

향어(*Cyprinus carpio*)의 크기별, 부위별 및 상품성별 관능적 및 효소학적 특성 비교

허민수^{1,3} · 김예울² · 최유리² · 박선영³ · 송호수⁴ · 최정미⁴ · 김진수^{2,3*}

¹경상국립대학교 식품영양학과/해양산업연구소, ²경상국립대학교 해양식품공학과/해양산업연구소, ³경상국립대학교 수산식품산업화 기술지원센터, ⁴영산대학교 조리예술학부

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

Min Soo Heu^{1,3}, Ye Youl Kim², Yu Ri Choe², Sun Young Park³, Ho-Su Song⁴, Jung-Mi Choi⁴ and Jin-Soo Kim^{2,3*}

¹Department of Food and Nutrition/Institute of Marine Industry, Gyeongsang National University, Jinju 52828, Republic of Korea

²Department of Seafood Science and Technology/Institute of Marine Industry, Gyeongsang National University, Tongyeong 53064, Republic of Korea

³Research Center for Industrial Development of Seafood, Gyeongsang National University, Tongyeong 53064, Republic of Korea

⁴Department of Culinary Arts, Youngsan University, Busan 48051, Republic of Korea

This study was conducted to compare the sensory and enzymatic properties of Israeli carp *Cyprinus carpio* muscle (ICM) according to size [normal large (NLF) and small fish (NSF)], part [ventral (VM) and dorsal muscles (DM)], and commercial value [NLF, recessive (RF), or deformed fish (DF)]. There was not difference in salty of all samples. The sourness was stronger in NLF and DM than in NSF, RF, and DF, and VM, respectively. The umami of ICM showed no size-associated differences; however, those of DM, and DF and RF, were superior to those of the VM and NLF, respectively. The sweetness was also stronger in NLF than in NSF and RF, and in DM than VM. The sweetness of DF didn't differ compared to those of NLF and RF. The intensity of fish odor was weaker in NSF or DF than that in NLF, and was higher in DM than in VM. The color of ICM was bright in NSF and DF compared to NLF. Enzyme activity was very low in the muscles and high in viscera. Therefore, ICM could be used as a material for seafood products, regardless of size, part, and commercial value; however, the issue of lipid oxidation must be considered.

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

서론

향어는 체고가 낮은 가죽잉어(leather carp)와 체고가 높은 이스라엘의 토착 잉어와의 교잡에 의하여 개량된 품종(Sin, 1982)으로, 성장속도가 잉어보다 2.0-2.5배 정도로 아주 신속하여 현재 우리나라를 포함한 세계 여러 나라에서 많이 양식되고 있는 대표적인 내수면 어종이다(Wohlfarth et al., 1983; Li et al., 2007). 이들 향어는 무리를 지어 활동을 하고, 주위 환경 적응력이 뛰어나며, 물 흐름이 느린 곳이나 저수지 및 댐 등의 깊은 곳

에 서식하면서 작은 동물이나 조개류, 조류 등은 물론이고, 풀씨, 물벌레, 부드러운 수초 잎사귀 등을 주로 먹고 자라는 잡식성 어류(Wohlfarth et al., 1980)이다. 향어의 2020년 생산량은 1,678 M/T으로, 국내 내수면 어류 중 뱀장어(9,755 M/T), 메기(3,951 M/T), 붕어(2,489 M/T), 송어류(2,414 M/T)에 이어 5번째로 많이 생산되고 있어, 경제성이 있는 내수면 어류 중의 하나로 분류되고 있다(KOSIS, 2021). 하지만, 향어는 다른 내수면 어류와는 달리 대부분이 횡감으로 이용되고 있고, 일부만이 탕 또는 찜으로 이용되고 있어, 다양한 수산가공식품의 개발 및

*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.2022.0001>

Korean J Fish Aquat Sci 55(1), 1-9, February 2022

Received 30 December 2021; Revised 3 February 2022; Accepted 10 February 2022

저자 직위: 허민수(교수), 김예울(대학원생), 최유리(대학원생), 박선영(연구원), 송호수(교수), 최정미(대학원생), 김진수(교수)

유통이 절실하다.

한편, 향어에 대한 일련의 연구로는 선발육종(Kim et al., 2020), 다른 품종의 조합에 의한 성장 비교(Hwang et al., 2016), 다중 양식(Balami and Pokhrel, 2020), 생존과 성장에 대한 프로바이오틱스와 스피루나의 영향(Yanbo and Zirong, 2006; Ramakrishnan et al., 2008), 수수, 밀기름 및 호밀 등이 함유된 사료의 소화율(Degani, 2006), microsatellite를 활용한 한국 양식산의 유전적 다양성(genetic variability) 분석(Kim et al., 2018) 등과 같은 양식에 대한 연구와 근원섭유 단백질의 열안정성(Shin et al., 2001)과 같은 가공적성, 지질성분과 구성아미노산과 같은 영양 특성(Moon et al., 2012), 잔류 식중독 세균, 중금속 및 동물성의약품(Jeong et al., 1992)과 같은 위생 특성 및 식품영양에 대한 식품학적 연구가 있으나, 일부 식품 소재로 검토하기 위한 연구도 일정 크기와 중량에 한정되어 있어, 크기별, 부위별, 상품 가치별 등과 같이 다양한 검체별 식품학적 품질 특성 비교에 대한 연구는 전무한 실정이다.

본 연구에서는 향어를 횡감 이외에 여러 가지 수산식품의 소재로 고도 이용하기 위한 일련으로 기초 연구로 향어의 크기, 부위, 상품 가치별에 따른 관능학적 및 효소학적 특성을 비교, 검토하고자 한다.

재료 및 방법

재료

향어(*Cyprinus carpio*)는 2021년 6월에 전라북도 전주시 소재 K사에서 2년간 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 냉동고에 보관(-20±2°C)하여 두고 사용하였다.

크기별로 분류한 향어는 정상어 대형이 전장 45.1 cm (44.0-

46.1 cm 범위), 체장 35.2 cm (34.6-35.6 cm 범위), 중량 1,959 g (1,851-2,088 g 범위), 정상어 소형이 전장 36.4 cm (33.7-39.8 cm 범위), 체장 30.6 cm (27.3-32.0 cm 범위), 중량 1,375 g (1,275-1,568 g 범위)이었고, 부위별로 분류한 향어는 등쪽육과 배쪽육이 모두 크기별로 분류한 정상어 대형과 같으며, 상품 가치별로 분류한 향어는 정상어 대형이 크기별로 분류한 대형과 같고, 기형 어류가 전장 45.1 cm (40.0-48.5 cm 범위), 체장 35.9 cm (31.0-42.0 cm 범위) 및 중량 2,281 g (1,373-2,562 g 범위), 열성 어류가 전장 19.6 cm (18.8-21.0 cm 범위), 체장 15.6 cm (14.4-16.7 cm 범위) 및 중량 206 g (178-246 g 범위)이었다. 그리고, 검체의 코드는 크기별 정상어 대형의 경우 N-L-A (normal fish-large size-all parts)로, 정상어 소형의 경우 N-S-A (normal fish-small size-all parts)로, 부위별 검체인 등쪽육의 경우 N-L-D (normal fish-large size-dorsal parts)로, 배쪽육의 경우 N-L-V (normal fish-large size-ventral parts)로, 상품 가치별 검체인 정상어 대형의 경우 N-L-A로, 저상품성 기형어의 경우 DF-A (deformed fish-all parts)로, 열성어의 경우 RF-A (recessive fish-all parts)로 하였다. 이상에서 언급한 분석을 위해 검체로 사용한 향어의 채취 시기, 전장, 체장, 체중은 Table 1과 같다.

총산도 및 염도

총산도는 근육을 사용하여 Chang et al. (2010)이 언급한 방법에 따라 pH 측정용 시험용액을 제조하고, 이의 25 mL에 대하여 0.1 N NaOH를 가하여 pH 8.5가 될 때까지 적정하는 다음 그 소비량(mL)을 젯산(% w/w)으로 환산하여 나타내었다.

염도는 근육을 사용하여 식품공전(MFDS, 2021)의 회화법으로 측정하였다. 식염 약 1 g을 함유하는 양의 근육 마쇄물을 회화한 다음 이를 증류수에 녹이고, 증류수로 정용(100 mL) 및 여과한 여액 10 mL에 크롬산칼륨(K₂CrO₄) 용액 2-3방울을 가한 후 0.02 N 질산은(AgNO₃)으로 적정하여 측정하였다.

엑스성분 질소

엑스성분 질소 분석용 전처리 시료는 마쇄 근육 10 g에 20%

Table 1. Length, weight and sample code on size, parts, commercial value of Israeli carp *Cyprinus carpio* used as samples in this experiment

Classification	Used parts	Length (cm)		Total weight (g)	Sample code
		Total	Body		
Size	Normal fish/Large size/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 fish/Small size/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 fish/Large size/Dorsal 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-D
	Normal fish/Large size/Ventral parts				N-L-V
Commercial value	Deformed fish/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 fish/All parts	18.8-21.0 (19.6±1.2)	14.4-16.7 (15.6±1.2)	178-246 (206±36)	RF-A

(w/v) trichloroacetic acid (TCA) 용액 20 mL를 가하고, 10분 간 교반 및 원심분리(9,400 g, 20 min)하여 상층액을 분리한 다음, 잔사에 10% (w/v) TCA로 앞의 과정을 반복한 후 100 mL로 정용하여 제조하였다. 이어서 엑스성분 질소는 전처리한 시료를 이용하여 AOAC (1995)법에 따라 semimicro Kjeldahl법으로 측정하였다.

유리아미노산 및 Taste value

유리아미노산 분석용 전처리 시료는 엑스성분 질소 분석용 전처리 시료의 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. 유리아미노산 분석은 아미노산 자동분석기(Pharmacia Biotech Biochrom 30; Biochrom Ltd., England)로 실시하였다. Taste value는 유리아미노산 함량을 Kato et al. (1989)이 제시한 유리아미노산의 맛에 대한 역치(taste threshold)를 이용하여 Cha et al. (1999)과 같은 방법으로 계산하여 나타내었다.

전자혀

전자혀 측정용 전처리 시료는 Jo et al. (2013)이 언급한 방법에 따라 근육 약 10 g에 증류수 90 mL를 가하고 균질화한 후 이를 원심분리(10,035 g, 20 min) 및 여과한 여과물로 하였다. 전자혀에 의한 맛분석은 Woertz et al. (2011)이 언급한 방법에 따라 전자혀 검체 80 mL를 부속 용기에 채우고, α -Astree II electronic tongue unit (α -Astree II; Alpha M.O.S Inc., Toulouse, France)로 감칠맛, 짠맛, 신맛, 단맛 및 쓴맛을 측정하였다.

헌터색조

헌터색조는 근육을 검체로 하여 헌터 직시색차계(ZE 2000; Nippon Denshoku Industries Co., Tokyo, Japan)로 살펴보고, 그 결과는 백색도(L value), 적색도(a value), 황색도(b value) 및 색차(ΔE value)로 나타내었다. 이때 헌터 색차계의 표준백판은 L값 97.37 ± 0.00 , a값 -0.37 ± 0.01 , b값 0.32 ± 0.01 이었다.

휘발성염기질소(Volatile basic nitrogen, VBN)

일반적으로 휘발성염기질소는 어류의 선도 저하와 함께 생성되는 암모니아, trimethylamine (TMA) 등의 화합물을 말하며, 이들은 해산어류 비린내의 주체 성분으로 알려져 있다(Park et al., 1995). 이러한 일면에서 측정을 시도한 휘발성염기질소는 Kapute et al. (2012)에서 언급한 미량화산법으로 측정하였다. 휘발성염기질소의 측정을 위한 전처리 시료는 시료 2 g에 20% (v/v) TCA 용액 2 mL를 넣어 잘 저어 섞은 후, 증류수 16 mL를 넣고 잘 저어 섞어 30분간 침출하고 여과하여 제조하였다. 이어서 휘발성염기질소 함량의 측정을 위하여 Conway unit의 외실 왼쪽에 전처리 시료 용액 1 mL를, 오른쪽에 포화 탄산칼륨 1 mL를, 내실에 0.01 N H₂SO₄ 1 mL와 지시약 2-3방울을 각각

가한 다음 글리세린을 바른 뚜껑으로 밀폐하고 조심스럽게 흔들어서 주고, 20°C에서 120분간 반응시켰다. 휘발성염기질소 함량은 반응이 끝난 Conway unit 내실에 0.01 N 수산화나트륨으로 적정하여 계산하였다.

냄새 강도

냄새 강도는 휘발하는 모든 저분자 물질을 감지하여 그 강도를 낸다(Kang et al., 2014). 냄새 강도는 근육 10 g을 코니칼 튜브(50 mL conical tube, 30×150 mm; SPL Life Science Co. Ltd., Gyeonggi, Korea)에 넣고, 여기에 냄새강도기(Odor concentration meter, XP-329R; New Cosmos Electric Co. Ltd., Osaka, Japan)의 흡입구를 넣은 다음, 냄새가 휘발되지 않게 파라필름(parafilm)으로 밀봉하고 mode를 batch로 설정하여 실시하였다.

효소 활성

효소 활성은 향어의 근육과 내장을 검체로 하여 endoprotease 및 exoprotease의 활성에 대하여 측정하였다. 효소활성 측정용 기질은 endoprotease 기질[천연 기질인 hemoglobin과 casein, 합성기질인 BAPNA (N α -Benzoyl-DL-Arginine 4-nitroanilide hydrochloride)]과 exopeptidase 기질[LeuPNA (L-Leucine-p-nitroanilide)]로 나누어 사용하였고, 이들의 기질은 모두 Sigma-Aldrich Co. (St. Louis, MO, USA)의 것을 구입하여 사용하였으며, 효소 활성 측정을 위한 기타 시약은 분석급으로 구입하여 사용하였다.

효소반응을 위해 사용한 buffer solution [0.05 M glycine-HCl 완충액(pH 3.0), 0.1 M sodium phosphate 완충액(pH 6.0), 그리고 0.1 M tris-HCl 완충액(pH 9.0)]은 Dawson et al. (1986)의 방법에 따라 각각 조제하여 사용하였다.

조효소의 추출은 향어 근육(정상 대형 어육, 소형 어육, 열성 어)과 정상 소형 어류의 내장을 검체로 하여 마쇄한 다음, 마쇄 향어 육에 대하여 5배(w/v), 내장에 대하여 10배(w/v)의 추출 용매(탈 이온수)를 각각 가하고, 상온에서 2시간 동안 균질화하였다. 시료로 사용한 향어 근육 또는 내장의 조효소는 원심분리(12,000 g, 20 min)하여 탈지된 상층액으로 하였다.

Endoprotease의 활성은 1% hemoglobin과 2% casein과 같은 천연기질(Anson, 1938)을 사용하여 측정하였다. 즉, 조효소 용액 50-200 μ L에 0.05 M glycine-HCl 완충액(pH 3.0), 0.1 M sodium phosphate 완충액(pH 6.0), 0.1 M Tris-HCl 완충액(pH 9.0)을 각각 2.0 mL, 기질 hemoglobin 및 casein 0.3 mL를 각각 혼합 및 항온수조에 반응(40°C, 1 h)을 시켰다. 이어서 5% TCA 용액을 가하여 실험시킨 후 정지(30 min) 및 원심분리(1,890 g, 20 min)한 다음 hemoglobin 및 casein 기질의 경우 280 nm에서 흡광도를 측정하여 효소활성으로 나타내었다.

합성기질을 활용한 exopeptidase의 활성은 10 mM Leu-PNA와 10 mM BAPNA를 기질로 사용하는 Garcia-Carreno and Harrod (1993)의 방법을 수정하여 측정하였다. 즉, 25-100 μ L의

조효소 용액과 0.1 M sodium phosphate 완충액(pH 6.0) 및 0.1 M Tris-HCl 완충액(pH 9.0) 1.0 mL, 기질 10 mM BAPNA 및 Leu-PNA 50 μ L를 항온수조에 혼합 및 반응(40°C, 1 h)시켰다. 이어서 반응액에 0.3 mL의 33% acetic acid로 실활시킨 후 원심분리(1,890 g, 20 min)하여 410 nm에서 흡광도를 측정하여 효소활성으로 나타내었다.

이들 endoprotease 및 exopeptidase의 활성은 1시간 동안 1 mg의 효소(단백질)가 변화시키는 흡광도 0.1 digit을 1 U/mg으로 나타내었다.

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 다중위검정을 실시하여 나타내었다.

결과 및 고찰

맛 특성

향어의 맛 특성은 유기산과 식염 등의 무함질소 엑스성분 함량과 유리아미노산과 이의 역치를 고려한 taste value 등의 함질소 엑스성분 함량으로 살펴보고자 하였고, 그리고 이들 맛이 나타내는 단맛, 짠맛, 신맛 및 감칠맛을 전자혀로 살펴보고자 하였다.

향어 근육 100 g 당 크기, 부위 및 상품성 가치별에 따른 신맛의 강도를 총산도로, 짠맛의 강도를 염도로 살펴본 결과는 Table 2와 같다. 향어 근육 100 g 당 총산도는 크기별의 경우 대형 어류(N-L-A) 588.9 mg으로, 소형 어류(N-S-A) 541.9 mg에 비하여 유의적으로 높아 차이가 있었고($P<0.05$), 부위별의 경우 등쪽육(N-L-D) 647.6 mg으로, 배쪽육(N-L-V) 501.8 mg에 비하여 유의적으로 높아 차이가 있었고($P<0.05$), 상품성 가치

별의 경우 정상육(N-L-A)에 비하여 기형어(DF-V) 및 열성어(RF-A)가 각각 573.0 mg 및 430.5 mg으로 유의적으로 낮아 차이가 있었으며($P<0.05$), 그 정도는 열성어가 현저하였다. 사후 어류의 총산도는 아세트산, 프로피온산, 피루브산, 젖산, 푸마르산, 말산, 숙신산, 시트르산, 옥살산, 알파케토글루타르산 등의 여러 가지 유기산으로 구성되지만, 주요 유기산은 glycogen 으로부터 혐기적 조건에서 해당반응을 거쳐 생성되는 젖산이고, Park et al. (1995)은 어육 100 g 당 젖산 함량의 경우 가다랑어 600-729 mg, 고등어 300 mg, 참돔 300-320 mg이라고 보고한 바 있다.

향어 근육 100 g 당 염도는 크기별의 경우 대형 어류와 소형 어류에 관계없이 모두 0.11 g이었으며, 부위별의 경우 등쪽육과 배쪽육 각각 0.11 g 및 0.12 g이었으며($P>0.05$), 상품성 가치별의 경우도 정상 대형 어류, 기형어 및 열성어 모두 0.09-0.11 g 범위로 모두 유의적인 차이가 없었다($P>0.05$). 즉, 향어 근육의 염도는 크기, 부위 및 상품성 가치별에 관계없이 유의적인 차이가 없었다($P>0.05$). 한편 Kang et al. (2007)은 담수어인 무지개송어 근육 100 g 당의 염도는 0.2 g이었다고 보고한 바 있다.

향어 근육 100 g 당 크기, 부위 및 상품성 가치별에 따른 엑스성분 질소 함량과 유리아미노산 총합량은 Table 3과 같다. 향어 근육 100 g 당 엑스성분 질소 함량은 크기별의 경우 대형 어류 310.2 mg으로, 소형 어류 242.1 mg에 비하여 약 28%가 높아 유의적으로 차이가 있었고($P<0.05$), 부위별의 경우 등쪽육과 배쪽육 각각 308.6 mg 및 309.1 mg으로 유의적인 차이가 없었으며($P>0.05$), 이들은 등쪽육과 배쪽육을 분리하지 않은 정상 대형 어류보다 모두 낮았으나 유의적인 차이는 없었다($P>0.05$). 또한, 향어 100 g 당 상품성 가치별 엑스성분 질소 함량은 정상 대형 어류 310.2 mg, 기형어 284.9 mg, 열성어 327.9 mg으로, 유의적으로 열성어가 가장 높았고, 다음으로 정상 대형 어류, 기형어의 순이었다($P<0.05$). 한편, Park et al. (1995)은 어류의 총질소 함량에 대한 엑스성분 질소 함량의 비율(%)

Table 2. Total acidity content and salinity of Israeli carp *Cyprinus carpio* according to fish size, part, and commercial value

Component	Size		Part		Commercial value	
	N-L-A ¹	N-S-A	N-L-D	N-L-V	DF-A	RF-A
Total acidity (mg/100 g)	588.9±5.2 ^{b2}	541.9±5.0 ^a	647.6±5.2 ^b	501.8±2.6 ^a	573.0±5.2 ^b	430.5±5.2 ^a
Salinity (g/100 g)	0.11±0.00 ^a	0.11±0.00 ^a	0.11±0.00 ^a	0.12±0.00 ^a	0.09±0.03 ^a	0.11±0.00 ^a

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

Table 3. Extractive-N (Ex-N) and total free amino acid (FAA) contents of Israeli carp *Cyprinus carpio* according to fish size, part, and commercial value

Component	Size		Part		Commercial value	
	N-L-A ¹	N-S-A	N-L-D	N-L-V	DF-A	RF-A
Ex-N (mg/100 g)	310.2±5.2 ^{b2}	242.1±5.0 ^a	308.6±5.2 ^a	309.1±2.6 ^a	284.9±5.2 ^a	327.9±5.2 ^c
FAA (mg/100 g)	1,721.0	1,570.6	1,864.7	1,609.2	1,610.3	1,801.7

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

은 담수산 어류 8.7-12.6%로, 해수산 어류 11.4-42.1%에 비하여 확연히 낮았다고 보고한 바 있다.

유리아미노산은 수산물의 주요 맛 성분이어서, 이들에 대하여 분석한 결과는 다음과 같다. 향어 근육 100 g 당 유리아미노산 총합량은 정상 대형 어류 1,721.0 mg으로, 정상 소형 어류 1,570.6 mg에 비하여 9.6%가 높아 차이가 있었고, 정상 대형 어류의 등쪽육 1,864.7 mg으로, 배쪽육 1,609.2 mg에 비하여 15.9%가 높았으며, 기형어 1,610.3 mg으로, 열성어 1,801.7 mg에 비하여 10.6%가 낮았다.

수산물과 이를 활용하여 제조한 수산식품의 맛은 유리아미노산에 의한 영향이 크고, 그 강도는 함량과 더불어 반드시 맛의 역치에 의한 영향을 고려하여야 한다(Kim and Kang, 2021). 이러한 일면에서 향어의 크기, 부위 및 상품성 가치별에 따른 taste value (유리아미노산 함량/유리아미노산의 맛에 대한 역치)로 나타낸 결과는 Table 4와 같다. 한편, Kato et al. (1989)은 여러 가지 아미노산의 맛에 대한 역치는 aspartic acid가 가장 낮아 3 mg/100 g이었고, 다음으로 glutamic acid (5 mg/100 g)의 순이었으며, 이들은 나머지 유리아미노산에 비하여 aspartic acid의 경우 6.7-100.0배, glutamic acid의 경우 4.0-60.0배 높았다고 보고한 바가 있다. 향어 100 g 당의 total taste value는 11.49-15.21로, 담수산 무지개송어 2종의 각각 4.21 및 4.40 (Kang et al., 2014)에 비하여 높아, 회로 먹는 경우 맛은 무지개송어에 비하여 다소 강하리라 추정되었다. 향어 100 g 당 크기, 부위, 상품

성 가치별에 따른 total taste value는 크기별의 경우 정상어 대형 어류가 13.39로, 정상어 소형 어류의 15.21보다 낮았고, 부위별의 경우 대형 어류 등쪽육이 14.50으로, 배쪽육의 12.05에 비하여 높았으며, 상품성 가치별의 경우 정상어 대형 어류에 비하여 기형어의 경우 11.49로 낮았으나, 열성어의 경우 14.08로 높았다. 이상의 결과로 미루어 보아 향어의 맛 강도는 정상 대형 어류가 소형 어류보다 약하고, 등쪽육이 배쪽육보다 강하다고 판단되었으며, 정상 대형 어류에 비하여 기형어의 경우 약하고, 열성어의 경우 강하다고 추정되었다. Taste value를 고려한 향어 100 g 당 주요 유리아미노산은 어체의 크기, 부위 및 상품성 가치별에 관계없이 모두 histidine (4.81-7.41), alanine (2.24-3.51) 및 glycine (1.19-2.32) 및 glutamic acid (1.10-2.42)이었다. 한편, Hayashi et al. (1981)은 자숙한 게다리살 추출물의 유리아미노산 함량과 동일하게 제조한 합성물료 omission test를 실시한 결과 glutamic acid와 aspartic acid가 감칠맛의 주체이었다고 보고한 바 있다. 그리고 Cha et al. (2004)도 명태 식혜의 숙성 중 맛성분의 변화를 살펴보는 연구에서 taste value로 살펴 주된 맛은 glutamic acid와 aspartic acid이었다고 보고한 바 있다.

향어 근육의 짠맛, 신맛, 감칠맛 및 단맛에 대한 맛 강도를 전자혀로 살펴본 결과는 Table 5와 같다. 향어 근육의 신맛은 유익적으로 크기별의 경우 정상 대형 어류 7.6 level로, 소형 어류 7.2 level보다, 부위별의 경우 등쪽육 7.7 level로, 배쪽육 6.9 level

Table 4. Taste values of Israeli carp *Cyprinus carpio* according to fish size, part, and commercial value

FAA	Taste threshold (mg/100 g) ²	Size		Part		Commercial value	
		N-L-A ¹	N-S-A	N-L-D	V-L-V	DF-A	RF-A
Aspartic acid* ³	3	0.10 ⁴	- ⁶	0.20	-	0.17	0.67
Threonine	260	0.04	0.12	0.04	0.04	0.08	0.04
Serine*	150	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.04
Asparagine	100	trace ⁵	-	-	-	trace	-
Glutamic acid*	5	1.36	2.08	1.32	1.44	1.10	2.42
Proline	300	0.05	0.03	0.05	0.05	0.06	0.03
Glycine*	130	1.67	1.19	1.90	1.59	2.32	1.37
Alanine	60	2.47	3.51	2.43	2.44	2.24	2.62
Valine	40	0.09	0.10	0.09	0.09	0.07	0.11
Methionine*	30	0.08	0.11	0.08	0.08	0.07	0.06
Isoleucine	90	0.02	0.03	0.02	0.02	0.02	0.03
Leucine	190	0.02	0.03	0.02	0.02	0.02	0.03
Phenylalanine	90	0.04	0.04	0.03	0.03	0.02	0.04
Lysine*	50	0.55	0.49	0.68	0.49	0.40	0.59
Histidine	20	6.68	7.23	7.41	5.55	4.81	5.81
Arginine	50	0.19	0.22	0.20	0.18	0.08	0.22
Total	-	13.39	15.21	14.50	12.05	11.49	14.08

¹Sample codes are the same as explained in Table 1. ²The value was quoted from Kato et al. (1989). ³Umami amino acid. ⁴Taste value=(Free amino acid content, mg/100 g)/(taste threshold, mg/100 g). ⁵trace, less than 0.01. ⁶, Not detected.

보다, 상품성 가치별의 경우 정상 대형 어류 7.6 level로, 기형어 7.0 level보다 높았고($P<0.05$), 이들 모두가 열성어의 3.8 level에 비하여 유의적으로 높았다($P<0.05$). 이상의 전자혀에 의한 신맛의 경향은 앞에서 언급한 총산도의 결과와 잘 일치하였다. 향어 근육의 짠맛은 크기, 부위 및 상품성 가치별에 따라 관계없이 6.2-6.3 level 범위에 있었고, 유의적인 차이가 인정되지 않아($P>0.05$), 앞에서 언급한 염도의 결과와 잘 일치하였다. 향어 근육의 감칠맛은 크기별의 경우 정상 대형 어류 6.9 level로, 소형 어류 7.1 level에 비하여 유의적으로 차이가 없었고($P>0.05$), 부위별의 경우 등쪽육 7.5 level로, 배쪽육 5.8 level에 비하여 유의적으로 높았으며($P<0.05$), 상품성 가치별의 경우 정상 대형 어류 6.8 level로, 기형어 및 열성어 각각 7.6 level 및 7.8 level에 비하여 유의적으로 낮았고($P<0.05$), 기형어와 열성어 간의 경우 유의적인 차이가 없었다($P>0.05$). 일반적으로 수산물의 맛은 함질소 엑스성분에 의하여 맛이 영향을 받고, 그 중에서도 유리아미노산의 영향이 크다(Kim and Kang, 2021). 이들 유리아미노산은 맛과 상관관계가 있으며, 이 중 감칠맛은 aspartic acid, glutamic acid, serine, glycine, methionine 및 lysine 등이 관여하고, 이들도 맛의 역할에 따라 그 강도가 달라진다. 향어 100 g 당 aspartic acid, glutamic acid, serine, glycine, methionine 및 lysine 함량과 역치를 토대로 산출한 이들 아미노산의

taste value는 정상 대형 어류 3.79로, 소형 어류 3.90에 비하여 낮았으나 거의 차이가 없었고, 부위별의 경우 등쪽육이 4.21로, 배쪽육의 3.63에 비하여 높았으며, 상품성 가치별의 경우 기형어가 4.09, 열성어가 5.15로, 이들은 정상 대형 어류 3.79에 비하여 높았고, 기형어와 열성어 간의 경우 열성어가 기형어에 비하여 높아 전자혀에 의한 감칠맛과 유사한 패턴이었다. 향어 근육의 단맛은 크기별의 경우 정상 대형 어류 4.9 level로, 소형 어류 4.5 level에 비하여, 부위별의 경우 등쪽육 6.1 level로, 배쪽육 5.3 level에 비하여 유의적으로 높았으나($P<0.05$), 상품성 가치별의 경우 정상 대형 어류 4.9 level로, 기형어 5.0 level에 비하여 유의적인 차이가 없었으나($P>0.05$), 열성어 5.3 level에 비하여는 유의적으로 낮았고($P<0.05$), 기형어와 열성어 간의 경우도 서로 간에 유의적인 차이가 없었다($P>0.05$). 한편, 전자혀의 제조사에서는 소비자가 맛 강도의 차이를 인지하기 위하여는 2 level 이상이 되어야 가능하다고 제안한 바 있다.

이상의 전자혀에 의한 맛 강도 결과로부터 짠맛은 모든 검체에서 차이가 없었고, 신맛은 어체가 클수록, 등쪽육이 배쪽육보다, 정상 어류, 기형어 및 열성어의 순으로, 감칠맛은 어체 크기의 경우 차이가 없었고, 등쪽육이 배쪽육보다, 정상어가 기형어 및 열성어보다, 단맛은 크기가 클수록, 등쪽육이 배쪽육에 비하여, 상품성 가치에서 열성어, 기형어 및 정상어의 순으로 강하였으나, 기형어는 나머지 2종과 차이가 없었다.

냄새 특성

향어의 크기, 부위 및 상품성 가치별에 따른 근육의 냄새 특성을 휘발성염기질소 함량과 전자코에 의한 냄새 강도로 살펴본 결과는 Table 6과 같다. 향어 근육 100 g 당 휘발성염기질소 함량은 크기, 부위 및 상품성 가치별에 관계없이 4.7-7.8 mg으로 큰 차이가 없었다. 이와 같이 향어 근육 100 g 당 휘발성염기질소 함량이 모두 10 mg 이하인 것은 활어를 검체로 사용하였기 때문인 것 이외에도, 담수어의 경우 해수어와 달리 냄새성분(TMA)의 전구체인 TMAO (trimethylamine oxide) 함량이 낮고, 피페리딘(piperidine)계 화합물의 함량이 높기 때문이라 판단되었다(Kim and Kang, 2021).

향어의 크기, 부위 및 상품성 가치별에 따른 근육 100 g 당 냄새 특성을 전자코로 살펴본 냄새 강도는 유의적으로 정상 대형 어류 733.4 level로, 정상 소형 어류 602.7 level에 비하여 높

Table 5. Taste intensities on salty, sourness, umami and sweetness of Israeli carp *Cyprinus carpio* according to fish size, part, and commercial value

Classification	Code ¹	Taste intensity (Level)			
		Salty	Sourness	Umami	Sweetness
Size	N-L-A	6.2±0.0 ^{a2}	7.6±0.1 ^d	6.9±0.1 ^{bc}	4.9±0.1 ^b
	N-S-A	6.2±0.0 ^a	7.2±0.1 ^c	7.1±0.1 ^c	4.5±0.1 ^a
Part	N-L-D	6.3±0.1 ^a	7.7±0.2 ^d	7.5±0.2 ^d	6.1±0.3 ^d
	N-L-V	6.2±0.0 ^a	6.9±0.1 ^b	5.8±0.1 ^a	5.3±0.1 ^c
Commercial value	N-L-A	6.2±0.1 ^a	7.6±0.1 ^d	6.8±0.1 ^b	4.9±0.1 ^b
	DF-A	6.2±0.0 ^a	7.0±0.4 ^{bc}	7.6±0.1 ^{de}	5.0±0.3 ^{bc}
	RF-A	6.3±0.1 ^a	3.8±0.1 ^a	7.8±0.1 ^e	5.3±0.1 ^c

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

Table 6. Volatile basic nitrogen (VBN) and Volatile component intensity (VCI) of Israeli carp *Cyprinus carpio* according to fish size, part, and commercial value

Classification	Sample code ¹	VBN (mg/100 g)	VCI (level)	Classification	Sample code	VBN (mg/100 g)	VCI (level)
Size	N-L-A	4.7±0.2 ^{a2}	733.4±28.7 ^{cd}	Commercial value	N-L-A	4.7±0.2 ^a	733.4±28.7 ^{cd}
	N-S-A	5.7±0.2 ^b	602.7±32.7 ^a		DF-A	7.8±0.8 ^d	648.8±30.8 ^{ab}
Part	N-L-D	5.8±0.6 ^b	752.6±24.3 ^d		RF-A	6.7±0.0 ^c	618.5±30.0 ^a
	N-L-V	5.2±0.3 ^{ab}	691.1±25.7 ^{bc}				

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

았고, 부위별의 경우 등쪽육이 752.6 level로, 배쪽육의 691.1 level에 비하여 높았으며, 상품성 가치별의 경우 정상 대형 어류 733.4 level로, 기형어의 648.8 level와 열성어의 618.5 level에 비하여 높아 차이가 있었다(P<0.05). 이상의 향어 근육 100 g 당 냄새 강도는 크기가 클수록, 등쪽육이 배쪽육에 비하여, 정상어, 기형어 및 열성어의 순으로 추정되었다.

색 특성

향어의 크기, 부위 및 상품성 가치별에 따른 근육의 색 특성을 현미 색조로 살펴본 결과는 Table 7과 같다. 향어 근육의 명도(L value)는 유의적으로 크기별의 경우 정상 대형 어류 41.4로, 소형 어류 48.8에 비하여, 부위별의 경우 등쪽육 37.1로, 배쪽육 44.0에 비하여, 상품성 가치별의 경우 정상 대형 어류가 기형어 45.0 및 열성어 52.0에 비하여, 그리고, 기형어가 열성어에 비하여 낮았다(P<0.05). 따라서, 어체 크기가 클수록 등쪽육이 배쪽육보다 어두운 경향을 나타내었고, 이는 적색육 함량의 차이 때문이었다.

Table 7. Hunter color value of Israeli carp *Cyprinus carpio* according to fish size, part, and commercial value

Classification	Sample code ¹	Hunter color ³		
		L	a	b
Size	N-L-A	41.4±0.1 ^{b2}	8.2±0.2 ^e	13.6±0.0 ^d
	N-S-A	48.8±0.2 ^e	5.1±0.0 ^b	13.3±0.0 ^c
Part	N-L-D	37.1±0.0 ^a	9.3±0.2 ^f	13.1±0.0 ^b
	N-L-V	44.0±0.0 ^c	7.5±0.2 ^d	14.2±0.0 ^e
Commercial value	N-L-A	41.4±0.1 ^b	8.2±0.2 ^e	13.6±0.0 ^d
	DF-A	45.0±0.0 ^d	5.8±0.1 ^c	13.2±0.2 ^{bc}
	RF-A	52.0±0.1 ^f	3.3±0.2 ^a	12.4±0.2 ^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. ³L, Whiteness; a, Redness; b, Yellowness.

향어 근육의 적색도(a value)는 유의적으로 크기별의 경우 정상 대형 어류 8.2로, 정상 소형 어류 5.1에 비하여, 부위별의 경우 등쪽육 9.3으로, 배쪽육 7.5에 비하여, 상품성 가치별의 경우 정상 대형 어류 8.2로, 기형어 5.8 및 열성어 3.3에 비하여 높았다(P<0.05). 따라서, 어체 크기가 클수록, 등쪽육이 배쪽육보다 붉은색을 나타내었다.

향어 근육의 황색도(b value)는 유의적으로 크기별의 경우 대형 어류 13.6으로, 소형 어류 13.3에 비하여 높았고(P<0.05), 부위별의 경우 등쪽육 13.1로, 배쪽육 14.2에 비하여 낮았으며 (P<0.05), 상품성 가치별의 경우 정상 대형 어류 13.6으로, 기형어 13.2와, 열성어 12.4에 비하여 높았다(P<0.05).

따라서, 어체 크기가 클수록, 등쪽육이 배쪽육보다 붉은색과 노란색을 나타내어 명도가 낮았고, 적색도와 황색도가 높았고 판단되었으며, 이는 붉은살의 함유 정도 차이 때문이라 판단되었다.

효소학적 특성

향어는 정상 대형 어류, 정상 소형 어류 및 열성어의 근육과 정상 소형 어류 내장의 효소활성을 기질(hemoglobin, casein 및 BAPNA)별, pH (3, 6 및 9)별, 효소(endoprotease와 exoprotease)별로 나누어 살펴보았다.

크기 및 상품성 가치별 향어 근육의 추출물과 정상 소형 어류 내장 추출물의 endoprotease 활성을 기질 종류 및 pH별로 살펴본 결과는 Table 8과 같다. 기질로서 hemoglobin에 대한 향어 근육 추출물의 효소활성은 유의적으로 추출 소재인 향어 근육의 종류에 관계없이 pH 3에서의 경우 0.36-0.55 U/mg, pH 6에서의 경우 0.35-0.52 U/mg로 모두 1 U/mg 이하로 아주 낮았고, 동일 pH는 물론, pH 3과 6간에도 차이가 없었다(P>0.05). Hemoglobin에 대한 소형 어류 내장 추출물의 효소 활성은 유의적으로 pH 3에서 7.19 U/mg으로, pH 6에서 26.93 U/mg에 비하여 낮았으나(P<0.05), 이 모두가 근육 추출물의 효소 활성에 비하여는 확연히 높아 차이가 있었다(P<0.05).

Table 8. Endoprotease activities of the crude extracts Israeli carp *Cyprinus carpio* toward hemoglobin, casein and L-benzoyl-arginine-p-nitroanilide (BAPNA) according to fish size, and commercial value

Substrate	pH	(Unit, U/mg)			
		Muscle ¹			Viscera
		N-L-A	N-S-A	RF-A	N-S-A
Hemoglobin	3	0.36±0.11 ^{Aa2}	0.55±0.25 ^{Aa}	0.44±0.11 ^{Aa}	7.19±2.71 ^{Ab}
	6	0.48±0.24 ^{ABa}	0.52±0.26 ^{Aa}	0.35±0.20 ^{Aa}	26.93±6.19 ^{Bb}
Casein	6	0.43±0.16 ^{ABa}	0.37±0.16 ^{Aa}	0.30±0.08 ^{Aa}	62.83±9.73 ^{Bb}
	9	0.63±0.22 ^{ABa}	0.35±0.14 ^{Aa}	0.29±0.10 ^{Aa}	136.19±36.92 ^{Cb}
BAPNA	6	1.05±0.66 ^{Ba}	1.39±0.39 ^{Ba}	1.42±0.59 ^{Ba}	154.08±14.21 ^{Cb}
	9	0.40±0.23 ^{Aa}	0.42±0.22 ^{Aa}	0.57±0.21 ^{Aa}	245.31±70.88 ^{Db}

¹Sample codes (N-L-A, N-S-A, RF-A and N-S-A) are the same as explained in Table 1. ²Means with different capital letters within column and small letters within the row are significantly different at P<0.05.

기질로서 casein에 대한 향어 근육 추출물의 효소활성은 추출 소재인 근육 종류에 관계없이 pH 6에서 0.30-0.43 U/mg, pH 9에서 0.29-0.63 U/mg으로, 모두 1 U/mg 이하로 아주 낮았고, 유의적으로 동일 pH에서는 물론이고, pH 6과 9간에도 차이가 없었다($P>0.05$). 향어 소형 어류 내장 추출물의 casein에 대한 효소활성은 pH 6에서 62.83 U/mg으로, pH 9에서 136.19 U/mg에 비하여 유의적으로 낮았으나($P<0.05$), 이 모두가 근육 추출물의 효소활성에 비하여는 유의적으로 확연히 높았다($P<0.05$).

기질로서 BAPNA에 대한 향어 근육 추출물의 효소 활성은 추출 소재인 근육의 종류에 관계없이 pH 6에서 1.05-1.42 U/mg, pH 9에서 0.40-0.57 U/mg으로 모두 2 U/mg 이하로 아주 낮았고, 동일 pH 구간에서 모두 유의적으로 차이가 없었다($P>0.05$). BAPNA에 대한 향어 소형 어류 내장 추출물의 효소활성은 pH 9에서 245.31 U/mg으로, 유의적으로 pH 6의 154.08 U/mg에 비하여 높았고, 이 모두가 근육 추출물의 효소활성에 비하여는 확연히 높았다($P<0.05$).

크기 및 상품성 가치별 향어 근육 추출물(정상 대형 어류, 소형 어류 및 열성어)과 정상 소형 어류 내장 추출물의 Leu-PNA를 기질로 한 exoprotease 활성을 pH (6 및 9)별로 살펴본 결과는 Table 9와 같다. Leu-PNA에 대한 향어 근육 추출물의 효소활성은 추출 소재인 향어 근육의 종류에 관계없이 pH 6에서 4.17-4.81 U/mg, pH 9에서 6.01-6.73 U/mg으로, 동일 pH 구간에서 모두 유의적으로 차이가 없었고($P>0.05$), pH 9가 pH 6보다 높았으나 이 역시 유의적으로 차이가 없었다($P>0.05$). 향어 소형 어류 내장 추출물의 Leu-PNA에 대한 효소활성은 pH 6에서 8.07 U/mg으로, pH 9에서 7.20 U/mg에 비하여 높았으나, 유의적인 차이는 인정되지 않았고($P>0.05$), 이들은 모두 근육 추출물에 비하여는 유의적으로 pH 6에서 높았으나($P<0.05$), pH 9에서 차이가 인정되지 않았다($P>0.05$).

이상의 향어의 크기, 부위 및 상품성 가치별 endoprotease와 exoprotease의 활성에 대한 결과로 미루어 보아 endoprotease와 exoprotease의 활성은 근육 추출물에 비하여 내장 추출물이 우수하다고 판단되었으며, 관여하는 주효소는 serine protease,

즉 chymotrypsin, trypsin, elastase 등으로 추정되었다(Polgar, 1987). 또한 이소엘링어 전어체를 활용한 액젓을 제조하고자 할 때에도 쓸개의 경우 쓴맛이 강하여 이를 제거한 후 사용하여야 할 것으로 판단되었다.

사 사

본 연구는 향어양식연합회의 지원에 의하여 수행되었으며, 이에 감사드립니다.

References

- Anson ML. 1938. The estimation of pepsin, trypsin, papain and cathepsin with hemoglobin. *J Gen Physiol* 22, 79-89. <https://doi.org/10.1085/jgp.22.1.79>.
- AOAC (Association of Official Analytical Chemists). 1995. Official methods of analysis 16th ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington DC, 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 Fish* 4, 27-30. <https://doi.org/10.24966/AAF-5523/100027>.
- Cha YJ, Kim H, Jang SM and Park JY. 1999. Identification of aroma-active compounds in Korean salt-fermented fishes by aroma extract dilution analysis 1. Aroma active compounds in salt-fermented anchovy on the market. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 28, 312-318.
- Cha YJ, Kim SJ, Jeong EJ, Kim H, Cho WJ and Yoo MY. 2004. Studies on taste compounds in Alaska pollock *sikhae* during fermentation. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 33, 1515-1521.
- Chang CL, Ding Z, Patchigolla VN, Zuaue B and Savran CA. 2010. Diffractometric biochemical sensing with smart hydrogels. *IEEE SENSORS Conference Publications*, Waikoloa, Hawaii, U.S.A., 1617-1621. <http://dx.doi.org/10.1109/ICSENS.2010.5690402>.
- Dawson RMC, Elliot DC, Elliot WH and Jones KM. 1986. Data for biochemical research (3th ed). Oxford Univ Press, Oxford, U.K., 417-441. [https://doi.org/10.1016/0307-4412\(87\)90110-5](https://doi.org/10.1016/0307-4412(87)90110-5).
- Degani G. 2006. Digestible energy in dietary sorghum, wheat bran, and rye in the common carp (*Cyprinus carpio* L.). *Isr J Aquac* 58, 71-77. <https://doi.org/10.46989/001c.20438>.
- Garcia-Carreno FL and Haard NF. 1993. Characterization of proteinase classes in langostilla (*Pleuroncodes planipes*) and crayfish (*Pacifastacus astacus*) extracts. *J Food Biochem* 17, 97-113. <https://doi.org/10.1111/j.1745-4514.1993.tb00864.x>.
- Hayashi T, Yamaguchi K and Konosu S. 1981. Sensory analysis of taste-active compounds in the extract of boiled snow crab meat. *J Food Sci* 46, 479-483. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1981.tb04890.x>.
- Hwang JA, Goo IB, Kim JE, Kim MH, Kim DH, Im JH,

Table 9. Exoprotease activities of the crude extracts Israeli carp *Cyprinus carpio* toward Leu-PNA as according to fish size, and commercial value

pH	(Unit, U/mg)			
	Muscle ¹		Viscera	
	N-L-A	N-S-A	RF-A	N-S-A
6	4.49±0.98 ^{Aa2}	4.81±0.96 ^{Aa}	4.17±1.76 ^{Aa}	8.07±1.41 ^{Ab}
9	6.01±1.26 ^{Aa}	6.73±0.47 ^{Ba}	6.03±0.72 ^{Aa}	7.20±2.05 ^{Aa}

¹Sample codes (N-L-A, N-S-A, RF-A and N-S-A) are the same as explained in Table 1. ²Means with different capital letters within column and small letters within the row are significantly different at $P<0.05$.

- 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.
- Jo HS, Kim KG, Kim MJ, Kim HJ, Kwon DH, Im YJ, Heu MS and Kim JS. 2013. A comparison of the taste and nutritional properties of domestic mottled skate *Beringraja pulchra* according to the area caught, sex, and weight. *Korean J Fish Aquat Sci* 46, 129-138. <https://doi.org/10.5657/KFAS.2013.0129>.
- 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. <https://doi.org/10.3746/jkfn.2007.36.8.1015>.
- 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. <https://doi.org/10.5657/KFAS.2014.0103>.
- Kapute F, Likonwe J and Kang'ombe J. 2012. Quality assessment of fresh lake Malawi tilapia (*Chambo*) collected from selected local and super markets in Malawi. *J Food Saf* 14, 112-120.
- 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. <https://doi.org/10.1021/bk-1989-0388.ch013>.
- Kim JE, Goo IB, Hwang JA, Kim HS, Choi HS and Lee JH. 2018. Genetic variability comparison of cultured Israeli carp (*Cyprinus carpio*) from Korea using microsatellites. *Genes Genomics* 40, 635-642. <https://doi.org/10.1007/s13258-018-0663-7>.
- 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 JS and Kang SI. 2021. *Fisheries processing*. Soohak Publishing Co., Seoul, Koran, 52-92.
- KOSIS (Korean Statistical Information Service). 2021. Fisheries statistics. Retrieved from http://kosis.kr/statisticsList/statisticsListIndex.do?menuIdM_01_01&vwcd=MT_ZTITL&parmTabId=M_01_01#SelectStatsBoxDiv on Jul 28, 2021.
- Li D, Kang D, Yin Q, Sun X and Liang L. 2007. Microsatellite DNA marker analysis of genetic diversity in wild common carp (*Cyprinus carpio* L.) populations. *J Genet Genomics* 34, 984-993. [https://doi.org/10.1016/S1673-8527\(07\)60111-8](https://doi.org/10.1016/S1673-8527(07)60111-8).
- MFDS (Ministry of Food and Drug Safety). 2021. Korean food code. Chapter 8. General analytical method. Retrieved from http://www.foodsafetykorea.go.kr/foodcode/01_02.jsp?idx=263 on Jul 28, 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>.
- Park YH, Chang DS and Kim SB. 1995. *Processing and utilization of seafood*. Hyungsul Publishing Co., Daegu, Korea, 70-168.
- Polgar L. 1987. Chapter 3. Structure and function of serine proteases. *New Compr Biochem* 16, 159-200. [https://doi.org/10.1016/S0167-7306\(09\)60017-X](https://doi.org/10.1016/S0167-7306(09)60017-X).
- Ramakrishnan MC, Haniffa MA, Manohar M, Dhanaraj M, Jesu Arockiaraj A, 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. <https://doi.org/10.46989/001c.20484>.
- Shin WC, Song JC, Choe SY and Hong SP. 2001. Studies on the thermostability of myofibrillar proteins from fresh water fish and sea water fish. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 30, 574-578.
- Sin AWC. 1982. Stock improvement of the common carp in Hong Kong through hybridization with the introduced Israeli race Dor-70. *Aquaculture* 29, 299-304. [https://doi.org/10.1016/0044-8486\(82\)90143-0](https://doi.org/10.1016/0044-8486(82)90143-0).
- Woertz K, Tissen C, Kleinebudde P and Breitreutz J. 2011. A comparative study on two electronic tongues for pharmaceutical formulation development. *J Pharm Biomed Anal* 55, 272-281. <https://doi.org/10.1016/j.jpba.2011.02.002>.
- Wohlfarth GW, Lahman 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.
- Wohlfarth GW, Moav R and Hulata G. 1983. A genotype-environment interaction for growth rate in the common carp, growing in intensively manured ponds. *Aquaculture* 33, 187-195. [https://doi.org/10.1016/0044-8486\(83\)90399-X](https://doi.org/10.1016/0044-8486(83)90399-X).
- 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>.