

향어(*Cyprinus carpio*) 야채죽의 관능 및 영양 특성

강상인 · 김예울¹ · 김진수^{2,3*}

신라대학교 수산물종합연구센터, ¹삼진식품(주), ²경상국립대학교 해양식품공학과/해양산업연구소, ³경상국립대학교 수산식품산업화 기술지원센터

Sensory and Nutritional Properties of Vegetable Rice Porridge Made with Israeli Carp *Cyprinus carpio*

Sang In Kang, Ye Youl Kim¹ and Jin-Soo Kim^{2,3*}

Seafood Research Center, Silla University, Busan 49277, Republic of Korea

¹Samjin Food Co. Ltd, Busan 49036, 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

This study was conducted to investigate the sensory and nutritional properties of vegetable rice porridge made with Israeli carp (VRP-IC), and to compare it with commercial vegetable rice porridges (controls). The proximate composition of VRP-IC per 100 g was 82.4 g moisture, 3.9 g protein, 2.6 g lipids, and 0.9 g ash, and had a lower moisture content than that of the controls, but a higher crude protein, crude lipid, and ash content. In terms of taste, VRP-IC was higher in umami and sourness, but lower in saltiness, sweetness, and bitterness. The viscosity and hardness of VRP-IC were 13,117 mPa·s and 2,258 N/m², respectively. The total amino acid content of VRP-IC was 3,537.2 mg/100 g, with the major amino acids being aspartic acid and glutamic acid. The mineral contents of VRP-IC per 100 g were as follows: 114 mg calcium, 70.3 mg phosphorus, 79.1 mg potassium, and 0.23 mg iron. These were all higher than those of the controls. The major fatty acids of VRP-IC were 16:0, 18:1n-9, and 18:2n-6, which were identical to those of the controls. The digestibility of VRP-IC was 86.4%, which was similar to those of the controls.

Keywords: Israeli carp, *Cyprinus carpio*, Vegetable rice porridge, Freshwater fish

서 론

향어(*Cyprinus carpio*)는 높은 사료 효율과 빠른 성장으로 경제성이 높아 전 세계적으로 양식되고 있는 담수어로(Tokur et al., 2006; Guo et al., 2014), 우리나라에서는 특유의 식감과 영양성분으로 인해 보양식으로 많이 소비되고 있다. 또한, 향어는 다른 어류와 같이 중골(rib)과 이에 연결된 잔가시가 있을 뿐만 아니라 잔가시와 연결되어 있지 않은 부위에 또 다른 잔가시가 존재하고 있어 핏감이나 여러 가지 수산가공식품으로 이용하는 데 많은 어려움이 있다. 어류뼈는 칼슘과 인을 주로 하는 무기질, 콜라겐을 주성분으로 단백질, 그리고 기타 성분이 적절히 이루어져 있고(Suzuki, 1981; Lee et al., 1997; Kim et al., 1998), 무기질의 함량은 다랑어류와 같은 대형어들의 경우

50% 이상을 구성하고 있으나, 이보다 작은 소형어들은 50% 미만으로 구성되어 있다(Kim and Kang, 2021). 이로 인하여 소형어들의 어류뼈는 고온가압처리에 의하여 콜라겐이 젤라틴화되면서 분리되어 용출됨에 따라 자연히 무기질이 주성분이면서, 다공질이 된다. 따라서, 어류뼈는 고온가압 처리 후 마쇄하는 경우 쉽게 마쇄되고, 씹는 경우 뼈의 이질감을 감소시킬 수 있다. 따라서, 향어는 특이한 뼈의 구조로 인하여 이용에 제한을 받고 있지만, 아가미와 내장을 제거(gilled and gutted, G&G)하고, 고온가압한 후 마쇄하는 경우 칼슘과 인 등과 같은 무기질이 다량 함유된 페이스트(paste)를 제조할 수 있고, 이를 죽 등의 소재로 이용할 수 있다면 향어의 소비 촉진에 일익을 담당할 수 있을 것이다. 죽은 일반적으로 모든 연령대, 특히 어린이, 고령인 및 환자가 섭취할 수 있는 부드러운 질감을 가진 곡물 기반의 액체-

*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.2023.0484>

Korean J Fish Aquat Sci 56(4), 484-493, August 2023

Received 23 May 2023; Revised 24 July 2023; Accepted 1 August 2023

저자 직위: 강상인(선임연구원), 김예울(연구원), 김진수(교수)

반고체 식품이며(Alyami et al., 2019), 우리나라 전통음식으로 주식에 속한다. 이와 같이 죽은 쌀에 물을 부어 충분히 흡수시킨 후 곡류 양의 5-10배 물을 넣고 끓이는 것으로, 소화가 용이하고 재료선택이 다양하여 그 종류가 다양하다(Yoon and Hawer, 2008). 또한, 죽은 사회구조와 생활의 변화로, 그 이용범위가 아침 대용식, 유아식, 고령친화식, 환자식, 건강식, 별미식, 간편식으로까지 확대되고 있으며, 이로 인하여 최근 단호박죽, 통단팥죽, 삼계죽, 전복죽 등과 같은 다양한 종류의 죽이 출시되고 있다(June et al., 1998; Lee et al., 2003). 하지만, 국내에서는 버섯 및 흑미(Choi et al., 2015), 난황(Kim and Kim, 2010), 콩(You and Kim, 2010), 검정콩의 발아물(Lee et al., 2005), 호도(June et al., 1998), 호박(Kim and Kim, 2015) 등 농산물을 주로 사용한 죽과 명태(Kim et al., 2010) 및 크릴새우(Jung et al., 2013) 등과 같은 수산물을 활용한 죽을 제조한 연구는 있으나, 내수면 어류를 활용하면서, 칼슘을 강화한 죽의 제조 및 그 특성에 대하여 조사한 연구는 찾아보기 어렵다.

본 연구에서는 향어의 완전 이용을 위한 일련의 연구로 무기질을 강화한 향어 야채죽의 효율적 이용을 위하여 향어죽의 맛 및 영양특성에 대하여 살펴보았다.

재료 및 방법

재료

향어(*C. carpio*)는 2021년 6월에 소비 용도가 낮은 양식산 정상 대형어(large size) [전장 45.1 cm (44.0-46.1 cm)]를 전라북도 전주시 소재 K사에서 분양받아 사용하였다.

쌀(멥쌀 및 찰쌀), 당근 및 애호박은 경상남도 통영시 소재의 대형 소비 마트에서, 마늘 분말(Chungeun F&B Co. Ltd., Goyang, Korea) 및 소금(Hanju Co. Ltd., Gwangju, Korea) 등은 온라인 쇼핑몰에서 2021년 6-10월에 구매하여 사용하였다.

시판죽

본 연구에서 개발한 향어 야채죽의 품질 특성을 비교하기 위하여 대조구로 사용한 시판 야채죽 제품은 O사의 계란야채죽, C사의 버섯야채죽, D사의 야채죽 및 전복 야채죽과 같은 4종을 2021년 7-8월에 경상남도 통영시 소재의 대형소비마트에서 구입하여 사용하였다. 시판 야채죽 제품 4종에 대한 개략적인 원료와 함량, 가격 및 유통기한을 정리한 것은 Table 1과 같다.

향어 야채죽의 제조

향어 야채죽의 제조를 위한 향어 페이스트는 원료 향어의 아가미와 내장을 제거한 다음 121°C로 조정된 레토르트(DW-RETO-ACE-200 L; Hyosung FMT Corp., Daegu, Korea)에서 120분간 가열한 다음 급냉하고, 마쇄 후 10 mesh 체로 여과하여 제조하였다. 이어서 향어 야채죽은 원통형 용기(내면, 폴리프로필렌; 속뚜껑, 알루미늄; 겉뚜껑, 폴리에틸렌)에 믹스

(mix) 중량 기준으로 향어 페이스트 18.0%, 가공용수 60.9%, 쌀[찰쌀:멥쌀(6:4)] 9.0%, 야채(당근:애호박=1:1) 10.8%, 마늘 분말 1.0%, 소금 0.3%를 각각 첨가하여 배합한 배합물 285 g을 살생임 및 밀봉하고, 이의 멸균 및 호화를 위해 레토르트로 가열(121°C에서 25분)한 다음 급냉하여 제조하였다.

일반성분 및 에너지

일반성분은 AOAC (2000)에서 언급한 방법으로 측정하였다. 즉, 수분은 상압가열건조법, 조단백질은 semimicro Kjeldahl 법, 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×4.27)+(지방×9.02)+(탄수화물×3.87)로 환산하였다.

전자혀에 의한 맛 강도 측정

전자혀 측정용 전처리 시료는 Jo et al. (2013)이 언급한 방법에 따라 향어죽 약 10 g에 증류수 90 mL를 가하고 균질화한 후 이를 원심분리(10,035 g) 및 여과한 여과물로 하였다. 전자혀에 의한 맛분석은 Woertz et al. (2011)이 언급한 방법에 따라 전처리 검체 100 mL를 부속용기에 채우고, 전자혀(α -Astree II; Alpha M.O.S Inc., Toulouse, France)로 감칠맛, 짠맛, 신맛, 단맛 및 쓴맛을 측정하였다.

점도 및 경도

점도는 야채죽 내용물 중 약 500 mL를 비커(600 mL, Ø90)에 취한 다음 회전점도계(DVEELVTJ0; Brookfield, Middleboro,

Table 1. Sample code, ingredients and brief specification of commercial vegetable rice porridge (controls)

Sample code	Ingredient	Manufactured goods		
		Content (g/bottle)	Price (won/bottle)	Shelf -life
-E	Egg (E), Chinese cabbage, red bell pepper, welsh onion, garlic, and the others ¹	285	3,620	1 Year
-M	Mushroom (M), dry potato, welsh onion, and the others ¹	420	4,480	9 Month
-P	Paprika (P), Chinese cabbage, potato, and the others ¹	288	3,980	1 Year
-A	Abalone (A), cabbage, potato, mushroom, and others ¹	287.5	2,980	1 Year

¹The others: onion, carrot, and zucchini.

MA, USA)를 이용하여 $20 \pm 2^\circ\text{C}$ 에서 12 rpm, 2분간 측정하여 평균값으로 나타내었다.

경도는 한국산업표준(Korean Industrial Standards, 2022) 방법으로 texture analyzer (CT3-1000; Brookfield)를 사용하여 측정하였다. 지름 40 mm × 높이 20 mm의 용기에 높이 15 mm 까지 충전한 후 지름 20 mm 원형 프로브를 이용하여 압축속도 60.0 mm/sec, 클리어런스 5 mm로 측정하였으며, 시료 온도의 경우 $20 \pm 2^\circ\text{C}$ 의 조건으로 하였다.

최종적으로 경도값은 이들 측정 조건에서 10회 측정된 다음 최대값 및 최소값을 제외한 나머지 8회의 값을 평균값으로 나타내었다.

총아미노산

아미노산의 분석은 AOAC (2000)법에 제시되어있는 아미노산 분석법 중 산 가수분해법으로 실시하였다. 총아미노산의 분석을 위한 검체의 가수분해는 일정량의 검체를 가수분해 시험관(15 Pyrex test tube)에 정밀히 취한 다음, 여기에 6 N HCl의 적정량을 가하여 질소 충전과 동시에 밀봉하고, 이를 heating block (HF21; Yamato Scientific Co., Tokyo, Japan)에서 가열(110°C , 24시간)하여 실시하였다. 이어서, 전처리 검체는 가수분해물을 glass filter (Aspirator A-3S; Eylea, Tokyo, Japan)로 감압여과하고, 진공감압농축기(Rotary Evaporator N-1000; Tokyo Rikakikal Co., Ltd., Tokyo, Japan)로 40°C 에서 감압건조한 후 다시 물을 가한 다음 완전농축하였고, 이들 감압건조물은 sodium citrate 완충액(pH 2.2)을 사용하여 25 mL로 정용하여 제조하였다. 아미노산의 분석은 전처리 검체의 일정량을 아미노산자동분석기(Model 6300; Biochrom 30; Biochrom Ltd., Cambridge, UK)를 이용하여 실시하였다. 이때 아미노산 분석 조건은 컬럼 길이 200 mm × 4.6 mm, 유량 속도 buffer 35 mL/h, ninhydrin 25 mL/h, 측정 파장 570 nm, 완충액 종류 sodium hydrolysate buffer와 sodium hydroxide buffer, 온도 $32-66-80-35^\circ\text{C}$ 로 하였고, 침전물이 생성되는 경우 막여과지(membrane filter)로 여과하여 사용하였다.

지방산

지방산 시료유는 chloroform-methanol (2:1, v/v) 혼합 용액을 추출 용매로 하는 Bligh and Dyer (1959)의 방법으로 추출하여 사용하였다. 지방산 분석은 추출한 시료유 적정량에 내부 표준품인 methyl tricosanoate (Sigma-Aldrich, St. Louis, MO, USA)를 1 mL를 가한 다음 14% BF₃-Methanol (Sigma-Aldrich) 용액을 이용하여 AOCS (1998)법에 따라 실시하였다. 즉, 지방산은 내부 표준물질이 가하여진 전처리한 시료를 이용하여 지방산 메틸에스테르화한 후에 capillary column (Supelcowax-10 fused silica wall-coated open tubular column, 30 m × 0.25 mm I.d.; Supelco Japan Co. Ltd., Tokyo, Japan)이 장착된 gas chromatography (Shimadzu 14A; carrier gas, He; detector, FID)를 이용하여 분석하였다. 이때 분석조건은 injec-

tor 및 detector (FID) 온도를 모두 250°C 로 하였고, 칼럼 온도는 230°C 까지 승온시킨 다음 15분간 유지하였다. Carrier gas는 He (1.0 kg/cm^2)을 사용하였고, split ratio는 1:50으로 하였다. 분석한 지방산의 동정은 시료의 경우와 동일한 조건에서 분석한 표준 지방산(Sigma-Aldrich)과의 머무름 시간과 비교하여 동정하였다.

무기질

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

무기질의 분석은 다량 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, 2022)에 제시되어 있는 조건(carrier gas, argon; RF power, 1,300 w; plasma gas flow, 10 L/min; auxiliary gas flow, 0.2 L/min; pump flow, 1.0 mL/min; pump speed, 100 rpm; nebulizer gas flow, 0.55 L/min)에 따라 실시하였다.

소화율

소화율은 Hur et al. (2015)이 언급한 방법에 따라 각각의 소화액(타액, 위액, 소장액, 담즙액)을 제조하여 실시하였다. 즉, 구강의 소화는 200 mL 삼각플라스크에 마쇄한 시료 5 g에 타액(saliva) 6 mL를 첨가하고 마그네슘바를 넣은 후 파라필름(Parafilm M-996; Navimro, Inc., Seoul, Korea)으로 삼각플라스크 입구를 밀봉한 뒤 37°C 로 세팅된 shaking water bath (SWB-10 Shaking water bath; Jeio Tech. Inc, Daejeon, Korea)에서 천천히 교반시키면서 5분간 소화시켰다. 위의 소화는 구강에서 소화처리한 시료에 위액 12 mL를 넣어 잘 혼합하고 밀봉한 다음 shaking water bath에서 천천히 교반시키면서 2시간 소화시켰다. 이때 pH가 3 이상으로 상승하면 6 N HCl을 이용하여 pH를 3 이하로 조정하였다. 소장 및 대장의 소화는 구강과 위에서 연속적으로 소화처리된 소화물에 소장액 12 mL와 담즙액 6 mL, 그리고 중탄산염 2 mL를 넣어 혼합하고 밀봉한 다

음 shaking water bath에서 천천히 shaking 시키면서 2시간 소화시켰다. 이때 pH가 5 이하이거나 8 이상이 되면 6 N HCl과 6 N NaOH를 이용하여 약산성 또는 약 알칼리 수준이 될 수 있게 조절하였다. 구강, 위, 소장 및 대장 소화가 끝난 시료는 원심 분리(12,000 g, 15분)하여 상층액은 버리고, 남은 고형물을 건조하였다. 소화율은 소화 전 중량에 대한 소화 후 중량의 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 다중위검정을 실시하여 나타내었다.

결과 및 고찰

일반 특성

시제 향어 야채죽(VRP-IC)의 일반 특성은 일반성분 함량과 에너지로 살펴보았다. 시제 향어 야채죽 100 g 당 일반성분 함량과 에너지의 결과를 시판 야채죽 제품 4종(C-E, -M, -P 및 -A)과 비교하여 살펴본 결과는 Table 2와 같다. 야채죽 100 g 당의 일반성분 함량은 시제 향어 야채죽의 경우 수분 82.3 g, 조단백질 3.9 g, 조지방 2.6 g, 회분 0.9 g, 탄수화물 10.3 g이었고, 시판 야채죽 제품 4종의 경우 수분 86.0-87.9 g (평균 87.2±0.9 g), 조단백질 1.1-1.7 g (평균 1.4±0.3 g), 조지방 0.2-0.9 g (평균 0.5±0.4 g), 회분 모두 0.6 g, 탄수화물 9.8-11.5 g (평균 10.3±0.8 g)이었다. 야채죽 100 g 당의 일반성분 함량은 시제 향어 야채죽이 시판 야채죽 제품에 비하여 유의적으로 수분의 경우 낮았고(P<0.05), 조단백질, 조지방 및 회분의 경우 높았으며(P<0.05), 탄수화물의 경우 이들의 범위 내에 있었다. 이와 같이 시판 야채죽 제품 4종에 비하여 시제 향어 야채죽의 조단백질, 조지방 및 회분 함량이 높은 것은 향어의 내장 및 아가미를 제외한 전어체(머리, 지느러미, 뼈, 껍질 및 근육 등)가 첨가되었

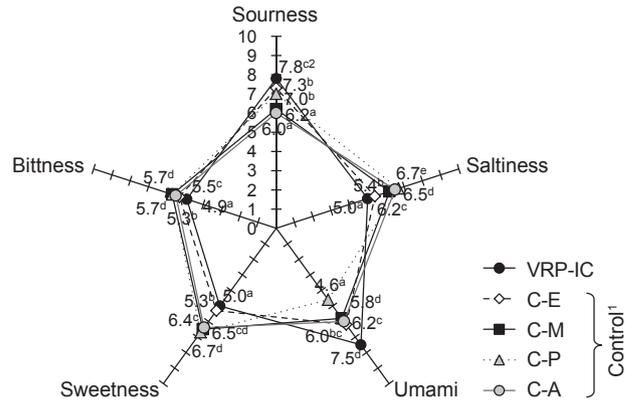


Fig. 1. Comparison on the taste intensity of vegetable rice porridge with Israeli carp *Cyprinus carpio* (VRP-IC) prepared in this experiment and commercial vegetable rice porridges (controls). ¹Sample codes (C-E, -M, -P, and -A) are the same as shown in Table 1. ²Different letters on all the data in the same taste indicate a significant difference at P<0.05.

기 때문이라 판단되었다(Kim and Kang, 2021). 일반성분 함량을 토대로 산출한 시제 향어 야채죽 100 g 당의 에너지는 80.0 kcal로 시판 야채죽 제품(평균 50.4±4.9 kcal)보다 높았는데, 이는 에너지에 관여하는 조단백질, 조지방 및 탄수화물과 같은 유기성분이 모두 높았기 때문이라 판단되었다.

관능 특성

시제 향어 야채죽(VRP-IC)의 관능 특성은 전자혀에 의한 맛 특성, 그리고 경도와 점도에 의한 조직 특성으로 살펴보았다. 시제 향어 야채죽의 신맛, 짠맛, 감칠맛, 단맛 및 쓴맛에 대한 맛 강도를 전자혀로 측정된 다음 시판 야채죽 제품 4종의 맛과 비교하여 살펴본 결과는 Fig. 1과 같다. 시제 향어 야채죽과 시판 야채죽 제품 4종의 맛 강도는 신맛이 각각 7.8 level 및 6.0-7.3 level 범위, 짠맛이 각각 5.0 level 및 5.4-6.7 level 범위, 감칠맛

Table 2. Proximate composition and energy of vegetable rice porridge with Israeli carp *Cyprinus carpio* (VRP-IC) prepared in this experiment and commercial vegetable rice porridges (controls)

Rice porridge ¹	Proximate component (g/100 g)					Energy ³ (kcal/100 g)	
	Moisture	Crude protein	Crude lipid	Ash	Carbohydrate ²		
VRP-IC	82.3±0.4 ^{a4}	3.9±0.0 ^c	2.6±0.2 ^c	0.9±0.0 ^b	10.3	80.0	
-E	87.0±0.3 ^c	1.7±0.0 ^b	0.9±0.2 ^b	0.6±0.0 ^a	9.8	53.3	
Control (C)	-M	86.0±0.0 ^b	1.2±0.0 ^a	0.7±0.1 ^b	0.6±0.0 ^a	11.5	55.9
-P	87.9±0.0 ^d	1.1±0.1 ^a	0.2±0.1 ^a	0.6±0.0 ^a	10.2	46.0	
-A	87.8±0.3 ^d	1.6±0.0 ^b	0.2±0.0 ^a	0.6±0.0 ^a	9.8	46.6	
Mean	87.2±0.9	1.4±0.3	0.5±0.4	0.6±0.0	10.3±0.8	50.4±4.9	

¹Sample codes (C-E, -M, -P, and -A) 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). ⁴The different letters on the data in the column indicate significant differences at P<0.05.

이 각각 7.5 level 및 4.6–6.2 level 범위, 단맛이 각각 5.0 level 및 5.3–6.7 level 범위 및 쓴맛이 각각 4.9 level 및 5.3–5.7 level 범위이었다. 이와 같은 야채죽의 전자혀에 의한 맛 강도 결과로 미루어 보아 시제 향어 야채죽의 맛 강도는 시판 야채죽 제품의 맛 강도에 비하여 유의적으로 감칠맛 및 신맛의 경우 높았고($P<0.05$), 단맛, 짠맛 및 쓴맛의 경우 낮은 차이가 있었다($P<0.05$). 이와 같이 시제 향어 야채죽이 시판 야채죽 제품에 비하여 감칠맛이 강한 것은 향어의 첨가로 인한 향어 엑스분의 영향이라 판단되었고, 낮은 짠맛은 식염의 첨가량이 적었기 때문이며, 낮은 단맛은 향어의 첨가로 인하여 야채의 단맛이 상대적으로 희석되었기 때문이라 판단되었다. 이상의 전자혀에 의한 야채죽의 맛강도 결과로 미루어 보아 시제 향어 야채죽의 맛은 시판 야채죽 제품의 맛에 비하여 짠맛, 단맛, 쓴맛 등이 낮으면서 감칠맛과 신맛이 약간 강할 것으로 추정되었다.

시제 향어 야채죽의 조직감(점도 및 경도)을 시판 야채죽 제품 4종과 비교하여 살펴본 결과는 Fig. 2와 같다. 야채죽의 점도는 시제 향어 야채죽의 경우 13,117 mPa·s로, 시판 야채죽 제품 4종의 10,517–37,333 mPa·s 범위에 있었다. 이와 같은 야채죽의 점도에 대한 결과는 수분 함량의 영향도 있었겠지만, 고형물의 크기에 의한 영향이 더 컸으리라 판단되었다. 야채죽

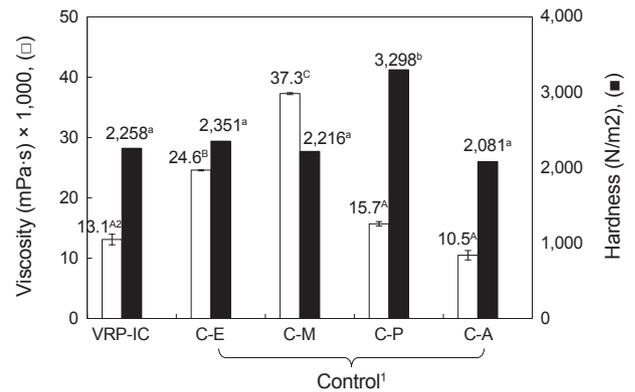


Fig. 2. Viscosity and hardness of vegetable rice porridge with Israeli carp *Cyprinus carpio* (VRP-IC) prepared in this experiment and commercial vegetable rice porridges (Controls). ¹Sample codes (C-E, -M, -P, and -A) are the same as shown in Table 1. ²Different letters on all the data in the same item indicate a significant difference at $P<0.05$.

의 경도는 향어 야채죽이 2,258 N/m²으로, 시판 야채죽 4종의 2,081–3,298 N/m² 범위에 있었다. 이상의 향어 야채죽의 점도

Table 3. Total amino acid contents of vegetable rice porridge with Israeli carp *Cyprinus carpio* (VRP-IC) prepared in this experiment and commercial vegetable rice porridges (controls)

Amino acid (mg/100 g)	VRP-IC	Controls ¹				
		-E	-M	-P	-A	
Essential	Thr	150.7 (4.3)	50.6 (3.6)	35.1 (3.6)	34.3 (3.5)	45.4 (3.6)
	Val	196.5 (5.6)	86.9 (6.1)	57.1 (5.8)	50.9 (5.2)	71.7 (5.7)
	Met	73.1 (2.1)	28.7 (2.0)	20.9 (2.1)	14.9 (1.5)	23.8 (1.9)
	Ile	170.6 (4.8)	65.1 (4.6)	41.3 (4.2)	37.2 (3.8)	53.4 (4.2)
	Leu	287.4 (8.1)	116.3 (8.2)	79.8 (8.1)	79.4 (8.1)	100.1 (8.0)
	Phe	162.8 (4.6)	78.1 (5.5)	58.4 (5.9)	57.1 (5.8)	69.9 (5.6)
	His	86.9 (2.5)	31.5 (2.2)	21.6 (2.2)	21.8 (2.2)	26.8 (2.1)
	Lys	276.3 (7.8)	60.1 (4.2)	38.0 (3.9)	35.8 (3.7)	48.3 (3.8)
	Arg	234.2 (6.6)	96.6 (6.8)	70.2 (7.1)	70.7 (7.2)	95.4 (7.6)
	Sub-total	1,638.5 (46.4)	613.9 (43.2)	422.4 (42.9)	402.1 (41.0)	534.8 (42.5)
Nonessential	Asp	368.2 (10.4)	131.0 (9.2)	99.9 (10.1)	95.4 (9.8)	121.2 (9.6)
	Ser	147.8 (4.2)	73.9 (5.2)	49.2 (5.0)	51.2 (5.2)	62.4 (5.0)
	Glu	633.5 (17.9)	343.3 (24.1)	212.8 (21.6)	223.9 (22.9)	251.8 (20.0)
	Pro	174.0 (4.9)	64.7 (4.5)	45.9 (4.7)	43.0 (4.4)	59.6 (4.7)
	Gly	283.1 (8.0)	91.5 (6.4)	62.3 (6.3)	53.6 (5.5)	105.1 (8.4)
	Ala	245.5 (6.9)	82.1 (5.8)	60.3 (6.1)	70.0 (7.2)	87.5 (7.0)
	Cys	12.8 (0.4)	10.4 (0.7)	8.9 (0.9)	6.6 (0.7)	10.5 (0.8)
	Tyr	33.8 (1.0)	14.2 (1.0)	23.2 (2.4)	30.8 (3.2)	24.4 (1.9)
Sub-total	1,898.7 (53.7)	811.1 (56.9)	562.5 (57.1)	574.5 (58.9)	722.5 (57.4)	
Total AA	3,537.2 (100.1)	1,425.0 (100.1)	984.9 (100.0)	976.6 (99.9)	1,257.3 (99.9)	

¹Sample codes (C-E, -M, -P, and -A) are the same as shown in Table 1.

(13,117 mPa·s)와 경도(2,258 N/m²)의 결과를 한국산업표준 KS H 4897 (KS, 2022)의 고령친화식품에 대한 물성 기준[1단계(치아 섭취 단계로 50,000 초과-500,000 N/m² 이하), 2단계(20,000 초과-50,000 N/m² 이하), 3단계(경도가 20,000 N/m² 이하이어야 하고, 점도가 1,500 mPa·s 이상)]에 적용하였을 때 3단계에 해당하였고, 영·유아 또는 고령자를 섭취대상으로 표시하거나 판매하는 식품의 기준 및 규격에 따라 고령자 섭취대상으로 판매하는 식품의 경도(MFDS, 2022) (500,000 N/m² 이하)에 적용하는 경우에도 적절한 것으로 나타났다. 따라서, 시제 향어 야채죽의 조직감은 일반인은 물론이고, 경도와 점도에 다소 취약한 노약자들에게도 크게 문제가 없는 죽제품이라 판단되었다.

영양 특성

시제 향어 야채죽(VRP-IC)의 영양 특성은 총아미노산 함량, 무기질 함량, 지방산 함량 및 소화율로 살펴보았다. 시제 향어 야채죽의 영양 특성을 총아미노산으로 살펴보고, 이를 시판 야채죽 제품 4종과 비교하여 살펴본 결과는 Table 3과 같다. 야채죽 100 g 당 총아미노산 함량은 시제 향어 야채죽의 경우 3,537.2 mg으로, 시판 야채죽 제품(976.6-1,425.0 mg 범위)에 비하여 2.5-3.6배가 높아 차이가 있었다. 이와 같이 향어 야채죽이 시판 야채죽 제품 4종에 비하여 총아미노산 함량이 높은 것은 고단백 원료인 향어를 전체 원료 함량의 18%를 첨가하였기 때문이라 판단되었다. 야채죽 100 g 당의 주요 아미노산은 시제 향어 야채죽의 경우 aspartic acid (368.2 mg, 10.4%) 및 glutamic acid (633.5 mg, 17.9%)와 같은 2종이었고, 시판 야채죽 제품 4종 또한 주요 아미노산은 aspartic acid (95.4-131.0 mg, 9.2-10.1%) 및 glutamic acid (212.8-343.3 mg, 20.0-24.1%)로, 종류에 있어 동일하였으나, 함량과 조성비의 경우 차이가 있었다. 야채죽 100 g 당의 필수아미노산 함량은 향어 야채죽의 경우 1,638.5 mg (46.4%)으로 절반에 약간 못미치는 수준이었으나, 시판 야채죽 제품의 402.1-613.9 mg (41.0-43.2%)에 비하여 함량과 조성에 있어 모두 높았다. 한편, 시제 향어 야채죽의 제1제한 아미노산은 분석하지 않은 tryptophan을 제외한다면 함황아미노산인 methionine (73.1 mg/100 g, 2.1%)이었으며, 이는 시판 야채죽 제품 4종의 제1제한아미노산[methionine, 14.9-28.7 mg/100 g (1.5-2.1%)]과 동일하였다. 한편, 야채죽 100 g 당의 곡류제한아미노산이면서(Kowieska et al., 2011; Tomičić et al., 2022), 어린이 성장에 관여하는 것(Suminski et al., 1997)으로 널리 알려져 있는 lysine과 threonine의 함량과 조성은 시제 향어 야채죽이 각각 276.3 mg (7.8%) 및 150.7 mg (4.3%)으로, 시판 야채죽의 각각 35.8-60.1 mg (3.7-4.2%)에 비하여 함량과 조성이 훨씬 높았다. 따라서, 곡류를 주식으로 하는 우리나라 소비자들이 시판 야채죽 제품보다는 시제 향어 야채죽을 적정량 섭취한다면 영양 밸런스(balance) 측면 이외에 어린이의 경우 성장에도 상당히 의미가 있을 것으로 판단되었다.

시제 향어 야채죽의 무기질(칼슘, 인, 칼륨, 철) 함량을 분석한 다음 시판 야채죽 제품 4종의 무기질 함량과 비교하여 살펴본 결과는 Table 4와 같다. 야채죽 100 g 당의 칼슘 및 인의 함량은 시제 향어 야채죽이 각각 114.0 mg 및 70.3 mg으로, 시판 야채죽 4종의 각각 9.8-14.1 mg 범위 및 3.7-11.1 mg 범위보다 각각 8.1-11.6배 및 6.3-19.0배 범위로 높아 의미가 있었다. 한편, 야채죽 100 g 당의 칼슘과 인 함량은 MFDS (2022)에서 제시하고 있는 칼슘과 인의 일일 섭취 기준치(모두 700 mg)에 비하여 시제 향어 야채죽의 경우 각각 16.3% 및 10.0%에 해당하여, 이들의 영양 건강 기능이 기대되었으나, 시판 야채죽 제품의 경우 각각 1.4-2.0% 범위 및 0-1.6% 범위에 해당하여 이들의 영양 건강 기능이 기대되지 않았다. 한편, 칼슘은 골격 형성과 유지, 신경 전달, 근육 수축과 이완, 세포 내의 신호 전달, 효소 활성화, 혈액 응고에 관여하는 것으로 알려져 있고(Jernigan and Resta, 2014), 인은 골격의 형성과 유지, 세포의 에너지 대사, 세포막, 핵산(RNA, DNA), ATP, 인지질, 인단백질 등의 구성성분, 효소 활성화, 혈액과 세포 내 산염기 평형에 관여하는 것으로 알려져 있다(Anderson et al., 2006). 야채죽 100 g 당의 칼륨 함량은 시제 향어 야채죽의 경우 79.1 mg으로, 시판 야채죽 제품 3종의 칼륨 함량인 19.3-55.2 mg 범위보다 1.4-4.1배로 높아 의미가 있었다. 한편, 야채죽 100 g 당의 칼륨 함량은 MFDS (2022)에서 제시하고 있는 칼륨 일일 섭취기준치(3,500 mg)에 비하여 시제 향어 야채죽의 경우 3.3%에 불과하고, 시판 야채죽 제품 3종의 경우도 0.6-1.6% 범위에 불과하여 모두 칼륨의 영양 건강 기능 효과를 기대하기 어려우리라 판단되었다. 일반적으로 칼륨은 체액의 산염기 평형, 세포의 삼투압 조절, 근육의 수축과 이완, 신경의 자극전달에 관여, 나트륨 배출에 관여하는 것으로 알려져 있다(Kowey, 2002; Palmer, 2015). 야채죽 100 g 당의 철 함량은 시제 향어 야채죽의 경우 0.23 mg으로, 시판 야채죽 제품 3종의 철 함량인 0.15-0.21 mg 범위보다 1.1-1.5배로 높았다. 한편, 야채죽 100 g 당의 철 함량은 MFDS

Table 4. Mineral contents of vegetable rice porridge with Israeli carp *Cyprinus carpio* prepared in this experiment (VRP-IC) and commercial vegetable rice porridges (control)

Rice porridge ¹	Mineral (mg/100 g)			
	Ca	P	K	Fe
VRP-IC	114.0±1.2 ^{2d}	70.3±0.9 ^d	79.1±1.0 ^d	0.23±0.00 ^d
-E	11.8±0.0 ^b	10.0±0.0 ^b	55.2±0.2 ^c	0.15±0.01 ^a
-M	14.1±0.1 ^c	11.1±0.1 ^c	19.3±0.0 ^a	0.17±0.00 ^b
-P	9.9±0.0 ^a	ND ³	ND	ND
-A	9.8±0.0 ^a	3.7±0.0 ^a	35.9±0.1 ^b	0.21±0.00 ^c
Mean	11.4±2.0	8.3±4.0	36.8±18.0	0.17±0.03

¹Sample codes (C-E, -M, -P, and -A) are the same as shown in Table 1. ²Different letters on the data in the column indicate a significant difference at P<0.05. ³ND, Not determined.

(2022)에서 제시하고 있는 철 일일 섭취기준치(12 mg)에 비하여 시제 향어 야채죽의 경우 1.9%, 그리고 시판 야채죽 제품 4종의 경우도 1.3–1.8% 범위에 불과하여 모두 철의 영양 건강 기능 효과를 기대하기 어려우리라 판단되었다. 일반적으로 철은 모든 생물체의 필수성분이면서 근육색소(myoglobin), 혈액색

소(hemoglobin) 및 catalase의 주요 구성성분으로 알려져 있다 (Aggett, 2012; Wessing-Resnick, 2014). 이와 같이 야채죽의 갈슘, 인, 칼륨 및 철 함량은 시제 향어 야채죽이 시판 야채죽 제품에 비하여 모두 많은 것은 향어 야채죽에 뼈, 지느러미 및 머리 등이 함유된 향어 페이스트(paste)가 18% 함유되었기 때문

Table 5. Fatty acid contents (g/100 g) and composition (%) of vegetable rice porridge with Israeli carp *Cyprinus carpio* prepared in this experiment (VRP-IC) and commercial vegetable rice porridges (controls)

Fatty acid	VRP-IC	Control ¹			
		-E	-M	-P	-A
12:0	0.5 (trace)	0.5 (0.1)	- ²	1.5 (1.2)	3.0 (2.4)
14:0	45.4 (2.0)	1.6 (0.2)	1.7 (0.3)	2.5 (2.0)	2.4 (1.9)
15:0	5.1 (0.2)	0.2 (trace)	0.2 (trace)	0.2 (0.1)	0.3 (0.2)
16:0	440.3 (19.2)	99.7 (14.4)	84.1 (13.6)	29.1 (23.3)	28.9 (22.4)
17:0	6.2 (0.3)	1.2 (0.2)	1.0 (0.2)	0.3 (0.2)	0.4 (0.3)
18:0	74.8 (3.3)	32.3 (4.7)	14.6 (2.4)	4.5 (3.6)	5.3 (4.1)
20:0	2.0 (0.1)	2.2 (0.3)	2.1 (0.3)	0.2 (0.1)	0.4 (0.3)
21:0	1.4 (0.1)	0.4 (0.1)	0.1 (trace)	-	-
22:0	0.7 (trace)	1.6 (0.2)	0.8 (0.1)	0.1 (trace)	0.2 (0.2)
23:0	11.2 (0.5)	2.4 (0.3)	0.1 (trace)	0.2 (0.1)	0.6 (0.4)
24:0	0.4 (trace)	0.7 (0.1)	1.0 (0.2)	0.2 (0.1)	0.3 (0.2)
Saturated	588 (25.7)	142.8 (20.6)	105.7 (17.1)	38.8 (30.7)	41.8 (32.4)
14:1n-5	2.1 (0.1)	0.1 (trace)	0.2 (trace)	0.1 (0.1)	-
16:1n-7	181.0 (7.9)	3.9 (0.6)	2.2 (0.4)	3.7 (3.0)	0.6 (0.5)
18:1n-9	965.1 (42.1)	190.8 (27.5)	185.5 (29.9)	35.6 (28.6)	30.5 (23.6)
20:1n-9	56.5 (2.5)	3.6 (0.5)	1.5 (0.2)	1.1 (0.9)	0.3 (0.2)
22:1n-9	3.2 (0.1)	-	0.1 (trace)	0.1 (0.1)	-
24:1n-9	2.7 (0.1)	0.1 (trace)	0.1 (trace)	0.1 (0.1)	0.1 (0.1)
Monoenes	1,210.6 (52.8)	198.5 (28.6)	189.6 (30.5)	40.7 (32.8)	31.5 (24.4)
18:2n-6	289.4 (12.6)	324.5 (46.8)	315.8 (51.2)	40.8 (32.8)	52.4 (40.6)
18:3n-6	2.5 (0.1)	-	-	-	-
18:3n-3	36.9 (1.6)	26.2 (3.8)	6.0 (1.0)	2.1 (1.7)	2.7 (2.1)
20:2n-6	9.6 (0.4)	0.5 (0.1)	0.3 (trace)	0.2 (0.1)	0.1 (0.1)
20:3n-6	6.8 (0.3)	0.3 (trace)	-	0.1 (0.1)	-
20:3n-3	2.5 (0.1)	-	-	-	-
22:2n-6	9.0 (0.4)	-	-	0.1 (0.1)	-
20:5n-3	53.7 (2.3)	0.1 (trace)	-	0.7 (0.6)	0.2 (0.2)
22:6n-3	81.7 (3.6)	0.6 (0.1)	-	1.1 (0.9)	0.1 (0.1)
Polyenes	492.1 (21.4)	352.2 (50.8)	322.1 (52.2)	45.1 (36.3)	55.5 (43.1)
n-6	317.3 (13.8)	325.3 (46.9)	316.1 (51.2)	41.2 (33.1)	52.5 (40.7)
n-3	174.8 (7.6)	26.9 (3.9)	0.3 (trace)	3.9 (3.2)	3.0 (2.4)
TFA ³	2,290.7 (99.9)	693.5 (100.0)	617.4 (99.8)	124.6 (99.8)	128.8 (99.9)
TL ⁴ (%)	2.6 (87.8)	0.9 (81.6)	0.7 (87.0)	0.2 (73.3)	0.2 (85.9)

¹Sample codes (C-E, -M, -P and -A) are the same as shown in Table 1. ²-, Not detected. ³TFA (mg/100 g): Total fatty acid. ⁴TL (g/100 g): Total lipid content.

이라 판단되었다.

시제 향어 야채죽의 지방산 함량 및 조성을 살펴보고, 이를 시판 야채죽 제품 4종과 비교하여 살펴본 결과는 Table 5와 같다. 시제 향어 야채죽의 지방산의 동정은 포화지방산(saturated fatty acid) 11종, 일가불포화지방산(monounsaturated fatty acid) 6종, 다가불포화지방산(polyunsaturated fatty acid) 9종이 되었고, 함량은 2,290.7 mg이었으며, 조성은 일가불포화지방산이 52.8%로 절반 이상을 차지하여 가장 높았고, 다음으로 포화지방산(25.7%), 다가불포화지방산(21.4%)의 순이었다. 한편, 시판 야채죽 제품 4종의 지방산 조성은 C-E, -M 및 -P의 경우 다가불포화지방산이 36.3–52.2% 범위로 가장 높았고, 다음으로 일가불포화지방산(24.4–32.8% 범위), 포화지방산(17.1–30.7% 범위)의 순이었으며, 또 다른 시판 야채죽 제품인 C-A의 경우 다가불포화지방산이 43.1%로 가장 높았고, 다음으로 포화지방산(32.4%) 및 일가불포화지방산(24.4%)의 순이었다. 이와 같이 시판 야채죽 제품 4종과 시제 향어 야채죽 간에 지방산 조성비에 있어 확연히 차이가 있는 것은 야채죽 제조를 위한 원부재료의 종류 및 이들의 배합비율의 차이 때문이라 판단되었다. 야채죽의 지질을 구성하는 주요 지방산은 시제 향어 야채죽과 시판 야채죽 제품 4종이 모두 포화지방산인 16:0 (각각 19.2% 및 13.6–23.3% 범위), 일가불포화지방산인 18:1n-9 (각각 42.1% 및 23.6–29.9% 범위), 다가불포화지방산인 18:2n-6 (각각 12.6% 및 32.8–51.2% 범위)과 같은 3종으로 종류에 차이가 없었고, 야채죽의 종류에 관계없이 모두 이들 3종 지방산의 조성비는 전체 지방산의 70% 이상을 차지하였다.

한편, 야채죽 100 g 섭취에 의하여 건강 기능이 기대되는 대표적인 오메가-3 지방산인 18:3n-3 (α -linolenic acid), 20:5n-3 (eicosapentaenoic acid, EPA)와 22:6n-3 (docosahexaenoic acid, DHA) 함량 및 조성은 시제 향어 야채죽의 경우 각각 36.9 mg (1.6%), 53.7 mg (2.3%) 및 81.7 mg (3.6%)이었으나, 시판 야채죽 제품 4종의 경우 각각 2.1–26.2 mg 범위, not detected–0.7 mg 범위 및 not detected–1.1 mg 범위이었다. 한편, 야채죽의 EPA와 DHA 함량은 한국인의 1일 EPA와 DHA 함량 기준치인 330 mg (MFDS, 2022)에 비하여 시제 향어 야채죽의 경우 41.0%에 해당하였으나, 시판 야채죽 4종의 경우 0–0.3% 범위로 거의 흔적량에 해당하였다. 이와 같은 결과는 이들 EPA와 DHA를 주로 함유하고 있는 수산물을 함유하는 배합원료의 사용 유무와 배합 비율의 차이 때문이라 판단되었다. 따라서, 100 g 섭취에 의한 EPA와 DHA의 건강 기능성은 시제 향어 야채죽의 경우 크게 기대되지 않으나 무시할 정도는 아니었다. 그러나, 시판죽의 섭취에 의한 EPA와 DHA의 건강기능성은 경우 기대하기 어려우리라 판단되었다. 한편, EPA와 DHA와 같은 오메가-3 지방산은 체내에서 혈전생성 억제, 고지혈증 개선, 동맥경화 유발 플라그의 생성 억제, 혈행 개선, 학습력 개선, 뇌발달 등과 같은 건강 기능성이 있는 것으로 알려져 있다(Connor, 2000; Swanson et al., 2012).

Table 6. Digestibility of vegetable rice porridge with Israeli carp *Cyprinus carpio* prepared in this experiment (VRP-IC) and commercial vegetable rice porridges (controls)

Rice porridge ¹	Digestibility (%)		
	Mouth	Stomach	Small intestine
VRP-IC	29.3±3.8 ^{ab2}	51.3±2.2 ^{ab}	86.4±2.8 ^{ab}
-E	30.5±3.0 ^b	48.3±1.9 ^a	84.7±2.3 ^{ab}
-M	36.7±0.9 ^c	54.7±2.3 ^c	86.9±2.4 ^{ab}
-P	27.4±0.1 ^{ab}	51.1±0.4 ^{ab}	83.0±1.9 ^a
-A	25.1±1.5 ^a	51.9±0.6 ^b	88.9±1.7 ^b
Mean	29.9±5.0	51.5±2.6	85.9±2.6

¹Sample codes (C-E, -M, -P and -A) are the same as shown in Table 1. ²Different letters on all the data in the column indicate a significant difference at P<0.05.

시제 향어 야채죽의 구강, 위 및 소장 각각에서의 소화율을 측정하여, 시판 야채죽 제품 4종의 각 기관에서의 소화율과 비교하여 나타낸 것은 Table 6과 같다. 시판 야채죽 제품 4종의 소화율은 구강에서 29.9% (25.1–36.7% 범위), 위에서 51.5% (48.3–54.7% 범위), 소장에서 85.9% (83.0–88.9% 범위)로, 소화기관을 거칠수록 급격히 증가하는 경향을 나타내었다. 시제 향어 야채죽의 소화율은 구강에서 29.3%, 위에서 51.3%, 소장에서 86.4%이었고, 이들은 시판 야채죽 제품 4종의 각 소화기관에서의 소화율 범위에 있었다. 따라서, 본 연구에서 개발한 향어 야채죽은 소화율 면에서의 경우 적절한 것으로 판단되었다.

사 사

본 연구는 향어양식연합회의 지원에 의하여 수행되었으며, 이에 감사드립니다.

References

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

Alyami J, Ladd N, Pritchard SE, Hoad CL, Sultan AA, Spiller RC, Gowland PA, Macdonald IA, Aithal GP, Marciani L and Taylor MA. 2019. Glycaemic, gastrointestinal and appetite responses to breakfast porridges from ancient cereal grains: A MRI pilot study in healthy humans. Food Res Int 118, 49-57. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2017.11.071>.

Anderson JJB, Klemmer PJ, Watts MLS, Garner SC and Calvo MS. 2006. Phosphorus. In: Present Knowledge in Nutrition. Barbara AB and Robert MR, eds. ILSI, Washington D.C., U.S.A.

AOAC (Association of Official Analytical Chemists). 2000. Official Methods of Analysis, 17th ed. AOAC, Washington D.C., U.S.A., 70-75.

- AOCS (American Oil Chemists Society). 1998. AOCS official method Ce 1b-89. In: Official Methods and Recommended Practice of the AOCS, 5th ed. AOCS, Urbana, IL, U.S.A., 10-20.
- 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>.
- Choi Sr, Yu YJ, Ahn MS, Song EJ, Seo SY, Choi MK, Song YE, Han HA, So SY, Lee GK, Song YJ and Kim CK. 2015. Quality characteristics of instant gruel containing ear mushroom and black rice. *Korean J Food Nutr* 28, 428-435. <https://doi.org/10.9799/ksfan.2015.28.3.428>.
- Connor WE. 2000. Importance of n-3 fatty acids in health and disease. *Am J Clin Nutr* 71, 171-175. <https://doi.org/10.1093/ajcn/71.1.171S>.
- Guo Y, Kong B, Xia X, Yu T and Liu Q. 2014. Changes in physicochemical and protein structural properties of common carp (*Cyprinus carpio*) muscle subjected to different freeze-thaw cycles. *J Aquat Food Prod Technol* 23, 579-590. <https://doi.org/10.1080/10498850.2012.741663>.
- 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>.
- Jernigan NL and Resta TC. 2014. Calcium homeostasis and sensitization in pulmonary arterial smooth muscle. *Microcirculation* 21, 259-271. <https://doi.org/10.1111/micc.12096>.
- 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>.
- June JH, Yoon JY and Kim HS. 1998. A study on development of Hodojook. *J Korean Soc Food Cult* 13, 509-518.
- Jung HR, Choi EH, Lee YB, Chun BS and Kim SB. 2013. Food quality characteristics of instant gruel prepared with peeled krill *Euphausia superba* meat. *Korean J Fish Aquat Sci* 46, 343-350. <http://doi.org/10.5657/KFAS.2013.0343>.
- Kim HA and Kim JH. 2015. Optimization of hobakjook (pumpkin soup) with added glutinous rice powder. *J East Asian Soc Diet Life* 25, 162-175. <https://doi.org/10.17495/easdl.2015.2.25.1.162>.
- Kim HR and Kim MR. 2010. Effect of particle size on the physicochemical and nutritional properties of egg yolk porridge. *J East Asian Soc Diet Life* 20, 77-83.
- Kim JS and Kang SI. 2021. Fisheries Processing for Hands-on Workers. Soohaksa Co., Seoul, Korea, 18-606.
- Kim JS, Choi JD and Koo JG. 1998. Component characteristics of fish bone as food source. *Agric Chem Biotechnol* 41, 67-72.
- Kim KH. 2014. Concentration and risk assessment of heavy metal in mainly consumed fishes. M.S. Thesis, Gyeongsang National University, Tongyeong, Korea, 23-58.
- Kim MJ, You BR, Lee JH and Kim MR. 2010. Effect of rice particle size on the physicochemical and nutritional properties of fish porridge. *J Korean Soc Food Preserv* 17, 117-122.
- Kowey PR. 2002. The role of potassium. In: Women's Health and Menopause, New strategies-Improved quality of life. Lobo RA, Crosignani PG, Paoletti R and Bruschi F, eds. Kluwer Academic Publishers, TX, U.S.A., 151-157.
- Kowieska A, Lubowicki R and Jaskowska I. 2011. Chemical composition and nutritional characteristics of several cereal grain. *Acta Sci Pol Zootechnica* 10, 37-50.
- KS (Korean Industrial Standards). 2022. Seniors Friendly Foods (KS H 4897). Retrieved from <https://standard.go.kr/KSCI/standardIntro/getStandardSearchView.do> on Feb 16, 2022.
- Lee CK, Choi JS, Jeon YJ, Byun HG and Kim SK. 1997. The properties of natural hydroxyapatite isolated from tuna bone. *J Korean Fish Soc* 30, 652-659.
- Lee HJ, Chang PS and Lee YH. 2003. Classification and category determination of Korean traditional cereal foods. *Food Sci Ind* 36, 47-65.
- Lee HJ, Park HO and Lee SY. 2005. A study of optimum conditions in preparing gruel with black bean germ sprout source. *Korean J Food Nutr* 18, 287-294.
- MFDS (Ministry of Food and Drug Safety). 2022. 8. General Analytical Method. Retrieved from http://www.foodsafetykorea.go.kr/foodcode/01_02.jsp?idx=263 on Feb 16, 2022.
- MFDS (Ministry of Food and Drug Safety). 2022. Enforcement Rules of the Act on the Labeling and Advertising of Foods, Etc., Appended 3. Retrieved from <https://www.law.go.kr/> on Feb 16, 2022.
- Palmer BF. 2015. Regulation of potassium homeostasis. *Clin J Am Soc Nephrol* 10, 1050-1060. <https://doi.org/10.2215/CJN.08580813>.
- RDA (Rural Development Administration). 2016. Standard Food Composition Table. Hyoil Publishing Co., Seoul, Korea, 17.
- Suminski RR, Robertson RJ, Goss FL, Arslanian S, Kang J, DaSilva S, Utter AC and Metz KF. 1997. Acute effect of amino acid ingestion and resistance exercise on plasma growth hormone concentration in young men. *Int J Sport Nutr Exerc Metab* 7, 48-60. <https://doi.org/10.1123/ijns.7.1.48>.
- Suzuki T. 1981. Fish and Krill Protein: Processing Technology. Springer Dordrecht, Berlin, Germany, 245-250.
- 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>.
- Tokur B, Ozkütük S, Atici E, Ozyurt G and Ozyurt CE. 2006. Chemical and sensory quality changes of fish fingers, made from mirror carp (*Cyprinus carpio* L., 1758), during frozen storage (-18°C). *Food Chem* 99, 335-341. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2005.12.010>.

- org/10.1016/j.foodchem.2005.07.044.
- Tomičić ZM, Pezo LL, Spasevski NJ, Lazarević JM, Čabarkapa IS and Tomičić RM. 2022. Diversity of amino acids composition in cereals. *Food Feed Res* 49, 11-22. <https://doi.org/10.5937/ffr0-34322>.
- Wessing-Resnick M. 2014. Iron, 11th ed. In: *Modern Nutrition in Health and Disease*. Ross AC, Caballero B, Cousins RJ, Tucker KL and Ziegler RG, eds. Lippincott Williams & Wilkins, Baltimore, MD, U.S.A., 176-188.
- Woertz K, Tissen C, Kleinebudde P and Breitzkreutz J. 2011. A comparative study on two electronic tongues for pharmaceutical formulation development. *J Pharm Biomed Anal* 55, 272-281.
- Yoon SJ and Haver WD. 2008. A study on calorie and proximate components of traditional Korea gruel. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 37, 879-885. <https://doi.org/10.3746/jkfn.2008.37.7.879>.
- You BR and Kim MR. 2010. Effect of particle size of rice on physicochemical and nutritional properties of soybean porridge. *J East Asian Soc Diet Life* 20, 187-192.