), leucine 1.85 g/100 g, 9.2%) 및 lysine (1.94 g/100 g, 9.7%)과 같은 4종]에 비하여 총합량의 경우 3.6%가 낮았으나 주요아미노산의 종류에 있어서는 차이가 없었다. 해수산 및 담수산 무지개송어 프레임육 간의 총아미노산은 해수산이 F-FR-GC 및 F-FR-PC와 같

은 담수산[총합량의 경우 각각 19.50 및 19.80 g/100 g이었고, 주요아미노산의 경우 모두 aspartic acid (각각 1.80 g/100 g과 8.6%, 1.83 g/100 g과 9.2%), glutamic acid (각각 2.51 g/100 g과 12.9%, 2.42 g/100 g과 12.2%), leucine (각각 1.67 g/100 g과 8.6%, 1.61 g/100 g과 8.1%) 및 lysine (각각 1.68 g/100 g과 8.6%, 1.72 g/100 g과 8.7%)]에 비하여 총합량의 경우 각각 0.5% 및 2.0%가 낮았으나, 주요아미노산 종류의 경우가 없었다. 한편, 무지개송어 프레임육의 필수아미노산(tryptophan을 제외한 9종)의 총합량은 10.29 g/100 g으로 전체아미노산의 53.1%를 차지하였고, 이들의 조성은 histidine을 제외하고는 모두 4.5% 이상을 차지하여 영양적으로 의미가 있었으며, tryptophan을 제외한다면 제1제한아미노산은 histidine (3.5%)이었다. 해수산 무지개송어 프레임육과 필레육 간의 필수아미노산 총합량은 프레임육이 필레육의 9.70 g/100 g (48.1%)에 비하여 6.1%가 높아 영양적으로 의미가 있었다. 한편, 해수산 무지개송어 필레육의 필수아미노산 조성은 lysine과 arginine을 제외한다면 대체로 낮거나 유사하였으며, tryptophan을 제외한다면 제1제한아미노산은 isoleucine (2.3%)이었다. 해수산 및 담수산 무지개송어 프레임육 간의 필수아미노산 총합량은 해수

Table 5. Total amino acid (TAA) content of sea rainbow trout *Oncorhynchus mykiss* compared to its fillet muscle and frame muscle of freshwater rainbow trout (g/100 g)

Amino acid	Sea rainbow trout		Freshwater rainbow trout	
	S-FR-TY	S-FI-TY ²	F-FR-GC	F-FR-PC
Aspartic acid	1.74(9.0) ³	2.01(10.0)	1.80(9.2)	1.83(9.2)
Threonine ¹	0.89(4.6)	0.97(4.8)	0.91(4.7)	0.90(4.5)
Serine	0.82(4.2)	0.73(3.6)	0.82(4.2)	0.85(4.3)
Glutamic acid	2.48(12.8)	3.09(15.3)	2.51(12.9)	2.42(12.2)
Proline	0.81(4.2)	1.25(6.2)	1.46(7.5)	0.70(3.5)
Glycine	0.94(4.8)	0.98(4.9)	1.03(5.3)	0.97(4.9)
Alanine	1.24(6.4)	1.32(6.5)	1.21(6.2)	1.36(6.9)
Cysteine	0.37(1.9)	0.25(1.2)	0.36(1.8)	0.43(2.2)
Valine ¹	1.27(6.5)	1.15(5.7)	1.04(5.3)	1.18(6.0)
Methionine ¹	0.88(4.5)	0.57(2.8)	0.81(4.2)	0.86(4.3)
Isoleucine ¹	1.06(5.5)	0.46(2.3)	0.99(5.1)	1.02(5.2)
Leucine ¹	1.72(8.9)	1.85(9.2)	1.67(8.6)	1.61(8.1)
Tyrosine	0.71(3.7)	0.80(4.0)	0.74(3.8)	0.87(4.4)
Phenylalanine ¹	1.00(5.2)	0.88(4.4)	0.80(4.1)	1.39(7.0)
Histidine ¹	0.68(3.5)	0.62(3.1)	0.63(3.2)	0.61(3.1)
Lysine ¹	1.73(8.9)	1.94(9.7)	1.68(8.6)	1.72(8.7)
Arginine ¹	1.06(5.5)	1.26(6.3)	1.04(5.3)	1.08(5.5)
Total EAA ²	10.29(53.1)	9.70(48.1)	9.57(49.1)	10.37(52.4)
Total ³	19.40(100.1)	20.13(100.0)	19.50(100.0)	19.80(100.0)

¹EAA, Essential amino acid. ²This data were quoted from Kim et al. (2014). ³Value in the parenthesis indicates (amino acid content/TAA content)×100.

산이 거창산의 9.57 g/100 g에 비하여 7.5%가 높았으나, F-FR-PC의 10.37 g/100 g에 비하여 0.8%가 낮았다. 담수산 무지개송어 프레임육의 필수아미노산 조성은 해수산 무지개송어 프레임육에 비하여 phenylalanine (F-FR-GC의 경우 4.1%, F-FR-PC의 경우 7.0%)을 제외하고는 거의 차이가 없었고, tryptophan을 제외한다면 제1제한미노산은 역시 histidine (F-FR-GC의 경우 3.2%, F-FR-PC의 경우 3.1%)이었다. 이상의 해수산 및 담수산 무지개송어 프레임육 간, 그리고 해수산 무지개송어의 프레임과 필레육 간의 필수아미노산에 대한 결과로부터 미루어 보아 필수아미노산의 총합량 및 제한 아미노산은 어류 근육의 부위 간의 경우 차이가 있었으나 해수산과 담수산 간에는 크게 차이가 없었다. 곡류 제한 아미노산인 lysine과 threonine (Yoon et al., 2010)의 함량과 조성은 해수산 무지개송어 프레임육이 각각 1.73 g/100 g (8.9%) 및 0.89 g/100 g (4.6%)으로 해수산 무지개송어 필레육의 각각 1.94 g/100 g (9.7%) 및 0.97 g/100 g (4.8%)에 비하여 낮았으나, 담수산 무지개송어 프레임육(F-FR-GC의 경우 각각 1.68g/100 g (8.6%) 및 0.91 g/100 g (4.7%), F-FR-PC의 경우 각각 1.62 g/100 g (8.8%) 및 0.74 g/100 g (4.0%)에 비하여는 유사하였다. 따라서 해수산 무지개송어 프레임육의 곡류 제한아미노산의 함량과 조성은 해수산 무지개송어 필레육의 그것들에 비하여는 약간 낮았으나, 그래도 이들의 함량과 조성은 의미가 있는 범위이어서 곡류를 주식으로 하는 우리나라 사람들을 위시한 동양권 사람들이 이를 섭취하는 경우 영양 균형적인 면에서 의미가 있다고 판단되었다.

해수산 무지개송어의 프레임육과 필레육과 같은 근육 간, 그리고 해수산 및 담수산과 같은 사육수의 종류를 달리한 무지개송어 프레임육 간의 무기질 함량을 살펴본 결과는 Table 6과 같다. 해수산 무지개송어 프레임육의 칼슘은 33.2 mg/100 g, 인은 440.2 mg/100 g, 철은 0.5 mg/100 g이었다. 해수산 무지개송어의 프레임육과 필레육 (칼슘의 경우 33.1 mg/100 g, 인의 경우 414.7 mg/100 g, 칼륨의 경우 736.3 mg/100 g 및 철의 경우 1.1 mg/100 g) 간의 무기질 함량은 프레임육이 인의 경우 약간 높았고, 칼륨과 철의 경우 약간 낮았으며, 칼슘의 경우 차이가 없었다. 해수산과 담수산과 같은 사육수의 종류를 달리한 무지개송어 프레임육 간의 무기질 함량은 해수산이 담수산(칼슘의 경우 32.4-37.6 mg/100 g, 인의 경우 418.9-496.5 mg/100 g, 칼륨

의 경우 768.5-889.6 mg/100 g 및 철의 경우 0.5-1.0 mg/100 g)에 비하여 칼륨의 경우 다소 낮았으나 기타 무기질의 경우 이들의 범위에 있어 크게 차이가 인정되지 않았다. 한편, Shin et al. (2008)은 참돔의 급이 및 비급이 참돔의 칼슘 함량을 각각 14.3 및 15.0 mg/100 g, 칼륨 함량을 각각 230.6 및 258.4 mg/100 g, 그리고 철 함량을 각각 0.4 및 0.3 mg/100 g이라고 보고한 바 있다. 이와 같은 해수산 무지개송어 프레임육과 참돔류 2종의 무기질 함량에 대한 결과로부터 해수산 무지개송어 프레임육은 급이 및 비급이 참돔의 모두에 비하여 무기질적인 면에서는 의미가 있다고 판단되었다. 한편, 한국영양학회(The Korean Nutrition Society, 2010)는 19-49세 성인 남성에게 대하여 위의 여러 가지 건강 기능 효과를 기대하기 위한 1일 섭취 권장량(칼륨의 경우 충분섭취량)으로 칼슘의 경우 750 mg, 인의 경우 700 mg을, 철의 경우 10 mg을, 칼륨의 경우 3.5 g을 제시하였다. 이와 같은 자료를 토대로 해수산 무지개송어 프레임육 100 g을 1일 권장섭취량 또는 충분섭취량에 적용하는 경우 칼슘은 4.4%, 인은 62.9%, 칼륨은 20.3%, 철은 5%를 나타내었다. 따라서 해수산 무지개송어 프레임육의 섭취에 의한 무기질 보강 효과는 인과 칼륨의 경우 인정되었고, 칼슘과 철의 경우 무시할 정도는 아니었으나 크지도 않았다.

무지개송어의 지방산 조성은 Table 7과 같고, 해수산 프레임육이 포화산의 경우 5종이, 모노엔산의 경우 6종이, 폴리엔산의 경우 8종이 동정되어 총 19종이 동정되었고, 해수산 필레육이 포화산과 모노엔산의 경우 모두 6종이, 폴리엔산이 9종이 동정되어 총 21종이 동정되었으며, 담수산 프레임육이 포화산과 모노엔산의 경우 5-6종이, 폴리엔산이 6-9종이 동정되어 총 17-21종이 동정되었다. 따라서 무지개송어의 동정된 지방산의 수는 무지개송어의 근육 간과 사육수의 종류 등에 따라 차이가 있었다.

해수산 무지개송어 프레임육의 지방산 조성은 폴리엔산이 폴리엔산이 36.0%로 가장 높았고, 다음으로 모노엔산(34.7%) 및 포화산(29.3%)의 순이었으며, 주요 지방산으로는 16:0 (17.8%), 18:1n-9 (19.8%), 18:2n-6 (9.4%) 및 22:6n-3 (15.8%) 등과 같은 4종으로, 이들은 전체 지방산의 62.8%로 전체의 대부분을 차지하였다. 그리고 건강 기능성 지방산으로 널리 알려져 있는 20:5n-3의 경우도 7.4%로 무시할 정도의 비율은 아니

Table 6. Mineral content of sea rainbow trout *Oncorhynchus mykiss* compared to its fillet muscle and frame muscle of freshwater rainbow trout (mg/100 g)

Mineral	Sea rainbow trout			Freshwater rainbow trout		
	S-FR-TY	S-FI-TY ¹	F-FR-JC	F-FR-GC	F-FR-PC	S-FR-PT
Ca	33.2±0.5	33.1±0.2	32.4±0.4	37.6±0.6	35.2±0.2	32.9±0.3
P	440.2±3.8	414.7±4.4	418.9±5.3	470.0±6.9	496.5±2.5	458.4±5.8
K	710.3±7.6	736.3±2.1	768.5±2.4	880.0±2.3	889.6±4.2	811.8±7.3
Fe	0.5±0.0	1.1±0.0	0.6±0.0	0.6±0.0	0.5±0.0	1.0±0.0

Source, The Korean Nutrition Society (2010). ¹This data were quoted from Kim et al. (2014).

었다.

해수산 무지개송어 프레임육과 필레육 간의 지방산 조성은 프레임육이 필레육[지방산은 모노엔산이 44.4%로 가장 높았고, 다음으로 폴리엔산의 32.7% 및 포화산의 23.0%의 순이었으며, 주요 지방산으로는 16:0 (15.2%), 18:1n-9 (35.9%), 18:2n-6 (13.7%), 22:6n-3 (9.4%) 등으로, 이들은 전체 지방산의 74.2%를 차지하였음]에 비하여 모노엔산과 폴리엔산 조성비의 경우 높았고, 모노엔산의 조성비의 경우 낮았으며, 주요 구성 지방산의 종류는 동일하였으나, 조성비는 상당히 차이가 있었다. 특히 근년에 건강 기능성 지방산으로 각광을 받고 있는 eicosapentaenoic acid (EPA, 20:n-3)와 docosahexaenoic acid (DHA, 22:6n-3) (Jeong, 1993; Ferretti et al., 1997)는 해수산 무지개송어 프레임육이 필레육에 비하여 월등히 높아 차이가 있었다.

해수산 및 담수산 무지개송어 프레임육 간의 지방산 조성은

해수산이 담수산[지방산은 포화산이 22.2-33.8% 범위, 모노엔산이 30.2-42.4% 범위, 폴리엔산이 32.2-38.7% 범위이었고, 주요 지방산으로는 16:0 (14.0-21.4% 범위), 18:1n-9 (19.4-33.5% 범위), 18:2n-6 (9.9-16.1% 범위), 22:6n-3 (14.0-16.3% 범위) 등이었음]에 비하여 포화산, 모노엔산 및 폴리엔산과 같은 지방산 조성비는 양식산지에 따라 차이가 있었으나 이들의 범위에 있었고, 주요 지방산의 종류는 동일하였으나 이들의 조성비에 있어서는 상당히 차이가 있었다. 또한 해수산 무지개송어 프레임육이 담수산 무지개송어 프레임육에 비하여 EPA와 DHA의 조성비들에 비하여 다소 높아 지질의 건강 기능성적인 면에서는 의미가 있다고 판단되었다.

사 사

이 논문은 2014년 해양수산부 재원으로 한국해양과학기술진흥원의 지원을 받아 수행된 연구임(수산실용화기술개발사업의

Table 7. Fatty acid content of sea rainbow trout *Oncorhynchus mykiss* compared to its fillet muscle and frame muscle of freshwater rainbow trout (Area %)

Fatty acid	Sea rainbow trout			Freshwater rainbow trout		
	S-FR-TY	S-FI-TY ¹	F-FR-JC	F-FR-GC	F-FR-PC	S-FR-PT
14:0	4.4	2.8	3.6	4.9	2.2	4.3
16:0	17.8	15.2	20.1	21.4	14.0	18.6
17:0	0.7	0.4	0.8	0.7	0.4	0.8
18:0	3.6	3.0	5.4	4.9	3.8	4.6
20:0	-	0.2	-	-	0.0	0.2
24:0	2.8	1.4	1.9	1.9	1.8	2.4
Saturated	29.3	23.0	32.0	33.8	22.2	30.9
15:1n-5	0.3	0.2	0.4	0.4	0.2	0.4
16:1n-7	7.1	4.3	9.0	8.4	5.8	9.0
17:1n-7	0.5	0.3	0.6	0.7	0.3	0.7
18:1n-9	19.8	35.9	22.0	19.7	33.5	19.4
20:1n-9	3.8	3.3	3.6	1.0	2.4	0.9
22:1n-9	3.2	0.4	0.3	-	0.2	-
Monoenes	34.7	44.4	35.9	30.2	42.4	30.4
18:2n-6	9.4	13.7	9.9	11.0	16.1	14.0
18:3n-6	0.3	0.3	0.3	-	0.3	-
18:3n-3	1.5	3.9	1.0	1.2	2.3	-
20:2n-6	0.5	0.5	0.5	0.6	0.6	0.6
20:3n-6	0.3	0.5	0.0	-	0.3	-
20:3n-3	0.8	0.2	1.2	1.5	1.5	1.6
20:4n-6	-	0.3	0.3	0.4	0.4	0.4
20:5n-3	7.4	3.9	5.0	5.9	5.9	5.8
22:6n-3	15.8	9.4	14.0	15.3	15.3	16.3
Polyenes	36.0	32.7	32.2	35.9	35.5	38.7

¹This data were quoted from Kim et al. (2014).

해수산 기능성 무지개송어의 생산 및 가공제품 개발)

References

- AOAC. 1995 Official Methods of Analysis. 16th ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington DC, U.S.A., 69-74.
- AOCS. 1990. AOCS Official Method Ce 1b-89. In Official methods and recommended practice. 4th ed. AOCS, Champaign, IL, U.S.A.
- Bligh EG and Dyer WJ. 1959. A rapid method of lipid extraction and purification. *Can J Biochem Physiol* 37, 911-917.
- Choi YJ and Kim KS. 1993. Food components of coho salmon and rainbow trout. *Korean J Food Nutrition* 6, 73-80.
- Ferretti A, Nelson GJ, Schmidt PC, Kelley DS, Bartolini G and Flanagan VP. 1997. Increased dietary arachidonic acid enhances the synthesis of vasoactive eicosaenoids in humans. *Lipids* 32, 435-439.
- Heu MS, Kim HJ, Ham JS, Park SH, Kim HS, Kang KT, Jee SJ, Lee JH and Kim JS. 2008a. Preparation and quality characteristics of seasoned and dried fish slice products using rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *J Korean Soc Food Sci Nutr* 37, 348-356. <http://dx.doi.org/10.3746/jkfn.2008.37.3.348>.
- Heu MS, Kim HJ, Yoon MS, Park DY, Park KH and Kim JS. 2008b. Food component characterization of muscle from salmon frame. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 37, 1452-1456. <http://dx.doi.org/10.3746/jkfn.2008.37.11.1452>.
- Heu MS, Lee DH, Kang KT, Kim HJ, Yoon MS, Park KH and Kim JS. 2009. Food component characterization of muscle around pectoral fin, salmon fillet processing by-products. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 38, 70-75. <http://dx.doi.org/10.3746/jkfn.2009.38.1.070>.
- Jeong BY. 1993. Isolation and purification of DHA from skipjack orbital tissue oil. *Bull Korean Fish. Soc* 26, 511-518.
- Jeong CH, Ahn JH, Kim BS and Kim DS. 1995. Mass production of allfemale triploid eggs in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) during the fall season by chromosome manipulation. *J Aquaculture* 8, 141-148.
- Kang KT, Kim HJ, Lee TS, Kim HS, Heu MS, Hwang NA, Ha JH, Ham JS and Kim JS. 2007. Development and food component characteristics of canned boiled rainbow trout. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 36, 1015-1021.
- Kang SI, Kim KH, Lee JK, Kim YJ, Park SJ, Kim MW, Choi BD, Kim DS and Kim JS. 2014. Comparison of the Food Quality of Freshwater Rainbow Trout *Oncorhynchus mykiss* Cultured in Different Regions. *Kor J Fish Aquat Sci* 47, 103-113. <http://dx.doi.org/10.5657/KFAS.2014.0103>.
- Kato H, Rhue MR and Nishimura T. 1989. Role of free amino acids and peptides in food taste. In *Flavor Chemistry: Trends and Developments*. American Chemical Society, Washington, DC, U.S.A., 158-174.
- Kim IB and Jo JY. 1978. Rearing of rainbow trout to commercial size in a indoor aquarium. *Bull Korean Fish Soc* 11, 233-238.
- Kim KH, Kang SI, Jeon YJ, Choi BD, Kim MW, Kim DS and Kim JS. 2014. Food quality of rainbow trout *Oncorhynchus mykiss* domesticated in seawater. *Kor J Fish Aquat Sci* 47, 114-121. <http://dx.doi.org/10.5657/KFAS.2014.0114>.
- Kim KH. 2014. Concentration and Risk Assessment of Heavy Metal in Mainly Consumed Fishes. MS thesis. Gyeongsang University, Tongyeong, Korea.
- Lee JH, Ji CI, Park DC, Gu YS, Park JH, Park YH and Kim SB. 1999. Isolation of taurine from cooking wastes of anchovy factory ship. *Korean J Food Sci Technol* 31, 1120-1123.
- Ministry of Social Welfare of Japan. 1960. Guide to Experiment of Sanitary Infection. III. Volatile basic nitrogen. Kenpaku-sha, Tokyo, Japan, 30-32.
- Nabetani H, Hagiwara S, Yanai N, Shiotani S, Baljinnyam J and Nakajima M. 2012. Purification and concentration of antioxidative dipeptides obtained from chicken extract and their application as functional food. *J Food Drug Analysis* 20, 179-183.
- Park SY and Kim HR. 1996. Changes of food components and lipid peroxides in rainbow trout with growth. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 25, 928-931.
- Park YH, Chang DS and Kim SB. 1995. Processing and Utilization of Seafoods. Hyungsul Publishing Co., Seoul, Korea, 70-79, 213-215.
- Shin GM, Ahn YS, Shin DM, Kim HS, Kim HJ, Yoon MS, Heu MS and Kim JS. 2008. Comparison of muscle color, taste and nutrition components between red seabreams cultured by feeding and starving. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 37, 1142-1147. <http://dx.doi.org/10.3746/jkfn.2008.37.9.1142>.
- Shin JG. 2000. A Comprehensive Bibliography on the Fishery Special Commodity in Korea. Suhyp Publishing Co., Seoul, Korea, 96-99, 196-199.
- Tji SG. 2012. Preparation and characterization of extracts from salmon frame using an autoclaving extraction. PhD thesis. Kunsan National University, Kunsan, Korea.
- Wendel AP. 1999. Recovery and utilization of Pacific whiting frame meat for surimi production. MS thesis. Oregon State University, Corvallis, Oregon, U.S.A.
- Yoon MS, Heu MS and Kim JS. 2010. Fatty acid composition, total amino acid and mineral contents of commercial kwamegi. *Kor J Fish Aquat Sci* 43, 100-108.