

명란의 등급별 관능적 및 이화학적 품질 특성 비교

정효빈 · 차장우 · 윤인성¹ · 이정석² · 허민수^{2,3} · 정은정⁴ · 김진수^{1,2*}

덕화푸드 기업부설연구소, ¹경상대학교 해양식품생명과학과/해양산업연구소, ²경상대학교 수산식품산업화 기술지원센터, ³경상대학교 식품영양학과/해양산업연구소, ⁴창신대학교 식품영양학과

Comparisons of the Sensory and Physicochemical Characterizations of Alaska Pollock *Theragra chalcogramma* Roe by Grade

Hyo-Pin Jeong, Jang Woo Cha, In Seong Yoon¹, Jung Suck Lee², Min Soo Heu^{2,3}, Eun-Jeong Jeong⁴ and Jin-Soo Kim^{1,2*}

Research and Development Institute, Deok-Hwa Food, Busan 49277, Korea

¹Department of Seafood and Aquaculture Science/Institute of Marine Industry, Gyeongsang National University, Tongyeong 53064, Korea

²Research Center for Industrial Development of Seafood, Gyeongsang National University, Tongyeong 53064, Korea

³Department of Food and Nutrition/Institute of Marine Industry, Gyeongsang National University, Jinju 52828, Korea

⁴Department of Food Science and Nutrition, Changshin University, Changwon 51352, Korea

The present study compared the sensory and physicochemical characterizations of Alaska pollock *Theragra chalcogramma* roe according to the L, M, S, 2S, KA, KB, KC, and G grades. The mean weights of the Alaska pollock roe were 81.2 g (74.1-85.7 g) in the L grade, 48.4 g (41.1-54.8 g) in the M grade, 38.6 g (33.5-45.6 g) in the S grade, 29.3 g (25.7-34.2 g) in the 2S grade, 45.7 g (41.4-50.0 g) in the KA grade, 41.4 g (37.7-46.1 g) in the KB grade, 38.3 g (36.0-42.6 g) in the KC grade, and 15.0 g (14.2-15.6 g) in the G grade. The results of the sensory (transparency, physical damage, texture, and odor) and physicochemical (moisture, amino nitrogen and volatile basic nitrogen contents, Hunter redness, and texture) evaluations revealed that, in the normal group, the quality of Alaska pollock roe was highest in the L grade followed by the M, S, and 2S grades whereas, in the cut-group order, the quality was highest in the KA grade followed by the KB, KC, and G grades. The present results suggest that the L, M, S, 2S, KA, and KB grades could be used for high-quality Alaska pollock roe products.

Key words: Alaska pollock, *Theragra chalcogramma*, Roe, Alaska pollock roe, Alaska pollock roe grade

서론

명태는 동물계 척삭동물문 조기어강 대구목 대구과(Gadiiformes Gadidae)에 속하는 한류성 어종으로, 세계에서 가장 큰 단일어종 수산물이다(Smith, 1981). 이들 명태는 어미 명태로부터 산란된 후 3-4년이 지나 성장을 하여 산란을 하고(Kim and Kim, 1990; Hintermeister, 2017), 그 시기는 12월부터 익년 4월까지이다. 한편, 정상 명란은 수분 함량이 70% 이하로 아주 낮아 상대적으로 고형물 함량이 높다. 따라서, 명란은 고단백 식품이어서(Hintermeister, 2017), 필수아미노산 함량이 많

고(Bechtel et al., 2007), 여러 가지 성인병과 뇌학습에 효과가 있는 것으로 널리 알려져 건강기능식품으로 판매량이 가장 많은 오메가-3 지방산인 eicosapentaenoic acid (EPA, 20:5n-3) 및 docosahexaenoic acid (DHA, 22:6n-3) (Alimuddin et al., 2007; Meeren et al., 2009)이 등 풍부하며 (National Rural Resources Development Institute, 2007), 비타민도 풍부하여 단백질과 지방 대사, 노화 방지, 피부 트러블 등에 관한 기능 효과도 있는 것으로 알려져 있다(Hintermeister, 2017). 이로 인하여 명란은 국내에서 고품질의 것은 주로 명란 젓갈로 이용되고 있고, 저급품의 것은 주로 알탕, 기타 명란 함유 고추장, 마요네즈,

*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.2019.0199>

Korean J Fish Aquat Sci 52(3), 199-208, June 2019

Received 25 March 2019; Revised 9 April 2019; Accepted 17 April 2019

저자 직위: 정효빈(대리), 차장우(대리), 윤인성(대학원생), 이정석(학술연구교수), 허민수(교수), 정은정(조교수), 김진수(교수)

조미김 등의 소재와 같이 다양하게 이용되고 있다.

한편, 명란은 1) 알의 손상, 성숙도, 색 등을 모두 고려한 정상란과 비정상란으로, 2) 알의 성숙도에 따라 미숙란, 완숙란, 과숙란 등으로, 3) 손상 유무에 따라 정상란과 절단란으로, 4) 색에 따라 정상란과 흑란, 기타(갈색, 녹색 등)란 등으로 분류되고, 등급화되어 유통되고 있다(Tsuyuki and Fuke, 1978; Hazime and Mizuo, 2008, Balaban et al., 2012a; Chen et al., 2016; Park et al., 2019).

명란은 대부분이 미국과 러시아에서 생산되고 있고, 이들의 대부분이 일본에서 유통되고 있으며, 한정된 양만이 한국으로 수입되고 있다(Chen et al., 2016; Alaska Pollock Marketing Institute, 2017). 이 때 수입되는 명란은 상자 위에 언급한 등급의 형태로 표기하여 유통되고 있다. 그러나, 명란의 품질에 의한 등급화는 소비국들인 일본과 한국, 그리고 생산국인 미국, 러시아 등에서 절실히 필요한 사항이나, 국내외 모두 국가기관 또는 공신력을 가진 단체에서 제시한 분류와 기준을 가지고 있지 않다. 이로 인하여 명란의 등급은 단지 제조회사에서 임의적으로 부여한 등급으로 활용되고 있는 정도에 그치고 있어, 등급에 따른 품질이 균일하지 않다. 따라서, 명란을 효율적으로 이용하기 위하여는 반드시 표기 등급별 품질 특성에 대한 검토가 필요하다.

한편, 명란에 관한 연구는 대부분이 명란 젓갈에 관한 연구에 치중되어 있고, 원료 명란에 관한 연구는 Chiou et al. (1989)의 맛성분에 관한 연구, Manabe et al. (1998)와 Fujioka et al. (1999)에 의한 환경조건에 따른 맛성분의 변화, Hintermeister (2017)에 의한 생산 시기별 영양 성분의 특성 비교, Ueda et al. (2009)의 소비자 기호도에 관한 연구, Balaswamy et al. (2010)의 염농도 침지에 의한 변화, Balaban et al. (2012a; 2012b)의 중량 및 색에 의한 품질 예측, Alaska Pollock Marketing Institute (2017)에 의한 생산, 수출 및 수입량 등과 같은 유통 통계량, Bechtel et al. (2007)과 Rao (2014)의 미숙 명란의 고도 이용을 위한 기초 조사 등이 있으나, 명란의 등급별 품질 특성에 대한 연구는 찾아볼 수가 없다.

본 연구는 명란의 등급에 따른 관능적, 물리화학적 품질 특성을 서로 간에 비교하여 살펴보았다.

재료 및 방법

재료

원료 명란은 2015-2017년에 명태로부터 채취한 러시아산을 부산광역시 소재 D사로부터 무게(외란)를 달리한 정상란 4종 19건[L 등급 6건(65-90 g), M 등급 5건(40-65 g), S 등급 5건(25-40 g), 2S 등급 3건(15-25 g)], 절단란 3종 10건[KA 등급 3건(절단 정도 10% 내외), KB 등급 4건(절단 정도 20% 내외), KC 등급 3건(절단 정도 30% 내외)], 미숙란 1종 3건(G 등급)과 같은 총 8종 32건을 실험에 사용하였다.

여기서 실험에 사용한 명란은 자연해동(20°C 내외에서 12시간)한 것으로 하였고, 각각의 시료는 박스에 표기된 등급의 것 중 여기에 상응하는 것을 분리하여 사용하였다.

이후 본 논문에서 명란은 난막에 함유되어 있는 알의 덩어리 상태의 것으로, 알은 난막에 함유되어 있는 알만의 것으로 정의하여 언급하였다.

관능검사

관능검사는 9인의 관능요원이 투명도, 물리적 손상도, 조직감, 냄새와 같은 관능항목에 대하여 평가항목을 다음과 같이 설정하여 평가하였다. 즉, 투명도에 대한 평가항목은 탁함과 투명함으로, 물리적 손상에 대한 평가항목은 있음과 없음으로, 조직감에 대한 평가항목은 탄력 있음과 없음으로, 냄새에 대한 평가항목은 느끼지 못함과 느낌으로 설정하였다. 관능검사 결과는 관능요원이 가장 많이 선택한 평가항목으로 나타내었다.

수분

수분은 AOAC (1995)법에서 언급한 상압가열건조법으로 측정하였다.

아미노질소

아미노 질소는 식품공전(MFDS, 2019)의 제7. 일반시험법 2. 식품성분시험법 2.1 일반성분시험법, 2.1.3 질소화합물, 2.1.3.2 아미노산질소에서 언급한 홀몰적정법(Sørensen법)으로 실시하였다.

휘발성염기질소

휘발성염기질소는 Kapute et al. (2012)이 언급한 방법에 따라 conway unit를 사용하는 미량확산법으로 측정하고, 계산하였다.

적색도

원료 명란의 색 특성은 동결 명란을 해동하고, 분란시킨 다음 이를 헌터 색차계(ZE 2000, Nippon Denshoku Industries Co., Tokyo, Japan)의 부속 용기에 용기에 담고, 헌터색차계로 10° 렌즈를 사용하여 reflection으로 측정한 후 적색도로 나타내었다. 이 때 표준백판은 L값이 97.36, a값이 -0.36, b값이 0.32 및 ΔE값이 0.00이었다.

조직감

조직감은 Chen et al. (2016)의 방법에 따라 명란의 막을 티트러 분리한 분란을 셀(1×1×1 cm)에 높이가 0.5 cm가 되도록 담아 rheometer (CR-100D, Sun Scientific Co., Japan)로 측정하였다. 이 때 측정 조건은 mode의 경우 20, load cell (max)의 경우 2 kg, chart speed의 경우는 60 mm/min, adapter의 경우 압축·절단용(No. 01)을 설치하여 실시하였다.

결과 및 고찰

중량

등급을 달리한 명란 8종 32건[정상란 19건(L 등급 6건, M 등급 5건, S 등급 5건, 2S 등급 3건), 절단란 10건(KA 등급 3건, KB 등급 4건, KC 등급 3건), 미숙란인 G 등급 3건]의 중량을 살펴본 결과는 Table 1과 같다. 등급을 달리한 명란 8종 32건의 중량은 L 등급(6건)이 81.2 g (74.1-85.7 g), M 등급(5건)이 48.4 g (41.1-54.8 g), S 등급(5건)이 38.6 g (33.5-45.6 g), 2S 등급(3건)이 29.3 g (25.7-34.2 g), KA 등급(3건)이 45.7 g (41.4-50.0 g), KB 등급(4건)이 41.4 g (37.7-46.1 g), KC 등급(3건)이 38.3 g (36.0-42.6 g), G 등급(3건)이 15.0 g (14.2-15.6 g)이었다. 이들 명란 각 등급의 중량에 대한 평균값으로 보았을 때 명란의 중량은 L 등급이 가장 높았고, 다음으로 M, KA, KB, S, KC, 2S 등급의 순이었고, G 등급이 가장 낮았다. 그러나, 이들 명란의 중량은 M 등급과 KA 등급 간, KA 등급과 KB 등급 간, KB 등급과 KC 등급 간의 경우 유의적인 차이가 없었다($P>0.05$). 일반적으로 명란 중 절단란은 물리적 손상이 입혀졌기에 중량의 의미가 크지 않다. 한편, Balaban et al. (2012a)은 명란의 품질 등급을 외란의 무게 기준에 따라 정상란의 경우 3L (125 g 이상), 2L (90-125 g), L (65-90 g), M (40-65 g), S (25-40 g), 2S (15-25 g), KA (15 g 이상이고 20% 이하 절단란), KB 등급(15 g 이상이고 20-70% 절단란)으로 분류한 바가 있다.

이상의 명란에 대한 중량의 결과를 Balaban et al. (2012a)의 명란 분류 기준에 적용하는 경우 본 실험의 검체 명란 중 L 등급 (65-90 g)과 M 등급(40-65 g)은 각각 6건 및 5건이 모두 이 범위에 있었고, S 등급(25-40 g)은 5건 중 3건이, 2S 등급(15-25 g)은 3건 중 1건도 속하지 않았으며, KA (15 g 이상이고 20% 이하 절단란), KB (15 g 이상이고 20-70% 절단란) 등급은 각각 3건 및 4건이 모두 이들 범위에 있었다. 따라서, 명란 중 중량이 낮은 등급의 명란은 상위 등급의 명란이 많이 함유되어 있었다.

관능검사

패널에 의한 명란 8종 32건[정상란 4종 19건(L 등급 6건, M 등급 5건, S 등급 5건, 2S 등급 3건), 절단란 3종 10건(KA 등급 3건, KB 등급 4건, KC 등급 3건), 미숙란인 1종 3건(G 등급 3건)]의 투명성, 물리적 손상도, 조직감 및 냄새에 대하여 관능적으로 살펴본 결과는 Table 2와 같다.

명란 8종 32건의 투명도는 정상란 4종 19건 모두와 절단란 3종 10건 모두에서 볼 수가 있었으나, 미숙란 3건 모두에서 볼 수 없었다. 일반적으로 명란은 성숙도에 따라 투명도에 차이가 있어 미숙란의 경우 대체로 불투명하고, 막이 두꺼우며, 완숙란의 경우 투명하고, 막의 두께가 적절하며, 과숙란의 경우 아주 투명하고, 막이 얇은 것으로 알려져 있다(Chen et al., 2016).

명란 8종 32건의 물리적 손상도는 정상란 4종 19건과 미숙란 3건 모두가 존재하지 않았으나, 절단란 3종 10건의 경우 정도에 차이가 있었으나 모두 절단되어 있었다. 한편, Park et al.

Table 1. Weight (single roe) of Alaska pollock *Theragra chalcogramma* roes by grade

Criterion	Grade ¹	Code	Weight (g)		Criterion	Grade	Code	Weight (g)		
			Value	Mean				Value	Mean	
Normal	L	1	85.7	81.2±4.1 ¹²	Normal	2S	1	25.7	29.3±4.4 ^b	
		2	84.1				2	34.2		
		3	81.2				3	28.0		
		4	74.1				KA	1		41.4
		5	79.3					2		45.6
		6	82.6					3		50.0
	M	1	48.8	48.4±5.5 ^e	Cut	KB	1	37.7	41.4±3.6 ^{cd}	
		2	52.1				2	42.1		
		3	41.1				3	39.5		
		4	54.8				4	46.1		
		5	45.0				KC	1		42.6
		1	45.6					2		36.0
S	S	2	33.5	38.6±4.7 ^c	Immature	G	3	36.3	15.0±0.7 ^a	
		3	36.8				1	14.2		
		4	40.6				2	15.6		
		5	36.3				3	15.2		

¹Classification by roe weight, L (65-90 g), M (40-65 g), S (25-40 g), 2S (15-25 g); Cut degree of roe, KA, KB and KC (Cut in 10, 20, 30 percentage, respectively, of the eggs); G, immatured roe. ²Difference letters on the mean data indicate a significant difference at $P<0.05$.

(2019)은 명란 KC 등급으로 표기된 블록(block)의 등급별 구성 비율을 살펴본 결과 정상란이 65.4%이었고, 다음으로 절단란(16.6%), 과숙란(10.0%), 담즙란(6.8%), 미숙란(0.8%), 흑란(0.4%) 등의 순이었다고 보고한 바가 있다. 따라서, 동결 명란의 구매 시에 절단란으로 표기되어 있어도 절단란의 구성 비율은 크게 높지 않았다.

명란 8종 32건의 관능적 조직감은 대체로 고품질이면서 고가로 유통되고 있는 정상란 중 L, M 등급과 같은 2종 11건의 경우

아주 탄성적이었으나, 이보다 저가로 유통되고 있는 S, 2S 등급과 같은 2종 8건의 경우 비탄성적이었고, 미숙란 G 등급 3건의 경우 매우 비탄성적이었다. 한편, Tsuyuki and Fuke (1978)는 명란의 탄력은 알의 신선도가 높고, 성숙도가 적절하면서, 어획에서 채란까지 시간이 짧을수록 탄력이 있다고 보고한 바 있다.

명란 8종 32건의 이취는 정상란 4종 19건과 절단란 중 KA, KB 등급 등과 같은 2종 7건의 경우 느낄 수 없었으나, 절단란 중 절단 정도가 많은 KC 등급 3건과 미숙란인 G 등급 3건의 경

Table 2. Sensory characterization of various Alaska pollock *Theragra chalcogramma* roes

Criterion	Grade ¹	Code	Transparency	Physical damage	Texture	Odor	
Normal	L	1	Transparency	None	Elastic	Not detected	
		2	Transparency	None	Elastic	Not detected	
		3	Transparency	None	Elastic	Not detected	
		4	Transparency	None	Elastic	Not detected	
		5	Transparency	None	Elastic	Not detected	
		6	Transparency	None	Elastic	Not detected	
	M	1	Transparency	None	Elastic	Not detected	
		2	Transparency	None	Elastic	Not detected	
		3	Transparency	None	Elastic	Not detected	
		4	Transparency	None	Elastic	Not detected	
		5	Transparency	None	Elastic	Not detected	
	S	1	Transparency	None	Inelastic	Not detected	
		2	Transparency	None	Inelastic	Not detected	
		3	Transparency	None	Inelastic	Not detected	
		4	Transparency	None	Inelastic	Not detected	
5		Transparency	None	Inelastic	Not detected		
2S	1	Transparency	None	Inelastic	Not detected		
	2	Transparency	None	Inelastic	Not detected		
	3	Transparency	None	Inelastic	Not detected		
Cut	KA	1	Transparency	Existence	ND	Not detected	
		2	Transparency	Existence	ND	Not detected	
		3	Transparency	Existence	ND	Not detected	
	KB	1	Transparency	Existence	ND	Not detected	
		2	Transparency	Existence	ND	Not detected	
		3	Transparency	Existence	ND	Not detected	
		4	Transparency	Existence	ND	Not detected	
	KC	1	Transparency	Existence	ND	Detected	
		2	Transparency	Existence	ND	Detected	
		3	Transparency	Existence	ND	Detected	
	Immature	G	1	Opaque	None	Very inelastic	Detected
			2	Opaque	None	Very inelastic	Detected
3			Opaque	None	Very inelastic	Detected	

¹Classification by roe weight, L(65-90 g), M(40-65 g), S (25-40 g), 2S (15-25 g); Cutted degree of roe, KA, KB and KC (Cut in 10, 20, 30 percents, respectively, of the eggs); G, immatured roe.

우 모두 약간 느낄 수 있었다. 이와 같은 결과는 명란의 가치는 정상란이 가장 높고, 다음으로 절단란, 미숙란 등의 순이어서, 선도 등의 관리를 고가품부터 우선적으로 처리하였기 때문이라 판단되었다.

한편, 본 연구에서 검체로 사용한 명란 8종 32건은 혈액이나 담즙과 같은 이물이 존재하지 않았는데, 이는 검체 선정 시에 이들이 존재하지 않는 검체만으로 선정하였기 때문이다. 일반적으로 명란에 혈액이나 담즙이 존재하는 경우 여기에 있는 헤모글로빈(hemoglobin)의 철 또는 자가소화효소에 의하여 산화되어 흑란으로 되어 품질이 저하한다고 알려져 있다(Hazime and Mizuo, 2008).

이상의 명란 8종 32건에 대한 투명도, 물리적 손상, 조직감 및 이취와 같은 관능검사 결과로 미루어 보아 대체로 명란의 품질은 정상란이 가장 우수하였고, 다음으로 절단란 및 미숙란의 순이었고, 정상란 간의 경우 무게가 무거운 L과 M 등급이 가벼운 S 및 2S 등급에 비하여 우수하였으며, 절단란 간의 경우 절단 정도가 적을수록 우수하였다.

수분 함량

중량, 절단 유무 및 숙성도 등에 따라 등급을 달리한 명란 8종 32건[정상란 4종 19건(L 등급 6건, M 등급 5건, S 등급 5건, 2S 등급 3건), 절단란 3종 10건(KA 등급 3건, KB 등급 4건, KC 등급 3건), 미숙란 1종 3건(G 등급 3건)]의 수분 함량은 Table 3과 같다. 명란 8종 32건의 수분 함량은 L 등급이 69.1%

(68.4-69.4%), M 등급이 69.6% (68.4-71.3%), S 등급이 68.9% (68.6-69.4%), 2S 등급이 69.1% (68.3-69.7%), KA 등급이 69.9% (68.3-71.2%), KB 등급이 69.3% (69.1-69.5%), KC 등급이 68.4% (67.4-69.6%), G 등급이 73.1% (73.0-73.2%)이었다. 이들 명란 각 등급의 수분 함량에 대한 평균값으로 보았을 때 미숙란 1종(G)을 제외한 나머지 정상란 4종(L, M, S, 2S 등급)과 절단란 3종(KA, KB, KC 등급)과 같은 명란 7종의 수분 함량은 68.4-69.9% 범위로 등급에 관계없이 유의적인 차이가 없었다(P>0.05). 하지만 미숙란인 G 등급의 수분 함량은 73.1%를 나타내어 나머지 명란의 그것보다 유의적으로 높아 차이가 있었다(P<0.05).

한편, 성숙도에 따른 명란의 수분 함량에 대하여 Tsuyuki and Fuke (1978)는 산란기에 다가갈수록 증가하는 경향을 나타내고, 산란 준비기에 65-75%를, 산란 직전에 76-82%를, 산란기에 83-93%를 나타낸다고 보고한 바가 있고, Hazime and Mizuo (2008)는 완숙란의 경우 66-73%를, 미숙란과 과숙란의 경우 73-83%를 나타내어, 수분 함량이 70% 이상이 되는 경우 일반적으로 알의 밀도가 낮아 조직감이 열약하다고 보고한 바 있다.

이상의 결과로부터 본 연구에서 검토한 명란 8종 32건 중 수분 함량이 70% 미만이어서 조직감이 우수할 것으로 예측되는 명란은 정상란 4종 19건 중 M 등급 1건을 제외한 18건, 절단란 10건 중 KA 등급 3건 중 2건을 제외한 8건으로 총 26건이었고, 수분 함량이 70-73% 범위에 있는 것이 정상란 중 M 등급 1건,

Table 3. Moisture content of Alaska pollock *Theragra chalcogramma* roes by grade

Criterion	Grade ¹	Code	Moisture (%)		Criterion	Grade	Code	Moisture (%)	
			Value	Mean				Value	Mean
Normal	L	1	69.2±0.1	69.1±0.3 ^{a2}	Normal	2S	1	69.7±0.3	69.1±0.7 ^a
		2	68.4±0.2				2	68.3±0.3	
		3	69.1±0.2				3	69.2±0.3	
		4	69.1±0.1			KA	1	68.3±0.6	
		5	69.4±0.1				2	71.2±0.6	
		6	69.1±0.2				3	70.3±0.1	
	M	1	69.7±0.2	69.6±1.1 ^a	Cut	KB	1	69.4±0.2	69.3±0.2 ^a
		2	69.5±0.1				2	69.5±0.1	
		3	68.4±0.2				3	69.1±0.0	
		4	71.3±0.5				4	69.1±0.1	
		5	69.3±0.1			KC	1	67.4±0.2	
	S	1	68.7±0.4	Immature	G		2	69.6±0.1	68.4±1.1 ^a
		2	69.4±0.0				3	68.2±0.2	
		3	69.1±0.1			1	73.2±0.2		
	S	4	68.6±0.0	68.9±0.3 ^a	Immature	G	2	73.0±0.1	73.1±0.1 ^b
		5	68.7±0.2				3	73.0±0.2	

¹Classification by roe weight, L (65-90 g), M (40-65 g), S (25-40 g), 2S (15-25 g); Cut degree of roe, KA, KB and KC (Cut in 10, 20, 30 percents, respectively, of the eggs); G, immaturred roe. ²Difference letters on the mean data indicate a significant difference at P<0.05.

절단란 중 KA 등급 2건으로 총 3건이었으며, 수분 함량이 73% 이상이 미숙란인 G 등급 3건이었다.

아미노질소 함량

중량, 절단 유무 및 숙성도 등에 따라 등급을 달리한 명란 8종 32건[정상란 4종 19건(L 등급 6건, M 등급 5건, S 등급 5건, 2S 등급 3건), 절단란 3종 10건(KA 등급 3건, KB 등급 4건, KC 등급 3건), 미숙란 1종 3건(G 등급 3건)]의 아미노질소 함량을 살펴본 결과는 Table 4와 같다. 명란 8종 32건의 아미노질소 함량은 L 등급(6건)이 231.5 mg/100 g (203.0-267.0 mg/100 g 범위), M 등급(5건)이 222.5 mg/100 g (185.1-253.6 mg/100 g), S 등급(5건)이 215.3 mg/100 g (178.2-249.1 mg/100 g), 2S 등급(3건)이 188.7 mg/100 g (160.8-229.0 mg/100 g), KA 등급(3건)이 233.5 mg/100 g (206.2-259.7 mg/100 g), KB 등급(4건)이 228.6 mg/100 g (219.2-237.2 mg/100 g), KC 등급(3건)이 200.8 mg/100 g (172.4-244.5 mg/100 g), G 등급(3건)이 175.5 mg/100 g (161.1-189.8 mg/100 g)이었다. 이와 같이 성숙란과 미성숙란 간에 아미노질소 함량의 차이는 일반적으로 난이 성숙할수록 수분 함량이 감소함과 동시에 고형분인 영양 및 성분은 증가하기 때문이다(Hazime and Mizuo, 2008). 이들 각 등급의 아미노질소 함량 평균값으로 비교하여 보았을 때 정상란 4종(L, M, S, 2S 등급) 간의 경우 무게가 무거울수록 높았고, 절단란 3종(KA, KB, KC 등급) 간의 경우도 무게가 무거울수록 높았으나, 이들 군 간의 경우 KC 등급을 제외한다면 서로 간에

유의적인 차이가 없었다($P>0.05$). 그러나, 정상란 4종 중 2S 등급을 제외한 3종과 절단란 3종과 같은 6종은 모두 미숙란인 G 등급 1종 간의 경우 유의적인 차이가 있었다($P<0.05$).

한편, 명란 8종 32건의 아미노질소 함량 범위는 L 등급의 경우 64.0 mg/100 g, M 등급의 경우 68.5 mg/100 g, S 등급의 경우 70.9 mg/100 g, 2S 등급의 경우 68.2 mg/100 g, KA 등급의 경우 53.5 mg/100 g, KB 등급의 경우 18.0 mg/100 g, KC 등급의 경우 72.1 mg/100 g, G 등급의 경우 28.7 mg/100 g으로 상당히 넓게 형성되어 있어 개체 간에 차이가 상당히 큰 것으로 나타났다. 따라서, 명란의 아미노질소 함량은 등급에 따른 일정한 경향은 나타내지 않았다.

이를 보다 명확히 구분하여 살펴보기 위하여 본 연구에서 검토한 명란 8종 32건 중 아미노질소 함량이 250 mg/100 g 이상인 명란은 3종 3건[정상란 4종 19건 중 2종 3건(L 등급 6건 중 2건, M 등급 5건 중 1건), 절단란 3종 10건 중 1종 1건(KA 등급 3건 중 1건)]이었고, 200-250 mg/100 g 미만인 명란은 7종 19건[정상란 4종 19건 중 4종 12건(L 등급 6건 중 4건, M 등급 5건 중 3건, S 등급 5건 중 4건, 2S 등급 3건 중 1건), 절단란 3종 10건 중 3종 7건(KA 등급 3건 중 2건, KB 등급 4건 모두, KC 등급 3건 중 1건)]이었으며, 200 mg/100 g 미만인 명란은 5종 9건[정상란 4종 19건 중 3종 4건(M 등급 5건 중 1건, S 등급 5건 중 1건, 2S 등급 3건 중 2건), 절단란 3종 10건 중 1종 2건(KC 등급 3건 중 2건), 미숙란 1종 3건]이었다.

한편, 수산발효식품의 제조 중 아미노질소 함량은 저염 명란

Table 4. Amino nitrogen (amino-N) content of Alaska pollock *Theragra chalcogramma* roes by grade

Criterion	Grade ¹	Code	Amino-N (mg/100 g)		Criterion Grade	Code	Amino-N (mg/100 g)			
			Value	Mean			Value	Mean		
L		1	203.0±1.9	231.5±2.1 ^{fg2}	Normal	1	229.0±3.1	188.7±1.4 ^b		
		2	267.0±1.6			2	160.8±1.2			
		3	211.6±1.6			3	176.5±0.0			
		4	232.2±1.6			1	259.7±0.8			
		5	209.5±0.8			KA	2		206.2±1.2	233.5±1.5 ^g
		6	265.7±5.0			3	234.5±2.4			
Normal	M	1	243.4±0.0	222.5±1.3 ^e	Cut	1	233.4±2.0	228.6±6.1 ^f		
		2	253.6±2.8			2	219.2±1.5			
		3	210.3±2.3			3	237.2±3.2			
		4	220.1±0.4			4	224.6±17.5			
		5	185.1±0.8			1	172.4±1.2			
S		1	218.4±9.2	215.3±2.7 ^d	KC	2	244.5±0.8	200.8±0.9 ^c		
		2	178.2±2.4			3	185.6±0.8			
		3	249.1±0.4			1	189.8±0.0			
		4	221.2±0.0			Immature G	2	161.1±0.8	175.5±0.7 ^a	
		5	209.8±1.6			3	175.5±1.2			

¹Classification by roe weight, L (65-90 g), M (40-65 g), S (25-40 g), 2S (15-25 g); Cut degree of roe, KA, KB and KC (Cut in 10, 20, 30 percents, respectively, of the eggs); G, immatured roe. ²Difference letters on the mean data indicate a significant difference at $P<0.05$.

것의 경우 원료 명란이 200 mg/100 g 이하, 최적 숙성기 것같이 250 mg/100 g 이하이었고(Kim and Lee, 1997), 명태 식해의 경우 원료 명태가 약 100 mg/100 g, 5°C에서 최적 숙성기(29일)의 것이 200 mg/100 g 이하(Cha et al., 2004)이었다. 따라서, 아미노질소 함량이 맛에 지대한 영향을 미치는 유리아미노산 함량을 나타낸다는 사실과 위의 명란것과 명태 식해의 원료 및 최적 제품의 아미노질소 함량에 대한 결과를 모두 고려한다면 아미노질소 함량이 높은 명란으로 명란것을 제조하는 경우 맛이 우수한 제품으로 제조 가능할 것으로 판단되었다.

휘발성염기질소 함량

중량, 절단 유무, 숙성도 등의 기준으로 등급을 달리한 명란 8종 32건[정상란 4종 19건(L 등급 6건, M 등급 5건, S 등급 5건, 2S 등급 3건), 절단란 3종 10건(KA 등급 3건, KB 등급 4건, KC 등급 3건), 미숙란 1종 3건(G 등급 3건)]의 신선도를 휘발성염기질소 함량으로 살펴본 결과는 Table 5와 같다. 등급을 달리한 명란 8종 32건의 휘발성염기질소 함량은 L 등급(6건)이 17.5 mg/100 g (17.2-17.8 mg/100 g 범위), M 등급(5건)이 17.9 mg/100 g (16.1-20.0 mg/100 g), S 등급(5건)이 19.5 mg/100 g (19.4-19.6 mg/100 g), 2S 등급(3건)이 16.9 mg/100 g (16.5-17.5 mg/100 g), KA 등급(3건)이 15.7 mg/100 g (11.9-19.6 mg/100 g), KB 등급(4건)이 19.0 mg/100 g (14.5-20.5 mg/100 g), KC 등급(3건)이 26.9 mg/100 g (25.9-28.6 mg/100 g), G 등급(3건)이 28.2 mg/100 g (27.2-29.5 mg/100 g)이었다.

이들 명란 각 등급의 휘발성염기질소 함량에 대한 평균값으로 보았을 때 정상란 4종(L, M, S, 2S 등급)과 절단란 2종(KA, KB 등급)간의 휘발성염기질소 함량은 15.7-19.0 mg/100 g 범위로 등급에 관계없이 유의적인 차이가 없었으나(P>0.05), KC 등급과 미숙란인 G 등급 경우 각각 26.9 mg/100 g, 28.2 mg/100 g 을 나타내어 정상란 4종(L, M, S, 2S 등급)과 절단란 2종(KA, KB 등급)간 유의적인 차이가 있었다(P<0.05).

한편, 수산물의 신선도는 pH, 휘발성염기질소 함량, trimethylamine (TMA), K value 등으로 검토하고 있으나, 결과에 대한 재현성, 실험의 신속성, 장비 등의 구축성 등을 고려하여 휘발성염기질소에 의한 방법이 가장 선호되고 있다. 이들 휘발성염기질소에 의한 선도판정 기준은 신선한 것의 경우 5-10 mg/100 g, 보통 선도 것의 경우 15-25 mg/100 g, 초기 부패한 것의 경우 30-40 mg/100 g, 부패한 것의 경우 50 mg/100 g 이상으로 하고 있고, 이 중 수산가공소재로는 20 mg/100 g 이하로 제시하고 있다(Park et al., 1995).

이상의 명란 8종 32건에 대한 휘발성염기질소 함량에 대한 결과를 선도판정 기준에 적용하는 경우 신선한 명란은 1건도 없었고, 보통 선도 이상인 명란은 정상란 4종 19건, 절단란 중 KA 등급의 1종 3건이 해당되었으며, 초기 부패 및 부패에 해당하는 명란은 없었다. 명란 8종 32건 중 고품질 명란 가공품의 소재로 권장되는 것은 정상란 중 L 등급 6건 모두, M, S 등급 각각 5건 모두, 2S 등급 3건 모두, 절단란 중 KA 등급 3건 모두, KB 등급 1건과 같은 23건이었으나, 나머지 KB 등급 3건, KC

Table 5. Volatile basic nitrogen (VBN) content of Alaska pollock *Theragra chalcogramma* roes by grade

Criterion	Grade ¹	Code	VBN (mg/100 g)		Criterion	Grade	Code	VBN (mg/100 g)			
			Value	Mean				Value	Mean		
L		1	17.8±1.6	17.5±0.3 ^{ab2}	Normal	2S	1	16.5±0.0	16.9±0.5 ^{ab}		
		2	17.2±1.6				2	16.6±1.6			
		3	17.2±1.6				3	17.5±1.6			
		4	17.6±0.0				KA	1		19.6±1.5	
		5	17.2±0.0					2		11.9±1.6	15.7±3.8 ^a
		6	17.8±0.0					3		15.7±1.6	
Normal	M	1	16.1±0.0	17.9±1.5 ^{ab}	Cut	KB	1	14.5±1.6	19.0±3.0 ^{ab}		
		2	20.0±1.6				2	20.4±1.6			
		3	17.3±1.6				3	20.4±1.6			
		4	18.8±1.6				4	20.5±0.0			
		5	17.2±1.6				KC	1		28.6±2.0	
S	1	19.6±1.5	2	25.9±2.0	26.9±1.5 ^c						
	2	19.4±1.6	3	26.2±0.0							
S		3	19.6±1.1	19.5±0.1 ^b	Immature	G	1	27.8±0.0	28.2±1.2 ^c		
		4	19.6±0.0				2	27.2±1.6			
		5	19.5±1.9				3	29.5±1.6			

¹Classification by roe weight, L (65-90 g), M (40-65 g), S (25-40 g), 2S (15-25 g); Cut degree of roe: KA, KB and KC (Cut in 10, 20, 30 percents, respectively, of the eggs); G, immatured roe. ²Difference letters on the mean data indicate a significant difference at P<0.05.

등급 3건 모두, G 등급 3건 모두와 같은 9건의 경우 이에 해당되지 않았다. 이와 같이 명란의 휘발성염기질소 함량은 상위 등급에 속하는 명란이 낮고, 하위 등급에 속하는 명란이 높은 것은 원료 채취 시부터 차이가 있었던 것 이외에도 유통 중에도 고가품과 저가품의 처리 우선순위 처리 조건 등에 있어 차이가 있었기 때문이다.

한편, 본 연구에서 검체로 사용한 명란 중 절단란인 KB, KC 등급의 것들과 미숙란인 G 등급의 것들은 여러 가지 명란 가공품으로 제조하기 위하여는 반드시 냄새 개선을 할 수 있는 전처리나 마스크(masking) 소재를 사용하여야 할 것으로 판단되었다.

헌터 적색도

일반적으로 명란은 베이지색 바탕의 선홍색을 나타낼수록 상급품으로 분류되고 있다(Tsuyuki and Fuke, 1978). 이러한 일면에서 중량, 절단 유무, 숙성도 등의 기준으로 등급을 달리한 명란 8종 32건[정상란 4종 19건(L 등급 6건, M 등급 5건, S 등급 5건, 2S 등급 3건), 절단란 3종 10건(KA 등급 3건, KB 등급 4건, KC 등급 3건), 미숙란 1종 3건(G 등급 3건)]의 색 특성을 헌터 적색도(a값)로 살펴본 결과는 Table 6과 같다. 등급을 달리한 명란 8종 32건의 헌터 적색도는 L 등급(6건)이 7.2(5.0-10.3), M 등급(5건)이 4.5(1.9-6.3), S 등급(5건)이 6.0(4.6-7.6), 2S 등급(3건)이 6.4(5.3-7.4), KA 등급(3건)이 4.4(1.5-7.5), KB 등급(4건)이 5.5(3.9-6.8), KC 등급(3건)이 7.4(6.4-8.2), G 등급(3

건)이 3.2(3.2)이었다. 이들 명란 8종 각 등급의 적색도에 대한 평균값으로 보았을 때 명란의 적색도는 7종[정상란 4종(L, M, S, 2S 등급)과 절단란 3종(KA, KB, KC 등급)]의 그룹 간의 경우 유의적인 차이가 인정되지 않았으나($P>0.05$), 이 중 L, S, 2S, KB, KC 등급의 그룹과 G 등급 간의 경우 유의적인 차이가 인정되었다($P<0.05$).

이상의 명란에 대한 헌터 적색도의 결과로 미루어 보아 적색도에 의한 명란은 하급품의 경우 3 미만으로, 중급품의 경우 3-7 미만 범위로, 상급품의 경우 7 이상으로 분류가 가능하다. 본 실험에서 검체로 이용한 명란 8종 32건을 헌터 적색도 기준으로 3종의 등급으로 분류하고자 할 때 상급품으로 분류되는 것은 5종 9건[정상란 3종 19건 중 3종 6건(L 등급 6건 중 4건, S 등급 5건 중 1건, 2S 등급 3건 중 1건), 절단란 3종 10건 중 2종 3건(KA 등급 3건 중 1건, KC 등급 3건 중 2건)]이었고, 중급품으로 분류되는 것은 8종 21건[정상란 4종 19건 중 4종 12건(L 등급 6건 중 2건, M, S 등급이 모두 5건 중 4건, 2S 등급이 3건 중 2건), 절단란 3종 10건 중 3종 6건(KA 등급 3건 중 1건, KB 등급 4건 모두, KC 등급 3건 중 1건), 미숙란 1종 3건 중 3건 모두]이었으며, 하급품으로 분류되는 것은 2종 2건[정상란 4종 19건 중 1종 1건(M 등급 5건 중 1건), 절단란 3종 10건 중 1종 1건(KA 등급 3건 중 1건)]이었다.

조직감

명란은 성숙도와 신선도에 따라 수분 함량과 밀도 차이에 따

Table 6. Hunter redness value of Alaska pollock *Theragra chalcogramma* roes by grade

Criterion	Grade ¹	Code	Hunter a value		Criterion	Grade	Code	Hunter a value			
			Value	Mean				Value	Mean		
L		1	6.1	7.2±2.2 ^{b2}	Normal	2S	1	6.6	6.4±1.1 ^b		
		2	10.3				2	5.3			
		3	7.2				3	7.4			
		4	5.0				KA	1		7.5	
		5	7.3					2		1.5	4.4±3.0 ^{ab}
		6	7.0					3		4.2	
M	Normal	1	3.6	4.5±1.8 ^{ab}	Cut	KB	1	6.8	5.5±1.3 ^b		
		2	6.3				2	5.5			
		3	5.9				3	3.9			
		4	1.9				4	6.0			
		5	4.5				KC	1		7.7	
S	1	4.6	Immature	G	2	6.4		7.4±0.9 ^b			
	2	7.6			3	8.2					
	3	5.8			1	3.2					
4	5.9	2	3.2	3.2±0.0 ^a							
5	6.2	3	3.2								

¹Classification by roe weight: L (65-90 g), M (40-65 g), S (25-40 g), 2S (15-25 g); Cut degree of roe, KA, KB and KC (Cut in 10, 20, 30 percents, respectively, of the eggs); G,immatured roe. ²Difference letters on the mean data indicate a significant difference at $P<0.05$.

Table 7. Texture of Alaska pollock *Theragra chalcogramma* roes by grade

Criterion	Grade ¹	Texture (g/cm ²)		Criterion	Grade	Texture (g/cm ²)	
		Range	Mean			Range	Mean
Normal	L	70.1-91.9	81.6±8.2 ^{d2}	Cut	KA	66.3-89.2	78.3±8.1 ^d
	M	56.7-92.9	77.9±10.4 ^d		KB	36.9-53.8	46.2±6.7 ^c
	S	9.3-22.3	13.1±3.5 ^b		KC	10.1-16.9	13.3±2.0 ^b
	2S	7.8-17.9	12.6±3.4 ^b	Immature	G	1.8-2.1	1.9±0.1 ^a

¹Classification by roe weight: L (65-90 g), M (40-65 g), S (25-40 g), 2S (15-25 g)/Cut degree of roe: KA, KB and KC (Cut in 10, 20, 30 percents, respectively, of the eggs)/G:immatured roe. ²Difference letters on the mean data indicate a significant difference at P<0.05.

라 조직감에서 차이가 있다. 이러한 일면에서 중량, 숙성도 등의 기준으로 등급을 달리한 명란 8종 72건[정상란 4종 38건(L 등급 9건, M 등급 8건, S 등급 11건, 2S 등급 10건), 절단란 3종 28건(KA 등급 11건, KB 등급 7건, KC 등급 10건), 미숙란 1종 6건(G 등급 6건)]의 조직감 특성을 살펴본 결과는 Table 7 과 같다.

등급을 달리한 명란 8종 72건의 조직감은 L 등급(9건)이 81.6 g/cm² (70.1-91.9 g/cm²), M 등급(8건)이 77.9 g/cm² (56.7-92.9 g/cm²), S 등급(11건)이 13.1 g/cm² (9.3-22.3 g/cm²), 2S 등급(10건)이 12.6 g/cm² (7.8-17.9 g/cm²), KA 등급(11건)이 78.3 g/cm² (66.3-89.2 g/cm²), KB 등급(7건)이 46.2 g/cm² (36.9-53.8 g/cm²), KC 등급(10건)이 13.3 g/cm² (10.1-16.9 g/cm²), G 등급(6건)이 1.9 g/cm² (1.8-2.1 g/cm²)이었다.

이들 명란의 등급별 조직감에 대한 평균값은 L 등급, M 등급, KA 등급 그룹이 77.9-81.6 g/cm² 범위로 가장 높았고, 다음으로 KB 등급(46.2 g/cm²), S 등급, 2S 등급, KC 등급과 같은 3개 등급의 그룹(12.6-13.3 g/cm²)의 순이었으며, 미숙란인 G 등급이 1.9 g/cm²으로 가장 낮아 유의적으로 차이가 있었다 (P<0.05). 그러나 이들 명란의 조직감은 L 등급, M 등급, KA 등급과 같은 3개 등급의 그룹 간, S 등급, 2S 등급, KC 등급과 같은 3개 등급의 그룹 간의 조직감은 유의적인 차이가 없었다 (P>0.05).

이상의 명란에 대한 조직감의 결과로 미루어 보아 조직감에 의한 명란은 하급품의 경우 20 g/cm² 이하로, 중급품의 경우 20-60 g/cm² 범위로, 상급품의 경우 60 g/cm²이상으로 분류가 가능하다. 본 실험에서 검체로 이용한 명란 8종 72건을 조직감 기준으로 3종의 등급으로 분류하고자 할 때 상급품으로 분류되는 것은 3종 27건[정상란 4종 38건 중 2종 16건(L 등급 9건 모두, M 등급 8건 중 7건), 절단란 3종 28건 중 1종 11건(KA 등급 11건 모두)]이었고, 중급품으로 분류되는 것은 2종 9건[정상란 4종 38건 중 2종 2건(M 등급 8건 중 1건, S 등급 11건 중 1건), 절단란 3종 28건 중 1종 7건(KB 등급 7건 모두)]이었으며, 하급품으로 분류되는 것은 4종 36건[정상란 4종 38건 중 2종 20건 (S 등급 10건 모두, 2S 등급 10건 모두), 절단란 3종 28건 중 1종 10건(KC 등급 10건 모두), 미숙란인 G 등급 6건 모두]이었다.

사 사

이 논문은 2018년 해양수산부 재원으로 해양수산과학기술진흥원의 지원을 받아 수행된 연구임(해양별 특성을 고려한 전통 수산가공식품 개발 및 상품화).

References

Alaska Seafood Marketing Institute. 2017. Analyses of specialty alaska seafood products. McDowell Group, Alaska, U.S.A., 34-66.

Alimuddin, Yoshizaki G, Kiron V, Satoh S and Takeuchi T. 2007. Expression of masu salmon D5-Desaturase-like gene elevated EPA and DHA biosynthesis in zebrafish. *Mar Biotechnol* 9, 92-100. <http://dx.doi.org/10.1007/s10126-006-6003-y>.

AOAC (Association of Official Analytical Chemists). 1995. Official methods of analysis. 16th ed. Association of official analytical chemists. Washington DC, U.S.A., 69-74.

Balaban MO, Chombeau M, Gümüş B and Cirban DS. 2012a. Quality evaluation of Alaska pollock (*Theragra chalcogramma*) roe by image analysis. Part I: weight prediction. *J Aqua Food Prod Technol* 21, 59-71. <https://doi.org/10.1080/10498850.2011.583377>.

Balaban MO, Chombeau M, Gümüş B and Cirban DS. 2012b. Quality evaluation of Alaska pollock (*Theragra chalcogramma*) roe by image analysis. Part II: Color defects and length evaluation. *J Aqua Food Prod Technol* 21, 72-85. <https://doi.org/10.1080/10498850.2011.583378>.

Balaswamy K, Prabhakara Rao PG, Rao DG and Jyothirmayi T. 2010. Effects of pretreatments and salt concentration on rohu (*Labeo rohita*) roes for preparation of roe pickle. *J Food Sci Technol* 47, 219-223. <https://doi.org/10.1007/s13197-010-0035-z>.

Bechtel PJ, Chantarachoti J, Oliveira ACM and Sathivel S. 2007. Characterization of protein fractions from immature Alaska walleye pollock (*Theragra chalcogramma*) roe. *J Food Sci* 72, S338-S343. <https://doi.org/10.1111/j.1750-3841.2007.00396.x>.

Cha YJ, Kim SJ, Jeong EJ, Kim H, Cho WJ and Yoo MY. 2004.

- Studies on taste compounds in Alaska pollack *Sikhae* during fermentation. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 33, 1515-1521. <https://doi.org/10.3746/jkfn.2004.33.9.1515>.
- Chen C, Okazaki E, Suzuki T, Nguyen HTN and Osako K. 2016. Objective quality evaluation of commercial spicy pollock roe products in terms of mechanical and biochemical properties. *Food Sci Technol Res* 22, 337-347. <https://doi.org/10.3136/fstr.22.337>.
- Chiou TK, Matsui T and Konosu S. 1989. Comparison of extractive between raw and salted Alaska pollack roe. *Nippon Suisan Gakkaishi* 55, 515-519. <https://doi.org/10.2331/suisan.55.515>.
- Fujioka R, Ohmachi N, Hayabuchi H and Manabe SI. 1999. Permeation properties of composite membrane composed of alginic acid and Alaska pollack roe membrane. *Membrane* 24, 132-138. <https://doi.org/10.5360/membrane.24.132>.
- Hazime IN and Mizuo NT. 2008. History for development of Alaska pollock roe. Seizando Co., Tokyo, Japan, 41-100.
- Hintermeister C. 2017. Nutritional composition changes in Alaska pollock (*Gadus chalcogrammus*) during and between bering sea A and B seasons. MS thesis, Oregon state university, Corvallis, Oregon, U.S.A.
- Kapute F, Linkonwe J, Kang'ombe J Kiitukia C and Mpeketula P. 2012. Quality assessment of fresh lake Malawi tilapia (*Chambo*) collected from selected local and super markets in Malawi. *Internet J Food Safety* 14, 112-120.
- Kim SM and Lee KT. 1997. The shelf-life extension of low-salted Myungran-Jeot. 1. The effect of pH control on the shelf-life of low-salted Myungran-Jeot. *J Korean Fish Soc* 30, 459-465.
- Kim YM and Kim DS. 1990. Salted-Fermented fish in Korea-the material and products. Korea food research institute, Wanju, Korea. 127-140.
- Manabe SI, Hayabuchi H, Yamura Y, Fujioka R and Ohmachi N. 1998. Composite membrane composed of Alaska pollack roe membrane. *Membrane* 23, 31-37. <https://doi.org/10.5360/membrane.23.31>.
- Meeren GVD, Tlusty MF, Metzler A and Meeren TVD. 2009. Effects of dietary DHA and EPA on neurogenesis, growth, and survival of juvenile American lobster, *Homarus americanus*. *New Zeal J Mar Fresh* 43, 225-232. <https://doi.org/10.1080/00288330909509996>.
- MFDS (Ministry of Food and Drug Safety). 2019. Chapter. 7. General test method in food code. Retrieved from https://www.foodsafetykorea.go.kr/portal/safefoodlife/food/foodRv1v/foodRv1v.do?menu_no=980&menu_grp=MENU_GRP01/ on Jan 7, 2019.
- National Rural Resources Development Institute. 2007. Food composition table I, II. Hyoil Publishing Co., Seoul, Korea, 262-263.
- Park YH, Chang DS and Kim ST. 1995. Processing and utilization of seafood products. Hyungseul Publishing Co., Daegu, Korea, 70-215.
- Park YJ, Jeong HP and Kim JS. 2019. Nutritional component of Alaska pollock (*Theragra chalcogramma*) roe as affected by grade. *Korean J Fish Aquat Sci* 52, 105-113.
- Rao GN. 2014. Physico-Chemical, Functional and Antioxidant Properties of Roe Protein Concentrates from *Cyprinus carpio* and *Epinephelus tauvina*. *J Food Pharm Sci* 2, 15-22.
- Smith GB. 1981. Oceanography and resources. In the Eastern Bering Sea Shelf. Ed. by Hood, DW Hood and JA Calder. Government Printing Office, Washington DC, U.S.A., 527-551.
- Tsuyuki H and Fuke S. 1978. Alaskan pollock roe processing-A description of current Japanese industrial methods and their adaption to the fishery in British Columbia. Fisheries and Marine Service Technical Reports 851, Fisheries and Environment Canada, Vancouver, Canada, 1-28.
- Ueda R, Okamoto N, Araki T, Shibata M, Sagara Y, Sugiyama K and Chiba S. 2009. Consumer preference and optical and sensory properties of fresh cod roe. *Food Sci Technol Res* 15, 469-478. <https://doi.org/10.3136/fstr.15.469>.