

냉동수리미의 등급에 따른 품질특성

안병수 · 김병균¹ · 전은비 · 이인석 · 오광수^{2*}

경상대학교 해양식품생명과학과, ¹림스푸드, ²경상대학교 해양식품생명과학과/농업생명과학연구원

Quality Characteristics by Grade of Commercial Frozen Surimi

Byeong-Soo Ahn, Byeong-Gyun Kim¹, Eun-Bi Jeon, In-Seok 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

We examined the quality characteristics of four kinds of Alaska pollack *Theragra chalcogramma* surimi (APS), five kinds of golden threadfin bream *Nemipterus virgatus* surimi (GTS), and two kinds of giant squid *Ommastrephes bartrami* surimi (GSS) used in Korea. The volatile basic nitrogen contents of APS, GTS, and GSS increased with decreasing grade to 6.8-9.8, 5.5-8.3, and 143.5-177.7 mg/100 g, respectively. The Ca²⁺-ATPase activities of APS and GTS decreased with decreasing grade to 0.63-0.83 and 0.60-0.80 pi μmole/min/mg, respectively. The Ca²⁺-ATPase activity of RA-grade GSS was 0.82-0.91 pi μmole/min/mg. The whiteness values of APS, GTS, and GSS heat-induced gels were 54.0-71.4, 53.9-71.0, and 52.2-70.3, respectively, and that of both APS and GTS decreased with decreasing grade. The gel strengths of APS and GTS heat-induced gels were 412.3-769.4 and 280.2-456.5 g·cm, respectively, and decreased with decreasing grade. The total amino acid contents of SA-grade APS, SSA-grade GTS, and RA-grade GSS were 17,328.1, 17,965.0, and 14,846.8 mg/100 g, respectively, and the major amino acids were glutamic acid, aspartic acid, arginine, leucine, lysine, proline, alanine, and phenylalanine. The primary minerals were sodium (136.6-164.9 mg/100 g), potassium (45.7-160.4 mg/100 g), phosphorus (35.0-73.5 mg/100 g), sulfur (22.8-56.4 mg/100 g), and calcium (18.0-203.4 mg/100 g).

Key words: Surimi, Fish meat paste, Pollack, Golden threadfin, Giant squid

서론

냉동수리미는 내장과 뼈를 제거하고 절취한 어육을 마쇄하여 수세공정을 통해 근원섬유단백질 만을 농축한 수산 연제품용 중간소재로서 1960년에 일본 북해도 수산시험장에서 북양 명태자원의 고도 이용을 위한 연구결과로 개발된 것으로 1970년 이후부터 수산 연제품의 주소재로서 널리 사용되고 있다. 수산 연제품의 기능 특성과 품질은 주로 원료 수리미의 조직과 색, 수분 흡수율에 의해 결정되므로 수리미의 주원료는 주로 백색육 어류가 사용되어 왔으나, 근년 들어 주원료인 명태와 북방 대구 등이 입어료 및 소요 자재비의 상승, 원양어업에서의 어업 규제

강화, 200해리 경제수역의 선포 등으로 절대 부족현상을 보이고 있다. 냉동수리미의 제조기술은 본래 동결 내성이 낮고 이용 가치가 낮은 명태를 중심으로 개발된 기술이지만, 현재는 붉은살 어류, 심해어, 상어와 같은 저활용 어류의 유효 이용을 위한 매우 중요한 기술로 국제적으로 광범위하게 이용되고 있다. 현재 냉동수리미 제조의 주원료는 북태평양산 명태 및 북방 대구, 동남아시아산 실꼬리돔 및 매통이, 남미산 남방대구 및 전갱이, 대서양산 청보리멸 및 대구류, 뉴질랜드 근해산 남방대구 등이 주로 사용되고 있다(Park et al., 2000a). 최근 들어서는 대왕오징어 등 대체자원을 이용한 냉동수리미의 개발 노력의 결과로 여러 종류의 어종을 원료로 하는 수리미 대체품이 개발되고 있

*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.2019.0555>

Korean J Fish Aquat Sci 52(6), 555-561, December 2019

Received 14 October 2019; Revised 4 November 2019; Accepted 3 December 2019

저자 직위: 안병수(연구원), 김병균(부사장), 전은비(대학원생), 이인석(연구원), 오광수(교수)

으며, 원료어의 특성과 냉동수리미 등급에 따라 그 용도를 달리 하고 있다. 지금까지 수리미의 품질특성 개선과 대체 자원을 이용한 새로운 수리미를 개발하기 위하여 수행된 국내 연구로는 Kim and Cho (1992)의 냉동수리미의 품질과 어묵 겔강도의 관계, Oh et al. (1993)의 정어리 냉동수리미의 개발 및 품질개선, Woo (1997)의 혼합인산염의 첨가가 어류 연육의 기능적 성질에 미치는 영향, Suh et al. (1999)의 정어리 개량고기질의 제조와 품질안정성 및 이용성, Choi et al. (1999)의 저급 수리미의 겔강도 증강을 위한 첨가물의 최적화, Choi et al. (2002)의 산 및 알칼리공정으로 제조한 수리미 가열 겔의 물성, Park et al. (2003)의 산과 알칼리 pH에서 어육단백질의 용해를 이용한 수리미의 제조에 관한 연구 보고가 있으며, Lee et al. (1999)은 남미산 대형오징어의 수리미 원료 대체효과 및 어육 연제품용 가공소재로서의 가능성, Gomez-Guillen et al. (2002)은 대형 오징어를 이용한 가열 겔 제조시 자가소화 및 단백질분해효소의 영향, Kim and Choi (2011)는 가열 겔 형성능을 가진 대왕오징어 수리미의 제조 방법과 대왕오징어 가열 겔의 품질 향상을 위한 첨가물의 최적화에 대한 연구 결과를 보고한 바 있다. 과거 수리미의 주원료로는 가공적성이 우수한 명태가 주로 사용되었으나, 요즘은 명태 이외에 실꼬리돔, 대왕오징어 등이 원료로 이용되고 있으며, 이러한 수리미의 품질 등급은 일정 기준에 따라 제조회사 별로 정하고 있으나, 각 냉동수리미의 종류에 따른 객관적 등급별 품질특성에 대한 연구는 거의 행해져 있지 않다. 본 논문에서는 냉동수리미의 효율적인 이용과 품질특성의 구명을 위해 국내에서 연제품용 주원료로 사용하고 있는 명태 수리미 4종(SA-RA 급)과 실꼬리 돔 수리미 5종(SSA-RA 급) 외에 일부 대체용으로 사용하는 대왕오징어 수리미 2종(RA 급)을 국내 H 기업에서 제공받아 이들의 품질특성에 대하여 살펴 보았다.

재료 및 방법

재료

본 실험에 원료로 사용한 냉동수리미는 국내에서 연제품용 주원료로 사용하고 있는 최상급인 SA 급에서 하급인 RA 급까지의 명태(*Theragra chalcogramma*) 수리미 4종, 최상급인 SSA 급에서 하급인 RA 급까지의 실꼬리돔(*Nemipterus virgatus*) 수리미 5종 및 상기 수리미의 대체용으로 사용하는 RA 급 대왕오징어(*Ommastrephes bartrami*) 수리미 2종을 각각 제조 및 동결 저장기간이 6개월 경과하지 않은 것으로 국내 H 기업에서 제공받아 -24°C 이하의 동결고에 저장하여 두고 시료로 사용하였다. 냉동수리미의 등급은 일반적으로 SSA, SA, FA (AA), A, KA, RA 및 B 등급으로 분류되고 있으며, 이들 등급의 지표로는 수분함량, 조단백질, 백색도, 협잡물 및 겔강도 등이 사용되고 있다(Park et al., 2000a). 실험에 사용된 냉동수리미 11종의 종류별 등급과 제조회사명은 Table 1과 같다.

일반성분, pH 및 휘발성염기질소

일반성분의 조성은 상법(KSFSN, 2000a)에 따라 수분 함량은 상압가열건조법, 조단백질 함량은 semi-micro Kjeldahl법, 회분 함량은 건식회화법으로 측정하였다. pH는 시료 수리미에 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(volatil basic nitrogen, VBN)는 conway unit를 사용하는 미량화산법(KSFSN, 2000b)으로 측정하였다.

색조 및 백색도

시료 냉동수리미 및 가열 겔을 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 측정하였으며, 이 때 표준백판(standard plate)의 L, a 및 b 값은 각각 96.83, -0.42 및 0.63이었다. 백색도(whiteness)는 백색도 지표인 L-3b (Park, 2005)로 나타내었다.

Ca²⁺-ATPase 활성 및 해동드립

Ca²⁺-ATPase 활성은 Katoh et al. (1979)의 방법에 따라 비색 정량하여 비교활성값을 계산하였다. 냉동수리미의 유출드립은 동결 시료 100 g을 채취하여 폴리에틸렌 봉지에 넣어 칭량한 후 실온에서 2시간 해동하여 용해된 액즙을 분리시키고 남은 고형물만 칭량하여 해동 전후의 무게 차이로 계산하였다. 압출드립은 유출드립을 측정된 시료를 여지 사이에 끼워 1.5 kg/cm² 내외의 압력을 가하여 15분간 방치한 다음 압착 유출액을 제거한 고형물만 칭량하여 압착 전후의 무게 차이로 계산하였다(Park et al., 2000b; KRIVET, 2019).

가열 겔의 제조 및 겔강도

가열 겔은 반해동한 시료 수리미에 3% 식염(w/w) 만을 첨가

Table 1. Raw materials and grades of the various commercial surimi

Code No.	Raw material	Grade	Manufacturing company
1	Alaska pollack	SA	Supreme Alaska (USA)
2	Alaska pollack	FA	American Seafood (USA)
3	Alaska pollack	KA	Golden Alaska (USA)
4	Alaska pollack	RA	Unisea (USA)
5	Golden threadfin	SSA	ULKA Seafood (IND)
6	Golden threadfin	AA	Kaiko (IND)
7	Golden threadfin	A	Kaiko (IND)
8	Golden threadfin	KA	Kaiko (IND)
9	Golden threadfin	RA	Tien Dat Seafood (VIE)
10	Giant squid	RA	Coinrefre (PER)
11	Giant squid	RA	Joara Seafood (CHI)

하여 Stephan mixer (UMC 5 Electronic Co. LTD, Germany) 로 약 10분간 고기갈이한 후 플라스틱필름 주머니에 담아 밀봉한 다음 내려치기를 반복하여 고기갈이육 중의 기포를 제거하였다. 기포를 제거한 고기갈이육을 충전기(Shanghai Machinery Co. LTD, China)를 이용하여 직경 48 mm 케이싱에 길이 20 cm, 무게 150 g으로 충전한 다음 실온에서 3시간 자연응고시키고, 90°C에서 40분간 자숙 가열하였다. 다음 즉시 5°C의 냉수 중에서 60분간 냉각시킨 후 냉장상태에서 18시간 방치한 가열 겔을 25 mm 높이로 절단하여 겔강도(gel strength)를 측정하였다. 겔강도는 Sun rheometer (CR-100D, Sun Scientific Co., Tokyo, Japan)를 이용하여 측정하였다. 2.5×2.5 cm의 크기로 절단한 가열 겔의 절단면에 직경 5 mm의 plunger를 놓고 60 mm/min의 속도로 시료대를 상승시키면서 가열 겔이 파열되기 직전 plunger에 가해진 하중(g)과 깊이(cm)를 각각 측정한다. 다음, 하중×깊이(g·cm)로 나타내었다.

총아미노산 및 무기질

총아미노산은 시료와 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, 1982)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 K, Mg, Na, Zn, Fe, S, P, Cu, Ca 및 Se 등의 무기질 함량을 분석하였다.

통계처리

실험 결과는 SPSS system (Statistical Package, SPSS Inc.

USA)을 이용하여 ANOVA test 및 Duncan's multiple range test로 P<0.05 수준에서 시료 간의 유의성을 검정하였다(Kim et al., 1993; Han, 1999).

결과 및 고찰

일반성분, pH 및 휘발성염기질소 함량

SA-RA 급 명태 수리미 4종, SSA-RA 급 실꼬리돔 수리미 5종 및 RA 급 대왕오징어 수리미 2종의 일반성분 조성을 측정한다. 결과는 Table 2와 같다. 명태 수리미의 수분함량은 73.2-76.5%, 실꼬리돔 수리미는 72.0-78.3%로 등급이 낮아질수록 수분함량은 증가하는 경향을 나타내었으며, 대왕오징어 수리미의 수분함량은 77.0-77.2%로 명태와 실꼬리돔 RA 급 수리미와 비슷하였다. 연제품의 경우 수분함량과 물성과의 관계는 가격 및 품질과 연결되는 중요한 요인이 되어왔으며, 어묵에서 수분의 존재형태는 어묵 겔 형성시 소수성 결합에 의하여 만들어진 망상구조 내부의 친수기들과 결합하여 물리화학적으로 속박된 상태로 존재하고, 어묵 탄력에 완충능을 제공한다고 알려져 있다(Samejima et al., 1981). 조단백질 함량은 명태 수리미가 17.4-18.2%, 실꼬리돔 수리미는 16.4-18.5%로 등급이 낮아질수록 감소하는 경향을 나타내었으며, 대왕오징어 수리미는 14.3-15.5%로 명태와 실꼬리돔의 RA 급 보다 낮았다. 회분 함량은 명태와 실꼬리돔 수리미 모두 0.5-0.7%로 등급에 따른 절대 함량의 차이가 미미하였으나, 대왕오징어 수리미의 회분 함량은 1.3-1.8%로 명태와 실꼬리돔 수리미에 비해 훨씬 많았는데 이는 어종 간의 성분조성 차이와 수세 등 제조공정의 차이에서 기인한 것으로 생각되었다.

명태 수리미의 pH는 7.04-7.39, 실꼬리돔 수리미는 7.32-7.39로 명태 수리미의 경우 등급이 낮아질수록 pH는 약간 높아졌으나 실꼬리돔의 경우는 거의 변화가 없었다. 반면, 대왕오징

Table 2. Proximate composition, pH and volatile basic nitrogen (VBN) contents of the various commercial surimi

Code No. ¹	Proximate composition (g/100 g)			pH	VBN (mg/100 g)
	Moisture	Crude protein	Ash		
1	73.2±0.1 ^b	18.2±0.1 ^{gh}	0.5±0.1 ^a	7.04±0.02 ^c	6.8±0.7 ^b
2	74.3±0.3 ^c	18.0±0.2 ^g	0.6±0.1 ^a	7.17±0.01 ^d	8.6±0.2 ^c
3	74.5±0.6 ^c	17.5±0.1 ^{ef}	0.6±0.2 ^a	7.27±0.01 ^e	9.4±0.1 ^d
4	76.5±0.1 ^{de}	17.4±0.1 ^{de}	0.7±0.1 ^a	7.39±0.02 ^g	9.8±0.4 ^d
5	72.0±0.6 ^a	18.5±0.3 ^h	0.5±0.1 ^a	7.32±0.01 ^f	5.5±0.2 ^a
6	75.8±1.2 ^d	17.8±0.4 ^{efg}	0.5±0.1 ^a	7.32±0.02 ^f	5.9±0.6 ^a
7	77.7±0.3 ^g	17.6±0.2 ^{ef}	0.5±0.2 ^a	7.39±0.02 ^g	6.8±0.4 ^b
8	77.5±0.2 ^{efg}	17.0±0.3 ^d	0.6±0.1 ^a	7.39±0.02 ^g	7.2±0.1 ^b
9	78.3±0.4 ^g	16.4±0.1 ^c	0.6±0.1 ^a	7.38±0.02 ^g	8.3±0.3 ^c
10	77.0±0.4 ^{ef}	15.5±0.1 ^b	1.8±0.2 ^c	6.72±0.03 ^b	143.5±0.8 ^e
11	77.2±1.3 ^{efg}	14.3±0.6 ^a	1.3±0.1 ^b	6.68±0.02 ^a	177.7±0.5 ^f

¹Refer to the comment in Table 1. ^{a-g}Means with different superscript in the same column significantly differ at P<0.05.

어 수리미의 pH는 6.68-6.72로 명태나 실꼬리돔 수리미에 비해 다소 낮았다.

명태 및 실꼬리돔 수리미의 휘발성염기질소(VBN) 함량은 각각 6.8-9.8 및 5.5-8.3 mg/100 g으로 양 수리미 모두 등급이 낮아질수록 VBN 함량이 증가하는 경향을 나타내었으며, 실꼬리돔 수리미 쪽의 변화 폭이 다소 컸다. 여기서 시료 수리미들의 VBN 함량이 10 mg/100 mg 이하이므로 선도 저하나 냄새의 발현에 미치는 영향은 없을 것으로 보인다. 반면 대왕오징어 수리미의 VBN 함량은 143.5-177.7 mg/100 g으로 다량의 VBN 성분이 함유되어 있으며, 대왕오징어 수리미의 최대 단점인 강한 비린내의 주원인일 것으로 생각되었다. Kim and Choi (2011)는 남미산 대왕오징어가 백색도가 매우 뛰어나 유용한 수리미 소재가 될 수 있으나, 대왕오징어 육에는 다량의 염화암모늄이 함유되어 특유의 비린내가 심하며, 미오신을 분해하는 단백질 분해효소를 다량 함유하고 있기 때문에 어묵 제조시 액토미오신의 형성 및 겔화가 어렵다고 하였다. 이 대왕오징어를 수리미 및 어묵의 소재로 사용하기 위해서 Choi and Kim (2012a, 2012b) 및 Otero et al. (2010)은 전분과 겔 강화제의 첨가가 필요하며, Lee et al. (1999)은 타 수리미와의 혼합이 필요하다고 보고한 바 있다.

색조

SA-RA 급 명태 수리미 4종, SSA-RA 급 실꼬리돔 수리미 5종 및 RA 급 대왕오징어 수리미 2종을 반해동시킨 후 직시색차계로 절단면의 색조를 측정된 결과는 Table 3과 같다. 명태 수리미의 색조는 명도(L 값)의 경우 등급이 낮아질수록 감소하는 경향을, 적색도(a 값), 황색도(b 값) 및 색차(ΔE 값)는 약간씩 증가하

는 경향을 보여 등급이 낮아질수록 육색이 약간씩 어두워지며 색조가 진해짐을 알 수 있었다. 실꼬리돔 수리미의 명도는 명태 수리미와 동일하게 등급이 낮아질수록 감소하였으나, 적색도, 황색도 및 색차는 등급에 따른 증가 또는 감소 경향을 보이지 않았다. 한편 대왕오징어 수리미는 같은 RA 급이라도 제조회사에 따라 상당한 색조 차이를 보였으며, 명태나 실꼬리돔 수리미에 비해 명도가 높고, 적색도와 색차는 낮은 것으로 나타났다.

Ca²⁺-ATPase 활성 및 해동드립

SA-RA 급 명태 수리미 4종, SSA-RA 급 실꼬리돔 수리미 5종 및 RA 급 대왕오징어 수리미 2종의 Ca²⁺-ATPase 활성도 및 해동드립을 측정된 결과는 Table 4와 같다. 명태 및 실꼬리돔 수리미의 Ca²⁺-ATPase 활성은 각각 0.63-0.83 및 0.60-0.80 pi μ mole/min/mg으로 등급이 낮아질수록 Ca²⁺-ATPase 활성이 낮아지는 경향을 보였으며, 대왕오징어 수리미의 경우는 같은 RA 급이라도 Ca²⁺-ATPase 활성이 0.82 및 0.91 pi μ mole/min/mg으로 명태와 실꼬리돔 수리미의 SA 급과 비슷한 활성값을 나타내었다. 냉동수리미의 등급은 자체적으로 최상급 SSA 급에서 하등급 RA 급까지 분류하고 있으며, 이들 등급의 지표로는 수분함량, 백색도, 협잡물 및 겔강도 등이 사용되고 있다(Park et al., 2000a). 그러나 이들 지표들은 등급에 따른 구분 영역이 매우 좁으며 검사원의 주관에 따라 좌우될 수 있다. Katoh et al. (1979)은 냉동수리미의 근원섬유단백질이 갖는 ATPase 활성이 정확한 품질판정의 지표로 유용하고, 수리미의 품질을 신속히 판정할 수 있는 방법이라고 보고하였다. Kim and Cho (1992)도 냉동수리미의 품질과 어묵의 겔강도의 관계에서 Ca²⁺-ATPase 활성, 용해도 및 K 값이 겔강도와 밀접한 상관관계를 갖고 있으며 등급별 분류 지표로 유용하다고 하였다.

Table 3. Color values in cut surface of the various commercial surimi

Code No. ¹	Color values			
	L	a	b	ΔE
1	53.6±0.5 ^f	-0.5±0.1 ^{cd}	5.8±0.4 ^f	43.5±0.2 ^d
2	51.4±0.2 ^e	-0.4±0.1 ^{de}	4.6±0.2 ^d	45.5±0.3 ^e
3	51.2±0.7 ^e	0.1±0.0 ^f	6.5±0.2 ^g	45.7±0.2 ^e
4	48.5±0.6 ^c	0.1±0.0 ^f	7.0±0.3 ^h	48.8±0.2 ^g
5	54.8±0.2 ^g	-0.3±0.2 ^e	5.2±0.1 ^e	47.0±0.1 ^f
6	50.1±0.3 ^d	-0.3±0.1 ^e	3.0±0.1 ^c	49.0±0.6 ^{gh}
7	48.9±0.2 ^c	-0.5±0.0 ^{cd}	6.5±0.4 ^g	37.6±0.4 ^b
8	47.7±0.1 ^b	-0.9±0.1 ^b	2.1±0.2 ^b	51.2±0.3 ⁱ
9	45.8±0.4 ^a	-0.6±0.1 ^c	5.6±0.2 ^{ef}	49.4±0.3 ^h
10	55.1±0.7 ^g	-2.6±0.1 ^a	4.5±0.3 ^d	42.0±0.2 ^c
11	60.1±0.4 ^h	-0.9±0.1 ^b	1.2±0.2 ^a	36.8±0.1 ^a

¹Refer to the comment in Table 1. ^{a-i}Means with different superscript in the same column significantly differ at P<0.05. L, lightness; a, red/green value; b, yellow/blue value; ΔE , color difference.

Table 4. Ca²⁺-ATPase activity and thawing drips of the various commercial surimi

Code No. ¹	Ca ²⁺ -ATPase activity (pi μ mole/min/mg)	Drips (%)	
		Free drip	Expressible drip
1	0.83±0.00 ^h	3.6±0.1 ^c	4.1±0.9 ^{ab}
2	0.72±0.01 ^e	5.2±1.0 ^d	5.3±1.2 ^{bcd}
3	0.70±0.01 ^d	5.6±0.4 ^{de}	6.5±0.6 ^{de}
4	0.63±0.00 ^b	6.5±0.8 ^e	7.7±0.4 ^e
5	0.80±0.02 ^g	1.9±0.1 ^a	3.4±0.2 ^a
6	0.77±0.01 ^f	2.1±0.6 ^a	4.6±1.1 ^{abc}
7	0.70±0.00 ^d	2.1±0.5 ^a	5.2±0.2 ^{bc}
8	0.66±0.01 ^c	2.3±0.4 ^{ab}	5.6±0.2 ^{cd}
9	0.60±0.00 ^a	3.3±0.5 ^{bc}	7.0±0.4 ^e
10	0.82±0.02 ^h	3.9±0.7 ^c	-
11	0.91±0.01 ⁱ	4.0±1.0 ^c	-

¹Refer to the comment in Table 1. ^{a-i}Means with different superscript in the same column significantly differ at P<0.05.

명태, 실꼬리돔 및 대왕오징어 수리미의 유출드립은 각각 3.6-6.5, 1.9-3.3 및 3.9-4.0%로 대체로 등급이 낮아질수록 드립량이 약간씩 증가하였으며, 3종 수리미 중 명태 수리미의 유출드립량이 가장 많았다. 명태 및 실꼬리돔 수리미의 압출드립은 각각 4.1-7.7 및 3.4-7.0%로 유출드립과 마찬가지로 등급이 낮아질수록 드립량이 약간씩 증가하는 경향을 나타내었다. 대왕오징어 수리미의 경우 압출드립은 측정불가한 상태가 되어 미측정하였다. 이러한 해동드립의 차이는 각 냉동수리미를 구성하는 근원섬유단백질, 즉 myosin heavy chain의 성장과 동결변성의 차이에서 기인한 것으로 보인다.

냉동수리미 가열 겔의 색조

각 시료 냉동수리미에 중량 대비 3% 식염 만을 가하여 조제한 가열 겔 절단면의 색조를 직시색차계로 측정한 결과는 Table 5와 같다. 명태 수리미 가열 겔의 색조 변화는 명도의 경우 등급이 낮아질수록 63.5에서 59.2로 감소하는 경향을, 황색도는 -2.5에서 1.7로, 색차는 33.7에서 37.7로 약간씩 증가하는 경향을 보였으나 적색도는 등급에 따른 상관관계가 거의 없었다. 실꼬리돔 수리미 가열 겔은 등급에 따른 명도의 변화 역시 등급이 낮아질수록 64.2에서 60.8로 감소하는 경향을, 적색도는 -2.4에서 -2.1로, 황색도는 -2.1에서 2.3으로, 그리고 색차는 32.8에서 36.9로 약간씩 증가하는 경향을 보였다. 즉 양 수리미 모두 등급이 낮아질수록 가열 겔의 색깔이 약간씩 어두워지며 황갈색으로 변화됨을 알 수 있었다.

냉동수리미 가열 겔의 백색도 및 겔강도

각 시료 냉동수리미에 중량대비 3% 식염 만을 가하여 조제한

가열 겔 절단면의 백색도와 겔강도를 측정한 결과는 Table 6과 같다. 백색도와 겔강도는 어묵의 품질을 결정하는 중요한 지표로 사용된다. 명태와 실꼬리돔 수리미 가열 겔의 백색도는 각각 54.0-70.8 및 53.9-71.0으로 양 수리미 간에 차이가 거의 없었으며, 명태와 실꼬리돔 수리미 모두 등급이 낮아질수록 감소하는 경향을 나타내었다. 대왕오징어 수리미 가열 겔의 백색도는 52.2 및 70.3으로 같은 RA 급이라도 백색도의 차이가 매우 컸으며, 제조회사와 원료 대왕오징어의 종류 및 어획 시기 등에 따라 상당한 차이를 보일 것으로 추정된다. 페루, 아르헨티나 및 멕시코 등 남미 원양에서 어획한 외양성 대왕오징어류는 육의 두께가 1-5 cm 정도로 두꺼워 탈피공정이 용이하며, 백색도가 우수하여 백색육 어류를 대체할 수 있는 유용한 자원으로 알려져 있으나, 본 연구 결과 가열 겔의 백색도가 불균일하여 차후 이에 대한 품질관리가 필요할 것으로 생각된다.

명태와 실꼬리돔 수리미 가열 겔의 겔강도는 각각 412.3-769.4 g·cm 및 280.2-456.5 g·cm로 양 수리미 간에 상당한 겔강도의 차이를 보였으며, 명태 수리미의 겔강도가 실꼬리돔 수리미에 비해 겔형성능이 다소 우수하였다. 명태와 실꼬리돔 수리미 모두 등급이 낮아질수록 가열 겔의 겔강도가 감소하는 경향을 나타내었는데, 냉동수리미의 겔강도는 Ca²⁺-ATPase 활성과 밀접한 상관관계를 가지며(Katoh et al., 1979; Kim and Cho, 1992) 냉동수리미의 등급별 주요한 분류지표로 사용되고 있다(Park et al., 2000a). 대왕오징어 수리미 가열 겔의 겔강도는 17.3 및 220.2 g·cm로 같은 RA 급 명태와 실꼬리돔 수리미 가열 겔에 비해 훨씬 낮았으며, 제조회사에 따라 상당한 차이를 보였다. 대왕오징어류는 잠재 자원량이 수억톤 이상으로 추정되며 저가에 안정적인 공급이 가능하나 특유의 비린내가 강하며(Stevenotwall and Hamann, 1979), 육의 구조상 방사형 근육 섬유가 서로 교차하여 큐빅구조를 이루고 또한 단백질 분해효

Table 5. Color values in cut surface of the heat-induced gel using the various commercial surimi

Code No. ¹	Color values			
	L	a	b	ΔE
1	62.5±0.5 ^a	-2.7±0.2 ^b	-2.5±0.1 ^c	33.2±0.2 ^{ab}
2	63.3±0.2 ^a	-2.4±0.1 ^c	-2.5±0.2 ^c	33.8±0.3 ^c
3	63.4±0.7 ^a	-3.0±0.1 ^a	0.9±0.0 ^f	33.6±0.2 ^{bc}
4	59.2±0.6 ^a	-2.7±0.1 ^b	1.7±0.3 ^g	37.7±0.2 ^g
5	64.2±0.2 ^a	-2.4±0.2 ^c	-2.1±0.1 ^d	32.8±0.1 ^a
6	63.5±0.3 ^a	-2.3±0.1 ^{cd}	-2.9±0.1 ^b	33.5±0.6 ^{bc}
7	63.5±0.2 ^a	-2.5±0.2 ^{bc}	-2.1±0.2 ^d	34.5±0.4 ^d
8	62.3±0.1 ^a	-2.1±0.1 ^d	-1.6±0.1 ^e	35.8±0.3 ^e
9	60.8±0.4 ^a	-2.1±0.1 ^d	2.3±0.2 ^h	36.9±0.3 ^f
10	58.9±1.0 ^a	-3.2±0.2 ^a	2.2±0.3 ^h	37.9±0.2 ^g
11	60.4±0.4 ^a	-2.3±0.1 ^{cd}	-4.3±0.3 ^a	36.8±0.1 ^f

¹Refer to the comment in Table 1. ^{a-g}Means with different superscript in the same column significantly differ at P<0.05. L, lightness; a, red/green value; b, yellow/blue value; ΔE, color difference.

Table 6. Whiteness and gel strength of the heat-induced gel using the various commercial surimi

Code No. ¹	Whiteness ²	Gel strength (g·cm)
1	70.8±0.3 ^{fg}	769.4±35.2 ^j
2	71.4±0.2 ^g	591.1±20.3 ^j
3	64.8±0.2 ^c	542.0±21.7 ^h
4	54.0±0.6 ^b	412.3±19.8 ^{ef}
5	70.3±0.1 ^{ef}	456.5±27.3 ^g
6	71.0±0.3 ^g	428.9±23.2 ^{fg}
7	69.8±0.3 ^e	379.3±17.4 ^e
8	66.3±0.5 ^d	341.7±27.9 ^d
9	53.9±0.2 ^b	280.2±9.3 ^c
10	52.2±0.3 ^a	173.3±16.5 ^a
11	70.3±0.6 ^{ef}	220.2±7.3 ^b

¹Refer to the comment in Table 1. ²L-3b. ^{a-j}Means with different superscript in the same column significantly differ at P<0.05.

Table 7. Total amino acid contents of the various commercial surimi

(mg/100 g)

Amino acids	Code No. ¹		
	1	5	10
Aspartic acid	1,671.8 (9.7)	1,732.5 (9.7)	1,385.1 (8.5)
Threonine	938.8 (5.4)	992.0 (5.5)	740.4 (5.0)
Serine	855.2 (4.9)	863.9 (4.8)	765.0 (5.2)
Glutamic acid	2190.4 (12.6)	2,282.0 (12.7)	1,963.5 (13.2)
Proline	1,162.1 (6.7)	1,236.6 (6.9)	1,329.1 (9.3)
Glycine	702.4 (4.1)	741.6 (4.1)	830.3 (5.6)
Alanine	1,013.7 (5.9)	1,058.5 (5.9)	900.5 (6.1)
Cystine/2	50.3 (0.3)	57.0 (0.3)	84.6 (0.6)
Valine	832.4 (4.8)	842.2 (4.7)	676.8 (4.6)
Methionine	784.0 (4.5)	814.6 (4.5)	474.0 (3.2)
Isoleucine	994.3 (5.7)	1,044.4 (5.8)	722.5 (4.9)
Leucine	1,291.6 (7.5)	1,314.4 (7.3)	1,072.2 (7.2)
Tyrosine	636.3 (3.7)	595.0 (3.3)	293.2 (2.0)
Phenylalanine	974.0 (5.6)	1,047.4 (5.8)	742.6 (5.0)
Histidine	646.6 (3.7)	698.9 (3.9)	578.7 (3.9)
Lysine	1,281.2 (7.4)	1,296.0 (7.2)	1,057.6 (7.1)
Arginine	1,302.9 (7.5)	1,348.0 (7.5)	1,230.8 (8.3)
Total	17,328.1 (100.0)	17,965.0 (100.0)	14,846.8 (100.0)

¹Refer to the comment in Table 1.

소를 다량 함유하고 있어 자연응고 및 가열 겔화가 어렵다는 것이 보고되어 있다(Yamanaka et al., 1995).

총아미노산 및 무기질

SA 급 명태 수리미, SSA 급 실꼬리돔 수리미 및 RA 급 대왕오징어 수리미의 총아미노산 및 무기질 조성을 분석한 결과는

Table 8. Mineral contents of the various commercial surimi

(mg/100 g)

Minerals	Code No. ¹		
	1	5	10
Na	157.3±1.2	136.6±1.5	164.9±1.4
K	69.9±0.4	45.7±0.2	160.4±1.1
S	56.4±0.5	29.9±1.1	22.8±0.9
P	73.5±1.4	35.0±0.9	39.8±0.6
Ca	18.0±0.2	50.7±0.6	203.4±1.2
Fe	17.7±0.9	12.0±0.3	tr
Mg	9.2±0.2	5.0±0.2	2.4±0.0
Zn	1.4±0.1	1.5±0.2	tr
Cu	ND	ND	ND
Se	3.7±0.4	ND	ND

¹Refer to the comment in Table 1. tr, trace; ND, not detected.

Table 7 및 8과 같다. 이들 3종 냉동수리미의 총아미노산 함량은 각각 17,328.1, 17,965.0 및 14,846.8 mg/100 g으로 명태와 실꼬리돔 수리미는 총함량이 서로 비슷한 반면 대왕오징어 수리미는 함량이 약간 적었다. 주요 총아미노산의 조성비는 수리미의 종류에 따라 약간의 차이는 있으나 glutamic acid의 함량이 가장 많았고, 다음으로 aspartic acid, arginine, leucine, lysine, proline, alanine 및 phenylalanine 등이 주요 구성아미노산이었다. 한편 이들 3종 수리미의 주요 무기질 조성은 각각 Na (136.6-164.9 mg/100 g), K (45.7-160.4 mg/100 g), P (35.0-73.5 mg/100 g), S (22.8-56.4 mg/100 g) 및 Ca (18.0-203.4 mg/100 g) 등으로 냉동수리미의 종류에 따라 다소의 함량 차이를 보였으며, 특히 대왕오징어 수리미의 경우 K 및 Ca의 함량이 많은 점이 특징적이었다. 대왕오징어 수리미의 무기질 함량이 다소 많은 이유는 육 조직상의 특성으로 인하여 명태 및 실꼬리돔 수리미와 동일한 수세공정을 적용할 수 없었기 때문이다. 한편 S의 경우 함황화합물의 역치가 0.02-0.33 ppb로 매우 낮기 때문에 가열처리시 유리되어 어묵의 구수한 향미 발현에 영향을 미치며(Oda et al., 1981), Na⁺, K⁺ 및 PO₄³⁻ 등 무기이온은 수산물의 주된 정미발현성분(Hayashi et al., 1981)이라는 점을 고려할 때 이들 무기성분들은 냉동수리미를 사용한 어묵의 맛에 일부 기여할 것으로 보인다.

References

- Choi SH and Kim SM. 2012a. Development of giant squid (*Onimastrephe bartrami*) 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>.
- Choi SH and Kim SM. 2012b. Quality properties of giant squid (*Dosidicus gigas*) surimi-based product manufactured with *Amorphophallus konjac* flour. *Korean J Food Sci Technol* 44, 422-427. <http://dx.doi.org/10.9721/KJFST.2012.44.4.422>.
- Choi YJ, Lee HS and Cho YJ. 1999. Optimization of ingredients formulation in low grades surimi for improvement of gel strength. *Korean J Fish Aquat Sci* 32, 556-562.
- Choi YJ, Park JD, Kim JS, Cho YJ and Park JW. 2002. Rheological properties of heat-induced gels of surimi from acid and alkali process. *Korean J Fish Aquat Sci* 35, 309-314.
- Gomez-Guillen MC, Hurtado JL and Montero P. 2002. Autolysis and protease inhibition effects on dynamic viscoelastic properties during thermal gelation of squid muscle. *J Food Sci* 67, 2491-2496.
- Han HS. 1999. *Statistic data analysis*. Chungmungak, Seoul, Korea.
- Hayashi T, Yamaguchi K and Konosu S. 1981. Sensory analysis of taste-active components in the extract of boiled snow crab meat. *J Food Sci* 46, 479-483.
- Kato N, Nozaki H, Komatsu K and Arai K. 1979. A new method for evaluation of the quality of frozen surimi from Alaska pollack relationship between myofibrillar ATPase activity and Kamaboko forming ability of frozen surimi. *Bull Japanese Soc Sci Fish* 45, 1027-1032.
- Kim YY and Cho YJ. 1992. Relationship between quality of frozen surimi and jelly strength of Kamaboko. *Korean J Fish Aquat Sci* 25, 73-78.
- Kim KO, Kim SS, Sung RK and Lee YC. 1993. Sensory evaluation method and application. Sinkwang Pub Co., Seoul, Korea.
- Kim BK and Choi YJ. 2011. Formulation of surimi and surimi based product with acceptable gelling ability from squid muscle. *Korean J Fish Aquat Sci* 44, 37-44. <http://dx.doi.org/10.5657/kfas.2011.44.1.037>.
- KRIVET (Korea Research Institute for Vocational Education and Training). 2019. NCS (National Competency Standards) learning module. In: Chapter 21. Seafood preservation. 5. Frozen food quality evaluation. KRIVET, Sejong, Korea, 47.
- 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.
- Lee NG, Yoo SG and Cho YJ. 1999. Optimum rheological mixed ratio of jumbo squid and Alaska pollack surimi for gel product process. *Korean J Fish Aquat Sci* 32, 718-724.
- 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. 1982. *Food analysis handbook*. Kenpakusha, Tokyo, Japan, 264-267.
- Oh KS, Moon SK, Lee EH and Kim BG. 1993. Study on the quality improvement of sardine surimi. *Korean J Food Sci Technol* 25, 37-333.
- Otero M, Borderias J and Tovar CA. 2010. Use of konjac glucomannan as additive to reinforce the gels from low-quality squid surimi. *J Food Eng* 101, 281-288.
- Park HY, Cho YJ, Oh KS and Goo JK. 2000a. Applied fisheries processing. In: Chapter 9. Fish meat paste products. Suhyup Pub Co., Seoul, Korea.
- Park HY, Cho YJ, Oh KS and Goo JK. 2000b. Applied fisheries processing. In: Chapter 8. Frozen seafood products. Suhyup Pub Co., Seoul, Korea, 152.
- Park JD, Jung CH, Kim JS, Cho DM, Cho MS and Choi YJ. 2003. Surimi processing using acid and alkali solubilization of fish muscle protein. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 32, 400-405.
- Park JW. 2005. *Surimi and surimi seafood*. 2nd ed. CRC. New York, NY, U.S.A., 649-708.
- Samejima K, Ishioroshi M and Yasui T. 1981. Relative roles of the hair tail proteins of the molecular in heat-induced gelation of myosin. *J Food Sci* 46, 1412-1418.
- Stevenotwall W and Hamann DD. 1979. Textural characterization of squid: instrumental and panel evaluations. *J Food Sci* 44, 1636-1643.
- Suh SB, Kim TJ, Lee DS and Min JG. 1999. Processing, quality stability and utilization of approved sardine surimi for surimi-based products. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 28, 403-408.
- Woo SK. 1997. Effects of phosphate complex on the functional properties of fish meat paste. *Korean J Food Nutr* 10, 544-548.
- Yamanaka H, Matsumoto M, Hatae K and Nakaya H. 1995. Studies on components of off-flavor in the muscle of american jumbo squid. *Bull Japanese Soc Sci Fish* 61, 612-618.