

해수산 무지개송어(*Oncorhynchus mykiss*) 프레임 육포의 위생적 및 영양적 특성

김민우 · 김용중¹ · 김민주¹ · 이수광¹ · 박선영¹ · 최병대¹ · 허민수² · 김진수^{1*}

거제수협 수산물종합가공공장, ¹경상대학교 해양식품공학과/해양산업연구소, ²경상대학교 식품영양학과

Nutritional and Microbiological Characterization of Fish Jerky Produced Using Frame Muscle of the Sea Rainbow Trout *Oncorhynchus mykiss*

Min Woo Kim, Yong Jung Kim¹, Min Joo Kim¹, Su Gwang Lee¹, Sun Young Park¹, Byeong Dae Choi¹,
Min Soo Heu² and Jin-Soo Kim^{1*}

Marine Products Processing Plants Geoje Suhyup, Geoje 53274, Korea

¹Department of Seafood Science and Technology, Gyeongsang National University, Tongyeong 53064, Korea

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

Large quantities of by-products—such as fish frame, head, skin and viscera—are generated during seafood processing, and these by-products are not utilized extensively. Therefore, sea rainbow trout *Oncorhynchus mykiss* (SRT) frame muscle (FM) jerky was prepared by grinding SRT-FM, followed by mixing with seasoning, forming and drying. The nutritional and microbiological characteristics of the SRT-FM jerky were then investigated. The proximate composition of the SRT-FM jerky was 19.1% moisture, 38.7% crude protein, 7.9% crude lipid and 4.4% ash. The viable bacterium count of the SRT-FM jerky was 3.9 log CFU/g, and *Escherichia coli* and *Staphylococcus aureus* were not detected. The total amino acid content of SRT-FM jerky was 37.3 g/100 g, and the major amino acids were aspartic acid, glutamic acid, leucine and lysine. Based on the recommended daily intake of fish jerky (100 g), the most abundant mineral was potassium. The fatty acid composition of the SRT-FM jerky was 26.2% saturated acid, 34.5% monoenoic acid and 39.3% polyenoic acid, and the major fatty acids were 16:0, 18:1n-9, 18:2n-6, 20:5n-3 and 22:6n-3. These results suggest that SRT-FM jerky has high nutritional value.

Key words: Rainbow trout, Sea rainbow trout, Fish frame, Fish jerky, *Oncorhynchus mykiss*

서 론

무지개송어(*Oncorhynchus mykiss*)는 대부분이 내륙의 차가운 물에서 서식을 하면서 환경 적응력이 우수하고(Kang et al., 2014), 육색이 소고기육과 돼지고기육과 같이 선홍색이며, 비린내가 적어 소비자들로부터 아주 선호받고 있는 대표적인 어종 중의 하나이다. 하지만, 이들 담수산 무지개송어는 내륙의 자연환경을 이용하여 양식함으로써 인하여 대체적으로 생산규모가 작고, 용도가 헛감에 한정되어 있다.

최근 세계적으로 기후이상 변화에 의하여 여름에는 이상고온

이 발생하고 있고, 겨울에는 이상한파가 발생하여 농어업 분야 뿐만이 아니라 각 분야에서 어려움을 겪고 있으며, 이러한 현상은 지속될 것으로 판단된다(Lee et al., 2016). 이와 같은 이상한파 현상은 수산양식분야에도 발생하여 겨울에 참돔, 전복 등과 같은 온대성 양식어류가 대량 폐사하여 중앙정부와 연안에 접하여 있는 지방자치단체들이 피해보상과 이의 대책 마련을 위하여 골머리를 앓고 있다. 이러한 일면에서 환경 적응력이 뛰어난 담수산 무지개송어를 해수에 순치시켜 해수산 무지개송어로 양식할 수 있다면 다양한 가공 소재로 이용 가능하여 가격 안정화에 기여할 수 있고, 기후이상 변화에 의한 대량 폐사도 억제

<http://dx.doi.org/10.5657/KFAS.2016.0263>



This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Korean J Fish Aquat Sci 49(3) 263-269, June 2016

Received 21 January 2016; Revised 29 March 2016; Accepted 31 March 2016

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

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

할 수 있는 좋은 방안 중의 하나로 판단된다. 이와 같은 일면에서 무지개송어 양식관련업계에서는 담수산 무지개송어의 해수 순치 양식법을 시도하여 동해, 서해, 남해 및 제주도 연안과 같은 전국 연안에서 성공한 바가 있다(Kim et al., 2014). 따라서, 현재 시점에서는 양식에 의하여 다량 생산되고 있는 해수산 무지개송어의 효율적 이용 방안에 대한 검토가 절실한 실정이다.

무지개송어는 다른 어류에 비하여 수산가공품으로 이용하고자 하는 경우 고단가이어서 소비 촉진에 어려움을 겪을 수 있다. 그러나, 수산물들은 여러 가지 가공품으로 가공 중 머리, 내장, 프레임(fish frame), 껍질, 비늘 등과 같이 다양한 종류의 부산물이 발생하고 있는 것이 일반적이고(Kim and Park, 2004), 무지개송어의 경우도 예외가 아니다. 한편, 이들 무지개송어 부산물 중 프레임에는 근육이 다량 함유되어 있어 이를 적절히 회수하는 경우 우수한 무지개송어 가공 소재로 이용 가능하리라 판단된다(Kang et al., 2015).

육포는 얇게 절단한 원료육을 염지한 후 건조한 식품으로(Leistner, 1987; Shimokomaki et al., 1998), 간식이나 술안주 등으로 아주 인기가 있는 제품 중의 하나이다(Konieczny et al., 2007). 이러한 일면에서 해수산 무지개송어 프레임육으로부터 육포와 같이 수산가공품으로 제조하여 활용할 수 있다면 수산양식 측면과 수산가공 측면에서 그 의미가 크다고 할 수 있다. 무지개송어에 관한 수산식품학적 연구로 생산지역을 달리한 담수산(Kang et al., 2014) 및 해수 순치 무지개송어 근육(Kim et al., 2014)과 이의 가공부산물인 프레임육(Chen and Jaczynski, 2007; Kang et al., 2015)의 식품학적 성분 특성에 관한 연구, 해수산과 담수산 무지개송어 껍질 간의 콜라겐 특성 비교(Lee et al., 2016), 동결 저장 중 혼연 및 조미 무지개송어의 전기영동적 단백질 패턴의 변화(Baylan et al., 2015), 담수산 무지개송어를 활용한 육포의 제조(Heu et al., 2008)와 같이 다수 진행된 바가 있다. 하지만, 무지개송어 부산물을 활용한 육포 개발과 이의 영양적, 미생물적 특성에 관한 연구는 거의 전무한 실정이다.

본 연구에서는 해수산 무지개송어 가공부산물인 어류 프레임(fish frame)을 보다 효율적으로 이용하기 위한 일련의 연구로 해수산 무지개송어 프레임육(frame muscle)을 마쇄, 성형하여 민스형 육포(이하 프레임 육포라 칭함)를 제조한 다음 이의 영양적, 미생물적 특성에 대하여 살펴보았다.

재료 및 방법

재료

프레임 육포 소재로 사용한 해수산 무지개송어(*Oncorhynchus mykiss*) 프레임(frame) 육은 경상남도 통영시에 위치한 수덕수산에서 해수 사육(평균크기 및 체중 43 ± 3.1 cm, 1.3 ± 0.3 kg)한 것을 경상남도 통영시에 위치한 영어조합법인 씨드림으로부터 구입한 다음, 이를 필레(fillet) 처리하고 남은 프레임으로부터 분리하여 사용하였다.

조미액의 제조를 위하여 사용한 소재 중 고춧가루, 설탕, 식염, 양파, 생강 등은 경상남도 통영시 소재 대형마트로부터, 아미노산 혼합물은 경상남도 양산시 소재 M사로부터 구입하여 사용하였다.

시제 해수산 무지개송어 프레임 육포의 품질 특성을 비교 검토하기 위하여 사용한 시판 육포는 우육포 3종, 돈육포 1종, 그리고 계육포 1종으로 모두 5종이었다.

해수산 무지개송어 프레임 육포의 제조

조미액은 고춧가루 약 1%, 당류 약 10%, 식염 약 2%, 양파 약 2%, 생강가루 미량, 아미노산 혼합물 약 8% 등을 첨가하고, 이들과 정제수의 합이 100%가 되도록 혼합한 다음 가압추출(121°C 에서 1분), 체치기(100 mesh), 급냉하여 50°C 부근이 되었을 때 혼액 약 1%를 첨가하여 제조하였다.

프레임 육포는 냉동 해수산 무지개송어 프레임육을 4시간 동안 침수해동하고, 마쇄한 다음, 마쇄물에 대하여 80%에 해당하는 조미액을 첨가한 후 혼합 및 성형틀(5.0×9.5 cm)에서 일정한 형으로 성형하였다. 이어서 성형물을 열풍건조기에서 건조(67°C 에서 8.6시간)한 후 방냉하여 제조하였다.

일반성분

일반성분은 AOAC (2000)법에 따라 수분은 상압가열건조법, 조단백질은 semimicro Kjeldahl법, 조지방은 Soxhlet법, 회분은 건식회화법으로 각각 측정하였다.

생균수, 대장균 및 황색포도상구균

생균수, 대장균 및 황색포도상구균의 측정을 위한 전처리 시료는 프레임 육포를 일정량씩 취하여 멸균팩(Whirl Pack Co., USA)에 넣고, 이의 9배(v/w)가 되는 멸균 식염수(0.83%)를 가하여 40회 shaking을 실시한 다음 단계적으로 희석하여 제조하였다.

생균수 측정은 전처리한 시료액을 이용하여 APHA (1970)법에 따라 실시하였는데, 이때 생균수에 사용한 배지는 표준한 천평판배지(plate count agar, PCA) (Difco Laboratories, USA)를 사용하였다. 즉, 생균수는 전처리한 시료를 배지에 배양($35 \pm 1^\circ\text{C}$, 48시간)한 후 집락수를 계측한 다음 colony forming unit (CFU)/g으로 나타내었다.

대장균의 분석은 전처리한 시료액의 1 mL를 3M 사의 건조 필름 PEC (Petrifilm™ *E. coli* count plate)에 배양(35°C 에서 24-48시간)한 후, 가스방울이 붙어있는 blue colony를 계측한 다음 colony forming unit (CFU)/g으로 나타내었다.

황색포도상구균의 분석은 전처리한 시료액의 양 1 mL를 3M 사의 건조필름 STX (Petrifilm™ Staph express count plate)에 배양(35°C 에서 24시간)한 후, Dnase Disc (Petrifilm™ Staph express disk)를 삽입하여 추가 배양(35°C 에서 3시간)한 다음, pink zone에 형성된 적자색의 콜로니(colony)를 계측하여 colony forming unit (CFU)/g으로 나타내었다.

과산화물값 및 지방산

과산화물값의 분석을 위한 시료유는 chloroform-methanol 을 2:1(v/v)로 혼합한 추출 용매를 사용하여 Bligh and Dyer (1959)법으로 추출하여 사용하였다.

과산화물값은 AOCS (1990)법에 따라 측정하였다. 즉, 삼각 플라스크에 시료유 0.5-1.0 g을 취하여 acetic acid-chloroform (1:1, v/v) 혼합 용액 30 mL를 가한 후 포화 KI 용액 1 mL를 가하고, 암소에서 10분간 방치하였다. 이어서, 과산화물값은 방 치물에 증류수 30 mL를 첨가한 다음 잘 흔들어 1% 전분용액 을 지시약으로 하여 0.01 N $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 용액으로 적정하여 산출 하였다.

지방산 조성은 추출한 시료유를 이용하여 AOCS (1990)법에 따라 지방산 메틸에스테르화한 후에 capillary column (Supel-cowax -10 fused silica wall-coated open tubular column, 30 m \times 0.25 mm I.d., Supelco Japan Ltd., Tokyo)이 장착된 gas chromatography (Shimadzu 14A; carrier gas, He; detector, FID)를 이용하여 분석하였다. 분석 조건은 injector 및 detector (FID) 온도를 각각 250 $^{\circ}\text{C}$ 로 하고, 칼럼 온도는 230 $^{\circ}\text{C}$ 까지 승온 시킨 다음 15분간 유지하였다. Carrier gas는 He (1.0 kg/cm 2)을 사용하였으며, split ratio는 1:50으로 하였다. 분석한 지방산 의 동정은 표준 지방산(Applied Science Lab. Co., USA)과의 retention time을 비교하여 실시하였다.

총아미노산 및 무기질

총아미노산은 일정량의 시료(약 50 mg)에 6 N 염산 2 mL를 가하고 밀봉한 다음, 이를 heating block (HF21, Yamato Scientific Co., Japan)에서 가수분해(110 $^{\circ}\text{C}$, 24시간)한 후 glass filter로 여과 및 감압건조하였다. 이어서 감압건조물을 sodium citrate buffer (pH 2.2)로 정용한 후, 이의 일정량을 아미노산자 동분석기(Biochrom 30, Amersham Pharmacia Biotech, England)로 분석 및 정량하였다.

무기질 분석을 위한 시료는 먼저 육포를 동결건조한 다음 이를 Ministry of Oceans and Fisheries (2010)에서 제시한 방법을 약간 수정하여 처리한 Kim (2014)의 방법에 따라 습식분해 한 것을 사용하였다. 즉, 무기질의 분석을 위한 시료는 동결 건조 시료 1 g을 취하여 테프론 분해기(teflon bomb)에 넣고, 여기에 무기질 분석용 고순도 질산 10 mL를 가한 다음 상온에서 150분 동안 반응시켰다. 이어서, 시료의 완전 분해를 위하여 테프론 분해기를 밀폐시킨 다음 가열판으로 80 \pm 5 $^{\circ}\text{C}$ 에서 400분 간 가열한 후 노란색을 띠는 맑은 용액이 될 때까지 분해시켰다. 시료의 분해 후 테프론 분해기의 코크를 열어 압력을 제거한 후 뚜껑을 열고 100 $^{\circ}\text{C}$ \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 $^{\circ}\text{C}$, 400분)하는 과정을 한번 더 반복 하였다. 그리고, 테프론 분해기의 질산이 1 mL 정도로 거의 증

발하였을 때 분해를 종료하고 2% 질산 용액으로 재용해한 다음, 여과 및 정용(100 mL)하여 무기질의 분석용 전처리 시료로 사용하였다.

무기질은 전처리한 시료를 이용하여 유도결합플라즈마분석기[inductively coupled plasma spectrophotometer (ICP), MS At-omscan 25, Thermo Fisher Scientific Inc., USA]로 분석하였다.

통계처리

데이터의 통계처리는 SAS system (Cary, NC, USA)을 이용하여 분산분석(ANOVA test)하였고, 각 처리구간의 유의성은 Duncan의 다중위검정법으로 최소유의차검정($P<0.05$)을 실시하였다.

결과 및 고찰

일반성분

해수산 무지개송어 프레임 육포의 일반성분 함량을 시판 축육포의 일반성분 함량과 비교하여 나타낸 결과는 Table 1과 같다. 프레임 육포의 일반성분 함량은 수분의 경우 19.1%, 조단백질의 경우 38.7%, 조지방의 경우 7.9% 및 회분의 경우 4.4%이었다. 한편, 5종 시판 축육포의 일반성분 함량은 수분의 경우 16.8-31.3% 범위, 조단백질의 경우 35.8-50.3% 범위, 조지방의 경우 2.3-6.5% 범위, 회분의 경우 5.1-6.0% 범위이었다. 한편, Ham et al. (2006)은 시판 조미 건어포류 32종(조미 오징어, 진미 오징어 및 오징어채 등과 같은 오징어류 14건, 명태채 등과 같은 명태류 10건, 쥐치포 4건, 대구포 2건 및 조개류 2건)을 서울 가락농수산물 시장에서 구입하여 수분 함량과 회분 함량을 분석한 결과 이들의 평균 함량은 수분이 17.3% (건오징어류 21.9%, 명태포 15.2%, 쥐치포 11.6%, 대구포 25.4%, 조개류 12.3%), 회분이 4.9% (건오징어류 4.9%, 명태포 및 쥐치포 모두 5.2%, 대구포 3.5%, 조개류 5.8%)이었다고 보고한 바 있다.

이와 같은 결과와 보고로 미루어 보아 시제 프레임 육포의 일반성분 함량은 축육포에 비하여 수분과 조단백질의 경우 그 범위에 있었으나, 조지방의 경우 확연히 높았고, 회분의 경우 낮아 다소 차이가 인정되었다. 그리고, 시제 프레임 육포의 일반성분 함량은 여러 가지 시판 어육포의 수분 함량과 회분 함량에 비하

Table 1. Comparison on the proximate composition of sea rainbow trout *Oncorhynchus mykiss* frame muscle and commercial animal jerkies

Jerky	Proximate composition (g/100 g)			
	Moisture	Crude protein	Crude lipid	Ash
Fish jerky	19.1 \pm 0.6	38.7 \pm 1.0	7.9 \pm 1.4	4.4 \pm 0.2
Commercial jerky ¹	16.8-31.3	35.8-50.3	2.3-6.5	5.1-6.0

¹Commercial jerky : 3 beef jerky, 1 pork jerky, 1 chicken jerky

여는 시판 제품의 종류에 따라 약간의 차이가 있었으나, 전체적으로 그 범위에 있었다.

따라서, 시제 프레임 육포는 유통 중 지질 산화에 대한 대책이 반드시 수립되어야 할 것으로 판단되었다. 한편, 시제 프레임 육포의 일반성분 함량을 통하여 살펴본 관능 특성은 시판 축육포에 비하여 짠맛의 경우 낮아 부드러울 것으로 판단되었고, 조직감의 경우 수분은 약간 낮은 범위에었으나 슬라이스형이 아닌 민스형이어서 쥐치포와는 달리 다소 부드러울 것으로 추정되었다.

한편, 국내 공인기관에서 어포류 및 축육포의 일반성분 함량에 대한 기준은 해양수산부의 수산물·수산특산물 및 수산전통식품의 품질인증 대상품목과 품질인증에 관한 세부기준(Ministry of Oceans and Fisheries, 2013)에서 어포류의 수분 함량의 경우 조미 쥐치포류 25% 이하, 기타 어포류 28% 이하이어야 하고, 지식경제부의 한국산업규격(KS규격) (Ministry of Trade, Industry and Energy, 2016)에서 축육포의 일반성분 함량에 대한 기준 규격의 경우 수분 28% 이하, 조단백질 40% 이상, 조지방 10% 이하 등으로 규정하고 있다.

이상의 여러 가지 육포류의 일반성분 함량에 대한 기준 규격으로 미루어 보아 시제 프레임 육포는 해양수산부의 수산물·수산특산물 및 수산전통식품의 품질인증 대상품목과 품질인증에 관한 세부기준과, 지식경제부의 KS규격의 일반성분 함량에 대한 기준을 적용하는 경우 모두 문제가 없었으나, 지식경제부의 KS규격의 조단백질 함량에 비하여는 약간 낮았다. 하지만, 본 시제 프레임 육포가 시판되고 활성화가 진행된다면 이에 관한 KS규격은 축육포가 아닌 어육포를 대상으로 새롭게 설정되어야 하리라 판단되었다.

위생학적 특성

해수산 무지개송어 프레임 육포의 위생 특성은 생균수, 대장균 및 황색포도상구균과 같은 미생물학적 특성과 과산화물값으로 살펴보았다. 시제 프레임 육포와 시판 우육포 3종에 대한 생균수, 대장균 및 황색포도상구균의 농도를 검토한 결과는 Table 2와 같다. 육포의 생균수는 시제 프레임 육포의 경우 3.9 log (CFU/g)이었고, 시판 우육포 3종의 경우 4.8-4.9 log

(CFU/g) 범위이었다. 본 연구에서는 보존료에 대한 분석은 실시하지 않았으나 프레임 육포의 대조구로 사용한 시판 우육포의 포장지에는 보존료를 사용하였다는 문구가 제시되어 있었다. 한편, Ham et al. (2006)은 시판 조미 건어포류 32종의 생균수는 건오징어류의 경우 평균 1.2×10^6 CFU/g, 명태포의 경우 평균 2.4×10^7 CFU/g, 쥐치포의 경우 평균 4.9×10^6 CFU/g, 대구포의 경우 평균 2.9×10^7 CFU/g, 그리고, 조개류의 경우 평균 2.9×10^5 CFU/g 등이었다고 보고한 바 있다. 따라서, 본 시제 프레임 육포의 생균수 함량은 시판 축육포와 Ham et al. (2006)의 결과에 비하여 약간 낮았는데, 이는 제조장소의 위생 환경과 제조인의 위생 개념, 유통 기간의 정도 등에 의한 차이 때문이라 판단되었다.

육포의 대장균은 시판 우육포 3종뿐만이 아니라 시제 프레임 육포의 경우도 불검출로 조사되었다. 한편, Ham et al. (2006)은 시판 조미 건어포류 32종의 대장균은 건오징어류의 경우 평균 8.9×10 CFU/g, 명태포의 경우 평균 4.3×10^4 CFU/g, 쥐치포의 경우 평균 1.2×10^3 CFU/g, 대구포의 경우 평균 4.8×10^2 CFU/g, 그리고, 조개류의 경우 평균 7.1×10 CFU/g 등이었다고 보고하여 어포류의 생산 공정 중에 대장균은 충분히 검출될 수 있다는 것을 시사한 바 있다. 한편, 해양수산부의 수산물·수산특산물 및 수산전통식품의 품질인증 대상품목과 품질인증에 관한 세부기준과 식품공전(MFDS, 2016)에서 조미 쥐치포류의 대장균은 음성으로 규정하고 있다.

육포의 황색포도상구균은 대장균과 같이 시판 우육포 3종뿐만이 아니라 시제 프레임 육포에서도 불검출되었다. 한편, Ham et al. (2006)은 시판 조미 건어포류 32종으로부터 세균 균주의 분리 동정을 시도하여 건오징어, 쥐치포, 그리고 건대구에서 황색포도상구균(*Staphylococcus aureus*)을 분리하였고, 이는 인축 공통 병원균으로 식중독뿐만이 아니라 종기, 폐렴, 중이염, 방광염을 일으키는 균이라고 보고한 바 있다. 이상의 생균수, 대장균 및 황색포도상구균에 대한 시제 프레임 육포, 시판 축육포의 실험 결과와 이에 대한 기준 규격의 결과로 미루어 보아 프레임 육포는 위생적인 조건에서 제조되어 생균수의 농도가 낮았고, 대장균과 황색포도상구균이 검출되지 않았다고 판단되었다. 그러나, 프레임 육포를 보다 위생적으로 유통하고자 하는 경우 작업 중 보존료의 첨가, 작업 후 자외선 조사의 처리 또는 포장 시에 탈산소제 봉입 등과 같은 항균 처리 공정의 도입에 대한 검토가 필요하다고 판단되었다.

프레임 육포는 지질 함량이 4.4%이고, 이를 구성하는 지방산 중 EPA (20:5n-3)와 DHA (22:6n-3)가 각각 7.4%와 15.8%로 구성되어 있는 원료(Kang et al., 2015)를 사용하여 고온에서 장시간 건조(건조온도: 67.2°C, 건조시간: 8.6시간)하여 제조한다. 이로 인하여 프레임 육포는 가공 중 지질에 의한 산화로 인하여 최종 제품의 갈변이나 산화취를 제공하여 품질에 악영향을 미칠 수 있다(Lee et al., 1987). 따라서, 시제 프레임 육포에 대한 과산화물값을 검토한 결과 육포의 과산화물값은 시제 프레임

Table 2. Comparison on the viable cell counts, *Escherichia coli* and *Streptococcus aureus* concentrations of sea rainbow trout *Oncorhynchus mykiss* frame muscle and commercial animal jerkies (logCFU/g)

Microorganism	Jerky	
	Fish jerky	Commercial jerky ²
Viable cell counts	3.9	4.8-4.9
<i>E. coli</i>	ND ¹	ND
<i>S. aureus</i>	ND	ND

¹ND: Not detected.

²Commercial jerky : 3 beef jerky

육포가 31.5 meq/kg이었고, 시판 축육포 5종(우육포 3종, 돈육포 1종, 계육포 1종)이 2.0-19.5 meq/kg의 범위이었다(데이터 미제시). 이와 같이 어육포의 과산화물값이 시판 축육포의 과산화물값에 비하여 높은 것은 일반적으로 시판 육포에 항산화제를 첨가한다는 사실 이외에도 지질을 구성하는 지방산이 어육포의 경우 오메가-3를 주로 하는 고도불포화지방산의 비율이 높은 반면, 축육포의 경우 포화지방산의 비율이 높기 때문이라 판단되었다(Kim et al., 2006). 따라서, 해수산 무지개송어 프레임을 활용하여 프레임 육포를 제조하고자 하는 경우 제조 공정 중에 항산화제 처리 또는 제조 후에 탈산소제 봉입 포장 등과 같은 가공, 저장 및 유통 중에 지질 산화에 의한 대비도 있어야 할 것으로 판단되었다(Lee et al., 1987).

영양

해수산 무지개송어 프레임육과 이를 시료로 하여 제조한 시제 프레임 육포의 영양 특성은 이들의 총아미노산 함량, 무기질 함량 및 지방산 조성으로 살펴보았다. 해수산 무지개송어 프레임육과 시제 프레임 육포의 총아미노산 함량을 분석하여 비교하여 나타낸 결과는 Table 3과 같다. 원료 어육인 해수산 무지개송어 프레임육의 총아미노산은 동정된 수의 경우 tryptophan 이 산분해(Lee et al., 1989)되어 17종이었고, 이들의 총합량의 경우 19.40 g/100 g이었다. 무지개송어 프레임육의 총아미노산 중 주요 아미노산으로는 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%)] 등이었다. 프레임 육포의 총아미노산은 동정된 수의 경우 모두 17종으로 원료와 차이가 없었고, 이들의 총합량의 경우 37.3 g/100 g으로 원료에 비하여 192%로 증가하였는데, 이는 조미소스에 의한 영향 이외에도 건조에 의하여 단백질이 농축되었기 때문이라 판단되었다.

Table 3. Total amino acid (AA) content (g/100 g) of sea rainbow trout *Oncorhynchus mykiss* frame muscle and the jerky

AA	Raw material	Fish jerky	AA	Raw material	Fish jerky
Asp	1.74 (9.0)	3.9 (10.4)	Ile ¹	1.06 (5.5)	1.9 (5.1)
Thr ¹	0.89 (4.6)	1.8 (4.8)	Leu ¹	1.72 (8.9)	3.0 (8.1)
Ser	0.82 (4.2)	1.5 (4.0)	Tyr	0.71 (3.7)	1.0 (2.7)
Glu	2.48 (12.8)	6.1 (16.2)	Phe ¹	1.00 (5.2)	1.6 (4.3)
Pro	0.81 (4.2)	1.5 (4.1)	His	0.68 (3.5)	1.0 (2.7)
Gly	0.94 (4.8)	2.3 (6.2)	Lys ¹	1.73 (8.9)	3.6 (9.7)
Ala	1.24 (6.4)	2.3 (6.1)	Arg ¹	1.06 (5.5)	2.2 (6.0)
Cys	0.37 (1.9)	0.1 (0.3)	Total	19.40 (100.1)²	37.3 (100.0)
			Total EAA¹	10.29 (53.1)	18.6 (50.0)
Met¹	0.88 (4.5)	1.2 (3.1)			

¹EAA : Essential amino acid.

²Value in the parenthesis indicates (AA/TAA content) × 100.

이들 시제 프레임 육포의 총아미노산에 대한 주요 아미노산은 aspartic acid (3.9 g/100 g 및 10.4%), glutamic acid (6.1 g/100 g 및 16.2%), leucine (3.0 g/100 g 및 8.1%) 및 lysine (3.6 g/100 g 및 9.7%) 등이었다. 해수산 무지개송어 프레임육의 tryptophan을 제외한 9종 필수아미노산 총합량은 10.29 g/100 g으로 총아미노산 함량의 53.1%를 차지하였고, 필수아미노산 중 함량이 가장 낮은 아미노산은 methionine이었다. 곡류 제1 제한 아미노산인 lysine의 함량과 조성은 1.73 g/100 g (8.9%)이었고, 제2제한아미노산인 threonine의 함량과 조성은 0.89 g/100 g (4.6%)이었다. 시제 프레임 육포의 필수아미노산(9종) 총합량은 18.6 g/100 g으로 원료에 비하여 181%로 증가하였고, 필수아미노산 중 함량이 가장 낮은 아미노산은 원료의 경우와 같이 methionine이었다. 시제 프레임 육포의 곡류 제1제한아미노산인 lysine의 함량과 조성은 3.6 g/100 g 및 9.7%이었고, 제2제한아미노산인 threonine의 함량과 조성은 1.8 g/100 g 및 4.8%이었다. 따라서, 시제 프레임 육포의 곡류 제한아미노산 함량은 원료에 비하여 모두 높았으나, 조성은 lysine의 경우 높았고, threonine의 경우 유사하였다. 이러한 결과로 미루어 보아, 곡류를 주식으로 하는 동양권 국가에서 프레임 육포를 적정량 섭취하는 경우 영양 균형적인 면에서 의미가 있다고 판단되었다.

해수산 무지개송어 프레임육과 이를 소재로 하여 제조한 시제 프레임 육포의 무기질(칼슘, 인, 칼륨 및 마그네슘)을 분석한 결과는 Table 4와 같다. 일반적으로 인체 내에서 칼슘은 뼈와 근육에 주로 존재하면서 신체 지지기능, 세포 및 효소의 활성화에 의한 근육의 수축 및 이완, 신경의 흥분과 자극전달, 혈액의 응고 및 여러 가지 심혈관계 질환의 예방에 관여하고(Chun and Han, 2000), 또한, 우리나라를 위시한 동양권 식이 패턴에서 부족되기 쉬운 영양소(The Korean Nutrition Society, 2000)로 알려져 있다. 그리고, 인체 내에서 인은 뼈, 혈액, 인지질과 DNA, RNA 등의 핵산과 nucleotide 등에 분포되어 있으면서, 신체 지지기능, 신체의 에너지 발생 촉진, 뇌신경 성분, 산-염기의 평형을 조절하는 완충효과에 의한 정상 pH 유지, 대사 과정에서 생긴 에너지의 저장과 이동 및 인산화 반응에 의한 여러 효소의 활성화 등과 같이 매우 중요한 생리기능을 담당하고 있으나 거의 모든 식품에 적정량이 함유되어 있어 결핍의 우려가 적은 영양소로 알려져 있다(The Korean Nutrition Society, 2000). 인체 내에서 칼륨은 대부분이 근육 세포 내에 존재하면서 삼투압 및 pH의 조절, 신경 근육의 흥분성 유지, 노 중의 나트륨 이온의 배설을 증가시킴으로 인한 고혈압과 동맥경화증 예방에 중요한 역할을

Table 4. Mineral content (mg/100 g) of sea rainbow trout *Oncorhynchus mykiss* frame muscle and the jerky

Mineral	Raw material	Fish jerky	Mineral	Raw material	Fish jerky
Ca	33.2±0.5	23.0±0.1	K	710.3±7.6	534.3±4.5
P	440.2±3.8	317.9±1.1	Mg	-	47.6±0.4

하는 것으로 알려져 있다(Yoshimura et al., 1991).

해수산 무지개송어 프레임 육의 무기질 함량은 칼슘이 33.2 mg/100 g, 인이 440.2 mg/100 g, 칼륨이 710.3 mg/100 g이었다. Shin et al. (2008)은 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 g이라고 보고한 바 있다. 따라서, 해수산 무지개송어 프레임 육은 참돔류에 비하여는 모든 무기질적인 면에서 의미가 있다고 판단되었다. 이를 소재로 하여 제조한 프레임 육포의 무기질 함량은 칼슘의 경우 23.0 mg/100 g, 인의 경우 317.9 mg/100 g, 칼륨의 경우 534.3 mg/100 g, 그리고, 마그네슘의 경우 47.6 mg/100 g이었다. 이와 같은 결과로 미루어 보아 무기질 함량은 무기질의 종류에 관계없이 시제 프레임 육포가 원료에 비하여 낮았다. 이와 같은 결과는 무기질의 함량이 낮은 조미액의 사용으로 인하여 무기질이 희석되었기 때문이라 판단되었다.

한편, 보건복지부(Ministry of Health and Welfare, 2015) 20-49세 성인 남성에게 대하여 위의 여러 가지 건강기능효과를 기대하기 위한 1일 섭취 권장량(칼륨의 경우 충분섭취량)으로 칼슘의 경우 800 mg을, 인의 경우 700 mg을, 칼륨의 경우 3.5 g을 제시하였다. 이와 같은 자료를 토대로 해수산 무지개송어 프레임육 100 g을 1일 권장섭취량 또는 충분섭취량에 적용하는 경우 칼슘은 4.2%, 인은 62.9%, 칼륨은 20.3%를 나타내었다. 1일 섭취 기준량으로 보았을 때 해수산 무지개송어 프레임육의 섭취에 의한 무기질 보강 효과는 인과 칼륨의 경우 인정되었고, 칼슘의 경우 다소 낮았다. 또한, 시제 프레임 육포 100 g을 1일 권장섭취량 또는 충분섭취량에 적용하는 경우 칼슘은 2.9%, 인은 45.4% 범위, 칼륨은 15.3% 범위를 나타내어, 1일 섭취 기준량으로 보았을 때 프레임 육포의 섭취에 의한 무기질 보강 효과는 인과 칼륨의 경우 인정되었고, 칼슘의 경우 미미하였다.

Table 5. Fatty acid composition (area %) of jerky from sea rainbow trout *Oncorhynchus mykiss* frame muscle

Fatty acid	Jerky	Fatty acid	Jerky	Fatty acid	Jerky
14:0	4.6	22:1n-7	0.1	20:3n-3	0.1
15:0	0.4	Monoenes	34.5	20:3n-6	0.3
16:0	16.8	16:2n-4	0.7	20:4n-6	0.7
17:0	0.3	16:3n-4	0.6	20:4n-3	1.1
18:0	3.9	16:4n-1	0.4	20:5n-3	6.3
20:0	0.2	16:4n-3	trace	21:5n-3	0.4
Saturates	26.2	18:2n-4	0.3	22:4n-3	trace
16:1n-7	6.4	18:2n-5	0.2	22:5n-6	0.2
18:1n-9	19.6	18:2n-6	9.3	22:5n-3	2.4
18:1n-5	2.9	18:3n-3	1.5	22:6n-3	12.9
20:1n-9	2.9	18:3n-4	0.4	Polyenes	39.3
22:1n-9	2.7	18:4n-3	1.4	Total	100.0

프레임 육포의 지방산 조성을 분석하여 나타낸 결과는 Table 5와 같다. 프레임 육포의 지방산은 포화산과 모노엔산이 모두 6종, 폴리엔산 20종이 동정되어 총 32종이 되었다. 프레임 육포의 지방산 조성은 포화산이 26.2%으로 가장 낮았고, 다음으로 모노엔산(34.5%), 폴리엔산(39.3%)의 순이었다. 시제 프레임 육포의 주요 지방산(5% 이상)은 16:0 (16.8%), 18:1n-9 (19.6%), 18:2n-6 (9.3%), 20:5n-3 (6.3%) 및 22:6n-3 (12.9%)이었다. 이상의 결과로 미루어 보아 프레임 육포의 지방산 조성 중 근년에 건강기능성 지방산으로 각광을 받고 있는 에이코사헥타엔산(EPA, 20:n-3)과 도코사헥사엔산(DHA, 22:6n-3) (Gogus and Smith, 2010)의 조성비가 높고, 지방 함량도 높아, 시제 프레임 육포를 적당량 복용한다면 이들 지방산에 의한 건강기능성을 기대할 수 있으리라 보아진다.

사 사

이 논문은 2015년 해양수산부 재원으로 한국해양과학기술진흥원의 지원을 받아 수행된 연구임(수산실용화기술개발사업의 해수산 기능성 무지개송어의 생산 및 가공품 개발)

References

- American Oil Chemists' Society (AOCS). 1990. AOCS official method Ce 1b-89. In Official methods and recommended practice of the AOCS, 4th ed., AOCS, Champaign, IL, U.S.A.
- Association of Official Analytical Chemists (AOAC). 2000. Official Methods of Analysis 16th ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington DC, U.S.A.
- Baylan M, Mazp G, Ozcan N, Ozcan BD, Akar M and Coskun A. 2015. Changes of electrophoretic protein profiles of smoked and marinated rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) during refrigerated storage. J Agric Sci 21, 262-269. <http://dx.doi.org/10.15832/tbd.29146>
- Bligh EG and Dyer WJ. 1959. A rapid method of lipid extraction and purification. Can J Biochem Physiol 37, 911-917.
- Chen YC and Jaczynski J. 2007. Protein recovery from rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) processing byproducts via iso-electric solubilization/precipitation and its gelation properties as affected by functional additives. J Agric Food Chem 55, 9079-9088. <http://dx.doi.org/10.1021/jf071992w>
- Chun OK and Han SH. 2000. A study on the contents of inorganic compounds in soft drinks. J Food Hyg Safety 15, 344-350.
- Gogus U and Smith C. 2010. n-3 Omega fatty acids: a review of current knowledge. Int J Food Sci Technol 45, 417-436. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-2621.2009.02151.x>
- Ham HJ, Kim AK and Kim MS. 2006. Bacterial distribution in dried salted marine products, sold in Garak wholesale market. J Fd Hyg Safety 21, 70-75.

- Heu MS, Kim HJ, Ham JS, Park SH, Kim HS, Kang KT, Jee SJ, Lee JH and Kim JS. 2008. 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>
- Kang SI, Heu MS, Choi BD, Kim KH, Kim YJ and Kim JS. 2015. Investigation of food quality characterization of processing by-product(frame muscle) from the sea rainbow trout *Oncorhynchus mykiss*. Korean J Fish Aquat Sci 48, 26-35. <http://dx.doi.org/10.5657/KFAS.2015.0026>.
- Kang SI, Kim KH, Lee JK, Kim YJ, Park SJ, Kim MW, Choi BD, Kim DS and Kim JS. 2014. Comparison of the food quality of freshwater rainbow trout *Oncorhynchus mykiss* cultured in different regions. Korean J Fish Aquat Sci 47, 103-113. <http://dx.doi.org/10.5657/KFAS.2014.0103>.
- Kim JS and Park JW. 2004. Characterization of acid-soluble collagen from Pacific whiting surimi processing by-products. J Food Sci 69, 637-642.
- Kim JS, Kim HS and Heu MS. 2006. Introductory Foods. Hyoil Publishing Co., Seoul, Korea. 27-31.
- Kim KH. 2014. Concentration and Risk Assessment of Heavy Metal in Mainly Consumed Fishes. MS Thesis. Gyeongsang National University, Tongyeong, Korea.
- 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. Korean J Fish Aquat Sci 47, 114-121. <http://dx.doi.org/10.5657/KFAS.2014.0114>.
- Konieczny P, Stangierski J and Kijowski J. 2007. Physical and chemical characteristics and acceptability of home style beef jerky. Meat Sci 76, 253-257. <http://dx.doi.org/10.1016/j.meatsci.2006.11.006>.
- Lee JK, Kang SI, Kim YJ, Kim MJ, Heu MS, Choi BD and Kim JS. 2016. Comparison of collagen characteristics of sea- and freshwater-rainbow trout skin. Food Sci Biotechnol 25, 131-136.
- Lee KH, Suh JS, Lee JH, Ryu HS, Jeong IH and Song SH. 1987. Lipid oxidative browning in dried fish meat. 1. Oxidation of fish oil and browning. Bull Korean Fish Soc 20, 33-40.
- Leistner L. 1987. Shelf stable product and intermediate moisture foods based on meat. In: Water activity theory and application to food. Rockland L, Beuchat LB (eds) Marcel Dekker Inc, New York, U.S.A., 295-328.
- Ministry of Food and Drug Safety (MFDS). 2016. Food Code, 5. Food Standards, 28. Fish Jerkies. Retrieved from http://www.foodsafetykorea.go.kr/portal/safefoodlife/food/foodRvlv/foodRvlv.do?menu_no=980&menu_grp=MENU_GRP01.
- Ministry of Health and Welfare, 2015. Dietary Reference Intakes for Korean 2015.
- Ministry of Oceans and Fisheries. 2010. Standard Methods for Marine Environment act. 122-155.
- Ministry of Oceans and Fisheries, 2013. Standards for Seafoods and Special Seafood Products. Retrieved from <http://www.law.go.kr/admRulLsInfoP.do?admRulSeq=2000000092671>.
- Ministry of Trade, Industry and Energy. 2016. Korean Industrial Standards KSH 2013. Korean Standards Association. Retrieved from <https://standard.go.kr/KSCI/standardIntro/getStandardSearchList.do?menuId=919&topMenuId=502>.
- Lee EH, Kim MC, Kim JS, Ahn CB, Joo DS and Kim SK. 1989. Studies on the processing of frozen seasoned meat. 1. Processing of frozen seasoned mackerel meat and changes in its taste compounds during storage. J Korean Soc Food Nutr 18, 355-362.
- Shimokomaki M, Franco BDGM, Biscontini TM, Pinto MF, Terra NN and Zorn TMT. 1998. Charquimeats are hurdle technology meat products. Food Rev Int 14, 339-349.
- 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 seabream 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>.
- The American Public Health Association (APHA). 1970. Recommended Procedures for the Bacteriological Examination of Sea Water and Shellfish. 4th ed. Inc. New York, U.S.A. 28-47.
- The Korean Nutrition Society. 2000. Recommended Dietary Allowances for Koreans (7th ed.), Chungang Publishing Co., Seoul, Korea, 43-56, 157-218.
- 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.