

향어(*Cyprinus carpio*)의 크기별, 부위별 및 상품성별 영양 및 소화 특성 비교

김예울¹ · 박선영² · 강상인² · 윤인성¹ · 황지영³ · 김진수^{1,2*}

¹경상국립대학교 해양식품공학과/해양산업연구소, ²경상국립대학교 수산식품산업화 기술지원센터, ³동의대학교 식품공학과

Nutritional and Digestive Properties of Israeli Carp *Cyprinus carpio* as Affected by Size, Part and Commercial Value

Ye Youl Kim¹, Sun Young Park², Sang-In Kang², In-Seong Yoon¹, Ji-Young Hwang³ 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 Science and Technology, Dong-Eui University, Busan 47340, Republic of Korea

This study was conducted to compare sensory and nutritional and digestive properties of the Israeli carp *Cyprinus carpio* muscle (ICM) by size [normal large (NLF) and small (NSF) fish], part [ventral (VM) and dorsal (DM) muscle], and commercial value [NLF, recessive (RF) or deformed (DF) fish]. In NLF, the major amino acids were lysine, aspartic acid, and glutamic acid, whereas aspartic acid and glutamic acid were predominant in NSF, DM, VM, DF, and RF. Taurine content increased with fish size, and was higher in DM than in VM, and higher in NLF than in DF but lower than that in RF. Regardless of ICM size, part, and commercial value, potassium and iron were expected in the health function, but calcium and zinc were not expected. The major fatty acids present in ICM were 16:0, 18:1n-9, and 18:2n-6, regardless of size, part, and commercial value. The digestion rate of ICM by digestive organ was lower in NLF than in NSF, and lower in VM with a high lipid content than in DM, and lower in DF than in RF.

Keywords: Common carp, *Cyprinus carpio*, Freshwater fish, Israeli carp

서론

향어는 가축잉어와 이스라엘 토종어류와의 교잡에 의하여 양산된 식용 어종으로 잉어목 잉어과의 대표적인 내수면 어종이다(Wohlfarth et al., 1980). 향어는 환경 적응력이 아주 뛰어나고, 성장속도가 잉어에 비하여 2.0-2.5배 정도로 아주 빠르며 어체가 크고, 근육이 많아 우수한 식량 소재이다. 우리나라에서 향어의 도입은 먹을거리가 다양하지 않던 시절인 1973년에 단백질 보충원으로 이스라엘 농무성을 통하여 들어왔다(Kim et al., 2020). 향어의 생산량은 우리나라에서 1986년에 1,787 M/T이었고, 이후 급속히 증가하기 시작하여 1997년에 12,323 M/T로 최대치를 나타내어, 수질환경보전 정책을 통해 가두리양식장의 면허불허 등의 제한 및 규제로 인해 급속히 감소하였다. 2000년 이후 향어의 생산량은 1,600 M/T을 생산하고 있지만,

내수면 어종 중에는 여전히 경제성이 있는 어종 중의 하나이다(KOSIS, 2021). 또한 향어는 일반 내수면 어종들과는 달리 껍질이 두꺼워 간흡충 등의 기생충이 침투하기 어려울 뿐만 아니라 담수산 어류 특유의 흙냄새가 나지 않고, 식감이 부드러우면서 쫄깃하여 우수한 수산식품 소재이나(Kim, 2014b) 주로 횡감에 한정되어 이용되고 있고, 일부만이 매운탕, 보양탕 및 찜 등의 소재로 이용되고 있는 정도이다. 따라서, 향어의 식품소재로서 다양화, 고부가가치화 및 물량 조절에 의한 가격 안정화를 위하여는 반드시 열성어 및 기형어 등과 같은 저상품성 어류와 과량 생산 물량의 활용 방안에 대한 다양화가 절실히 필요하다.

향어를 다양한 식품 소재로 이용하기 위하여는 반드시 향어의 크기(대형, 소형 등)별, 부위(등쪽육과 배쪽육 등)별, 그리고 상품성(열성어, 기형어 등)별에 따른 다양한 식품성분에 대한 자료가 조사되어야 한다.

*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.2022.0239>

Korean J Fish Aquat Sci 55(3), 239-248, June 2022

Received 21 February 2022; Revised 28 March 2022; Accepted 5 April 2022

저자 직위: 김예울(대학원생), 박선영(연구원), 강상인(연구원), 윤인성(대학원생), 황지영(교수), 김진수(교수)

하지만, 향어에 대한 일련의 연구로는 선별 사육 효과(Kim et al., 2020), 여러 가지 품종의 성장 비교(Hwang et al., 2016), 복합 양식(Balami and Pokhrel, 2020), 생존과 성장에 대한 사료의 영향(Yanbo and Zirong, 2006; Ramakrishnan et al., 2008) 및 이의 사료 소화율(Degani, 2006), 과산화수소의 미생물 및 기생충 저감 효과와 독성(Kim et al., 2009) 등과 같은 양식에 대한 연구가 대부분이고, 식품학적 연구는 단백질의 열안정성(Nam et al., 1984), 영양 특성(Moon et al., 2012), 위해요소에 의한 안전성(Jeong et al., 1992) 등과 같은 한정된 것만이 있을 뿐이다.

본 연구에서는 향어를 수산가공식품의 소재로 활용하기 위한 기초 연구로 향어의 크기별, 부위별, 상품 가치별 영양 및 소화 특성을 살펴보고자 한다.

재료 및 방법

재료

향어(*Cyprinus carpio*)는 2021년 6월에 전라북도 전주시 소재 K사에서 양식한 것을 분양받아 크기[정상어 대형(large size)/소형(small size)]별 2종, 부위[등쪽육(dorsal muscle)과 배쪽육(ventral muscle)]별 2종, 그리고 상품 가치(정상어 대형 사이즈, 저상품성의 기형어 및 열성어)별 3종으로 나누어 식품 품질 특성 분석을 실시하였고, 분석 시까지 모두 냉동고(GC-124HG-FP; LG Co., Seoul, Korea)에 보관(-20±2°C)하여 사용하였다. 실험결과는 총아미노산과 타우린을 제외하고 모두 3회 반복하여 평균값으로 나타내었다.

크기별로 분류한 향어는 정상어 대형이 전장 45.1 cm (44.0–46.1 cm), 체장 35.2 cm (34.6–35.6 cm), 중량 1,959 g (1,851–2,088 g), 정상어 소형이 전장 36.4 cm (33.7–39.8 cm), 체장 30.6 cm (27.3–32.0 cm), 중량 1,375 g (1,275–1,568 g)이었고, 부위별로 분류한 향어는 등쪽육과 배쪽육이 모두 크기별로 분류한 대형과 같으며, 상품 가치별로 분류한 향어는 정상어 대형이 크기별로 분류한 대형과 같고, 기형 어류가 전장 45.1 cm (40.0–48.5 cm), 체장 35.9 cm (31.0–42.0 cm) 및 중량 2,281 g (1,373–2,562 g), 열성 어류가 전장 19.6 cm (18.8–21.0 cm),

체장 15.6 cm (14.4–16.7 cm) 및 중량 206 g (178–246 g)이었다. 그리고, 검체의 코드는 크기별 정상어 대형의 경우 N-L-A (normal-large-all parts)로, 정상어 소형의 경우 N-S-A (normal-small-all parts)로, 부위별 검체인 등쪽육의 경우 N-L-D (normal-large-dorsal)로, 배쪽육의 경우 N-L-V (normal-large-ventral)로, 상품 가치별 검체인 정상어 대형의 경우 N-L-A로, 저상품성 기형어의 경우 DF-A (deformed-all parts)로, 열성어의 경우 RF-A (recessive-all parts)로 하였다. 이상에서 언급한 분석을 위해 검체로 사용한 향어의 채취 시기, 전장, 체장 및 체중은 Table 1과 같다.

일반성분 및 에너지

일반성분은 향어 근육을 이용하여 AOAC (2000)법으로 측정하였다. 즉, 수분은 상압가열건조법, 조단백질은 semimicro Kjeldahl법, 조지방은 Soxhlet법 및 회분은 건식회화법으로 측정하였다. 탄수화물 함량은 100-(수분 함량+조단백질 함량+조지방 함량+회분 함량)으로 산출하여 나타내었다.

에너지는 일반성분의 분석자료를 토대로 하여 FAO/WHO 에너지 환산계수 중 어패류의 것을 적용하여 산출하였다(RDA, 2016). 즉, 에너지는 (단백질 함량×4.27)+(지방×9.02)+(탄수화물×3.87)으로 환산하였다.

총아미노산

총아미노산 분석용 가수분해물은 가수분해용 시험관에 단백질로써 약 10 mg이 되도록 마쇄한 향어 근육을 채취하여 넣고, 여기에 0.05% (w/v) 2-메르캅토에탄올(2-mercaptoethanol; C₂H₆SO)을 함유한 6 N 염산을 단백질량에 대하여 약 1,000배 (v/w)량 즉, 10 mL를 가한 다음, 이를 밀봉하고, 105±1°C로 조정된 정온가열로(heating block, HF21; Yamato Scientific Co., Tokyo, Japan)에서 24시간 가수분해시켜 제조하였다. 이어서 가수분해를 마친 밀봉한 관을 절단하고, 즉시 40°C에서 감압 농축건조하여 염산을 제거하였고, 최종적으로 0.2 N 구연산나트륨 완충액(pH 2.2)으로 정용(50 mL)하여 전처리 시험용액을 제조하였다.

총아미노산 분석은 일정량의 분석용 시험용액을 사용하여 아

Table 1. Size, parts, and commercial value of Israeli carp *Cyprinus carpio* used as samples in this experiment

Classification ¹	Used parts	Length (cm)		Total weight	Sample code ¹
		Total	Body		
Size	Normal/Large/All parts	44.0-46.1 (45.1±1.1)	34.6-35.6 (35.2±0.5)	1,851-2,088 (1,959±120)	N-L-A
	Normal/Small/All parts	33.7-39.8 (36.4±2.4)	27.3-32.0 (30.6±1.8)	1,275-1,568 (1,375±82)	N-S-A
Part	Normal/Large/Dorsal	44.0-46.1 (45.1±1.1)	34.6-35.6 (35.2±0.5)	1,851-2,088 (1,959±120)	N-L-D
	Normal/Large/Ventral				N-L-V
Commercial value	Deformed/All parts	40.0-48.5 (45.1±3.6)	31.0-42.0 (35.9±3.3)	1,373-2,562 (2,281±494)	DF-A
	Recessive/All parts	18.8-21.0 (19.6±1.2)	14.4-16.7 (15.6±1.2)	178-246 (206±36)	RF-A

¹Size (L, large; S, small), part (A, all parts; D, dorsal part; V, ventral part), commercial value (N, normal; DF, deformed fish; RF, recessive fish).

미노산자동분석기(pharmacia biotech biochrom 30; Biochrom Ltd., Cambridge, England)로 실시하였다.

지방산

지방산 분석용 시료유는 검체를 향어 근육으로 하고, 추출 용매는 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 (SupelcowaAriat Unicode MSx-10 fused silica wall-coated open tubular column, 30 m×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% BF₃-methanol 용액을 이용하여 조제하였다. 그리고 시료 주입구(injector) 및 flame ionization 검출기(detector) 온도는 250°C로 하였으며, 컬럼오븐(column oven) 온도는 180°C에서 8분간 유지한 후 3°C/min으로 230°C까지 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 equivalent chain length과 비교하여 동정하였다. 내부 표준품으로는 methyl tricosanoate (99%, Sigma-Aldrich Korea)를 사용하였다.

무기질

무기질 분석용 시험용액은 향어 근육을 동결건조하고, 분쇄한 다음 Kim (2014a)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 150±5°C에서 400분간 가열한 후 노란색을 띠는 맑은 용액이 될 때까지 분해시켜 제조하였다. 이어서 테프론 분해기의 코크를 열어 압력을 제거하고, 뚜껑을 열어 100±5°C에서 질산이 1 mL 정도가 되도록 증발시킨 다음 여기에 다시 무기질 분석용 고순도 질산 10 mL를 가하고, 시료의 완전 분해를 위하여 테프론 분해기의 밀폐, 가열(150±5°C, 400 min)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 무기질의 경우 ICP-OES (ELAN DRC II; PerkinElmer, Santa Clara, CA, USA)에, 미량 무기질의 경우 ICP-MS (Nexion 350D; Perkin Elmer)에 시험 용액(50 µL)

을 주입한 다음 식품공전(MFDS, 2021)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.

타우린

타우린 분석용 전처리 시료의 제조를 위하여 균질화한 향어 근육 약 5 g에 20% trichloroacetic acid (TCA) 30 mL를 가하여 마쇄하고, 원심분리(1,000 g, 10 min) 후 정용(100 mL)하였다. 이어서 상층액 중 80 mL를 분액깔때기에 취하고, 동량의 ether를 사용하여 TCA 제거 공정을 4회 반복하였으며, 이를 감압 농축하고, lithium citrate buffer (pH 2.2)로 정용(25 mL)하여 제조하였다.

타우린 분석은 전처리 시료의 일정량을 이용하여 아미노산 자동분석기로 실시한 다음, 동정 및 함량을 계산하였다.

소화율

소화율의 분석은 마쇄한 향어 근육을 검체로 하여 Hur et al. (2015)이 언급한 방법에 따라 실시하였다. 즉, 구강 소화용 혼합물은 200 mL 삼각플라스크에 마쇄 검체 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; Jeio Tech. Co. Ltd., Daejeon, Korea)에서 천천히 5분간 shaking 시켜 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 HCl 과 6 N NaOH를 이용하여 약산성 또는 약 알칼리 수준이 될 수 있게 조절하였다.

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

통계처리

본 실험 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 다

중위검정을 실시하여 나타내었다.

결과 및 고찰

일반성분 및 에너지

항어를 포함한 어류는 크기, 부위, 어획 시기에 따라 일반성분 함량에 차이가 있다(Park et al., 1995). 항어의 크기(대형 및 소형)별, 부위(등쪽과 배쪽)별, 상품성(정상 어류, 기형 어류, 열성 어류)별 어육의 일반성분 함량은 Table 2와 같다. 항어의 크기별, 즉 대형 어류(N-L-A)와 소형 어류(N-S-A)의 근육 100 g 당 일반성분 함량은 수분이 각각 63.6 g 및 66.3 g, 조단백질이 각각 16.3 g 및 15.8 g, 조지방이 각각 18.4 g 및 16.4 g, 회분이 각각 1.0 g 및 0.9 g, 탄수화물이 각각 0.8 g 및 0.6 g으로, 대형 어류 근육이 소형 어류 근육에 비하여 조단백질과 조지방이 모두 높았고, 수분이 낮았으며($P<0.05$), 회분과 탄수화물의 경우 차이가 없었다($P>0.05$). 이는 어체가 클수록 먹이 활동이 왕성하여 지방 함량은 증가하고, 상대적으로 수분 함량은 낮아진 것으로 판단되었다(Park et al., 1995).

항어의 부위별, 즉 등쪽육(N-L-D)과 배쪽육(N-L-V)의 근육 100 g 당 일반성분 함량은 수분이 각각 67.8 g 및 63.0 g, 조단백질이 각각 17.1 g 및 14.6 g, 조지방이 각각 13.5 g 및 20.9 g, 회분이 각각 1.1 g 및 0.8 g, 탄수화물이 각각 0.5 g 및 0.7 g으로, N-L-D이 N-L-V에 비하여 수분과 조단백질이 높았으나, 조지방이 낮았으며($P<0.05$), 회분과 탄수화물의 경우 거의 차이가 없었다. 일반적으로 어육은 머리 부위, 등쪽 부위, 배쪽 부위, 꼬리 부위와 같이 부위에 따라 일반성분 함량이 차이가 크고, 그 중에서도 지질 함량의 차이가 크다. 즉 어육의 부위별 지질 함량은 머리 부위가 가장 높고, 다음으로 배쪽 부위, 꼬리 부위 및 등쪽 부위의 순으로 알려져 있다(Park et al., 1995).

항어의 상품성별, 즉 기형어(DF-A) 및 열성어(RF-A)의 근육 100 g 당 일반성분 함량은 수분이 각각 66.1 g 및 73.0 g, 조단백질이 각각 15.9 g 및 15.0 g, 조지방이 각각 16.0 g 및 10.3 g, 회분이 각각 0.9 g 및 1.0 g, 탄수화물이 각각 1.1 g 및 0.7 g이었다. 따라서, N-L-A에 비하여 DF-A의 경우 수분과 탄수화물이 높

았으나 조단백질과 조지방이 낮았으며($P<0.05$), 회분이 차이가 없었고($P>0.05$), RF-A의 경우 수분이 월등히 높았으나, 조단백질과 조지방이 월등히 낮았으며, 회분과 탄수화물이 차이가 없었다. 이와 같이 N-L-A와 RF-A 및 DF-A 그룹 간에 차이는 여러 가지 원인이 있었으나 어체의 크기와 양식기간에 따른 영향도 아주 컸을 것이라 추정되었다.

한편, Moon et al. (2012)은 수입산 및 국내산 항어의 근육 100 g 당 일반성분 함량을 검토하는 연구에서 이들의 수분이 각각 80.2 g 및 71.0 g, 조단백질이 각각 15.6 g 및 16.6 g, 조지방이 각각 3.07 g 및 8.06 g, 회분이 1.25 g 및 1.06 g으로, 국내산이 수입산에 비하여 수분의 경우 낮았고, 지질의 경우 높았으나 단백질과 회분의 경우 차이가 없었다고 보고하여 본 연구에서 도출된 연구 결과와 차이가 있었는데, 이는 여러 가지 양식 환경 조건 이외에도 사료의 종류와 어체의 크기 및 증량에서 상당히 차이가 있었기 때문이라 판단되었다. 일반적으로 어패류의 일반성분 함량은 계절에 따라 차이가 있으며, 특히 지질 함량의 변화가 크고, 지질 함량이 많을 때에 가장 맛이 있다고 알려져 있다. 이들 지질 함량은 산란기에 최저치를 나타내고, 이후에 증가하는 경향을 나타내고 있다.

항어는 크기, 부위, 상품성 및 어획 시기에 관계없이 모두 수분을 제외한다면 조단백질과 조지방이 주성분이었고, 이는 일반 어류의 표준단백질 함량인 $20 \pm 2\%$ 와 표준지방 함량인 $3 \pm 2\%$ 에 비교하였을 때 조단백질 함량은 낮았고, 조지방 함량은 훨씬 높았다. 따라서, 항어의 지질은 횡감으로 이용할 시에는 고소한 맛을 느낄 수 있어 강점으로 작용을 할 수 있으리라 판단되나, 가공 및 유통 시에는 산화 억제에 대한 고려가 있어야 할 것으로 판단되었다.

항어 100 g 당의 크기별, 부위별 및 상품성별에 따른 에너지는 크기별의 경우 N-L-A가 238.3 kcal로 N-L-A 217.7 kcal에 비하여, 부위별의 경우 N-L-V가 253.6 kcal로 N-L-D 196.4 kcal에 비하여 높았고, 상품성별의 경우 N-L-A가 238.3 kcal로 가장 높았고, 다음으로 DF-A (216.5 kcal) 및 RF-A (159.7 kcal)의 순이었다. 이와 같은 항어의 크기별, 부위별 및 상품성별에 따른 에너지의 경향은 대체로 열량이 없는 수분 함량과 열량이

Table 2. Proximate composition and energy of Israeli carp *Cyprinus carpio* as affected by fish size, part, and commercial value

Classification standard	Sample code ¹	Proximate composition (g/100 g)					Energy ³ (kcal/100 g)
		Moisture	Crude protein	Crude lipid	Ash	Carbohydrate ²	
Size	N-L-A	63.6±0.6 ^{a4}	16.3±0.1 ^d	18.4±0.9 ^d	1.0±0.1 ^{bc}	0.8±0.3 ^a	238.2±7.1 ^d
	N-S-A	66.3±0.6 ^b	15.8±0.1 ^c	16.4±0.4 ^c	0.9±0.1 ^{ab}	0.6±0.4 ^a	217.7±4.4 ^c
Part	N-L-D	67.8±0.7 ^c	17.1±0.1 ^e	13.5±0.9 ^b	1.1±0.0 ^c	0.5±0.3 ^a	196.4±7.3 ^b
	N-L-V	63.0±0.8 ^a	14.6±0.1 ^a	20.9±0.0 ^e	0.8±0.0 ^a	0.7±0.7 ^a	253.6±2.9 ^e
Commercial value	DF-A	66.1±0.3 ^b	15.9±0.1 ^c	16.0±0.4 ^c	0.9±0.1 ^{ab}	1.1±0.3 ^a	216.5±3.4 ^c
	RF-A	73.0±0.1 ^d	15.0±0.2 ^b	10.3±0.0 ^a	1.0±0.1 ^{bc}	0.7±0.1 ^a	159.7±0.5 ^a

¹Sample codes are the same as explained in Table 1. ²Carbohydrate (%)=100-(moisture+crude protein+crude lipid+ash) ³Energy (kcal/100 g)=(protein×4.27)+(lipid×9.02)+(carbohydrate×3.87) ⁴Different letters on the data in the column indicate a significant difference at $P<0.05$.

높은 지질과 단백질 함량의 영향이 컸다.

총아미노산 및 타우린

향어의 크기별, 부위별 및 상품성별에 따른 근육의 총아미노산 함량은 Table 3과 같다. 향어 근육 100 g 당의 총아미노산 함량은 어체 크기별의 경우 N-L-A가 14.91 g으로, N-S-A의 14.63 g에 비하여 약 1.9%가 높았고, 부위별의 경우 N-L-D이 15.92 g으로, N-L-V의 13.38 g에 비하여 19.0%가 높았으며, 상품성별의 경우 N-L-A가 14.91 g으로, DF-A의 14.26 g에 비하여 4.6%가, RF-A의 13.41 g에 비하여 10.1%가 높았다. 따라서, 총아미노산 함량은 향어의 어체 크기가 클수록, 그리고 N-L-D이 N-L-V보다, DF-A가 RF-A보다 높았다. 이러한 경향은 어체 크기가 클수록 단백질 함량이 높아 단백질을 구성하는 아미노산의 총합량이 높았을 것으로 추정되었다. 향어 근육의 주요 아미노산은 N-L-A의 경우 lysine, aspartic acid 및 glutamic acid와 같은 3종이었으나, 나머지 N-S-A, N-L-V, N-L-D, DF-A 및 RF-A의 경우 모두 lysine을 제외한 aspartic acid와 glutamic acid와 같은 2종이었다. 한편, Sung et al. (1980)은 총아미노산에 대한 필수아미노산의 비율의 경우 은어가 33.6%, 누치가 37.6%, 쏘가리가 39.5% 및 밀어가 39.0%이었다고 보고한바 있다. 향어 근육의 필수아미노산 조성은 크기별, 부위별 및

상품성별에 관계없이 모두 48.7-51.2%로 위에서 언급한 은어, 누치, 쏘가리, 밀어 등과 같은 담수어들에 비하여 높았다. 어류의 아미노산 종류와 함량의 변화는 어류의 크기, 연령, 생식 상태와 같은 요인에 기인한다고 알려져 있고(Cieslik et al., 2018), 그 이외에 양식사료의 성분 및 섭취량에도 크게 기인한다.

한편, 이들의 제1제한아미노산은 분석되지 않은 tryptophan을 제외한다면 N-L-V의 경우 histidine이었고, 이를 제외한 나머지 검체 모두의 경우 methionine이었다. 또한, 향어 근육의 성장 필요 아미노산(Park et al., 1995)이면서 곡류제한아미노산인 lysine과 threonine 조성은 어체 크기별, 어체 부위별 및 상품성별에 관계없이 모두 각각 9.5-9.9% 및 4.4-4.6%로 높아 곡류를 주식으로 하는 우리나라 소비자들이 이를 부식으로 밥과 함께 먹는 경우 영양 균형적인 면에서 아주 우수하다고 판단되었다.

타우린은 일반 아미노산과 달리 카르복실기 대신에 술폰산기가 붙어 있으면서, 단백질을 구성하지 않고 유리되어 있는 아미노산이다. 또한, 타우린은 혈중 콜레스테롤과 중성지질의 저하, 저밀도 및 초저밀도 지질 단백질 중의 콜레스테롤량 감소에 의한 동맥경화성 질환의 억제, 담즙산 생합성 촉진에 의한 항담석 작용, 간효소 대사 및 간기능 개선, 담즙 분비촉진 등에 의한 급성 간질환 환자의 증상 개선, 뇌의 교감 신경에 대한 억

Table 3. Total amino acid content (g/100 g) of Israeli carp *Cyprinus carpio* as affected by fish size, part, and commercial value

Amino acid	Size		Part		Commercial value		
	N-L-A ¹	N-S-A	N-L-D	N-L-V	DF-A	RF-A	
Essential	Threonine	0.66 (4.4)	0.67 (4.6)	0.73 (4.6)	0.61 (4.6)	0.65 (4.6)	0.62 (4.6)
	Valine	0.76 (5.1)	0.77 (5.3)	0.84 (5.3)	0.68 (5.1)	0.72 (5.0)	0.68 (5.1)
	Methionine	0.50 (3.4)	0.47 (3.2)	0.53 (3.3)	0.39 (2.9)	0.45 (3.2)	0.38 (2.8)
	Isoleucine	0.72 (4.8)	0.73 (5.0)	0.80 (5.0)	0.65 (4.9)	0.68 (4.8)	0.65 (4.8)
	Leucine	1.24 (8.3)	1.23 (8.4)	1.35 (8.5)	1.11 (8.3)	1.19 (8.3)	1.13 (8.4)
	Phenylalanine	0.66 (4.4)	0.67 (4.6)	0.72 (4.5)	0.60 (4.5)	0.63 (4.4)	0.60 (4.5)
	Histidine	0.55 (3.7)	0.52 (3.6)	0.64 (4.0)	0.37 (2.8)	0.47 (3.3)	0.51 (3.8)
	Lysine	1.43 (9.6)	1.44 (9.8)	1.57 (9.9)	1.27 (9.5)	1.36 (9.5)	1.31 (9.8)
	Arginine	0.91 (6.1)	0.84 (5.7)	0.97 (6.1)	0.82 (6.1)	0.86 (6.0)	0.82 (6.1)
	Subtotal	7.43 (49.8)	7.34 (50.2)	8.15 (51.2)	6.50 (48.7)	7.01 (49.1)	6.70 (49.9)
Nonessential	Asparagine	1.54 (10.4)	1.57 (10.7)	1.67 (10.5)	1.41 (10.5)	1.51 (10.6)	1.41 (10.5)
	Serine	0.58 (3.9)	0.59 (4.0)	0.63 (4.0)	0.54 (4.0)	0.57 (4.0)	0.55 (4.1)
	Glutamic acid	2.35 (15.8)	2.35 (16.1)	2.53 (15.9)	2.19 (16.4)	2.31 (16.2)	2.19 (16.3)
	Proline	0.66 (4.4)	0.48 (3.3)	0.52 (3.3)	0.49 (3.7)	0.54 (3.8)	0.45 (3.4)
	Glycine	0.86 (5.8)	0.79 (5.4)	0.80 (5.0)	0.85 (6.4)	0.91 (6.4)	0.80 (6.0)
	Alanine	0.96 (6.4)	0.94 (6.4)	1.01 (6.3)	0.91 (6.8)	0.96 (6.7)	0.89 (6.6)
	Cysteine	0.04 (0.3)	0.10 (0.7)	0.08 (0.5)	0.07 (0.5)	0.05 (0.4)	0.05 (0.4)
	Tyrosine	0.49 (3.3)	0.47 (3.2)	0.53 (3.3)	0.42 (3.1)	0.40 (2.8)	0.37 (2.8)
Subtotal	7.48 (50.3)	7.29 (49.8)	7.77 (48.8)	6.88 (51.4)	7.25 (50.9)	6.71 (50.1)	
Total	14.91 (100.1)	14.63 (100.0)	15.92 (100.0)	13.38 (100.1)	14.26 (100.0)	13.41 (100.0)	

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

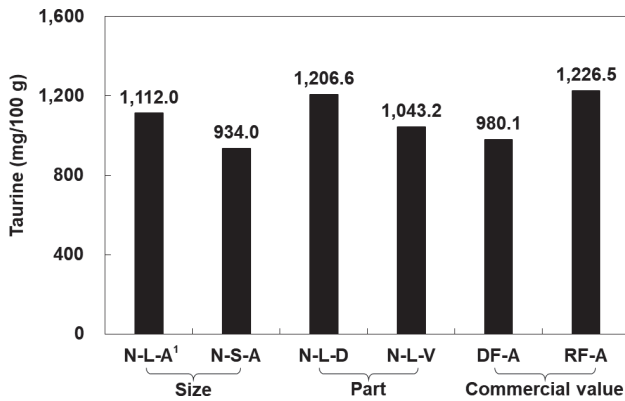


Fig. 1. Taurine content (mg/100 g) of Israeli carp *Cyprinus carpio* as affected by fish size, part, and commercial value. ¹Sample codes are the same as explained in Table 1.

제 작용으로 혈압 강하, 뇌졸중의 예방 등과 같은 건강 기능성이 인정되고 있다(Schaffer and Kim, 2018). 이러한 일면에서 살펴본 향어 근육 100 g 당 크기별, 부위별 및 상품성 별에 따른 근육의 타우린 함량은 N-L-A가 1,112.0 mg으로, N-S-A의 934.0 mg에 비하여 19.1%가 높았고, 정상 대형 어류의 N-L-D가 1,206.6 mg으로, N-L-V의 1,043.2 mg에 비하여 15.7%가 높았으며, N-L-A가 DF-A의 980.1 mg에 비하여 13.5%가 높았으나, RF-A의 경우 1,226.5 mg에 비하여 9.3%가 낮았다(Fig. 1). 한편, 타우린은 수산물에 많이 함유되어 있고, 그 중에서 근육 100 g 당 어류의 경우 고등어 670 mg, 광어 196 mg, 참가자미 664 mg, 참돔 870 mg, 패류의 경우 꼬막 1,045 mg, 개조개 1,091 mg, 말전복 1,391 mg, 바지락 1,503 mg, 두족류의 경우 갑오징어 791 mg, 화살꽃뚜기 445 mg, 참문어 435 mg, 갑각류의 경우 꽃게 711 mg, 흰다리새우 311 mg 등이었다(Kim et al., 2018). 이상의 향어 근육 100 g에 대한 타우린 함량은 패류와 유사한 수준이었으며, 어류를 비롯한 다른 수산물에 비하여 높은 편이었다. 그리고, 향어 간의 근육 100 g 당 타우린 함량은 어체가 클수록, N-L-D이 N-L-V에 비하여 높았고, N-L-A가 DF-A에 비하여 높았으나, RF-A에 비하여 낮았다.

무기질

향어의 어체 크기별, 어체 부위별 및 상품성별에 따른 근육의 무기질 함량을 다량 무기질인 칼슘과 칼륨, 그리고, 미량 무기질인 철 및 아연으로 나누어 살펴본 결과는 Table 4와 같다.

향어 근육 100 g 당의 칼슘 함량은 어체 크기별, 어체 부위별 및 상품성별에 관계없이 29.3–39.4 mg이었고, 이는 한국인 남자 19–49세의 1일 권장필요량인 800 mg (The Korean Nutrition Society, 2020)에 비하여 3.7–4.9%에 해당하여 향어 근육 100 g의 섭취에 의한 칼슘 보강 효과는 크게 기대되지 않았다. 향어 근육 100 g 당의 칼슘 함량은 크기별의 경우 N-L-A가 30.9 mg으로, N-S-A의 29.3 mg에 비하여 약 5.5%가 높아

유의적으로 차이가 있었으나($P < 0.05$), 부위별의 경우 N-L-D이 30.5 mg으로, N-L-V의 30.7 mg에 비하여 유의적으로 차이가 없었고($P > 0.05$), 상품성별의 경우 N-L-A가 DF-A의 39.4 mg, RF-A의 32.7 mg에 비하여 유의적으로 낮았다($P < 0.05$). 따라서, 향어 근육의 칼슘 함량은 유의적으로 부위별에 따른 차이가 없었으나($P > 0.05$), 어체 크기별의 경우 N-L-A가 N-S-A에 비하여 높았고($P < 0.05$), 상품성별의 경우 N-L-A가 DF-A와 RF-A의 모두에 비하여 낮았다($P < 0.05$). 일반적으로 칼슘은 인체 내에서 뼈와 근육에 주로 존재하면서 신체 지지기능, 세포 및 효소의 활성화에 의한 근육의 수축 및 이완, 신경의 흥분과 자극 전달, 혈액의 응고 및 여러 가지 심혈관계 질환의 예방에 관여하고(Yoshimura et al., 1991), 우리나라를 위시한 동양권 식이 패턴에서 부족되기 쉬운 영양소(The Korean Nutrition Society, 2020)로 알려져 있다.

향어 근육 100 g 당의 칼륨 함량은 크기별, 부위별 및 상품성별에 관계없이 370.6–484.3 mg이었고, 이는 한국인 남자 19–49세의 1일 충분섭취량인 3,500 mg (The Korean Nutrition Society, 2020)에 비하여 10.6–13.8%에 해당하여 향어 근육 100 g의 섭취에 의한 칼륨 보강 효과는 기대되었다. 향어 근육 100 g 당의 칼륨 함량은 유의적으로 크기별의 경우 N-L-A가 435.3 mg으로, N-S-A의 416.4 mg에 비하여, 부위별의 경우 N-L-D이 484.3 mg으로, N-L-V의 370.6 mg에 비하여 높았고($P < 0.05$), 상품성별의 경우 N-L-A가 DF-A의 473.9 mg는 물론이고, RF-A의 453.2 mg에 비하여도 낮았다($P < 0.05$). 따라서, 향어 근육의 칼륨 함량은 유의적으로 어체 크기가 클수록, N-L-D이 N-L-V보다 높았으나, N-L-A가 DF-A와 RF-A에 비하여 낮았다. 칼륨은 대부분 근육 세포 내에 존재하면서 삼투압 및 pH의 조절, 신경 근육의 흥분성 유지, 노 중의 나트륨 이온의 배설을 증가시킴으로 인한 고혈압과 동맥경화증 예방에 중요한 역할을 하는 것으로 알려져 있다(Yoshimura et al., 1991).

향어 근육 100 g 당의 철 함량은 크기별, 부위별 및 상품성별에

Table 4. Mineral content of Israeli carp *Cyprinus carpio* as affected by fish size, part, and commercial value

Classification	Sample code ¹	Mineral (mg/100 g)			
		Ca	K	Fe	Zn
Size	N-L-A	30.9±0.3 ^{b2}	435.3±6.7 ^d	1.24±0.00 ^{de}	0.36±0.00 ^{cd}
	N-S-A	29.3±0.2 ^a	416.4±4.1 ^c	1.14±0.00 ^c	0.35±0.01 ^c
Part	N-L-D	30.5±0.6 ^b	484.3±8.6 ^e	1.25±0.01 ^e	0.36±0.00 ^{cd}
	N-L-V	30.7±0.4 ^b	370.6±1.5 ^b	1.23±0.01 ^d	0.34±0.00 ^b
Commercial value	N-L-A	30.9±0.3 ^b	435.3±6.7 ^d	1.24±0.00 ^{de}	0.36±0.00 ^{cd}
	DF-A	39.4±0.1 ^e	473.9±5.2 ^f	1.04±0.00 ^b	0.37±0.01 ^d
	RF-A	32.7±0.8 ^c	453.2±6.6 ^e	0.83±0.00 ^a	0.23±0.00 ^a

¹Sample codes are the same as explained in Table 1. ²Different letters on the data in the column indicate a significant difference at $P < 0.05$.

관계없이 0.83–1.25 mg이었고, 이는 한국인 남자 19–49세의 1일 권장섭취량인 10 mg (The Korean Nutrition Society, 2020)에 비하여 8.3–12.5%에 해당하여 향어 근육 100 g의 섭취에 의한 철 보강 효과는 기대되거나 적어도 무시할 정도는 아니었다. 향어 근육 100 g 당의 철 함량은 유의적으로 크기별의 경우 N-L-A가 1.24 mg으로, N-S-A의 1.14 mg에 비하여 높았으며, 부위별의 경우도 N-L-D이 1.25 mg으로, N-L-V의 1.23 mg에 비하여 높았다($P<0.05$). 상품성별의 경우 N-L-A가 RF-A의 0.83 mg은 물론이고, DF-A의 1.04 mg보다도 높았다($P<0.05$). 따라서, 향어 근육의 철 함량은 어체 크기가 클수록, N-L-D이 N-L-V보다, N-L-A가 DF-A와 RF-A에 비하여 높았다. 철은 모든 생명체에서 발견되고, 인체 내에서 시토크롬, 헤모글로빈, 미오글로빈 등 다양한 단백질의 구성 요소로 생명 유지에 필수적인 역할을 담당한다(Byrd-Bredbenner et al., 2012).

향어 근육 100 g 당의 아연 함량은 크기별, 부위별 및 상품성별에 관계없이 0.23–0.37 mg이었고, 이는 한국인 남자 19–49세의 1일 권장섭취량인 10 mg (The Korean Nutrition Society, 2020)에 비하여 2.3–3.7%에 해당하여 향어 근육 100 g의 섭취에 의한 아연 보강 효과는 기대되지 않았다. 향어 근육 100 g 당의 아연 함량은 유의적으로 크기별의 경우 N-L-A가 0.36 mg으로, N-S-A의 0.35 mg에 비하여 차이가 없었고, 부위별의 경우 N-L-D이 0.36 mg으로, N-L-V의 0.34 mg에 비하여 높았으며 ($P<0.05$), 상품성별의 경우 N-L-A가 DF-A의 0.37 mg에 비하여 차이가 없었고, RF-A의 0.23 mg에 비하여 높았다($P<0.05$). 따라서, 향어 근육의 아연 함량은 어체 크기에 따른 차이가 없었고, N-L-D이 N-L-V보다 높았으며, N-L-A가 DF-A에 비하여 차이가 없었고, RF-A에 비하여 높았다. 아연은 효소의 구성성분으로 탄수화물, 단백질, 지질, 핵산의 합성과 분해에 관여한다 (Roohani et al., 2013).

지방산

향어의 크기별, 부위별 및 상품성별에 따른 근육의 지방산 함량과 조성을 살펴본 결과는 Table 5와 같다. 크기별, 부위별 및 상품성별에 따른 향어 근육의 동정된 지방산은 포화지방산(saturated fatty acid)의 경우 11–13종이, 일가불포화지방산(monounsaturated fatty acid)의 경우 모두 6종이, 다가불포화지방산(polyunsaturated fatty acid)의 경우 9–10종이 동정되어, 향어의 크기별, 부위별 및 상품성별에 따라 동정된 지방산의 수의 경우 차이가 있었다. 향어 크기별 근육의 동정된 지방산은 N-L-A와 N-S-A가 모두 포화지방산이 13종, 일가불포화지방산 6종, 다가불포화지방산 10종으로 차이가 없었고, 부위별 근육의 동정된 지방산은 N-L-D의 경우 포화지방산이 13종, 일가지방산 6종, 다가불포화지방산 9종으로, N-L-V (포화지방산 11종, 일가지방산 6종, 다가불포화지방산 9종)에 비하여 포화지방산의 경우 많았으나, 나머지 일가불포화지방산 및 다가불포화지방산의 경우 차이가 없었으며, 상품성별 근육의 동정

된 지방산은 N-L-A에 비하여 DF-A (포화지방산 12종, 일가불포화지방산 6종, 다가불포화지방산 10종)의 경우 포화지방산이 많았으나, 일가불포화지방산과 다가불포화지방산이 동일하였고, RF-A의 경우 포화지방산, 일가불포화지방산과 다가불포화지방산이 모두 차이가 없었다.

향어의 크기별, 부위별 및 상품성별에 따른 근육 100 g 당의 지방산 함량은 8.4–17.6 g이었고, 포화지방산이 2.24–4.62 g, 일가불포화지방산이 4.28–9.23 g, 다가불포화지방산이 1.89–3.79 g로, 향어의 크기별, 부위별 및 상품성별에 따라 지방산 함량의 경우 차이가 있었다. 향어의 어체 크기별 근육의 지방산 함량과 조성은 N-L-A [포화지방산 4.30 g (26.8%), 일가불포화지방산 8.19 g (51.1%), 다가불포화지방산 3.53 g (22.1%)]와 N-S-A [포화지방산 3.50 g (24.6%), 일가불포화지방산 7.60 g (53.9%), 다가불포화지방산 3.01 g (21.2%)]가 모두 일가불포화지방산이 가장 많으면서 높았고, 다음으로 포화지방산 및 다가불포화지방산의 순으로 경향이 동일하였으나, 이들의 함량은 모두 N-L-A가 N-S-A에 비하여 많았다. 향어 부위별 근육 100 g 당의 지방산 함량과 조성은 정상 대형 어류 N-L-D [포화지방산 4.10 g (26.1%), 일가불포화지방산 8.18 g (52.1%), 다가불포화지방산 3.43 g (21.8%)]와 N-L-V [포화지방산 4.62 g (26.1%), 일가불포화지방산 9.23 g (52.4%), 다가불포화지방산 3.79 g (21.5%)]가 모두 일가불포화지방산이 가장 많으면서 높았고, 다음으로 포화지방산 및 다가불포화지방산의 순으로 경향이 동일하였으나, 이들의 함량은 모두 N-L-V이 N-L-D에 비하여 많았다. 향어 상품성별 근육 100 g 당의 지방산 함량과 조성은 N-L-A와 같이 DF-A [포화지방산 3.46 g (24.8%), 일가불포화지방산 7.56 g (54.4%), 다가불포화지방산 2.89 g (20.8%)]와 RF-A [포화산 2.24 g (26.5%), 일가불포화지방산 4.28 g (50.8%), 다가불포화지방산 1.89 g (22.5%)]가 모두 일가불포화지방산이 가장 많으면서 높았고, 다음으로 포화산 및 다가불포화지방산의 순으로 경향이 동일하였으나, 이들의 함량은 N-L-A가 가장 많았고, 다음으로 DF-A 및 RF-A의 순이었다.

향어 근육의 주요 지방산은 크기별, 부위별 및 상품성별에 관계없이 모두 포화지방산인 16:0 (17.9–20.3%), 일가불포화지방산인 18:1n-9 (38.9–46.0%)와 다가불포화지방산인 18:2n-6 (13.1–15.3%)와 같은 2종이었다.

한편, 크기별, 부위별 및 상품성별에 관계없이 향어 근육의 대표적인 오메가-3 지방산인 20:5n-3 (eicosapentaenoic acid, EPA) 및 22:6n-3 (docosapentaenoic acid, DHA) 함량은 각각 143.8–185.8 mg 및 355.0–449.5 mg으로 조성이 해수산 어류보다 낮았는데, 이는 담수산 어류들의 큰 특징 중의 하나이다 (Park et al., 1995). 향어 근육의 대표적인 오메가-3 지방산인 EPA 및 DHA 함량은 크기별의 경우 N-L-A가 각각 185.8 mg 및 449.5 mg으로, N-S-A의 각각 149.4 mg 및 384.6 mg에 비하여 많았고, 부위별의 경우 N-L-D이 각각 158.4 mg 및 402.0 mg으로, N-L-V의 각각 169.2 mg 및 433.4 mg에 비하여 적

있으며, 상품성별의 경우 N-L-A가 DF-A의 각각 143.8 mg 및 355.0 mg에 비하여는 물론, RF-A의 각각 167.7 mg 및 369.7 mg에 비하여도 모두 많았고, DF-A와 RF-A와 같은 2종의 검체

간에는 RF-A가 많았다. 한편, Moon et al. (2012)은 국내산 향어의 EPA 및 DHA의 지방산 조성은 각각 2.07% 및 4.63%이었다고 보고하여 본 연구의 RF-A의 그것과 유사한 결과를 나타내

Table 5. Fatty acid content (mg/100 g) of Israeli carp *Cyprinus carpio* as affected by fish size, part and commercial value

Fatty acid	Size		Part		Commercial value	
	N-L-6-A ¹	N-S-6-A	N-L-6-D	V-L-6-V	DF-A ¹	RF-A
10:0	0.8 (trace)	1.1 (trace)	0.7(trace)	-	- ²	0.8 (trace)
12:0	6.0 (trace)	5.3 (trace)	5.9(trace)	5.7 (trace)	4.8 (trace)	3.0 (trace)
13:0	1.1 (trace)	0.9 (trace)	1.2(trace)	-	0.9 (trace)	0.8 (trace)
14:0	266.2 (1.7)	228.3 (1.6)	277.2(1.8)	311.1 (1.8)	217.3 (1.6)	166.2 (2.0)
15:0	36.2 (0.2)	28.8 (0.2)	30.0(0.2)	34.5 (0.2)	27.2 (0.2)	24.3 (0.3)
16:0	3,259.9 (20.3)	2,532.3 (17.9)	2,984.3(19.0)	3,370.4 (19.1)	2,496.4 (18.0)	1,617.9 (19.2)
17:0	34.2 (0.2)	28.4 (0.2)	30.1(0.2)	33.7 (0.2)	26.6 (0.2)	19.6 (0.2)
18:0	577.3 (3.6)	587.8 (4.2)	625.0(4.0)	707.0 (4.0)	575.5 (4.1)	338.2 (4.0)
20:0	14.8 (0.1)	13.4 (0.1)	14.5(0.1)	15.9 (0.1)	13.6 (0.1)	9.4 (0.1)
21:0	8.1 (0.1)	5.6 (trace)	7.4(trace)	8.2 (trace)	6.0 (trace)	4.6 (0.1)
22:0	3.1 (trace)	3.0 (trace)	21.6(0.1)	23.5 (0.1)	3.8 (trace)	1.8 (trace)
23:0	95.5 (0.6)	63.3 (0.4)	106.5(0.7)	109.6 (0.6)	88.4 (0.6)	52.2 (0.6)
24:0	1.4 (trace)	0.9 (trace)	2.5(trace)	2.5 (trace)	2.2 (trace)	1.3 (trace)
Saturated	4,304.6 (26.8)	3,499.1 (24.6)	4,106.9(26.1)	4,622.1 (26.1)	3,462.7 (24.8)	2,240.1 (26.5)
14:1n-5	15.4 (0.1)	13.7 (0.1)	14.0(0.1)	15.8 (0.1)	10.9 (0.1)	8.6 (0.1)
15:1n-5	- ²	-	-	-	-	-
16:1n-7	1,261.8 (7.9)	1,005.2 (7.1)	1,086.6(6.9)	1,212.5 (6.9)	851.2 (6.1)	747.0 (8.9)
17:1n-7	-	-	-	-	-	-
18:1n-9	6,564.4 (40.9)	6,166.0 (43.7)	6,785.5(43.2)	7,682.7 (43.5)	6,398.8 (46.0)	3,274.0 (38.9)
20:1n-9	327.3 (2.0)	392.9 (2.8)	267.8(1.7)	295.4 (1.7)	274.1 (2.0)	230.9 (2.7)
22:1n-9	13.0 (0.1)	13.6 (0.1)	10.6(0.1)	11.4 (0.1)	8.8 (0.1)	9.8 (0.1)
24:1n-9	12.3 (0.1)	11.8 (0.1)	14.1(0.1)	15.5 (0.1)	11.2 (0.1)	10.7 (0.1)
Monoenes	8,194.2 (51.1)	7,603.2 (53.9)	8,178.6(52.1)	9,233.3 (52.4)	7,555.0 (54.4)	4,281.0 (50.8)
18:2n-6	2,419.8 (15.1)	2,024.2 (14.3)	2,408.3(15.3)	2,676.4 (15.2)	1,981.6 (14.3)	1,100.1 (13.1)
18:3n-6	21.9 (0.1)	14.2 (0.1)	28.5(0.2)	25.3 (0.1)	23.3 (0.2)	9.4 (0.1)
18:3n-3	253.0 (1.6)	238.5 (1.7)	241.1(1.5)	271.7 (1.5)	213.2 (1.5)	124.7 (1.5)
20:2n-6	81.0 (0.5)	85.6 (0.6)	73.1(0.5)	82.1 (0.5)	66.6 (0.5)	44.1 (0.5)
20:3n-6	63.3 (0.4)	47.7 (0.3)	68.4(0.4)	73.9 (0.4)	56.9 (0.4)	29.8 (0.4)
20:3n-3	16.7 (0.1)	20.4 (0.1)	13.8(0.1)	15.7 (0.1)	13.1 (0.1)	10.8 (0.1)
20:4n-6	1.3 (trace)	1.1 (trace)	-	-	1.9 (trace)	2.2 (trace)
22:2n-6	40.6 (0.3)	44.6 (0.3)	36.1(0.2)	40.0 (0.2)	30.5 (0.2)	36.3 (0.4)
20:5n-3	185.8 (1.2)	149.4 (1.1)	158.4(1.0)	169.2 (1.0)	143.8 (1.0)	167.7 (2.0)
22:6n-3	449.5 (2.8)	384.6 (2.7)	402.0(2.6)	433.4 (2.5)	355.0 (2.6)	369.7 (4.4)
Polyenes	3,532.9 (22.1)	3,010.3 (21.2)	3,429.7(21.8)	3,787.7 (21.5)	2,885.9 (20.8)	1,894.8 (22.5)
n-6	2,627.9 (16.4)	2,217.4 (15.7)	2,614.4(16.6)	3,066.9 (17.4)	2,160.8 (15.5)	1,221.9 (14.5)
n-3	905.0 (5.7)	792.9 (5.6)	815.3(5.2)	890.0 (5.1)	725.1 (5.2)	672.9 (8.0)
TFA ³	16,031.7 (100.0)	14,112.6 (99.7)	15,715.2(100.0)	17,643.1 (100.0)	13,903.6 (100.0)	8,415.9 (99.8)

¹Sample codes are the same as explained in Table 1. ²trace, less than 0.8 mg/100 g. ³-, Not detect. ⁴TFA (mg/100 g), Total fatty acid.

Table 6. Digestibility of Israeli carp *Cyprinus carpio* as affected by fish size, part, and commercial value

Classification standard	Sample code ¹	Digestibility (%)		
		Mouth	Stomach	Small intestine
Size	N-L-A	29.0±1.5 ^{ab2}	44.3±3.3 ^{ab}	67.5±1.3 ^c
	N-S-A	40.2±1.7 ^d	51.2±1.4 ^c	70.1±0.9 ^d
Part	N-L-D	34.0±2.5 ^c	41.6±0.4 ^a	67.5±1.3 ^c
	N-L-V	31.5±1.3 ^{bc}	46.4±1.4 ^b	71.8±2.7 ^d
Commercial value	N-L-A	29.0±1.5 ^{ab}	44.3±3.3 ^{ab}	67.5±1.3 ^c
	DF-A	27.6±1.1 ^a	43.4±2.3 ^{ab}	59.0±1.1 ^a
	RF-A	29.9±2.2 ^{abc}	45.1±3.7 ^{ab}	63.2±1.1 ^b

¹Sample codes are the same as explained in Table 1. ²Different letters on the data in the column indicate a significant difference at P<0.05.

었다. 지방산을 검토한 결과 일반적으로 EPA는 혈액의 흐름을 개선하고, 혈액 속의 중성지방의 함량을 낮추어 고지혈증, 혈전증, 동맥경화 및 심장 질환을 예방하는 기능을 하고, DHA는 사람의 혈액 속의 중성지질을 개선시키고, 혈액의 흐름을 좋게 하는 기능을 하며, 사람의 뇌와 눈의 망막 및 모유에 많이 존재한다고 알려져 기억력 개선 등에 의한 학습기능 향상 작용 및 유아의 뇌 발달 촉진 작용 등도 알려져 있다(Swanson et al., 2012).

소화율

향어의 크기별, 부위별 및 상품성별에 따른 근육의 소화율을 살펴본 결과는 Table 6과 같다. 향어 크기별 소화 기관에서 근육의 소화율은 N-L-A가 구강 소화 후 29.0%, 위 소화 후 44.3%, 소장 소화 후 67.5%로, N-S-A의 구강 소화 후 40.2%, 위 소화 후 51.2%, 소장 소화 후 70.1%에 비하여 모든 조직에서 유의적으로 낮았다(P<0.05). 향어의 근육 부위별 소화 기관에서 소화율은 정상 대형 어류의 N-L-D이 구강 소화 후 34.0%, 위 소화 후 41.6%, 소장 소화 후 67.5%로, N-L-V의 구강 소화 후 31.5%, 위 소화 후 46.4%, 소장 소화 후 71.8%에 비하여 구강에서 소화 후 유의적으로 차이가 없었으나(P>0.05), 위와 소장에서 소화 후 유의적으로 높아 차이가 있었다(P<0.05). 향어 상품성별 소화 기관에서 소화율은 N-L-A의 소화율에 비하여 DF-A가 구강 소화 후 27.6%, 위 소화 후 43.4%, 소장 소화 후 59.0%로, 구강과 위 소화율의 경우 유의적인 차이가 없었으나(P>0.05), 소장에서의 소화율은 유의적으로 낮았으며, RF-A가 구강 소화 후 29.9%, 위 소화 후 45.1%, 소장 소화 후 63.2%로, 구강과 위에서의 경우 유의적인 차이가 없었고(P>0.05), 소장에서 유의적으로 낮아 차이가 있었다(P<0.05).

이상의 결과로 미루어 보아 향어 근육의 소화기관별 소화율은 조직이 단단한 N-L-A가 N-S-A에 비하여, 지질 함량이 많은 N-L-V이 N-L-D에 비하여 낮았으며, DF-A가 RF-A보다 낮았다. 이러한 경향은 어체의 수분 함량이 낮을수록 소화 대상물인 단백질 및 지방의 함량이 높아 소화율에 영향을 미쳤으리라 판단되었다.

사 사

본 연구는 향어양식연합회의 지원에 의하여 수행되었으며, 이에 감사드립니다.

References

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

AOAC (Association of Official Analytical Chemists). 2000. *Official Methods of Analysis* 17th ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington D.C., U.S.A.

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.

Balami S and Pokhrel S. 2020. Production of common carp (*Cyprinus carpio* var. *communis*) and grass carp (*Ctenopharyngodon idella*) fingerling in a polyculture system in Chitwan, Nepal. *J Aquac Fisheries* 4, 027. <https://doi.org/10.24966/AAF-5523/100027>.

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>.

Byrd-Bredbenner C, Wardlaw GM, Beshgetoor D and Berning J. 2012. 9th version iron (Fe). In: *Wardlaw's Perspectives in Nutrition*. McGraw-Hill Education, New York, NY, U.S.A., 536-543.

Cieslik I, Migdal W, Topolska K, Mickowska B and Cieslik E. 2018. Changes of amino acid and fatty acid profile in freshwater fish after smoking. *J Food Process Preserv* 42, e13357. <https://doi.org/10.1111/jfpp.13357>.

Degani G. 2006. Digestible energy in dietary sorghum, wheat bran, and rye in the common carp (*Cyprinus carpio* L.). *Isr J Aquac Bamidgeh* 58, 71-77.

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>.

Hwang JA, Goo IB, Kim JE, Kim MH, Kim DH, Im JH, Choi HS and Lee JH. 2016. Growth comparison of Israeli carp (*Cyprinus carpio*) to different breeding combination. *Dev Reprod* 20, 275-281. <https://doi.org/10.12717/DR.2016.20.4.275>.

Jeong HD, Ha JY, Huh MD and Chung JK. 1992. The absorption and excretion times of carp, *Cyprinus carpio*, treatment with oxolinic acid. *J Fish Pathol* 5, 135-142.

Kim JE, Hwang JA, Kim HS, Im JH and Lee JH. 2020. Assessment selective breeding effect of Israeli carp (*Cyprinus carpio*) from Korea. *Korean J Ichthyol* 32, 210-221. <https://doi.org/10.35399/ISK.32.4.2>.

- Kim KH. 2014a. Concentration and risk assessment of heavy metal in mainly consumed fishes. M.S. Thesis, Gyeongsang National University, Tongyeong, Korea.
- Kim MS, Cho JY, Kim DH, Jeon HJ and Kim EO. 2009. Toxicity, antibacterial and parasiticidal effects of hydrogen peroxide for Israeli carp (*Cyprinus carpio*). J Fish Pathol 22, 1-7.
- Kim NE. 2014b. Nitrifying bacteria and immune response of Israel carp, *Cyprinus carpio nudus*, from biofloc water. M.S. Thesis, Pukyong National University, Busan, Korea.
- Kim YG, Nam KH, Lim CW and Shim KB. 2018. Composition Table of Marine Products in Korea 2018 (8th revision). National Institute of Fisheries Science, Busan, Korea, 124-181.
- KOSIS (Korean Statistical Information Service). 2021. Fisheries Statistics. Retrieved from http://kosis.kr/statisticsList/statisticsListIndex.do?menuIdM_01_01&vwcd=MT_ZTITLE&parmTabId=M_01_01#SelectStatsBoxDiv on Nov 28, 2021.
- MFDS (Ministry of Food and Drug Safety). 2021. Food Code. Chapter 8. General Analytical Method (Mineral). Retrieved from https://www.foodsafetykorea.go.kr/food-code/01_01.jsp on May 15, 2021.
- Moon SK, Lee DS, Yoon HD, Kim YK, Yoon NY, Kim IS and Jeong BY. 2012. Proximate and fatty acid compositions of three species of imported and domestic freshwater fishes. Korean J Fish Aquat Sci 45, 612-618. <https://doi.org/10.5657/KFAS.2012.0612>.
- Nam TJ, Choi YJ and Pyeun JH. 1984. Thermal stability of Israeli carp actomyosin and its protection by chemical additives. Bull Korean Fish Soc 17, 271-279.
- Park YH, Jang DS and Kim SB. 1995. Processing and Utilization of Seafood. Hyungseoul Publishing Co., Daegu, Korea, 76-151.
- Ramakrishnan CM, Haniffa MA, Manohar M, Dhanaraj M, Jesu Arockiaraj AJ, Seetharaman S and Arunsingh SV. 2008. Effects of probiotics and spirulina on survival and growth of juvenile common carp (*Cyprinus carpio*). Isr J Aquac Bamidgeh 60, 128-133. <http://doi.org/10.46989/001c.20484>.
- RDA (Rural Development Administration). 2016. 9th Version Food Composition Table I, II. Hyoil Publishing Co., Seoul, Korea, 17.
- Roohani N, Hurrell R, Kelishadi R and Schulin R. 2013. Zinc and its importance for human health: an integrative review. J Res Med Sci 18, 144-157.
- Schaffer S and Kim HW. 2018. Effects and mechanisms of taurine as a therapeutic agent. Biomol Ther 26, 225-241. <https://doi.org/10.4062/biomolther.2017.251>.
- Sung MJ, Shim KH, Lee SH and Lee JM. 1980. Studies on the food fresh water fish -The chemical composition carp muscle, *Cyprinus carpio*-. Korean J Nutr 13, 59-64.
- Swanson D, Block R and Mousa SA. 2012. Omega-3 fatty acids EPA and DHA: health benefits throughout life. Adv Nutr 3, 1-7. <https://doi.org/10.3945/an.111.000893>.
- The Korean Nutrition Society. 2020 Dietary Reference Intakes for Koreans. The Korean Nutrition Society and Ministry of Health and Welfare, Seoul and Sejong, Korea, 1-165.
- Wohlfarth GW, Lhman M, Hulata G and Moav R. 1980. The story of Dor-70: a selected strain of the Israeli common carp. Isr J Aquac Bamidgeh 32, 3-5.
- Yanbo W and Zirong X. 2006. Effect of probiotics for common carp (*Cyprinus carpio*) based on growth performance and digestive enzyme activities. Anim Feed Sci Technol 127, 283-292. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2005.09.003>.
- 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>.