

복어(*Lagocephalus wheeleri*) 수리미를 첨가한 어묵의 제조 및 품질특성

안병수 · 김병균¹ · 황석민 · 박노현 · 이현진 · 오광수^{2*}

경상대학교 해양식품생명과학과, ¹림스푸드, ²경상대학교 해양식품생명과학과/농업생명과학연구원

Processing and Quality of Natural-tasting Steamed Fish Paste Containing Unwashed Pufferfish *Lagocephalus wheeleri* Surimi

Byeong-Soo Ahn, Byeong-Gyun Kim¹, Seok-Min Hwang, No-Hyun Park, Hyun-Jin Lee and Kwang-Soo Oh^{2*}

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

¹Rims Food Corp., Seongnam 13557, Korea

²Department of Seafood and Aquaculture Science/Institute of Agriculture and Life Science, Gyeongsang National University, Tongyeong 53064, Korea

To develop natural-tasting fish paste from the pufferfish *Lagocephalus wheeleri*, steamed pufferfish paste (SPP) was prepared and its optimal processing conditions, quality metrics, and shelf-life characteristics were examined. SPP was produced by thawing golden threadfin *Nemipterus virgatus* surimi (FA grade), then adding 10% unwashed pufferfish surimi (PS), 1.5% salt, 8.0% wheat starch, 0.25% calcium carbonate, 0.25% sugar, 0.75% sorbitol, 0.25% polyphosphate, and 12.0% pufferfish hot-water extract (Brix 10°). The meat was ground with a Stephan mixer, molded at low temperature (18°C, 10 h), vacuum packed in a laminated plastic film bag, heat treated with hot water (95°C, 50 min), and cooled. As the amount of PS added increased, the whiteness, gel strength, and shear strength of the SPP decreased slightly. However, the SPP folding test showed no deterioration in the texture. In the sensory evaluation, the SPP received a higher rating for taste, smell, and overall taste than commercial Japanese pufferfish Kamaboko. The total amino acid content of the SPP was 10,262.6 mg/100 g; the major amino acids were aspartic acid, glutamic acid, alanine, valine, leucine, lysine, and arginine. The free amino acid content was 133.0 mg/100 g; the major amino acids were taurine, glutamic acid, glycine, alanine, cystine, and lysine.

Key words: Fish paste, Golden threadfin, Kamaboko, Pufferfish, Surimi

서 론

복어는 우리나라 연근해에 약 40여종이 서식하고 있으며, 단 일어종으로는 보기 드물게 연간 10,000톤 이상 소비되는 국내 최고 인기어종 중의 하나이다. 복어는 육이 투명하고 식미가 뛰어나며, 가식부위에 lysine, glutamic acid, aspartic acid 및 glycine 등이 풍부하게 함유되어 있는 등 맛과 영양적인 면에서 매우 우수한 어종이다. 또한 복어는 지방 함량이 극히 적고, 그 열수추출물은 숙취 후 간 해독효과와 같은 기능특성도 지니고 있으므로(Kim et al., 1994a), 고부가가치화를 추구하

는 어묵과 같은 수산가공식품에 대한 첨가소재로서의 활용가치도 매우 높을 것으로 생각된다. 국내 수산연제품의 시장 규모는 5,000억원대 이상으로 연평균 약 5% 이상의 증가율을 보이고 있으며, 현대화된 위생시설에서 매년 소비자의 기호도에 맞춰 새로운 고품질의 프리미엄급 어묵을 개발, 시판하고 있다. 따라서 향후 다양한 기능성과 천연맛 성분을 함유하고 있는 소재들을 첨가한 고품질 어묵제품은 소비자들의 기호에 맞는 건강 기능성 식품으로서의 발전 전망이 매우 높다고 할 수 있다. 반면 어묵의 주원료인 명태와 실꼬리돔 수리미는 자원부족, 어장 입어료와 소요 자재비의 상승, 원양어업 규제강화 등으로 인한

*Corresponding author: Tel: +82. 55. 772. 9144 Fax: +82. 55. 772. 9149

E-mail address: ohks@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.2019.0562>

Korean J Fish Aquat Sci 52(6), 562-570, December 2019

Received 23 October 2019; Revised 17 November 2019; Accepted 4 December 2019

저자 직위: 안병수(연구원), 김병균(부사장), 황석민(연구원), 박노현(대학생), 이현진(대학생), 오광수(교수)

원료부족 현상이 심각해지고 있어 수리미 대체소재에 대한 필요성도 점차 높아지고 있다. 또한 수리미는 수세공정을 통해 맛 성분인 엑스분과 무기염류 등이 대부분 제거되어 어육 본연의 천연맛 발현에는 한계가 있다. 지금까지 어묵 제품의 다양화와 기능성 고부가가치 어묵을 개발하기 위하여 수행된 연구로는 Koo et al. (2001)의 팽이버섯을 함유한 어묵, Park et al. (2004)의 양파 에탄올 추출물을 첨가한 튀김어묵, Park et al. (2006)의 미더덕을 함유한 어묵, Cho and Kim (2011)의 홍어 분말을 함유한 어묵의 품질 특성, Seo and Cho (2012)의 새우분말을 첨가한 어묵, Choi et al. (2012)의 미더덕 껍질 분말을 함유한 어묵, Choi and Kim (2012)의 겔 강화제를 첨가한 대왕오징어 어묵, Park (2013)의 복어 분말의 첨가가 어묵의 품질에 미치는 영향, 그리고 Shin et al. (2014)의 콩치 어육을 이용하여 제조한 어묵의 가공 및 품질특성에 관한 연구 등이 있으며, Kim et al. (2014, 2016)은 동해산 도루묵 육을 첨가한 어묵과 홍게다릿살 분말을 첨가한 어묵의 제조 및 품질특성에 대한 연구 결과를 보고한 바 있다.

본 논문은 냉동수리미 원료의 대체자원 발굴과 인공향미소재를 사용하지 않고 어육 본연의 풍미를 발현시킬 수 있는 천연맛 어묵을 개발하기 위한 연구로서 가공적성 면에서 수리미 소재로 적합하다고 판단되는 복어 비수세수리미 및 정미강화용 복어추출물을 첨가한 복어어묵의 가공조건과 품질특성에 대하여 살펴보았다.

재료 및 방법

재료

원료로 사용한 복어는 어획 즉시 선상동결하여 선도가 극히 양호한 은밀복(rough-backed pufferfish *Lagocephalus wheeleri*; 체장 29.5-30.7 cm, 체중 336- 386 g)을 구입하여 실험에 사용하였다. 본 실험에 사용된 냉동수리미는 FA 급 실꼬리돔(*Nemipterus virgatus*) 수리미(Kaiko Co., Mumbai, Indonesia)로 국내 H 기업에서 제공받아 복어어묵 제조용 주소재로 사용하였으며, 부원료로 사용한 탄산칼슘(Hansuk International LTD., Seoul, Korea), 설탕(CJ Cheiljedang, Incheon, Korea), 솔비톨(Baekgyung Co., Busan, Korea), 인산염(MSC Co., Yangsan, Korea), 식염(Hanju Co., Ulsan, Korea) 및 밀전분(Yeongjin-mulsan, Seoul, Korea)은 식품첨가물급으로 구입하여 실험에 사용하였다. 그리고 품질비교용 시판 복어 찢어묵(Muradaminoru Co., Shimonoseki, Japan)은 일본 후쿠오카시의 마트에서 최상급 제품으로 구입하여 실험에 사용하였다.

복어의 제독처리

원료 은밀복의 제독처리는 먼저 해동한 복어의 점액과 이물질을 3% 식염수로 깨끗이 제거한 후, 각 지느러미를 떼어내고 코 앞부분의 관절과 주둥이를 잘라낸 다음 껍질을 벗겨 내었다. 그

리고 배 부분의 점막과 내장 일체, 잔존 혈액을 깨끗이 제거한 다음 아가미와 옆구리 뼈, 턱뼈를 잘라 제거하고 눈알을 적출하였다. 다음 머리를 절단하여 2등분하고, 어체는 척추골을 중심으로 절단하여 fish frame과 육편을 취한 후 2등분한 머리와 함께 흐르는 깨끗한 찬물에 5시간 정도 담구어 제독처리를 실시하였다. 수침이 끝난 복어 필레와 2등분한 머리 및 fish frame 등 처리잔사는 깨끗한 면포로 물기를 제거한 다음 각각 실험에 사용하였다.

정미강화용 복어 처리잔사 열수추출물의 조제

물리적 제독처리한 머리와 fish frame에 약 10배량의 물을 가하여 98°C에서 4시간 동안 약불에서 열수추출하였으며, 열수 추출 후 냉각 및 여과포를 이용하여 여과한 다음 고형물의 농도가 Brix 10°가 되도록 농축하여 은밀복처리잔사 열수추출물(이하 복어추출물)을 조제하였다. 얻어진 복어추출물의 수율은 610 ± 12 mL/kg이었다.

복어 비수세수리미의 제조

제독처리한 은밀복 필레를 초퍼(chopper)로 초핑(chopping)한 후 동결변성방지제인 솔비톨과 인산염을 복어 초핑육에 대해 각각 4.0 및 0.2% (w/w) 첨가하여 Stephan mixer (UMC 5 Electronic Co. LTD, Germany)로 20분간 고기갈이하였다. 다음 PE 플라스틱필름 주머니에 일정량씩 담아 진공포장하여 -20°C의 동결고에 저장하였다. 일반적으로 수리미 제조시 수세공정을 통하여 어취 제거, 수용성단백질, 지방 및 무기염류와 같은 육중의 탄력저해인자와 동결변성 촉진인자를 제거하는데 이때 대부분의 맛성분도 함께 소실되어 어육 본연의 풍미 발현에는 한계가 있다(Park et al., 2000). 그러나 복어의 경우 지방함량

Table 1. Formula of supplementary materials for the steamed pufferfish *Lagocephalus wheeleri* paste

	Product (%)		
	C	PK-5	PK-10
Golden threadfin surimi (FA)	81.3	77.4	73.2
Pufferfish surimi	-	3.9	8.1
CaCO ₃	0.2	0.2	0.2
Sugar	0.2	0.2	0.2
Sorbitol	0.6	0.6	0.6
Polyphosphate	0.2	0.2	0.2
NaCl	1.2	1.2	1.2
Wheat starch	6.5	6.5	6.5
Water	9.8	-	-
Pufferfish extract (Brix 10°)	-	9.8	9.8
Total	100.0	100.0	100.0

C, control; PK-5, steamed pufferfish paste-5 ; PK-10, steamed pufferfish paste-10.

이 극히 적고 비린내와 같은 어취성분이 거의 없으므로 맛성분의 소실을 방지하기 위하여 수세공정을 생략하였다.

복어어묵 시제품의 제조

복어 비수세수리미를 첨가한 어묵(이하 복어어묵) 시제품들은 다음과 같은 제조 공정에 따라 제조하였다. 즉, FA 급 실꼬리돔 수리미에 대하여 반해동시킨 복어 비수세수리미를 중량 대비 5 및 10% (w/w)씩 각각 혼합한 후 식염만을 첨가하여 Stephan mixer로 약 10분간 초벌갈이하였다. 초벌갈이를 마친 수리미에 대하여 Table 1과 같은 부재료들을 첨가하여 10분간 두벌갈이한 다음 PE 스킨필름 주머니에 300 g씩 담아 직육면체의 스테인리스스틸 성형틀(60×185×25 mm)에 충전하였다. 이를 18±1°C에서 10시간 자연응고시킨 후, 성형틀에서 꺼내어 CPP/PVDC/PE 복합필름으로 진공포장한 후 95±2°C에서 50분간 열탕살균 및 냉각처리하여 복어 비수세수리미 5% 첨가 어묵(PK-5) 및 10% 첨가어묵(PK-10)을 제조하였다. 한편 복어 비수세수리미 및 복어추출물을 첨가하지 않고 동일공정으로 제조한 것을 대조구로 하였으며, 이들 시료 복어어묵을 4±1°C에 저장하면서 실험에 사용하였다. 이때 복어 비수세수리미의 첨가량은 경제성 및 첨가시 물성의 저하 등을 고려하여 최대첨가량을 전체 수리미의 10% 이내로 제한하였고, 수리미에 대한 각 부원료의 배합비는 예비실험 및 어묵 생산현장에서 적용하고 있는 배합비를 참고하여 결정하였다.

일반성분

일반성분의 함량은 상법(KSFSN, 2000a)에 따라 수분은 상압가열건조법, 조단백질은 semi-micro Kjeldahl법, 조지방은 Soxhlet 추출법, 회분은 건식회화법으로 측정하였다.

pH, 휘발성염기질소, 아미노질소 및 생균수

pH는 시료 어묵에 10배량의 순수수를 가하여 균질기(Ultra Turrax T25, IKA, Janke & Kunkel GmbH Co., Germany)로 균질화한 후 pH meter (Fisher basic, Fisher Sci. Co., USA)로 측정하였고, 휘발성염기질소(volatile basic nitrogen, VBN)는 conway unit를 사용하는 미량화산법(KSFSN, 2000b), 아미노질소(NH₂-N) 함량은 formol 적정법(Ohara, 1982a)으로 측정하였다. 생균수는 APHA (1970)의 표준한천평판배양법에 따라 35±0.5°C에서 24-48시간 배양하여 나타난 집락수를 계측하였고, 배지는 표준한천평판배지를 사용하였다.

Tetrodotoxin 추출과 독성검사

원료 복어 필레, 처리잔사 및 복어추출물의 tetrodotoxin 추출과 독성검사는 Kawabata (1978) 및 식품공전(KFDA, 2017)의 복어독 시험법에 따라 실시하였다. 독성의 계산은 살아남은 마우스를 포함한 마우스의 중앙치사시간으로부터 MU를 구하였고, 얻어진 MU에 희석배수와 추출비를 곱하여 검체 1 g (mL) 당의 MU를 구하였다.

독성(MU/g)=

치사시간 및 체중보정에 의한 MU×희석배수×추출비

색조 및 백색도

시료 어묵을 절단한 후 절단면의 L 값(명도), a 값(적색도), b 값(황색도) 및 ΔE 값(color difference, 색차)을 직시색차계(ZE-2000, Nippon Denshoku LTD., Japan)로 측정하였고, 백색도(whiteness)는 백색도 지표인 L-3b (Park, 2005)를 이용하여 계산하였다. 이 때 표준백판(standard plate)의 L, a 및 b 값은 각각 96.83, -0.42 및 0.63이었다.

겉강도, 전단력 및 절곡검사

겉강도는 Sun rheometer (CR-100D, Sun Scientific Co., Tokyo, Japan)를 이용하여 측정하였다. 2.5×2.5×2.0 cm의 크기로 절단한 어묵의 절단면에 직경 5 mm의 plunger를 놓고 60 mm/min의 속도로 시료대를 상승시키면서 어묵 표면이 파열되기 직전 plunger에 가해진 하중(g)과 심도(深度)의 깊이(cm)를 각각 측정하여 다음 하중×깊이(g·cm)로 나타내었다. 전단력은 No.8 절단용 knife adaptor를 사용하여 2 cm 두께의 시료 어묵을 절단하는데 필요한 하중(g)으로 나타내었다. 절곡검사(folding test)는 시료 어묵을 3 mm 두께로 잘라 네 겹으로 곱쳐서 균열이 생기지 않으면 AA, 두 겹으로 곱쳐서 균열이 생기지 않으면 A, 네 겹으로 곱쳐서 1/2 이하로 균열이 생기면 B, 두 겹으로 곱쳐서 전체에 균열이 생기면 C로 표시하였다.

관능검사 및 통계처리

찐어묵의 관능적 특성에 익숙하도록 훈련된 20-30대 남자 6명과 여자 3명 등 총 9명의 panel을 구성하여 대조구, 복어어묵 시제품 및 시판 복어어묵의 맛, 조직감, 냄새 및 종합적 기호도에 대하여 5단계 평점법(5, 아주 좋음; 4, 좋음=대조구 기

Table 2. Proximate composition, pH and volatile basic nitrogen (VBN) content of rough-backed pufferfish *Lagocephalus wheeleri* fillet and processing scrap

Sample	Proximate composition (g/100 g)				pH	VBN (mg/100 g)
	Moisture	Crude protein	Ash	Crude lipid		
Fillet	79.0±0.2 ^b	16.9±0.1 ^b	1.0±0.1 ^a	0.8±0.1 ^a	6.5±0.0 ^a	9.1±0.2 ^b
Processing scrap	76.2±1.4 ^a	10.1±0.3 ^a	9.5±0.1 ^b	0.7±0.1 ^a	6.9±0.2 ^b	7.1±0.5 ^a

^{a-b}Means with different superscript in the same column significantly differ at P<0.05.

준; 3, 보통; 2, 나뭇; 1, 아주 나뭇)으로 평가하였다. 실험 결과는 SPSS system (Statistical Package, SPSS Inc., USA)을 이용하여 ANOVA test 및 Duncan's multiple range test로 P<0.05 수준에서 시료간의 유의성을 검정하였다(Kim et al., 1993; Han, 1999).

지방산, 총아미노산 및 무기질

지방산 조성은 Bligh and Dyer (1959)의 방법에 따라 시료 어묵의 총지질을 추출하고, AOCS (1990) official method에 준하여 검화 및 methylester 화시킨 다음, iso-octane을 가해 지방산을 분리시켜 capillary column (Supelco Japan Ltd., Japan)이 장착된 GC (gas chromatography; Shimadzu Co., Japan)로 분석하였다. GC의 분석조건은 Kim et al. (1994b)의 방법과 같고, 각 구성지방산의 동정은 표준품과의 머무름시간 비교 및 equivalent chain length (Ackman, 1989)법에 의해 동정하였다. 총아미노산은 시료에 6.0 N HCl 용액을 넣어 heating block (HF 100, Yamato Co., Japan)으로 24시간 분해시킨 후 감압건조하고 0.20 M sodium citrate buffer (pH 2.20)로 정용한 후 아미노산 자동분석기(Biochrom 30, Biochrom. LTD, England)로 분석하였다. 무기질은 시료에 진한 HNO₃ 용액을 가해 습식분해(Ohara, 1982b)시킨 후 ashless filter paper (Toyo 5B, Toyo Co., Japan)로 여과하여 일정량으로 정용한 다음, inductively coupled plasma (ICP) atomic emission spectrometer (Atomscan 25, TJA Co., USA)로 Na, K, Ca, Mg, Fe, Cu, Zn, S 및 P의 함량을 분석하였다.

엑스분의 추출 및 유리아미노산

시료에 3배량의 70% ethanol 용액을 가하여 균질기(Ultra Turrax T25, IKA, Janke & Kunkel GmbH Co., Germany)로 균질화한 후 8,000 rpm에서 15분간 원심분리하였다. 이 상등액과 이 조작을 2회 더 반복하여 얻은 상등액을 모아 감압농축한 후 증류수로 일정량 정용하였고, 여기에 제단백을 위해 5'-sulfosalicylic acid를 10% 정도 첨가하여 하룻밤 방치한 다음 여과하여 유리아미노산 분석용 엑스분을 추출하였다. 유리아미노산 및 관련화합물은 시료 엑스분을 일정량 취해 감압건조한 다음 0.20 M lithium citrate buffer (pH 2.20)로 일정량 정용한 후 아미노산 자동분석기(Biochrom 30, Biochrom. LTD, England)로 분석하였다.

Table 3. Toxicity of rough-backed puffer *Lagocephalus wheeleri* fillet, processing scrap and processing scrap extract

Sample	Mouse weight (g)	Death time (min.)	Toxicity (MU/g)
Fillet	19.6±0.1	Live	<6 (Non-toxic)
Processing scrap	20.8±0.2	Live	<6 (Non-toxic)
Processing scrap extract	19.9±0.2	Live	<6 (Non-toxic)

결과 및 고찰

은밀복의 부위별 성분조성 및 독성

제독처리한 은밀복 필레와 처리잔사의 일반성분, pH 및 휘발성염기질소(VBN) 함량을 측정한 결과는 Table 2와 같다. 복어 필레와 처리잔사의 수분, 조단백질, 회분 및 조지방 함량은 각각 79.0%, 16.9%, 1.0%, 0.4% 및 76.2%, 10.1%, 9.5%, 0.7%로 필레 부분은 대체로 처리잔사에 비해 수분과 조단백질 함량이 많은 반면, 처리잔사는 회분 함량이 다소 많았다. 복어 필레의 pH는 6.5로서 처리잔사의 6.9에 비해 다소 낮은 반면, 선도와 어취의 지표성분인 VBN 함량은 9.1 mg/100 g로 처리잔사의 7.1 mg/100 g에 비해 다소 많았다.

복어 필레, 처리잔사 및 복어추출물 등 원료소재의 tetrodotoxin 독성을 마우스시험법으로 측정한 결과는 Table 3과 같다. 이들의 tetrodotoxin 독성은 모두 마우스 생존(6 MU/g 이하)으로 복어독 기준(무독, 10 MU/g 이하)에 의거하여 무독한 것으로 판명되었으며(Arakawa, 1998), 복어어묵용 원료소재로 안전함을 확인하였다.

복어어묵의 성분조성 및 품질특성

대조구(C), 복어어묵 PK (steamed pufferfish paste)-5 및 PK-10, 그리고 복어어묵이 10% 포함된 일본 국내시판 복어찜어묵 JPK (steamed Japanese pufferfish paste; Muradaminoru Co., Shimonoseki, Japan)의 일반성분 함량을 측정한 결과는 Table 4와 같다. 대조구와 복어어묵 시제품 2종의 일반성분 조성은 수분 69.8-70.5%, 조단백질 10.5-11.1%, 조지방 0.8-1.0% 및 회분은 1.9-2.0%로 복어 수리미의 첨가량에 따른 일반성분 조성의 차이는 거의 없었다. 본 시제품을 JPK와 비교하면 수분 및 회분 함량은 다소 낮았고, 조단백질 함량은 서로 비슷하였다. 이러한 제품 간의 일반성분 조성 차이는 주로 어묵제조시 첨가하는 수분량, 전분의 종류 및 첨가량에 의한 것으로 생각되었다.

대조구, 복어어묵 PK-5, PK-10 및 JPK의 pH, VBN 및 아미노질소 함량, 잔존 생균수를 측정한 결과는 Table 5와 같다. 시

Table 4. Proximate composition of the steamed pufferfish *Lagocephalus wheeleri* paste products (g/100 g)

Products ¹	Proximate composition			
	Moisture	Crude protein	Crude lipid	Ash
C	70.5±0.2 ^b	10.5±0.3 ^a	1.0±0.1 ^c	2.0±0.0 ^a
PK-5	70.0±0.1 ^a	11.1±0.5 ^a	0.8±0.0 ^b	1.9±0.1 ^a
PK-10	69.8±0.2 ^a	10.9±0.3 ^a	0.9±0.1 ^{bc}	2.0±0.1 ^a
JPK	74.2±0.2 ^c	11.1±0.2 ^a	0.2±0.1 ^a	2.3±0.1 ^b

¹Refer to the comment in Table 1. ^{a-c}Means with different superscript in the same column significantly differ at P<0.05. C, control; PK-5, steamed pufferfish paste-5; PK-10, steamed pufferfish paste-10; JPK, steamed Japanese pufferfish paste.

료 어묵의 pH는 6.56-6.60 범위로 복어 수리미의 첨가량에 따른 pH의 차이는 거의 없었으나, JPK의 pH는 7.1로 본 시제품에 비해 다소 높았다. pH는 수리미 육의 보수성이나 어묵의 탄력 형성에 영향을 미치는 중요한 인자의 하나로 알려져 있다.

VBN 함량은 12.1-15.5 mg/100 g 범위로 복어수리미의 첨가량이 증가함에 따라 약간씩 증가하는 경향을 나타내었는데, 이는 비수세수리미의 첨가에 따른 것으로 복어어묵 특유의 향기발현에 어느 정도 기여할 것으로 보인다. 반면 JPK의 VBN 함량은 11.6 mg/100 g로 대조구와 비슷하였다. 어패류의 맛에 관여하는 유리아미노산의 함량을 간접적으로 알 수 있는 아미노질소 함량은 59.5-67.2 mg/100 g로 비수세수리미의 첨가량이 증가함에 따라 복어어묵의 아미노질소 함량은 약간씩 증가하는 경향을 나타내었는데, 이로 미루어 복어추출물과 비수세수리미의 첨가는 복어어묵의 정미성 강화에 상당히 기여할 것으로 생각되었다. JPK의 아미노질소 함량은 76.8 mg/100 g로 본 시제품에 비해 다소 높았는데, 이는 부원료로 첨가한 조미료(MSG)에 기인한 것으로 보인다. 시료 복어어묵들의 잔존생균수는 각각 $(1.2-1.7) \times 10^3$, $(1.4-1.8) \times 10^3$, $(1.7-1.9) \times 10^3$ 및 $(1.7-1.9) \times 10^3$ CFU/g으로 서로 비슷하였다. 이는 상시제품 모

두 포장 후 95°C 부근에서 45-50분간의 열처리를 받았기 때문이며, 식중독균의 발육한계온도인 10°C 이하의 저온에서 저장할 경우 복어어묵 제품의 위생학적 안전성 유지에는 문제가 없을 것으로 보인다.

대조구, 복어어묵 PK-5, PK-10 및 JPK의 절단면에 대한 색조와 백색도를 직시색차계로 측정된 결과는 Table 6과 같다. 명도는 대조구가 72.0으로 가장 높았고, PK-10이 67.6으로 가장 낮아 복어 비수세수리미의 첨가량이 증가함에 따라 L값이 감소하는 반면, 적색도, 황색도 및 색차는 복어 수리미의 첨가량이 증가할수록 약간씩 증가하는 경향으로 복어 비수세수리미의 첨가량이 어묵의 색조에 약간 영향을 주는 것을 알 수 있었다. 이는 팽이버섯을 첨가한 어묵(Koo et al., 2001), 양파 에탄올추출물을 첨가한 어묵(Park et al., 2004), 새우 분말을 첨가한 어묵(Seo and Cho, 2012), 마 분말을 첨가한 어묵(Kim and Byun, 2009) 및 홍어 분말을 첨가한 어묵(Cho and Kim, 2011)에서 부재료 첨가량이 증가할수록 명도는 감소한 반면, 적색도와 황색도는 증가했다는 연구 결과와 유사하였다. 한편 백색도 역시 대조구가 53.7로 가장 높았고, PK-5 및 PK-10은 각각 43.5 및 42.1로 복어 비수세수리미의 첨가량이 증가할수록 백색도가 다소 감소하는 것으로 나타났다.

대조구, 복어어묵 PK-5, PK-10 및 JPK의 겔강도, 전단력 및 절곡검사 등 texture profile을 측정된 결과는 Table 7과 같다. 조직감은 식품의 풍미를 결정하는 아주 중요한 요소로 어묵의 품질을 결정하는 주요 인자가 된다(Akahance and Shimizu, 1990). 대조구, 복어어묵 PK-5 및 PK-10의 겔강도는 각각 505.8, 482.4 및 479.9 g·cm로 대조구가 가장 높았으며, PK-10이 가장 낮았으나 시제품 간에 유의적 차이는 없었다. 즉 복어 비수세수리미의 첨가량이 복어어묵의 조직감에 약간의 영향을 미친 것으로 보이나, 관능적으로 인지할 만한 수준의 겔강도 저하는 없었다. 복어어묵 시료의 전단력은 각각 319.2, 260.6, 252.0 및 307.1 g으로 겔 강도의 경우와 유사한 경향을 나타내었다. 어묵의 유연성과 탄력성을 나타내는 절곡검사(folding test)는 시료 복어어묵 모두 AA로 측정되어 복어 비수세수리미의 첨가는 어묵의 유연성과 탄력성과 같은 질적 변화에 거의 영향을 미치지 않음을 알 수 있었다.

Table 5. pH, volatile basic nitrogen (VBN) and amino-N (NH₂-N) contents, and viable cell count of the steamed pufferfish *Lagocephalus wheeleri* paste products

Products ¹	(g/100 g)			
	pH	VBN (mg/100 g)	NH ₂ -N (mg/100 g)	Viable cell count (CFU/g)
C	6.56±0.01 ^a	12.1±0.2 ^a	59.5±0.9 ^a	1.2-1.7×10 ³
PK-5	6.57±0.00 ^a	15.0±0.1 ^b	65.0±1.2 ^b	1.4-1.8×10 ³
PK-10	6.60±0.01 ^b	15.5±0.2 ^b	67.2±1.1 ^b	1.7-1.9×10 ³
JPK	7.10±0.01 ^c	11.6±1.0 ^a	76.8±2.1 ^c	1.5-1.9×10 ³

¹Refer to the comment in Table 1 and 4. ^{a-c}Means with different superscript in the same column significantly differ at P<0.05. C, control; PK-5, steamed pufferfish paste-5; PK-10, steamed pufferfish paste-10; JPK, steamed Japanese pufferfish paste.

Table 6. Color values and whiteness of the steamed pufferfish *Lagocephalus wheeleri* paste products

Products ¹	Color values				Whiteness ²
	L	a	b	ΔE	
C	72.0±0.0 ^d	-1.6±0.0 ^b	6.1±0.1 ^b	25.2±0.0 ^a	53.7±0.2 ^c
PK-5	68.4±0.1 ^b	-1.5±0.1 ^b	8.3±0.0 ^c	29.4±0.1 ^c	43.5±0.3 ^b
PK-10	67.6±0.0 ^a	-1.3±0.0 ^c	8.5±0.1 ^d	30.0±0.0 ^d	42.1±0.3 ^a
JPK	70.6±0.1 ^c	-3.7±0.1 ^a	3.8±0.1 ^a	26.6±0.1 ^b	59.2±0.3 ^d

¹Refer to the comment in Table 1 and 4. ²L-3b. ^{a-d}Means with different superscript in the same column significantly differ at P<0.05. C, control; PK-5, steamed pufferfish paste-5; PK-10, steamed pufferfish paste-10; JPK, steamed Japanese pufferfish paste.

Table 7. Texture profiles analysis of the steamed pufferfish *Lagocephalus wheeleri* paste products

Products ¹	Gel strength (g·cm)	Shearing force (g)	Folding test
C	505.8±6.7 ^b	319.2±7.1 ^b	AA
PK-5	482.4±7.3 ^a	260.6±9.0 ^a	AA
PK-10	479.9±9.9 ^a	252.0±11.1 ^a	A-AA
JPK	509.6±4.3 ^b	307.1±4.5 ^b	AA

¹Refer to the comment in Table 1. ^{a-b}Means with different superscript in the same column significantly differ at P<0.05. C, control; PK-5, steamed pufferfish paste-5; PK-10, steamed pufferfish paste-10; JPK, steamed Japanese pufferfish paste.

대조구, 복어어묵 PK-5 및 PK-10을 시판 프리미엄급 일본산 복어어묵 JPK와 비교하여 관능적 품질특성, 즉 어묵의 맛, 조직감(식감), 냄새 및 종합적인 기호도를 5단계평점법으로 관능 검사한 결과는 Table 8과 같다. 맛, 냄새 및 종합적인 기호도 면에서 PK-5 및 PK-10은 대조구에 비해 높은 평점을 받아 복어 비수세수리미 첨가 효과를 확인할 수 있었으며, PK-10의 경우 풍미면에서 JPK와 비교하여도 손색이 없었다. 반면 식감 면에서는 PK-5 및 PK-10의 경우 JPK에 비해 약간 낮은 평점을 받았으나, 각 제품 간에 유의적인 차이는 없는 것으로 나타났다.

복어어묵의 저장 중 품질안정성

본 복어어묵 시제품 중 PK-10의 저장 중 품질안정성을 살펴 보기 위해 4±1°C에서 30일간 저장하면서 생균수, 휘발성염기 질소(VBN), 백색도, 켈강도, 절곡검사 및 관능적 식감의 변화를 살펴본 결과는 Table 9와 같다. 4±1°C에서 30일간의 저장 중 PK-10은 내외관 즉 포장재 팽창, slime 발생 등 내용물의 이상 현상이 발생하지 않았으며, 잔존생균수도 제조 직후와 비교하여 큰 변화가 없었다. VBN 함량도 15.5 mg/100 g에서 16.7 mg/100 g로 약간 증가하였으나, 증가폭이 매우 미미하여 제조 직후의 신선도와 품질이 4±1°C에서 30일 동안 양호하게 유지됨을 확인하였다. 한편 어묵의 주요 품질인자인 백색도도 저장

중 변화가 없어 갈변이 진행되지 않음을 알 수 있었고, 켈강도는 제조 직후의 479.9 g·cm에서 저장 30일째에 492.1 g·cm로 약간 증가하였고, 절곡검사는 제조 직후의 AA에서 AA-A로 약간 저하하였다. 이는 저장 중 조직감이 약간 단단해지며 유연성과 탄력성이 감소한 것으로 주된 원인은 복어어묵 제조시 첨가한 소맥전분의 노화에 일부 기인한 것으로 생각되었다. 또한 저장 중 복어어묵의 식감에 대한 관능검사 결과, 전분의 노화가 진행됨에 따라 식감에 대한 평점이 약간 저하하였으나 유의적 차이는 없었다.

복어어묵의 영양 및 맛성분

실꼬리돔 수리미, 복어 비수세수리미 및 복어어묵 PK-10에서 추출한 총지질의 지방산 조성을 분석한 결과는 Table 10과 같다. 이들의 지방산 조성비는 약간의 차이는 있었지만 포화산이 각각 37.6, 36.4 및 37.0%, 모노엔산이 각각 15.1, 14.3 및 16.0%, 그리고 포화산이 각각 47.3, 49.3 및 47.0%로 20:5n-3과 22:6n-3 같은 n-3계의 고도불포화지방산을 주성분으로 하는 폴리엔산의 조성비가 월등히 높았다. 주요 구성지방산의 조성비 역시 서로 비슷하였으며, 16:0, 22:6n-3, 20:5n-3, 18:1n-9, 16:4n-3, 18:1n-9 및 16:1n-7 등의 순으로 조성비가 높았다. 수산물 중의 고도불포화지방산은 영양학적 기능특성 뿐만 아니라, 식품의 감칠맛 및 향미에 영향을 미친다는 연구 결과도 보고되어 있다(Yamamoto et al., 2009; Ho et al., 1989).

실꼬리돔 수리미, 복어 비수세수리미 및 복어어묵 PK-10의 총아미노산 조성을 분석한 결과는 Table 11과 같다. 총아미노산 함량은 각각 17,818.7, 14,569.0 및 10,262.6 mg/100 g로 실꼬리돔 수리미의 함량이 가장 많았으며, 복어어묵이 가장 적었다. 주요 구성 아미노산은 시료에 따라 다소 차이는 있으나 aspartic acid, glutamic acid, alanine, valine, leucine, lysine 및 arginine 등이 주요 구성 아미노산이었다. 이외의 아미노산도 대부분 고루 함유되어 있어 복어어묵의 아미노산 조성이 우수함을 확인하였다.

원료인 실꼬리돔 수리미, 복어 비수세수리미 및 복어어묵 PK-10의 무기질 조성을 분석한 결과는 Table 12와 같다. 이들 시료의 주요 무기질은 각각 Na (91.7-235.7 mg/100 g), P (69.6-80.7 mg/100 g), K (44.0-59.0 mg/100 g), Ca (42.0-53.5 mg/100 g) 및 S (37.1-40.3 mg/100 g) 등으로 시료 종류에 따라

Table 8. Sensory evaluation of the steamed pufferfish *Lagocephalus wheeleri* paste products

Products ¹	Sensory items ²			
	Taste	Texture	Odor	Over-all acceptance
C	4.0	4.0	4.0	4.0
PK-5	4.2±0.2 ^a	3.8±0.3 ^a	4.2±0.2 ^a	4.1±0.3 ^a
PK-10	4.5±0.2 ^a	3.8±0.2 ^a	4.2±0.3 ^a	4.3±0.2 ^a
JPK	4.5±0.2 ^a	4.2±0.2 ^a	4.2±0.2 ^a	4.3±0.2 ^a

¹Refer to the comment in Table 1. ²5 scale score, 5: very good, 4: good=product C (standard score), 3: acceptable, 2: poor, 1: very poor. Means (n=9) within each column followed by the same letter are not statistically different (P<0.05). C, control; PK-5, steamed pufferfish paste-5; PK-10, steamed pufferfish paste-10; JPK, steamed Japanese pufferfish paste.

Table 9. Changes in viable cell count, volatile basic nitrogen (VBN) content, whiteness, gel strength, folding test and organoleptic texture of the steamed pufferfish *Lagocephalus wheeleri* paste PK-10¹ during storage at 4±1°C

Storage days	Viable cell count (CFU/g)	VBN (mg/100 g)	Whiteness ²	Gel strength (g·cm)	Folding test	Organoleptic texture ³
0	(1.4-1.8)×10 ³	15.5±0.2 ^a	42.1±0.3 ^a	479.9±9.9 ^a	AA	3.8±0.2 ^a
15	(1.1-2.0)×10 ³	15.9±0.4 ^a	42.2±0.2 ^a	483.0±5.5 ^a	AA	3.7±0.4 ^a
30	(1.5-3.0)×10 ³	16.7±0.4 ^a	42.0±0.2 ^a	492.1±5.5 ^a	A-AA	3.5±0.2 ^a

¹Refer to the comment in Table 1. ²L-3b. ³5 scale score, 5: very good, 4: good, 3: acceptable, 2: poor, 1: very poor. ^aMeans with different superscript in the same column significantly differ at P<0.05.

다소의 차이를 보였는데, 특히 복어어묵의 Na 함량은 어묵 제조시 첨가한 식염의 영향으로 원료 수리미에 비해 2배 이상 많았다. 한편 S의 경우 비교적 함량이 많았는데 함황화합물의 역치가 0.02-0.33 ppb로 매우 낮기 때문에 가열처리시 유리된 양이 미량이라도 어묵의 구수한 향미 생성에 영향을 미칠 것으로 보인다(Oda et al., 1981).

복어추출물(pufferfish extract, PE), 실꼬리돔 수리미, 복어 비수세수리미 및 복어어묵 PK-10의 유리아미노산 함량을 분석한 결과는 Table 13과 같다. PE의 유리아미노산 총량은 297.3 mg/100 g로 taurine, hydroxyproline, serine, glutamic acid,

Table 10. Fatty acid composition of total lipid separated from golden threadfin *Nemipterus virgatus* surimi (GS), rough-backed pufferfish *Lagocephalus wheeleri* surimi (PS) and steamed pufferfish paste (PK-10)

(Area%)			
Fatty acids	GS	PS	PK-10
14:0	2.2	1.4	1.7
15:0	1.1	0.9	0.5
16:0	23.9	23.0	23.7
17:0	1.2	1.8	1.2
18:0	8.7	9.0	9.5
20:0	0.5	0.3	0.4
Saturates	37.6	36.4	37.0
16:1n-7	3.5	3.1	3.6
18:1n-9	9.7	9.7	10.6
20:1n-9	0.2	0.3	0.2
22:1n-7	1.7	1.2	1.6
Monoenes	15.1	14.3	16.0
16:2n-9	0.4	0.5	0.4
18:2n-6	2.5	2.9	3.2
20:2n-6	0.3	0.1	0.1
18:3n-3	1.5	0.9	1.6
16:4n-1	0.1	0.1	0.3
18:4n-3	0.4	0.3	0.3
20:4n-6	2.2	2.4	2.4
20:4n-3	3.5	5.9	2.6
20:5n-3	13.9	11.5	13.2
22:5n-3	2.2	2.4	2.0
22:6n-3	20.3	22.3	20.9
Polyenes	47.3	49.3	47.0

Table 11. Total amino acid contents of golden threadfin *Nemipterus virgatus* surimi (GS), rough-backed pufferfish *Lagocephalus wheeleri* surimi (PS) and steamed pufferfish paste (PK-10)

(mg/100 g)			
Amino acids	GS	PS	PK-10
Aspartic acid	2,028.4 (11.3)	1,531.2 (10.5)	1,080.4 (10.5)
Threonine	866.6 (4.9)	750.9 (5.2)	523.9 (5.1)
Serine	743.6 (4.2)	661.5 (4.5)	464.3 (4.5)
Glutamic acid	2,953.7 (16.6)	2,297.6 (15.8)	1,993.0 (19.4)
Proline	1,675.0 (9.3)	693.4 (4.8)	270.6 (2.6)
Glycine	665.5 (3.7)	728.5 (5.0)	468.7 (4.6)
Alanine	1,023.2 (5.7)	951.3 (6.5)	640.9 (6.2)
Valine	808.9 (4.5)	831.5 (5.7)	626.5 (6.1)
Methionine	528.9 (3.0)	461.6 (3.2)	319.7 (3.1)
Isoleucine	730.1 (4.1)	701.0 (4.8)	486.3 (4.7)
Leucine	1,433.3 (8.5)	1,243.3 (8.5)	870.8 (8.5)
Tyrosine	590.7 (3.3)	380.6 (2.6)	209.6 (2.1)
Phenylalanine	647.1 (3.6)	611.3 (4.2)	441.9 (4.3)
Histidine	380.8 (2.1)	383.1 (2.6)	248.1 (2.4)
Lysine	1,715.5 (9.7)	1,429.5 (9.8)	998.8 (9.7)
Arginine	1,027.4 (5.7)	912.7 (6.3)	619.1 (6.0)
Total	17,818.7 (100.0)	14,569.0 (100.0)	10,262.6 (100.0)

Table 12. Mineral contents of golden threadfin *Nemipterus virgatus* surimi (GS), rough-backed pufferfish *Lagocephalus wheeleri* surimi (PS) and steamed pufferfish paste (PK-10)

(mg/100 g)			
Minerals	GS	PS	PK-10
Ca	42.0±1.4	53.5±0.7	45.1±0.6
K	44.0±0.2	59.0±1.1	47.5±0.3
Mg	3.9±0.1	7.2±0.4	2.4±0.0
Na	91.7±1.2	109.2±2.1	235.7±5.9
Fe	10.1±0.5	8.3±0.7	8.0±0.3
Cu	0.1± 0.0	0.1±0.0	0.1±0.0
Zn	1.7±0.2	0.4±0.1	0.2±0.0
P	73.8±0.8	80.7±2.3	69.6±0.9
S	40.3±1.1	37.1±1.6	39.6±0.5

Table 13. Free amino acid contents of rough-backed pufferfish *Lagocephalus wheeleri* extract (PE), golden threadfin *Nemipterus virgatus* surimi (GS), rough-backed pufferfish surimi (PS) and steamed pufferfish paste (PK-10)

(mg/100 g)

Amino acids	PE	GS	PS	PK-10
Phser ¹	2.0 (0.7)	0.2 (0.4)	1.1 (0.4)	0.7 (0.5)
Taurine	64.0 (21.5)	13.2 (27.7)	88.8 (30.0)	33.5 (26.3)
Phea ¹	3.4 (0.2)	0.1 (0.2)	0.3 (0.1)	0.1 (0.1)
Urea	10.5 (3.5)	- (-)	- (-)	- (-)
Aspartic acid	0.2 (0.1)	tr (-)	tr (-)	tr (-)
Hypro ¹	73.9 (24.9)	- (-)	- (-)	0.9 (0.7)
Threonine	5.6 (1.7)	- (-)	tr (-)	tr (-)
Serine	7.3 (2.4)	0.3 (0.6)	1.9 (0.7)	1.0 (0.7)
Glutamic acid	8.2 (2.8)	20.0 (41.9)	57.9 (19.6)	53.8 (40.0)
Proline	7.5 (2.5)	tr (-)	1.6 (0.5)	1.0 (0.7)
Glycine	15.1 (5.1)	2.7 (5.7)	41.3 (14.0)	9.2 (6.8)
Alanine	17.8 (6.0)	0.7 (1.5)	30.9 (10.4)	4.8 (3.6)
Valine	2.7 (0.9)	0.2 (0.4)	1.5 (0.5)	3.2 (2.4)
Cystine/2	0.2 (0.1)	2.2 (4.6)	11.2 (3.8)	5.2 (3.9)
Methionine	1.7 (0.6)	0.2 (0.4)	0.6 (0.2)	0.5 (0.4)
Isoleucine	2.1 (0.8)	0.2 (0.4)	1.2 (0.4)	0.9 (0.7)
Leucine	3.7 (1.2)	0.4 (0.8)	2.2 (0.7)	1.2 (0.9)
Tyrosine	2.3 (0.8)	0.3 (0.6)	1.3 (0.4)	1.0 (0.7)
Phenylalanine	3.0 (1.0)	0.5 (1.1)	3.3 (1.1)	1.5 (1.1)
Homocys	- (-)	0.4 (0.8)	1.6 (0.5)	0.7 (0.5)
γ-ABA ¹	1.8 (0.6)	0.4 (0.8)	2.5 (0.9)	1.0 (0.7)
Ethanolamine	3.6 (1.2)	0.2 (0.4)	1.4 (0.5)	1.2 (0.9)
Ornithine	7.6 (2.5)	0.1 (0.2)	0.4 (0.1)	0.5 (0.5)
Lysine	39.8 (13.)	4.6 (9.6)	42.0 (14.2)	11.1 (8.2)
Histidine	3.0 (1.0)	0.2 (0.4)	0.5 (0.2)	0.3 (0.2)
Arginine	10.3 (3.4)	0.6 (1.3)	3.0 (1.0)	2.4 (1.8)
Total	297.3 (100.0)	46.9 (100.0)	293.0 (100.0)	133.0 (100.0)

¹Phser, phosphoserine; Phea, phosphoethanolamine; Hypro, hydroxyproline; Homocys, homocystathionine; γ-ABA, γ-Aminobutyric acid; tr, trace.

proline, glycine, alanine, ornithine, lysine 및 arginine 등이 주요 유리아미노산이었다. 이중 다량 검출된 hydroxyproline은 열수추출 중 처리잔사에서 용출된 콜라겐 단백질에서 유래된 것으로 생각된다. 실포리돔 수리미, 복어 비수세수리미 및 복어 어묵 PK-10의 유리아미노산 총량은 각각 46.9, 293.0 및 133.0 mg/100 g로 복어 비수세수리미가 함량이 가장 많았으며, 제조 중 수세 공정을 거친 실포리돔 수리미가 가장 적었다. 유리아미노산의 조성은 원료 수리미 2종과 PK-10 사이에 절대함량에서 상당한 차이를 보였으나 대체로 taurine, glutamic acid glycine, alanine, cystine 및 lysine 등이 주요 유리아미노산이었다.

사 사

본 과제는 교육부의 재원으로 지원을 받아 수행된 사회맞춤형 산학협력 선도대학(LINC+) 육성사업의 연구결과입니다.

References

- Ackman RG. 1989. Capillary gas-liquid chromatography. Elsevier Applied Pub Co. Inc., New York, NY, U.S.A., 137-149.
- Akahance Y and Shimizu Y. 1990. Effects of setting incubation on the water-holding capacity of salt-ground fish meat and its heated gel. Bull Japanese Soc Sci Fish 56, 139-146

- AOCS (American Oil Chemists' Society). 1990. AOCS official method Ce 1b-89. In: Official methods and recommended practice of the AOCS, 4th ed, AOCS, Champaign, IL, U.S.A.
- APHA (American Public Health Association). 1970. Recommended procedures for the bacteriological examination of sea water and shellfish. 3rd ed., Am Pub Health Assoc Inc., New York, NY, U.S.A., 17-24.
- Arakawa O. 1998. Toxicity of pufferfish in Korea. J Korean Fish Soc 33, 168-178.
- Bligh EG and Dyer WJ. 1959. A rapid method of total lipid extraction and purification. Can J Biochem Physiol 37, 911-917.
- Cho HS and Kim KH. 2011. Quality characteristics of fish paste containing skate (*Raja kenoi*) powder. J East Asian Soc Dietary Life 21, 808-813.
- Choi SY, Cho EY, Lee KE, Song ES, Park SY and Lee SC. 2012. Preparation and quality analysis of fish paste containing *Styela clava* tunic. J Korean Soc Food Sci Nutr 41, 1591-1595. <http://dx.doi.org.10.3746/jkfn.2012.41.11.1591>.
- Choi SH and Kim SM. 2012. Development of giant squid (*Octopus bartramii*) surimi-based products with gel texture enhancers and the effects of setting on gel quality. J Korean Soc Food Sci Nutr 41, 975-981. <http://dx.doi.org.10.3746/jkfn.2012.41.7.975>.
- Han HS. 1999. Statistic data analysis. Chungmungak, Seoul, Korea.
- Ho CT, Bruecher LJ, Zhang Y and Chiu EM. 1989. Thermal generation of aromas. American Chemical Society, ed., Washington DC, U.S.A., 105.
- Kawabata T. 1978. Tetrodotoxin. In: Standard methods of analysis in food safety regulation, chemistry-II. Japanese Food Hygiene Association, ed., Tokyo, Japan, 232-240.
- KFDA (Korean Food and Drug Administration). 2017. Korea food code. In: Chapter 7.9.10. Pufferfish toxin test method. Korean Food and Drug Administration, Seoul, Korea.
- Kim BM, Kim DS, Jeong IH and Kim YM 2014. Quality of steam cooked surimi gel prepared using sandfish *Arctoscopus japonicus* meat. Korean J Fish Aquat Sci 47, 474-481. <http://dx.doi.org/10.5657/KFAS.2014.0474>.
- Kim BM, Jung JH, Jung MJ, Kim DS, Jun JY and Jeong IH. 2016. The quality characteristics and processing of fish paste containing red snow crab *Chionoecetes japonicus* leg-meat powder. Korean J Fish Aquat Sci 49, 1-6. <http://dx.doi.org/10.5657/KFAS.2016.0001>.
- Kim DH, Kim DS and Choi JW. 1994a. Effect of puffer fish extract on hepatic alcohol metabolizing enzyme system in alcohol-treated rat. J Korean Soc Food Sci Nutr 23, 181-186.
- Kim DS, Koizumi C, Chung BY and Cho KS. 1994b. Studies on the lipid contents and fatty acid composition of anchovy sauce prepared by heating fermentation. J Korean Fish Soc 27, 469-475.
- Kim JS and Byun GI. 2009. Making fish paste with yam (*Dioscorea japonica thumb*) powder and its characteristics. Korean J Culinary Research 15, 57-69.
- Kim KO, Kim SS, Sung RK and Lee YC. 1993. Sensory evaluation method and application. Sinkwang Pub Co., Seoul, Korea.
- Koo SG, Ryu YK and Hwang YM. 2001. Quality characteristics of fish meat paste containing mushroom (*Flammulina velutipes*). J Korean Soc Food Nutr 30, 288-291.
- KSFSN (Korean Society of Food Science and Nutrition). 2000a. Handbook of experimental in food science and nutrition. In: Chapter 2. Analysis of food proximate composition. Hyoil Pub Co., Seoul, Korea.
- KSFSN (Korean Society of Food Science and Nutrition). 2000b. Handbook of experimental in food science and nutrition. In: Chapter 9. 5. Measurement of food freshness. Hyoil Pub Co., Seoul, Korea.
- Oda S, Tokunaga D, Ishikawa M, Motosugi M, Yoshii H and Yoshimatsu H. 1981. Chemistry and masking of fish odor. Koseishakoseikak, Tokyo, Japan, 37.
- Ohara T. 1982a. Food analysis handbook. In: Chapter II. 2. D. 4. Formol titration method. Kenpakusha, Tokyo, Japan.
- Ohara T. 1982b. Food analysis handbook. In: Chapter II. 5. B. Quantitative analysis of minerals. Kenpakusha, Tokyo, Japan.
- Park HY, Cho YJ, Oh KS and Goo JK. 2000. Applied fisheries processing. In: Chapter 9. Fish meat paste products. Suhypub Co., Seoul, Korea.
- Park ID. 2013. Quality characteristics of fish paste containing *Lagocephalus lunaris* powder. Korean J Food Culture 28, 657-663.
- Park SM, Lee BB, Hwang YM and Lee SC. 2006. Quality properties of fish paste containing *Styela clava*. J Korean Soc Food Sci Nutr 35, 908-911.
- Park YK, Kim HJ and Kim MH. 2004. Quality characteristics of fried paste added with ethanol extract of onion. J Korean Soc Food Sci Nutr 33, 1049-1055.
- Seo JS and Cho HS. 2012. Quality characteristics of fish paste with shrimp powder. Korean J Food Preserv 19, 519-524.
- Shin YH, Shin MY and Lee KH. 2014. Quality characteristics of fish cake made with saury (*Cololabis saira*) fish meat. J East Asian Soc Dietary Life 24, 654-663.
- Yamamoto T, Watanabe U, Fujimoto M and Sako N. 2009. Taste preference and nerve response to 5'-inosine monophosphate are enhanced by glutathione in mice. Chem Senses 34, 809-818. <http://dx.doi.org/10.1093/chemse/bjp070>.