

명태(*Theragra chalcogramma*)를 활용한 고령친화수산식품의 국내 기준 규격 적합성 평가 및 품질특성

박선영 · 박시형 · 김진 · 안영현 · 이가빈 · 허민수¹ · 강상인 · 이정석*

경상국립대학교 해양식품공학과/해양산업연구소, ¹경상국립대학교 식품영양학과/해양산업연구소

Conformity Assessment of Domestic Standards and Quality Characteristics of Senior-Friendly Seafood Products Using Alaska Pollock *Theragra chalcogramma*

Sun-Young Park, Si Hyeong Park, Jin Kim, Young Hyun An, Ga Bin Lee, Min Soo Heu, Sang-In Kang and Jung-Suck Lee*

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

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

This study examines the conformity of senior-friendly seafood products-hash browns (HB), cream gratin (CG), and vegetable porridge (VP)-made from Alaska pollock *Theragra chalcogramma*, with domestic standard specifications. According to the Korean Industrial Standard for physical properties, HB, CG, and VP are classified as first-stage (tooth intake), second-stage (gum intake), and third-stage (tongue intake) senior-friendly seafood, respectively. Nutritional analysis per 100 g, based on the Korean food code, reveals that HB and CG contain three essential nutrients: protein, riboflavin, and niacin, while VP contains two essential nutrients: protein and riboflavin. All products tested negative for *Escherichia coli*, meeting acceptable safety limits for senior-friendly foods. The total amino acid content ranged from 5.88 to 10.93 g/100 g. Digestibility rates for HB, CG, and VP were 81.1%, 85.5%, and 95.8%, respectively, highlighting their suitability for senior consumption.

Keywords: Alaska pollock, Senior-friendly foods, Senior-friendly seafoods

서론

전 세계적으로 65세 이상의 고령 인구가 급증하면서 인구 고령화가 중요한 사회적 문제로 떠오르고 있다. 유엔(United Nations)은 인구의 7% 이상이 고령층일 때를 고령화 사회(aging society), 14% 이상일 때를 고령 사회(aged society), 20% 이상일 때를 초고령 사회(post-aged society)로 정의하고 있다. 이 기준을 한국에 적용하면, 고령화 사회는 2000년에 시작되었고, 고령 사회는 2017년에 접어들었으며, 초고령 사회는 2025년에 도달할 것으로 예상된다(KOSIS, 2022). 대한민국은 초고령 사회로의 진입 속도가 특히 빠르며, 고령화 사회에서 초고령 사회로 도달하는 데 걸리는 시간이 25년으로 일본(35년), 독일(77년),

미국(88년) 등 주요 국가들에 비해 현저히 짧다(OECD, 2023). 고령층을 위한 식이 섭취는 건강에 직접적인 영향을 미치는 중요한 요소로서, 이들의 건강과 삶의 질을 유지하기 위한 식품에 관심이 커지고 있다. 특히 고령층은 청년층보다 같은 수준 또는 그 이상의 영양성분(단백질, 비타민 D 및 칼슘 등)의 섭취가 필요하며, 이러한 영양소가 부족할 경우 신체 대사 기능이 저하되고 면역체계가 약화될 수 있다(Morley et al., 2010). 아울러 고령층은 신체 기능 저하로 인해 저작, 연하 및 소화 과정에서 어려움을 겪을 수 있어 고령자 맞춤형 식품 개발이 요구된다(Kim, 2020). 수산물은 고품질의 단백질, 오메가-3 지방산, 비타민 및 미네랄 등이 풍부해 영양학적으로 우수한 식품이며, 특히 고령자의 근육 유지와 심혈관 건강에 도움이 된다(Pan et al.,

*Corresponding author: Tel: +82. 55. 772. 9145 Fax: +82. 55. 772. 9149

E-mail address: jungsucklee@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.2024.0645>

Korean J Fish Aquat Sci 57(6), 645-654, December 2024

Received 11 November 2024; Revised 11 December 2024; Accepted 20 December 2024

저자 직위: 박선영(선임연구원), 박시형(대학원생), 김진(대학원생), 안영현(대학원생), 이가빈(대학원생), 허민수(교수), 강상인(교수), 이정석(교수)

2019; Kim and Kang, 2021). 또한, 수산물은 블루푸드(blue food)서 육상 자원에 비해 적은 환경적 부담을 유발해 지속 가능한 식품으로 주목받고 있다. 이러한 특징은 수산물 기반의 고령친화식품 개발이 건강과 환경을 동시에 고려한 식품 혁신에 기여할 수 있을 것이다(Golden et al., 2016).

최근 수산물을 활용한 고령친화식품 개발에서는 삼치와 콩치를 활용한 제품(Jang et al., 2021; Park et al., 2023)과 저착 및 연하가 용이한 멸치볶음, 가자미구이(Kim and Joo, 2015) 등이 연구되었으나, 농축산물에 비해 수산물 기반의 식품 개발이 상대적으로 미흡하다. 이에 따라, 수산물의 부가가치를 높이고 다양한 가공 및 활용 방안을 모색하기 위해 추가적인 연구와 혁신적인 접근이 필요하다. 국내에서는 고령친화식품의 품질 기준규격은 식품공전(MFDS, 2023a)과 한국산업표준(Korean Industrial Standards, 2022)을 통해 규정되어 있다. 식품공전에는 점도 조절 제품의 경우 경도가 $500,000 \text{ N/m}^2$ 이하 및 점도 $1,500 \text{ mPa}\cdot\text{s}$ 이상으로 일원화되어 있고, 영양 조절 제품의 경우 제시한 9종의 영양성분 중 반드시 3종 이상을 충족하여야 한다고 제시되어 있다. 이에 반해 한국산업표준은 점도 조절 제품의 경우 경도를 3단계로 나누어 제시하고 있는데, 1단계 $50,000\text{--}500,000 \text{ N/m}^2$, 2단계 $20,000\text{--}50,000 \text{ N/m}^2$, 3단계 $20,000 \text{ N/m}^2$ 이하이면서 점도 $1,500 \text{ mPa}\cdot\text{s}$ 이상으로 규정하고 있으며, 이때 영양성분은 반드시 1종 이상이 충족되어야 한다.

명태는 자원관리 부족과 기후변화의 영향으로 국내 생산량이 거의 없지만(Park et al., 2018a) 국내 소비자의 높은 수요로 인해 어류 수입량 1위를 차지하고 있으며(Jeong and Kim, 2021), 국제적으로도 높은 소비가 이루어지는 수산물이다(USDA, 2023). 명태는 단백질과 무기질의 함량이 많고(Kim et al., 2010), 고등어 및 멸치에 비해 지방함량이 적으며(Yoon et al., 2023), 비타민 A, B, D 등이 많아서 영양적 가치가 높은 수산자원(Food Struct, 2024)으로 알려져 있다.

명태의 식품학적 연구는 대부분 연육(수리미)과 관련된 것이 주를 이루고 있는데, 수리미 겔의 특성(Campo and Tovar, 2008; Liu et al., 2019; Zhao et al., 2023), 수리미 등급에 따른 품질평가(Kong et al., 2016; Yamada et al., 2018; Nguyen et al., 2020), 수리미 보관 중 상태 변화(Parvathy and Sajan, 2014; Lee et al., 2016) 등이 있으며, 최근 단백질의 기능성 연구(Ono et al., 2023)가 일부 보고되고 있으나 고령친화식품과 관련된 연구는 찾아보기 어렵다.

한편, 해시 브라운(hash browns potatoes) 및 그라탱(gratin)은 전 세계적으로 많은 이들에게 사랑받는 대표적인 서양식 요리로, 간편하게 섭취할 수 있을 뿐만 아니라 다양한 식재료와 함께 조리할 수 있기 때문에 선택적으로 단백질 보강 등 영양강화를 할 수 있어 응용성이 높은 식품이다(Suh et al., 2016). 또한, 죽은 곡물의 낱알이나 가루에 물을 많이 넣고 끓여 전분을 완전히 호화시킨 유동성 식품(Sim et al., 2018)으로 첨가하는 물의 양(농도), 재료의 상태, 용도 등에 따라 미음, 응이, 암죽 등으로 분

화되며, 이 중 미음은 건더기를 없게 한 것으로, 쌀, 조 등에 10배 이상의 물을 붓고 푹 무를 때까지 끓인 음식(Choi, 2022)으로 소화기 용이하여 예로부터 환자식 및 건강식으로 섭취되어 왔다.

본 연구에서는 국내에서 급속히 증가하고 있는 고령층을 위한 수산물이 함유된 고령친화식품의 개발을 위한 일련의 연구로서, 명태를 활용하여 해시 브라운, 크림 그라탱 및 야채미음을 제조한 후 국내 고령친화식품의 품질기준규격과의 적합성 평가와 영양학적 가치를 검토하였다.

재료 및 방법

재료

주원료인 명태(Alaska pollack *Theragra chalcogramma*)는 온라인 쇼핑몰에서 라운드(round) 상태의 냉동품을 2022년 3월에 구입하여 사용하였다. 부원료인 전분, 밀가루 및 쌀가루(Gompyo Co. Ltd., Seoul, Korea), 파마산 치즈(Hyungwon P&C Co., Ltd., Dangjin, Korea)는 온라인 쇼핑몰로부터, 대두유, 소금 및 설탕(CJ Cheiljedang Co. Ltd., Seoul, Korea), 후추, 참깨 및 참기름(Ottogi Co., Ltd., Anyang, Korea), 버터(Maeil Dairies Co., Ltd., Seoul, Korea), 우유 및 생크림(Maeil Dairies Co. Ltd.), 감자, 양파, 당근은 경상남도 통영시 소재 대형마트로부터 2022년 3월에 각각 구입하여 사용하였다.

명태 해시 브라운, 크림 그라탱 및 야채미음의 제조

명태는 냉동 상태인 것을 유수 해동한 뒤, 두부 및 내장을 제거하고, 필릿(fillet)으로 전처리한 후 다시 가공용수로 세척 및 탈수한 것을 사용하였다. 명태 해시 브라운은 총 믹스(total mix) 중량 기준에 대하여 전처리 명태 살 45.2% (w/w), 자숙 처리한 감자 52.0% (w/w), 전분 2.3% (w/w), 소금 0.2% (w/w) 및 후추 0.2% (w/w)를 혼합하여 반죽한 것을 일정한 크기(가로 5 cm × 세로 2.5 cm, 두께 1.5 cm)로 성형하여 대두유로 유탕(180°C, 5분) 처리하여 제조하였다.

명태 크림 그라탱용 크림소스는 총 믹스 중량 기준에 대하여 우유 37.2% (w/w), 생크림 37.2% (w/w), 양파 10.8% (w/w), 당근 6.2% (w/w), 버터 5.6% (w/w), 밀가루 1.2% (w/w), 맛소금 0.6% (w/w), 설탕 0.6% (w/w) 및 후추 0.6% (w/w)를 차례로 프라이팬에 넣고 10분간 약불에 졸여 제조하였다. 명태 크림 그라탱은 용기(지름 8.4 cm × 높이 3.5 cm)에 크림소스 41.0% (w/w), 전처리 명태 살 35.6% (w/w), 다진 감자 10.2% (w/w), 후추 0.3% (w/w) 및 소금 0.3% (w/w)를 넣은 다음 파마산 치즈 12.7% (w/w)를 뿌려 80°C에서 5분간 오븐(DSSO-51ER; Daeshin Co., Incheon, Korea)에 구워 제조하였다.

명태 야채미음은 냄비에 물 57.4% (w/w), 전처리 명태 살 24.6% (w/w), 다진 감자 8.2% (w/w), 다진 양파 4.1% (w/w), 쌀가루 3.3% (w/w), 당근 1.6% (w/w), 소금 0.2% (w/w) 및 후추 0.1% (w/w)를 넣고 점성이 생기도록 약불에 15분간 끓인 뒤,

참기름 0.4% (w/w) 및 참깨 0.1% (w/w)를 넣어 제조하였다.

경도

경도는 한국산업규격(Korean Industrial Standards, 2022)에서 제시한 방법에 따라 다음과 같이 실시하였다. 즉, 경도는 texture analyzer (CT3-1000; Brookfield, Middleboro, MA, USA)를 이용하여 고령친화식품 제1단계 제품의 경우 제3법으로 측정하여 500,000 N/m²가 넘지 않는 것을 확인한 다음 제1법으로 측정하였다. 단, 식품공전(MFDS, 2023b)에서 분류한 고령친화식품에 적용하고자 하는 경우 고형물은 제1법으로, 유동형 제품은 제2법으로 측정하였고, 이때, 측정 온도는 20±2°C로 하여, 해시 브라운 및 크림 그라탱의 경우 고형물 형태 그대로, 야채미음의 경우 내용물을 실린더(cylinder)에 충전 후 각각 측정하였다. 결과값의 경우 5회 측정한 다음 최대값과 최소값을 제외한 3회 평균값으로 나타내었으며, 고형물이 여러 개가 함유되어 있는 것의 경우 각각의 고형물 경도 중 가장 높은 값으로 하였다.

점도

점도는 3단계 고령친화식품에 적용되는 항목으로 한국산업규격(Korean Industrial Standards, 2022)에서 제시한 방법에 따라 Brookfield 점도계(LVF Viscometer; Brookfield Engineering Laboratories, INC., Middleboro, MA, USA)로 측정하였다. 점도 측정은 검체 약 500 g을 유리비이커(600 mL)에 취한 다음 spindle number 64를 이용하여 시료를 20±2°C에서 12 rpm, 2분간 측정한 후 해당 값에 대응하는 계수를 곱하여 환산한 값으로 하였고, mPa·s로 나타내었다.

일반성분 및 에너지

일반성분은 AOAC (2000)법에 따라 수분은 상압가열건조법으로, 조단백질은 semimicro Kjeldahl법으로, 조지방은 Soxhlet법으로, 회분은 건식회화법(35.1.14)으로 각각 측정하였고, 탄수화물은 100-(수분 함량+조단백질 함량+조지방 함량+회분 함량)으로 산출하여 나타내었다. 에너지는 일반성분 함량을 바탕으로, 국가표준식품성분표(RDA, 2016)에서 제시한 미국 에너지 환산계수(단백질 4.27 kcal/g, 지방 9.02 kcal/g, 탄수화물 3.87 kcal/g)를 적용하여 산출하였다(MOHW, 2016).

염도

염도는 AOAC (2000)에서 언급한 건식회화법에 따라 측정하였다. 즉, 염도 측정용 검체는 식염 약 1 g을 함유하는 양을 회화한 다음 이를 물에 녹이고, 물로 정용(100 mL) 및 여과한 여액 10 mL에 크롬산칼륨(K₂CrO₄) 용액 2-3방울을 가한 후 0.02 N 질산은(AgNO₃)으로 적정하고, 계산하였다.

비타민

비타민은 5종[리보플라빈(riboflavin, vitamin B2), 나이아신

(niacin, vitamin B3), 비타민 C, 비타민 A, 비타민 D]의 전처리와 이를 활용한 분석은 식품공전(MFDS, 2023b)에서 언급한 고속액체크로마토그래프에 의한 정량법에 따라 실시하였다. 이때, 비타민 5종인 분석은 리보플라빈의 경우 Shiseido Capcell Pak S-5 C18 MG (4.6×150 mm, 5 μm)이 장착된 UPLC (ultra performance liquid chromatography; Waters ACQUITY UPLC system; Waters, Milford, MA, USA)로, 나이아신과 비타민 C의 경우 Shiseido Capcell Pak C18 UG 120 (4.6×250 mm, 5 μm)이 장착된 HPLC (high performance liquid chromatography; L-2000 series system; Hitachi Co., Tokyo, Japan)로, 비타민 A의 경우 Shiseido Capcell Pak S-5 C18 MG (4.6×150 mm, 5 μm)이 장착된 HPLC (Agilent 1100 series system; Agilent Co., Santa Clara, CA, USA)로, 비타민 D의 경우 Shiseido Capcell Pak C18 SG 80 (4.6×250 mm, 5 μm)이 장착된 HPLC (Nanospace SI-2 system; Hitachi Co.)로 실시하였다.

무기질

무기질의 분석은 Kim (2014)이 언급한 방법에 따라 시료를 전처리하고, 분석은 식품공전(MFDS, 2023b)에 제시되어 있는 조건으로 실시하였다. 즉, 검체를 습식 분해법으로 분해하여 전처리 검체를 제조하고, 이를 이용하여 유도결합플라즈마분석기[inductively coupled plasma spectrophotometer (ICP); ICP-OES Avio20; PerkinElmer, Waltham, MA, USA]로 칼슘 및 칼륨에 대하여 분석하였다.

식이섬유

식이섬유 분석은 식품공전(MFDS, 2023b)의 효소-중량법에 따라 실시하였다. 시료의 제조를 위하여 검체를 에테르(ether)로 탈지, 균질화, 건조, 방냉한 다음 건식 분쇄(0.3-0.5 mm mesh)한 후 내열성 α-amylase, protease, α-glucosidase와 같은 효소로 순차적으로 가수분해하였다. 이어서 효소 분해물에 95% 에탄올 225 mL을 가하고, 알루미늄박으로 덮은 다음 실온에서 1시간 침전시킨 후 에탄올 처리 효소 분해물을 미리 유리여과기에 고르게 형성시킨 구조토층에 여과하고 78% 에탄올이 들어있는 세척병과 시약 스폰을 이용하여 비커의 잔류물을 유리여과기로 옮기며 78% 에탄올, 95% 에탄올, 아세톤의 순으로 각각 15 mL씩 2회 잔류물을 씻어내렸다. 식이섬유 함량은 이들 효소 분해 여과물을 105°C로 조정된 드라이오븐(DS-520M; Daewon Science, Bucheon, Korea)에서 잔류물이 남아 있는 유리여과기를 24시간 건조시키고, 데시케이터에서 1시간 방냉하여 무게 측정(B)한 다음, 미리 칭량하여 확인한 구조토를 포함한 유리여과기(A)의 무게를 뺀 함량으로 하였다.

총아미노산

아미노산의 분석은 AOAC (2000)법에 제시되어 있는 아미노산 분석법 중 산가수분해법으로 실시하였다. 검체를 6 N HCl에 가수분해한 다음, 질소 충전과 동시에 밀봉하고, 이를 heat-

ing block (HF21; Yamato Scientific Co., Tokyo, Japan)에서 가열처리(110°C, 24시간)하여 실시하였다. 이어서, 가수분해물을 감압여과하고, 진공감압농축기(Rotary Evaporator N-1000; Tokyo Rikakikal Co., Ltd., Tokyo, Japan)로 40°C에서 감압건조한 후 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)로 분석하고, 정량하였다.

지방산

지방산 분석용 시료유는 chloroform-methanol을 2:1 (v/v)로 혼합한 추출용매를 사용하는 Bligh and Dyer (1959)법으로 추출하여 사용하였다. 지방산 분석은 추출한 시료유 적정량에 내부 표준품인 methyl tricosanoate (Sigma-Aldrich Co.)를 1 mL 가한 다음 14% BF₃-Methanol (Sigma Aldrich Co.) 용액을 이용하여 AOCS (1990)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 Ltd., Tokyo, Japan)이 장착된 gas chromatography (Shimadzu 14A; carrier gas, He; detector, FID)를 이용하여 분석하였다.

이때 분석조건은 injector 및 detector (FID) 온도를 모두 250°C로 하였고, 칼럼 온도는 230°C까지 승온시킨 다음 15분간 유지하였다. Carrier gas는 He (1.0 kg/cm²)을 사용하였고, split ratio는 1:50으로 하였다. 분석한 지방산의 동정은 시료의 경우와 동일한 조건에서 분석한 표준 지방산(Applied Science Lab. Co., Baldwin Park, CA, USA)과의 머무름 시간과 비교하여 동정하였다.

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 6 mL와 마그네틱바를 넣은 후 밀봉한 뒤 37°C로 세팅된 shaking water bath (SWB-10 Shaking water bath; Jeio Tech. Inc., Daejeon, Ko-rea)에서 교반시키면서 5분간 소화시켰다. 위의 소화는 구강에서 소화처리한 시료에 위액 12 mL를 넣고, 밀봉한 다음 shaking water bath에서 교반시키면서 2시간 소화시켰다. 소장 및 대장의 소화는 구강과 위에서 연속적으로 소화처리된 소화물에 소장액 12 mL와 담즙액 6 mL, 그리고 중탄산염 2 mL를 넣어 혼합한 다음 shaking water bath에서 교반시키면서 2시간 소화시켰다. 구강, 위, 소장 및 대장 소화가 끝난 시료는 원심분리(12,000 g, 15분)하여 상층액은 버리고, 남은 고형물을 건조 하였다. 소화율은 소화 전 중량에 대한 소화 후 중량의 상대비율(%)로 하였다.

대장균(*Escherichia coli*)

대장균의 정량시험은 식품공전(MFDS, 2023b)에 수록된 건조필름법에 따라 실시하였다. 시험 원액 1 mL와 각 단계 희석액 1 mL를 대장균 건조필름배지I(Petri-filmTMCC; 3M Health Care, St. Paul, MN, USA)에 3매씩 접종한 후, 배양(35 ± 1°C, 24 ± 2시간)하였다. 대장균은 집락수를 계산하여 평균 집락수에 각각 희석배수를 곱하여 대장균 수로 나타내었다.

통계처리

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

명태 고령친화수산식품의 품질기준규격 적합성

명태 해시 브라운, 크림 그라탱 및 야채미음 3종의 고령친화식품에 대한 국내 품질기준규격의 적합성은 식품공전(MFDS, 2023a) 및 한국산업규격(Korean Industrial Standards, 2022)에서 제시한 물성, 영양 및 위생 기준에 따라 평가하였고, 그 결과를 Table 1에 나타내었으며, 명태 고령친화수산식품 3종 모두 고령친화식품 기준에 적합하여 인증을 받을 수 있다.

물성 평가

명태 고령친화수산식품 3종의 경도는 해시 브라운이 206.2×10^3 N/m²로 가장 높았고, 크림 그라탱이 43.7×10^3 N/m², 야채미음이 14.5×10^3 N/m² 순이었다. 명태 고령친화수산식품 3종은 식품공전(MFDS, 2023a)의 고령친화식품용 물성 기준에 적용하는 경우 3종 모두 물성조절식품으로 기준규격 내에 있었다. 또한, 한국산업규격(Korean Industrial Standards, 2022)의 고령친화식품용 물성 기준규격에 적용하는 경우 해시 브라운은 1단계(치아 섭취), 크림 그라탱은 2단계(잇몸 섭취), 야채미음은 3단계(혀로 섭취)의 물성 기준에 적합하였다. 한편, 명태 고령친화수산식품 3종 간의 물성 차이는 가열 처리의 방법(유탕, 구이 및 열탕), 마쇄 유무, 가수(hydrolysis) 유무, 부원료의 종류와 사용량 등에 의한 차이 때문이라 판단되었다.

영양적 평가

명태 해시 브라운, 크림 그라탱 및 야채미음 3종의 100 g 당 단백질 함량은 각각 9.4, 11.4 및 6.6 g으로 국내 기준규격(6.0 g 이상)에 비하여 3종 모두가 높은 값을 나타내었다. 명태 해시 브라운, 크림 그라탱 및 야채미음 3종의 비타민 A는 각각 2.16, 8.85 µg RAE 및 불검출, 비타민 D는 각각 1.01 µg, 불검출 및 불검출, 비타민 C는 각각 6.39 mg, 불검출 및 불검출, 리보플라빈은 각각 1.00, 0.17 및 3.35 mg, 나이아신은 각각 9.81, 6.16

및 2.75 mgNE이었다. 명태 고령친화수산식품 3종의 비타민 함량은 국내 기준규격(비타민 A 70 µg RAE 이상, 비타민 C 10 mg 이상, 비타민 D 1.5 µg 이상, 리보플라빈 0.14 mg 이상, 나이아신 1.4 mgNE 이상)에 비하여 비타민 A, 비타민 C, 비타민 D 및 나이아신은 모두 충족되지 않았고, 리보플라빈의 경우 3

종 모두 충족되었다.

명태 해시 브라운, 크림 그라탱 및 야채미음 3종의 100g 당 무기질 함량 중 칼슘이 각각 18.4, 146.6 및 12.5 mg, 칼륨이 각각 319.2, 158.1 및 66.9 mg으로 나타나 국내 기준규격[칼슘(식품공전, 70 및 한국산업표준 80 mg 이상), 칼륨 350 mg]에서 제시

Table 1. Domestic standard specifications and results on physical, nutritional and sanitary properties of hash browns, cream gratin and vegetable porridge manufactured with Alaska pollock *Theragra chalcogramma* for the elderly

Properties	Standard items	Specifications ¹		Products	Results	Judgment ²		
		MFDS	KS			MFDS	KS	
Physical	Hardness (×10 ³ N/m ²)	≤500	> 50–≤ 500 (Step 1)	Hash browns	206.2±7.8 ^{c3}	P	P	
			> 20–≤ 50 (Step 2)	Cream gratin	43.7±5.6 ^b	P	P	
			≤ 20 (Step 3)	Vegetable porridge	14.5±1.3 ^a	P	P	
	Viscosity (m·Pas)	≥1,500	≥1,500		2,100	P	P	
Nutritional	Protein (g)	≥6	≥6	Hash browns	9.4±0.1 ^b	P	P	
				Cream gratin	11.4±0.1 ^c	P	P	
				Vegetable porridge	6.6±0.1 ^a	P	P	
	Proximate composition	A (µg RAE)	≥70	≥70	Hash browns	2.16	U	U
					Cream gratin	8.85	U	U
					Vegetable porridge	ND ⁴	U	U
		D (µg)	≥1.5	≥1.5	Hash browns	1.01	P	U
					Cream gratin	ND	U	U
					Vegetable porridge	ND	U	U
	Vitamin C (mg)	≥10	≥10	Hash browns	6.39	U	U	
				Cream gratin	ND	U	U	
				Vegetable porridge	ND	U	U	
	B ₂ (mg)	≥0.14	≥0.14	Hash browns	1.00	P	P	
				Cream gratin	0.17	P	P	
				Vegetable porridge	3.35	P	P	
B ₃ (mgNE)	≥1.4	≥1.4	Hash browns	9.81	P	P		
			Cream gratin	6.16	P	P		
			Vegetable porridge	2.75	P	P		
Mineral	Ca (mg)	≥70	≥80	Hash browns	18.4	U	U	
				Cream gratin	146.6	P	P	
				Vegetable porridge	12.5	U	U	
K (mg)	≥350	≥350	Hash browns	319.2	U	U		
			Cream gratin	158.1	U	U		
			Vegetable porridge	66.9	U	U		
Dietary fiber (g)	≥2.5	≥2.5	Hash browns	1.56	U	U		
			Cream gratin	0.18	U	U		
			Vegetable porridge	0.19	U	U		
Sanitary	<i>Escherichia coli</i> (non-sterilized product)	n=5, c=0, m=0		All products	Undetected	P	P	

¹The specifications were quoted from Korean food code (MFDS, 2023a) and KS (Korean Industrial Standard, 2022). ²P, Pass; U, Unpass.

³Different letters on the data in the column indicate a significantly different at P<0.05. ⁴ND, Not detected.

한 기준규격에 적용하였을 때 칼슘의 경우 크림 그라탱(146.6 mg) 1종만이 충족되었고, 칼륨의 경우 단 1종도 충족되지 않았다. 명태 활용 고령친화수산식품 3종의 100 g 당 식이섬유 함량은 각각 1.56, 0.18 및 0.19 g으로, 국내 기준규격(2.5 g 이상)에 적용하였을 때 3종 모두 충족되지 않았다. 이상의 명태 활용 고령친화수산식품 3종의 100 g 당 영양성분을 국내 기준규격으로 각각 비교 검토한 결과 해시 브라운은 모두 3종(단백질, 리보플라빈 및 칼륨)의 영양성분이, 크림 그라탱은 모두 3종(단백질, 리보플라빈 및 칼슘)의 영양성분이, 야채미음도 모두 2종(단백질 및 리보플라빈)의 영양성분이 충족되었다. 따라서, 이들 명태 활용 고령친화수산식품 3종은 국내 기준규격에 제시되어 있는 9종의 영양성분(단백질 모두 6 g 이상, 비타민 A 모두 70 µg RAE 이상, 비타민 C 모두 10 mg 이상, 비타민 D 모두 1.5 µg 이상, 리보플라빈 모두 0.14 mg 이상, 나이아신 모두 1.4 mgNE 이상, 칼슘 각각 70 및 80 mg 이상, 칼륨 모두 350 mg 이상, 식이섬유 모두 2.5 g 이상) 중 해시 브라운 및 크림 그라탱의 경우 3종 이상이, 야채미음의 경우 2종 이상이 충족하였다.

이상의 명태 활용 고령친화수산식품 3종의 물리적, 영양적 및 위생적 특성에 대한 결과를 고령친화식품에 대한 식품공전(MFDS, 2023a)의 고령친화식품 기준규격에 적용하였을 때 해시 브라운, 크림 그라탱 및 야채미음과 같은 3종은 물성 조절 고령친화식품에 모두 적합, 영양 조절 고령친화식품으로 2종(해시 브라운 및 크림 그라탱)만이 적절하였고, 한국산업표준(Korean Industrial Standards, 2022)의 기준규격에 적용하였을 때 명태 해시 브라운은 치아로 섭취할 수 있는 1단계로 분류되었고, 명태 크림 그라탱의 경우 잇몸으로 섭취할 수 있는 2단계로 분류되었으며, 그리고 명태 야채미음의 경우 혀로 섭취할 수 있는 3단계의 고령친화식품으로 분류되었다.

위생적 평가

명태 활용 고령친화수산식품 3종(해시 브라운, 크림 그라탱 및 야채미음)은 모두 비살균 처리한 것이어서 이들에 대한 대장균의 수를 조사하였다. 명태 활용 고령친화수산식품 3종의 대장균 수는 모두 불검출로 나타났다. 따라서, 명태 활용 고령친화수산식품 3종은 국내 기준규격에서 제시한 비살균 고령친화식품의 위생지표세균에 대한 기준에 적합하였다. 이와 같은 결

과는 명태 활용 고령친화수산식품의 제조 공정 마지막에 도입된 유탕(180°C, 5분), 오븐(180°C, 5분), 가열처리와 같은 열처리의 영향이라 사료된다.

명태 고령친화수산식품의 이화학적 영양성분

일반성분, 염도 및 에너지

명태 활용 고령친화수산식품 3종(해시 브라운, 크림 그라탱 및 야채미음) 100 g 당의 일반성분 함량, 염도 및 에너지는 Table 2와 같다. 명태 활용 고령친화수산식품 3종의 일반성분 함량은 수분이 각각 64.4, 68.6 및 88.0 g, 조단백질이 각각 9.4, 11.4 및 6.6 g, 조지방이 각각 5.3, 7.8 및 0.5 g, 회분이 각각 1.7, 1.8 및 0.7 g, 탄수화물이 각각 19.2, 10.4 및 4.2 g으로, 해시 브라운과 크림 그라탱 간의 회분 함량을 제외한다면 3종 간의 일반성분 함량에 있어 유의적인 차이가 인정되었다($P < 0.05$). 이상의 명태 활용 고령친화수산식품의 일반성분 함량에 대한 결과로 미루어 보아 건물당 주성분은 해시 브라운, 크림 그라탱의 경우 조단백질, 조지방 및 탄수화물, 야채미음의 경우 조단백질 및 탄수화물로 판단되었다. 명태 활용 고령친화수산식품 3종의 에너지는 각각 161.8, 159.3 및 48.9 kcal이었고, 이는 한국보건복지부(MOHW, 2020)에서 제시한 65~74세의 에너지 필요추정량(남자 2,000 kcal 및 여자 1,600 kcal)에 비하여 해시 브라운의 경우 남성이 8.1%, 여성이 10.1%에 해당하였고, 크림 그라탱의 경우 남성이 8.0%, 여성이 10.0%에 해당하였으며, 야채미음의 경우 남성이 2.4%, 여성이 3.1%에 해당하였다. 명태 활용 고령친화수산식품 3종의 식염 함량은 각각 0.6, 0.7 및 0.5 g이었고, 이는 한국보건복지부(MOHW, 2016)에서 제시한 65~74세의 식염 1일 충분섭취량(남녀 3.81 g)에 비하여 각각 15.7, 18.4 및 13.1%에 해당하였다.

총아미노산

명태 활용 고령친화수산식품 3종(해시 브라운, 크림 그라탱 및 야채미음)은 100 g 당 총아미노산 함량과 조성은 Table 3과 같다. 명태 활용 고령친화수산식품 3종의 아미노산 총함량은 각각 9.06, 10.93 및 5.88 g이었고, 식품공전(MFDS, 2023a)과 한국산업표준(Korean Industrial Standards, 2022)에서 제시한 단백질 함량(6 g 이상)을 충분히 충족하였다. 또한, 조성비가 9% 이상인 주요 아미노산은 해시 브라운 및 야채미음과 같은 2종

Table 2. Proximate composition, salinity and energy of hash browns, cream gratin and vegetable porridge manufactured with Alaska pollock *Theragra chalcogramma* for the elderly

Products	Proximate composition (g/100 g)					Salinity (g/100 g)	Energy (kcal/100 g) ²
	Moisture	Crude protein	Crude lipid	Ash	Carbohydrate ¹		
Hash browns	64.4±0.4 ^{ab3}	9.4±0.1 ^b	5.3±0.4 ^b	1.7±0.1 ^b	19.2	0.6	161.8
Cream gratin	68.6±0.1 ^b	11.4±0.1 ^c	7.8±0.5 ^c	1.8±0.1 ^b	10.4	0.7	159.3
Vegetable porridge	88.0±0.3 ^c	6.6±0.1 ^a	0.5±0.0 ^a	0.7±0.1 ^a	4.2	0.5	48.9

¹Carbohydrate (%)=100-(moisture+crude protein+crude lipid+ash). ²Energy (kcal/100 g)=(Crude protein×4.27)+(Crude lipid×9.02)+(Carbohydrate×3.87). ³Different letters on the data in the column indicate a significantly different at $P < 0.05$.

의 경우 aspartic acid (각각 10.4 및 10.1%) 및 glutamic acid (모두 15.9%)와 같은 2종이었고, 크림 그라탱 1종이 glutamic acid (16.2%) 및 proline (13.2%)이었다. 또한, 필수아미노산은 아미노산 중 체내에서 합성되지 않고, 식단을 통하여 섭취하여야 하는 것으로(Hoffer, 2016), 필수아미노산 함량은 각각 4.56 g (50.3%), 4.88 g (44.7%) 및 3.05 g (51.9%)으로, 이는 전체 아미노산 총합량에 대하여 절반을 상회하는 수준이어서 영양적으로 의미가 있었다. 명태 활용 고령친화수산식품 3종은 필수아미노산 조성으로 미루어 보아 제1제한아미노산은 개별 분석을 실

시하지 않아 분석되지 않는 tryptophan을 제외한다면 모두 염기성 아미노산인 histidine이었다. 한편, 명태 활용 고령친화수산식품 3종은 곡류 제1제한아미노산인 lysine (Shewry, 2007)은 각각 0.70 g (7.7%), 0.72 g (6.6%) 및 0.46 g (7.8%)으로 필수아미노산 중 높아, 고령자들이 부식 또는 대체식으로 적정량 섭취한다면 영양균형적인 면에서 상당히 의미가 있을 것으로 판단된다.

지방산

명태 활용 고령친화수산식품 중 100 g 당의 지질 함량이 1% 이하여서 분석을 실시하지 않은 야채미음을 제외한 헤시 브라

Table 3. Total amino acid contents and composition of hash browns, cream gratin and vegetable porridge manufactured with Alaska pollock *Theragra chalcogramma* for the elderly

EAA ¹	Products ³ (g/100 g)			NEAA ²	Products (g/100 g)		
	Hash browns	Cream gratin	Vegetable porridge		Hash browns	Cream gratin	Vegetable porridge
Thr	0.45 (5.0)	0.49 (4.4)	0.30 (5.0)	Asp	0.94 (10.4)	0.90 (8.3)	0.59 (10.1)
Val	0.49 (5.4)	0.50 (4.6)	0.32 (5.5)	Ser	0.42 (4.7)	0.51 (4.7)	0.26 (4.4)
Met	0.32 (3.5)	0.35 (3.2)	0.20 (3.4)	Glu	1.44 (15.9)	1.77 (16.2)	0.94 (15.9)
Ile	0.51 (5.7)	0.55 (5.0)	0.36 (6.1)	Pro	0.39 (4.3)	1.48 (13.2)	0.25 (4.2)
Leu	0.79 (8.7)	0.85 (7.8)	0.52 (8.9)	Gly	0.42 (4.6)	0.40 (3.7)	0.28 (4.7)
Phe	0.44 (4.8)	0.52 (4.8)	0.29 (5.0)	Ala	0.56 (6.2)	0.55 (5.1)	0.37 (6.3)
His	0.25 (2.8)	0.29 (2.7)	0.17 (2.9)	Cys	0.05 (0.5)	0.06 (0.5)	0.03 (0.6)
Lys	0.70 (7.7)	0.72 (6.6)	0.46 (7.8)	Tyr	0.28 (3.1)	0.41 (3.7)	0.11 (1.9)
Arg	0.61 (6.7)	0.61 (5.6)	0.43 (7.3)	Sub-total	4.50 (49.7)	6.08 (55.4)	2.83 (48.1)
Sub-total	4.56 (50.3)	4.88 (44.7)	3.05 (51.9)	Total	9.06 (100.0)	10.93 (100.1)	5.88 (100.0)

¹EAA, Essential amino acid. ²NEAA, Non-essential amino acid. ³The value of parenthesis means percentage of each amino acid content to total amino acid content.

Table 4. Fatty acid contents and compositions of hash browns, cream gratin and vegetable porridge manufactured with Alaska pollock *Theragra chalcogramma* for the elderly

Fatty acid	Products (mg/100 g)		Fatty acid	Products (mg/100 g)	
	Hash browns	Cream gratin		Hash browns	Cream gratin
12:0	3.6 (0.1)	91.9 (1.4)	20:1n-9	93.6(1.9)	9.1 (0.1)
13:0	- ¹	5.0 (0.1)	Monoenoic	3,009.6 (60.9)	1,293 (19.8)
14:0	4.8 (0.1)	843.5 (12.9)	18:2n-6	1,003.2 (20.3)	202.2 (3.1)
15:0	-	33.1 (0.5)	18:3n-6	74.4 (1.5)	11.3 (0.2)
16:0	193.2 (3.9)	2,268.6 (34.4)	18:3n-3	486.0 (9.8)	18.4 (0.3)
17:0	-	50.2 (0.8)	20:3n-6	-	2.0 (tr ²)
18:0	48.0 (1.0)	464.5 (7.1)	20:5n-3	21.6 (0.4)	517.6 (8.2)
20:0	73.2 (1.5)	29.6 (0.5)	22:6n-3	20.4 (0.4)	715.0 (10.9)
22:0	3.6(0.1)	-	Polyenoic	1,605.6 (32.4)	1,466.5 (22.4)
Saturated	326.4 (6.7)	3,766.4 (57.7)	n-6	1,077.6 (21.8)	215.5 (3.3)
14:1n-5	-	26.6 (0.4)	n-3	528.0 (10.6)	1,251.0 (19.1)
16:1n-7	9.6 (0.2)	75.6 (1.2)	TFA ³	4,941.6 (100.0)	6,545.9 (99.9)
18:1n-9	2,906.4 (58.8)	1,181.7 (18.1)	TL (g/100 g) ⁴	5.3 (93.2)	7.8 (83.3)

¹-, Not detected. ²trace, Less than 0.5 mg/100 g. ³TFA, Total fatty acid. ⁴TL, Total lipid contents (g) of samples (100 g).

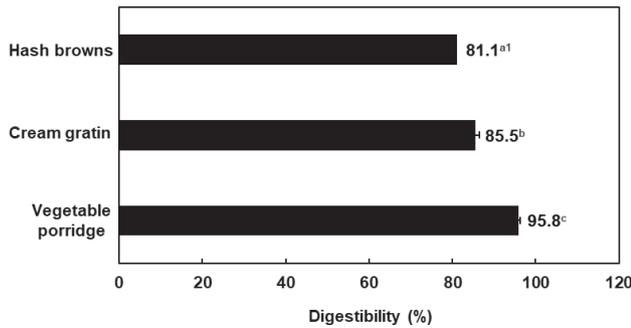


Fig. 1. Digestibility of hash browns, cream gratin and vegetable porridge using Alaska pollock *Theragra chalcogramma* for senior-friendly foods. ¹Different letters on the data in the column indicate a significantly different at $P < 0.05$.

운 및 크림 그라탱의 지방산 함량과 조성은 Table 4와 같다. 명태 활용 해시 브라운 및 크림 그라탱의 경우 총지질을 구성하는 지방산은 각각 14 및 18종으로 동정되었고, 이들 중 조성비가 흔적 정도인 것은 크림 그라탱만이 1종이었다. 명태 해시 브라운의 지방산 함량은 4,941.6 mg이었고, 모노엔산 60.9% (3,009.6 mg), 폴리엔산(32.4%, 1,605.6 mg) 및 포화산(6.7%, 326.4 mg)의 순으로 조성되었으며, 주요 지방산의 종류, 이의 함량 및 조성은 18:1n-9 (각각 2,906.4 mg, 58.8%), 18:2n-6 (1,003.2 mg, 20.3%)와 같은 2종이었다. 명태 크림 그라탱의 지방산 함량은 6,545.9 mg이었고, 포화산 57.7% (3,766.4 mg), 폴리엔산(22.4%, 1,466.5 mg), 모노엔산(19.8% 1,293.0 mg)의 순으로 조성되었으며, 주요 지방산의 종류, 이의 함량 및 조성은 14:0 (각각 843.5 mg, 12.9%), 16:0 (각각 2,268.6 mg, 34.4%), 18:1n-9 (각각 1,181.7 mg, 18.1%), 22:6n-3 (각각 715.0 mg, 10.9%)와 같은 4종이었다. 이와 같이 명태 활용 해시 브라운 및 크림 그라탱 2종 간에 주요 지방산 조성에 차이가 있는 것은 명태 해시 브라운의 경우 명태 및 대두유가 주영향이었으며, 이 중 명태의 경우 폴리엔산의 비율이 50% 이상을 차지하고 있고, 대두유의 경우 모노엔산의 비율이 대부분을 차지하고 있기 때문에 위와 같은 지방산 조성을 나타내었다고 판단되었다(Matthaus and Ozcan, 2014). 또한 명태 크림 그라탱의 경우 명태 이외에도 휘핑크림 및 우유가 주영향으로, 포화산의 비율이 약 60% 이상을 차지하는 유지방의 지방산과 비슷한 조성을 나타내었다(Chen et al., 2004).

소화율

식품공전(MFDS, 2023a)과 한국산업표준(Korean Industrial Standards, 2022)에서는 고령친화수산물식품을 고령자의 식품 섭취나 소화 등을 돕기 위하여 식품의 물성을 조절하거나 소화에 용이한 성분이나 형태가 되도록 처리하거나, 영양성분을 조정하여 제조 및 가공한 식품으로 정의하고 있다. 이를 근거로 명태 활용 고령친화수산물식품 3종(해시 브라운, 크림 그라탱 및 야

채미음)의 소화율을 살펴보았다(Fig. 1). 명태 활용 고령친화수산물식품 3종의 소화율은 각각 81.1, 85.5 및 95.8%이었다. 이와 같이 명태 활용 고령친화수산물식품 3종 간의 소화율에 대한 차이는 제조 과정 중의 처리 방법에 따른 차이 때문이라 판단되었다. 이와 같은 소화율의 결과로 미루어 보아 명태 활용 고령친화수산물식품 3종은 고령인들이 섭취하였을 때 소화에 대한 우려는 없을 것으로 사료된다.

References

- AOCS (American Oil Chemists' Society). 1990. AOCS Official Method Ce 1b-89 (4th Ed). AOCS, Champaign, IL, U.S.A.
- AOAC (Association of Official Analytical Chemists). 2000. Official Methods of Analysis (17th Ed). Association of Official Analytical Chemists, Washington D.C., U.S.A.
- Bligh EG and Dyer WJ. 1959. A rapid method of total lipid extraction and purification. *Can J Biochem Physiol* 37, 911-917. <https://doi.org/10.1139/o59-099>.
- Campo L and Tovar C. 2008. Influence of the starch content in the viscoelastic properties of surimi gels. *J Food Eng* 84, 140-147. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2007.05.011>.
- Chen S, Bobe G, Zimmerman S, Hammond EG, Luhman CM, Boylston TD, Freeman AE and Beitz DC. 2004. Physical and sensory properties of dairy products from cows with various milk fatty acid compositions. *J Agric Food Chem* 52, 3422-3428. <https://doi.org/10.1021/jf035193z>.
- Choi NS. 2022. Investigation of the preparation and cooking methods of Eungi in the eighteenth, nineteenth, and twentieth centuries. *J Korean Soc Food Cult* 37, 310-323. <https://doi.org/10.7318/KJFC/2022.37.4.310>.
- Food Struct. 2024. Encyclopedia of Food & Nutrition Focused on Comparison. Retrieved from <https://foodstruct.com> on Nov 06, 2024.
- Golden CD, Allison EH, Cheung WWL, Dey MM, Halpern BS, McCauley DJ, Smith M, Vaitla B, Zeller D and Myers SS. 2016. Nutrition: Fall in fish catch threatens human health. *Nature* 534, 317-320. <https://doi.org/10.1038/534317a>.
- Hoffer LJ. 2016. Human protein and amino acid requirements. *J Parenteral Enteral Nutr* 40, 460-474. <https://doi.org/10.1177/0148607115624084>.
- Hur SJ, Lee SK, Kim YC and Choi IW. 2015. Development of *in vitro* human digestion models for health functional food research. *Food Sci Ind* 45, 40-49. <https://doi.org/10.23093/FSI.2012.45.4.40>.
- Jang MS, Oh JY, Kim PH, Park SY, Kim YY, Kang SI and Kim JS. 2021. Preparation and quality characteristics of different mackerel *Scomber japonicas*-based processed products as senior-friendly seafoods. *J Korean J Fish Aquat Sci* 54, 703-713. <https://doi.org/10.5657/KFAS.2021.0703>.
- Jeong GW and Kim BT. 2021. The impact of imported fishery products on the price of domestic ones. *Ocean Policy Res*

- 36, 1-18. <https://doi.org/10.35372/kmiopr.2021.36.1.001>.
- 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 MR, Kim MJ, You BR and Lee JH. 2010. Effect of rice particle size on the physicochemical and nutritional properties of fish porridge. *Food Sci Preserv* 17, 117-122.
- Kim JS. 2020. Development on Processing Technology for Senior Friendly Seafoods by Controlling Rheology. National Institute of Fisheries Science report, Busan, Korea.
- Kim JS and Kang SI. 2021. Fisheries Processing for Practitioner. Soohak Publishing Co., Seoul, Korea.
- Kim SJ and Joo NM. 2015. Development of easily chewable and swallowable pan-fried flat fish for elderly. *Korean J Food Nutr* 28, 153-159. <https://doi.org/10.9799/ksfan.2015.28.1.153>.
- Kong W, Zhang T, Feng D, Xue Y, Wang Y, Li Z, Yang W and Xue C. 2016. Effects of modified starches on the gel properties of Alaska pollock surimi subjected to different temperature treatments. *Food Hydrocoll* 56, 20-28. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodhyd.2015.11.023>.
- KOSIS (Korean Statistical Information Service). 2022. Population Aging Indicators. Retrieved from <https://kosis.kr> on Nov 6, 2024.
- Korean Industrial Standards. 2022. Seniors Friendly Foods (KS H 4897). Retrieved from https://standard.go.kr/KSCI/standardIntro/getStandardSearchView.do?menuId=919&topMenuId=502&upperMenuId=503&ksNo=KSH4897&tmprKsNo=KS_H_NEW_2017_1067&reformNo=02 on May 10, 2024.
- Lee J, Fong Q and Park JW. 2016. Effect of pre-freezing treatments on the quality of Alaska pollock fillets subjected to freezing/thawing. *Food Biosci* 16, 50-55. <http://dx.doi.org/10.1016/j.fbio.2016.09.003>.
- Liu X, Zhang T, Xue Y and Xue C. 2019. Changes of structural and physical properties of semi-gel from Alaska pollock surimi during 4°C storage. *Food Hydrocoll* 87, 772-782. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2018.09.011>.
- Matthaus B and Ozcan MM. 2014. Fatty acid and tocopherol contents of several soybean oils. *Nat Prod Res* 28, 589-592. <https://doi.org/10.1080/14786419.2014.883396>.
- MFDS (Ministry of Food and Drug Safety). 2023a. 2. Common Standard and Specification for General Foods. Retrieved from http://www.foodsafetykorea.go.kr/foodcode/01_02.jsp?idx=5 on Feb 4, 2024.
- MFDS (Ministry of Food and Drug Safety). 2023b. General analytical method (salinity, mineral, vitamin A, vitamin B2, vitamin B3, vitamin C and vitamin D, dietary fiber, *E. coli*). In: Food Code. Chapter 8. Retrieved from https://www.foodsafetykorea.go.kr/foodcode/01_01.jsp on Feb 4, 2024.
- MOHW (Ministry of Health and Welfare). 2016. Dietary Reference Intakes for Koreans 2015. The Korean Nutrition Society, Seoul, Korea, 157-218.
- MOHW (Ministry of Health and Welfare). 2020. Dietary Reference Intakes for Koreans 2020. The Korean Nutrition Society, Seoul, Korea, 5-18.
- Morley JE, Argiles JM, Evans WJ, Bhasin S, Cella D, Deutz NEP, Doehner W, Fearon KCH, Ferrucci L, Hellerstein MK, Kalantar-zadeh K, Lochs H, Macdonald N, Mulligan K, Muscaritoli M, Ponikowski P, Posthauer ME, Fanelli FR, Schambelan M, Schols AMWJ, Schuster MW and Anker SD. 2010. Nutritional recommendations for the management of sarcopenia. *J Am Med Dir Assoc* 11, 391-396. <https://doi.org/10.1016/j.jamda.2010.04.014>.
- Nguyen VT, Park JW, Liqiong N, Nakazawa N, Osako K and Okazaki E. 2020. Textural properties of heat-induced gels prepared using different grades of Alaska pollock surimi under ohmic heating. *Food Sci Technol Res* 26, 205-214. <https://doi.org/10.3136/fstr.26.205>.
- OECD (Organisation for Economic Co-operation and Development). 2023. Population Aging and Projections. Retrieved from <https://www.oecd.org> on Nov 6, 2024.
- Ono M, Watari S, Nishizawa-Higashi M, Konishi T, Takahashi Y, Saeki H and Joe GH. 2023. Water-soluble protein from walleye pollock (*Gadus chalcogrammus*) suppresses LPS-induced inflammation by attenuating the expression of TLR4-MyD88 in macrophages. *Food Chem Mol Sci* 6, 100165. <https://doi.org/10.1016/j.fochms.2023.100165>.
- Pan XF, Marklund M and Wu JH. 2019. Fish consumption for cardiovascular health: Benefits from long-chain omega-3 fatty acids versus potential harms due to mercury. *Heart* 105, 1384-1385. <https://doi.org/10.1136/heartjnl-2019-315187>.
- Park JC, Hong WS, Seo JY, Nam WS and Kwon ON. 2018a. Enriched rotifer feeding efficiency in the walleye pollock *Theragra chalcogramma* depends on larval fatty acid composition. *Korean J Fish Aquat Sci* 51, 549-555. <https://doi.org/10.5657/KFAS.2018.0549>.
- Park SJ, Kim JS and Jung EK. 2018b. Institutional foodservice personnel's perception and use of care foods for elderly individuals' chewing and swallowing ability. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 47, 186-194. <https://doi.org/10.3746/jkfn.2018.47.2.186>.
- Parvathy U and Sajan G. 2014. Influence of cryoprotectant levels on storage stability of surimi from *Nemipterus japonicus* and quality of surimi-based products. *J Food Sci Technol* 51, 982-987. <https://doi.org/10.1007/s13197-011-0590-y>.
- RDA (Rural Development Administration). 2016. 9th Korean Food Composition Table. RDA, Jeonju, Korea, 22.
- Shewry PR. 2007. Improving the protein content and composition of cereal grain. *J Cereal Sci* 46, 239-250. <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2007.06.006>.
- Sim EY, Lee JY, Cho JH, Yoon MR, Kwak JE, Kim NG, Jeon YH, Lee CK, Lee JS and Hong HC. 2018. Qualify characteristics of porridge made from different Korean rice varieties.

- ies including high yield tongil-type rice. *Food Sci Preserv* 25, 651-658. <https://doi.org/10.11002/kjfp.2018.25.6.651>.
- Suh E, Choi SW and Friso S. 2016. One-carbon metabolism: An unsung hero for healthy aging. In *Molecular basis of nutrition and aging*, Academic Press, 513-522. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-801816-3.00036-4>.
- USDA (U.S. Department of Agriculture). 2023. U.S. Seafood Imports Exceeded Exports . Retrieved from <https://www.ers.usda.gov/data-products/chart-gallery/gallery/chart-detail/?chartId=108472> on Nov 06, 2024.
- Yamada K, Kajita T, Matsumiya M and Fukushima H. 2018. Evaluation of the quality of frozen surimi using suwari reaction speed and activation energy. *CyTA J Food* 16, 723-729. <https://doi.org/10.1080/19476337.2018.1460402>.
- Yoon NY, Yang JW and Kwon JY. 2023. Publication and use of Korean seafood composition table. *Food Ind Nutr* 28, 8-12.
- Zhao Y, Wei G, Li J, Tian F, Zheng B, Gao P and Zhou R. 2023. Comparative study on the effect of different salts on surimi gelation and gel properties. *Food Hydrocoll* 144, 108982. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2023.108982>.