

연육 (surimi) 소재로서 어체중량이 다른 넙치의 품질 특성 비교

허민수·신준호¹·박권현¹·이지선¹·노윤이¹·전유진²·김진수^{1*}

경상대학교 식품영양학과 / 해양산업연구소, ¹경상대학교 해양식품공학과 / 해양산업연구소,
²제주대학교 해양의생명과학부

Quality of Bastard Halibut with Different Weights as a Surimi Source

Min Soo Heu, Jun Ho Shin¹, Kwon Hyun Park¹, Ji Sun Lee¹,
Yu Ni Noe¹, You-Jin Jeon² and Jin-Soo Kim^{1*}

Department of Food Science and Nutrition / Industry of Marine Industry,
Gyeongsang National University, Jinju 660-701, Korea

¹Department of Seafood Science and Technology / Institute of Marine Industry,
Gyeongsang National University, Tongyeong 650-160, Korea

²Department of Marine Life Science, Jeju National University, Jeju 690-756, Korea

This study investigated the physicochemical and enzymatic properties of unmarketable cultured bastard halibut (*Paralichthys olivaceus*) of different weights as a potential source of surimi and surimi gel. The proximate composition of cultured bastard halibut of different weights did not differ significantly at $P < 0.05$ (light weight (LBH) 400~500 g, medium weight (MBH) 600~800 g, and heavy weight (HBH) > 1,000 g). Compared to Alaska pollock muscle, the bastard halibut muscle had a 4% higher crude protein content and 6% lower moisture content. The collagen content of LBH bastard halibut muscle was 1.58 g/100 g, which was lower than or no different from bastard halibut weighing different amounts. Regardless of fish weight or pH, the enzymatic activities of crude fish extracts ranged from 0.34~0.48 U/mg for casein and hemoglobin, 11.0~12.7 U/mg for LeuPNA, 5.4~6.1 U/mg for ArgPNA, 2.3~2.9 U/mg for SAAPFNA, and 0.1~0.2 U/mg for BAPNA. The yield of surimi gel from LBH was 24.4%, which was similar to that from MBH and lower than that from HBH. The surimi gel from LBH was similar to that from HBH, while weaker than that from MBH. The surimi gel from LBH gel was stronger than grade SA gel from commercial Alaska pollock.

Key words: Surimi, Surimi gel, Bastard halibut surimi, Bastard halibut, Unmarketable fish

서론

넙치는 일명 광어라고도 불리고, 우리나라 전연안에 분포하여 서식하며, 콜라겐 함량이 적절하게 함유되어 있어 육조각감이 좋을 뿐만 아니라 지방질이 적어 풍미가 좋아 닭류와 함께 대부분이 횡감으로 사용되는 고급어종 중의 하나이다 (Jang et al., 2009). 뿐만 아니라 넙치는 어린이의 발육에 필요한 lysine이 많아 성장기 어린이에 좋고, 지방질이 적어 소화 잘되므로 노인과 당뇨병환자, 병의 회복기에 있는 사람들에게 도움이 되는 식품 소재 중의 하나이다. 그러나, 근년 넙치와 같은 연안 어자원은 횡감으로서 소비자의 수요는 많으나 연안의 매립과 환경 오염 등에 의한 영향으로 감소되었다. 이를 대체하기 위하여 넙치 양식기술의 개발에 매진하여 1980년대 후반에 양식에 성공하였고, 1990년대부터 대량 생산하게 되었다. 현재 넙치는 우리나라 양식산 전어류의 60%를 차지하고, 주로 제주특별자치도 연안, 경상남도 거제, 통영, 남해, 하동, 그리고 전남 여수 및 완도 등에서 생산되고 있다 (You, 2003).

현재 제주특별자치도에서 넙치 양식산업은 밀감산업 다음으로 주산업으로 자리잡고 있고, 전국 양식 넙치 생산량의 50-70% 정도를 차지하고 있으나, 그 용도는 횡감으로 한정되어 있다. 이로 인하여, 제주특별자치도의 넙치 양식 어가는 생산된 양식산 넙치를 국내 유통은 물론이고, 일본 및 미국에 까지 수출함에도 불구하고, 양식산 넙치의 과잉 생산과 일시에 대량 출하에 따른 가격하락, 그리고, 중국으로부터 저가 넙치의 수입 급증 등으로 인한 경영 악화가 심각한 수준에 이르러 어려움에 처하여 있다 (Cha et al., 2009).

일반적으로 양식어민들은 넙치를 포함한 모든 어류의 양식에 생산단가를 낮추고 고수익을 내기 위하여 고밀도 밀집양식을 선호한다. 그러나, 밀집 양식한 어류는 적정 규모로 양식한 어류에 비하여 먹이 경쟁을 심하게 하여야 하고, 여기서 뒤쳐진 일부의 개체는 성장이 더디어 비경제성 양식어인 500 g 이하의 비규격 넙치로 남게 되어 선별 제거하는 것이 상업적으로 효율적이다. 이러한 일면에서 넙치 양식어민들에게 새로운 활력을 부여하는 방안 중의 하나가 과잉 생산되고 있는

*Corresponding author: jinsukim@gnu.ac.kr

넙치 중 규격 넙치의 경우 고가로 유통되고 있는 횡감으로 이용하고, 비규격 넙치의 경우 생선회 이외의 연육 (surimi)과 연제품과 같이 일부 다른 용도로 고도 이용함으로써 인하여 생선회 시장에 공급량을 조절하는 것이라 할 수 있다.

한편, 연육은 두부, 껌질, 내장과 뼈를 제거하고 분리한 어육을 마쇄 및 수세한 다음 근원섬유 단백질을 농축한 후 설탕과 솔비톨과 같은 냉동변성 방지제를 혼합하여 제조한 제품으로 수산연제품, 어육소시지 등과 같은 어육연제품과 같은 고차 수산가공품의 중간소재로 널리 이용되고 있다 (Wu, 1992; Park and Morrissey, 2000). 따라서, 연육 산업은 잠재적인 성장 가능성이 있으나, 이의 원료 확보는 세계 각국의 200헤리 경제수역의 선포, 어업규제의 강화, 입어료의 상승, 유럽을 위시한 서구에서 어류의 건강 기능성을 인정한 이래 축육 스테이크 (steak)보다 현재 연육 원료로 다량 이용되고 있는 어류 스테이크의 선호 현상, 중국에서 연육의 소비 증가 등으로 인하여 악화되어 가고 있다 (Park et al., 1995). 이로 인하여 연육 원료난을 해결하기 위한 방안으로 연육 생산을 위한 주자원인 명태 이외에 Pacific whiting, arrowtooth flounder, hoki, southern blue whiting, northern blue whiting 및 기타 threadfin bream, lizardfish, bigeye snapper, croaker 등과 같은 tropical fish species 등이 대체 소재로 검토되어 산업적으로 유효 이용되고 있으나 (Park and Morrissey, 2000), 이마저도 부족하여 또 다른 어종에 대하여도 꾸준히 검토되고 있다. 이러한 일면에서 비규격 넙치의 경우도 연육 소재로서 검토할 수 있는 좋은 소재 중의 하나로 판단된다.

한편, 어류는 어체중량 또는 어체크기별 이화학적 및 효소학적 특성 등에 차이가 있어 (Park et al., 1995), 연육 또는 연제품은 원료로 사용하는 어체의 중량 또는 크기에 따라 품질에 차이가 있을 수 있다. 따라서 양식산 넙치를 연육 및 연제품의 소재로 효율적으로 이용하기 위하여는 반드시 어체중량 또는 어체크기에 따른 양식산 넙치의 이화학적 특성 및 효소학적 특성에 대하여 검토되어야 한다.

한편, 비규격 양식 어류의 고도 이용에 관한 연구로는 Cha et al. (2009)의 저상품질 양식 넙치를 이용한 연제품의 제조 및 텍스처 특성에 관한 연구 만이 있다. 그리고, 현재 연육 소재로 이용되지 않은 어종으로부터 연육 및 연제품 소재로 이용하기 위한 연구로는 Lee et al. (1985)과 Park et al. (1985a,b)의 정어리와 고등어를 이용한 연육 및 연제품의 제조에 관한 연구, Kim (1978)의 먹장어를 이용한 연제품의 제조에 관한 연구, Park et al. (1968)의 상어를 이용한 연제품의 제조에 관한 연구, Kim et al. (1996)의 민물어류인 catfish로부터 연육 제조에 관한 연구 등이 있다. 하지만, 이들 연구 중 어체크기별 어류의 식품성분 특성에 관한 연구는 주로 어류의 맛 및 영양 특성에 초점을 맞춘 것들만이 있을 뿐이고, 연육 및 연제품과 같은 수산가공소재로 검토한 예는 거의 찾아보기 어렵다. 그리고, 저상품질 양식 넙치를 이용한 연제품의 제조 및 텍스처 특성에 관한 연구는 고품질 연육 제조를 위한 가장 중요한 공정 중의 하나인 정제 공정을 생략하여 제조하였고, 또한, 고품질 연제품의 제조를 위한 필수 공정인 setting 공정을 생략

함으로 인하여 최종 제품이 중급 또는 하급의 연육 생산 및 연제품으로 저평가 (Park et al., 1995)되어 넙치를 이용한 연육 및 연제품의 제조공정 및 품질평가에 대하여 전반적으로 재검토가 요망된다. 그리고, 위에서 언급된 연육 소재로서 다양한 어류에 대하여 검토를 시도한 연구들은 적색육 어류, 지질함량이 많은 먹장어와 연육 제조시에 이물질에 해당하는 근기질 단백질의 함유량이 높은 상어 및 민물어류인 catfish를 이용함으로써 인하여 연제품의 소재로서 가공적성이 낮아 일부 증량제로는 사용이 가능하나 고품질용 소재로 이용하기에는 한계가 있다.

본 연구에서는 제주산 넙치의 가격 안정화와 이를 이용한 제주특별자치도 새로운 수산산업의 자리 매김을 위한 일련의 연구로 어체 중량에 따른 제주산 넙치의 이화학적 및 효소학적 특성을 통하여 비규격 양식산 넙치의 고급 연육 및 연제품 소재로서 가능성에 대하여 검토하고자 하였다.

재료 및 방법

재료

양식산 넙치 (bastard halibut, *Paralichthys olivaceus*)는 대형 (1,000 g 이상, 45~49 cm), 중형 (600~800 g, 37~41 cm) 및 소형 (400~500 g, 33~37 cm)로 구분하여 2009년 5월에 제주특별자치도 제주시로부터 각각 구입하여 사용하였다.

기타 연제품의 품질 특성 비교를 위하여 사용한 식염은 주 삼호산업에서 제조한 것을 2009년 3월에 경상남도 통영시 소재 마트에서 구입하여 사용하였다.

넙치로부터 연육 (surimi) 및 연제품의 제조와 수율 넙치 연육은 넙치로부터 두부 및 내장을 제거하고, 필레 (fillet)처리 및 탈피한 후 chopper (M-12S, 한국후지공업, 한국)로 마쇄하고, 수세한 다음 체거르기하여 제조하였다.

넙치 연제품의 제조는 넙치 연육과 3% (w/w)에 해당하는 식염을 stephan mixer (774027-01, UMC 5 Electronic Co. LTD, Germany)에 첨가 및 혼합하고, 진공포장기를 이용하여 탈기한 후 stuffer (50501, Shanghai Machinery Co. LTD, China)로 충전하였으며, 이어서 setting (5°C에서 24시간)처리한 다음, 열탕 (95°C에서 30분), 냉각 (얼음물에서 15분) 및 저온처리 (5°C에서 24시간)하여 제조하였고, 이들 연제품은 겔강도 및 백색도의 측정 시료로 사용하였다.

넙치로부터 연제품을 제조할 때 연제품의 수율은 원료로 사용한 넙치 전어체의 중량에 대하여 생 연육에 첨가물로는 3%에 해당하는 식염만을 가하고 일정공정을 거쳐 제조한 연제품 중량의 상대비율 (%)로 하였다.

일반성분 조성 및 콜라겐 함량

일반성분은 AOAC법 (1995)에 따라 수분은 상압가열건조법, 조단백질은 semimicro Kjeldahl법, 조회분은 건식회화법 및 조지방은 Soxhlet법으로 각각 측정하였다. 그리고, 탄수화물은 100 - (수분 함량 + 조단백질 함량 + 조지방 함량 + 회분 함량)으로 계산하였다.

콜라겐 함량은 Reddy and Enwemeka (1996)의 방법을 일부 변형하여 측정하였다. 즉, cap tube에 분쇄된 시료 0.1 g과 6 N HCl 5 mL를 각각 넣고, cap을 닫은 다음 110°C에서 24시간 동안 가수분해하였다. 이어서 가수분해물을 glass filter로 여과하고, evaporator로 농축하여 HCl을 제거한 다음 acetate/citrate buffer 2 mL를 가한 후 0.3 M NaCl로서 정용 (25 mL)하여 시료액을 조제하였다. 시료액 300 μ L에 oxidant solution 300 μ L 와 isopropanol 600 μ L를 넣어 실온에서 4분 동안 산화시킨 후 Ehrlich's reagent를 4 mL 첨가하고 가열 (60°C에서 25분) 및 실온에서 방냉한 후 흡광도를 측정 (558 nm)하였다. 이때 사용된 표준물질은 4-hydroxyproline (Sigma-Aldrich Co., USA)이었으며, 농도를 0~300 μ L/mL의 범위로 하여 표준곡선을 작성한 후 시료 내 hydroxyproline의 양을 계산하여 collagen 함량으로 환산하였다.

조효소의 추출 및 단백질 농도

분해활성을 측정하기 위한 조효소는 넙치 근육에 대하여 약 2배량 (w/v)의 탈이온수와 지질성분의 제거를 위하여 0.2배량 (w/v)의 사염화탄소를 가하여 균질화한 다음 균질액을 상온 (20±2°C)에서 3시간동안 교반하고, 원심분리 (10,000 × g, 20 min)하여 조제하였다.

이 때, 효소 활성을 계산하기 위한 단백질 농도는 Lowry et al. (1951)의 비색법에 따라 bovine serum albumin을 표준단백질로 하여 구한 검량선으로 측정하였다.

조효소의 분해 활성

천연기질에 대한 활성은 1% hemoglobin (Hb, pH 3과 6)과 2% casein (pH 6과 9)을 사용하여 Anson (1937)의 방법을 다소 수정하여 측정하였다. 즉, 일정량의 효소액 (육, 200 μ L)에 0.5 mL의 기질용액과 1.5 mL의 각 pH별 완충액을 가하여 혼합한 반응혼액을 40°C에서 1시간 동안 반응시켰다. 반응정지를 위하여 2 mL의 5% trichloroacetic acid (TCA) 용액을 가하고, 30분간 정치시킨 후, 원심분리 (3,000 × g, 20분)하여 얻어진 상층액에 대하여 흡광도 (280 nm)를 측정하였다.

합성기질에 대한 활성은 10 mM Na-benzoyl-arginine-*p*-nitroanilide (BAPNA), N-succinyl-alanylalanyl-pronilyl-phenylalanine-*p*-nitroanilide(SAAPPNA), L-leucine-*p*-nitroanilide (LeuPNA) 그리고 L-arginine-*p*-nitroanilide (ArgPNA)를 사용하여 Erlanger et al. (1961, 1966)의 방법을 다소 수정하여 측정하였다. 즉, 일정량의 각 효소액 (육, 100 μ L)에 150 μ L의 각 10 mM 기질용액 (반응혼액 중, 최종 농도 0.5 mM)과 2.8 mL의 0.1 M sodium phosphate buffer (pH 7.0)를 가하여 혼합한 반응혼액을 40°C에서 1시간 동안 반응시켰다. 반응정지를 위하여 300 μ L의 33% acetic acid용액을 가하고, 30분간 정치시킨 후, 원심분리 (3,000 × g, 20분)하여 얻어진 상층액에 대하여 흡광도 (410 nm)를 측정하였다.

효소활성 (U/mg)은 효소단백질 1 mg이 1시간동안 변화시키는 흡광도 0.1을 1 U/mg으로 하였다.

겔 강도 및 백색도

겔 강도는 Okada (1964)의 방법을 일부 변형하여 측정하였

고, 시료는 원형 어묵을 일정한 크기 (2.5 × 2.5 cm)로 절단하여 사용하였다. 즉, 겔 강도는 Sun rheometer (CR-100D, Sun Scientific Co., Tokyo, Japan)를 이용하여 시료의 하중과 깊이를 각각 측정한 다음, 하중 × 깊이로 나타내었다. 이 때, rheometer의 load는 1 kg으로 하였고, plunger의 속도는 20 mm/min으로 하였으며, plunger는 직경 5 mm의 구형을 사용하였다.

백색도는 어묵의 표면이 일정한 크기 (2.5 × 2.5 cm)로 평형되게 절단한 전단면을 각각 시료로 하여 직시색차계 (ZE 2000, Nippon Denshoku Industries Co., Japan)로 Hunter L 및 b값을 각각 측정한 다음 Park (1994)이 언급한 방법 즉, L-3b로 계산하였다. 이 때 직시색차계의 표준백판은 L값이 96.82, a값이 -0.39 및 b값이 0.63이었다.

통계처리

데이터들은 ANOVA test를 이용하여 분산분석한 후, Duncan의 다중범위 검정 (Steel and Torrie, 1980)으로 최소 유의차 검정 (5% 유의 수준)을 실시하여 나타내었다.

Table 1. Proximate composition of surimi prepared with bastard halibut as affected by fish weight

Sample ¹⁾	Content (g/100 g)				Collagen (g/100 g)
	Moisture	Protein	Lipid	Ash	
L	75.7±0.1 ²⁾	21.9±0.1	0.7±0.2	1.3±0.1	1.58±0.07
M	75.9±0.1	21.4±0.0	0.4±0.2	1.8±0.1	1.68±0.04
H	74.6±0.3	22.4±0.0	0.8±0.5	1.4±0.1	1.96±0.16
Alaska pollock ³⁾	80.9±0.2	17.1±0.1	0.4±0.2	0.8±0.2	-

¹⁾L : Light weight (400~500 g)

M : Medium weight (600~800 g)

H : Heavy weight (more than 1,000 g)

²⁾Values are means of three determinations ± standard deviation.

³⁾These data were quoted by Kim and Park (2004).

결과 및 고찰

어체 중량에 따른 넙치의 일반성분 및 콜라겐 함량
어체 중량이 다른 3종의 제주산 넙치 근육의 일반성분 함량 및 콜라겐 함량은 Table 1과 같다. 어체 중량이 다른 3종 넙치 근육의 일반성분 함량은 수분함량의 경우 74.6~75.9% 범위, 조단백질 함량의 경우 21.4~22.4% 범위, 조지방 함량의 경우 0.4~0.8% 범위 및 조회분 함량의 경우 1.3~1.8% 범위로 유사하였다. 이와 같이 어체 중량이 다른 3종의 넙치 일반성분은 연육 소재로 가장 널리 이용되고 있는 명태 근육의 일반성분 함량 (수분 함량이 80.9±0.2%, 조단백질 함량이 17.1±0.1%, 조지방 함량이 0.4±0.2% 및 회분 함량이 0.8±0.2%) (Park et al., 2004)에 비하여 조단백질 함량의 경우 약 4%가 높았고, 수분 함량의 경우 약 6%가 낮았으며, 조지방 함량 및 회분 함량은 1% 미만의 차이를 나타내었다. 일반적으로 연육은 두부, 내장 및 아가미를 제거하고, filleting, 채육 및 수세, 탈수

하여 냄새성분, 혈액, 지방 및 표피나 흑피 등을 제거한 후, 정제하여 콜라겐 성분, 잔뼈, 혈합육 및 비늘 등과 같은 협잡물 등을 제거한 다음 부원료 첨가 및 혼합하여 제조되어진다. 따라서, 연육은 단백질, 그 중에서도 근원섬유 단백질로 이루어진 것이라 할 수 있다 (Park and Morrissey, 2000). 이상의 결과로 미루어 보아 넙치 연육의 수율은 어체 중량에 따라 차이가 없으리라 추정되었다.

어체 중량이 다른 3종의 넙치 근육 간의 콜라겐 함량은 대형 넙치 근육이 1.96 g/100 g으로 가장 많았고, 다음으로 중형 넙치 근육 (1.68 g/100 g) 및 소형 넙치 근육 (1.58 g/100 g)의 순이었다. 그러나, 중형 넙치 근육과 소형 넙치 근육 간의 콜라겐 함량은 5% 유의수준에서 차이가 없었다. 일반적으로 넙치의 콜라겐 함량은 어체 중량에 관계없이 정어리 근육, 셋벌 근육, 무지개송어 근육, 고등어 근육, 전갱이 근육, 잉어 근육, 말쥐치 근육, 참돔 근육, 농어 근육, 노랑가오리 근육, 송어 근육 및 갯장어 근육 (Park et al., 1995)보다는 높아 넙치의 중량에 관계없이 넙치를 이용하여 연육을 제조하고자 하는 경우 콜라겐과 엘라스틴과 같은 근기질 단백질을 위시한 이물질 제거공정인 정제공정은 반드시 도입이 되어야 하리라 판단되었다.

어체 중량에 따른 넙치의 효소활성 분포

어체중량 (대형, 중형 및 소형)이 다른 3종의 제주산 넙치의 근육으로부터 추출한 효소용액의 추출단백질 함량, 천연기질 및 합성기질에 대한 활성분포는 Fig. 1과 같다. 어체 중량이 다른 제주산 넙치 근육의 추출 단백질 함량은 소형 넙치 근육의 경우 2,528 mg/100 g, 중형 넙치 근육과 대형 넙치 근육의 경우 각각 2,692 mg/100 g 및 2,754 mg/100 g으로, 어체 중량이 무거울수록 추출 단백질의 함량이 많았으나, 유의성 검정 결과 5% 유의수준에서 차이가 없었다.

어체 중량에 관계없이 제주산 넙치 근육 조효소의 천연기질에 대한 활성은 Hb (pH 3)을 기질로 하였을 때 0.34-0.39 U/mg 범위, Hb (pH 6)을 기질로 하였을 때 0.34-0.43 U/mg 범위, casein (pH 6)을 기질로 하였을 때 0.42-0.43 U/mg 범위, casein (pH 9)을 기질로 하였을 때 0.46-0.48 U/mg 범위들로, 어체 중량별 (대형, 중형 및 소형), 기질의 종류별 (Hb 및 casein) 및 pH별 (pH 3, 6 및 9)에 관계없이 모든 넙치 근육 조효소의 단백질 분해 활성은 0.34-0.48 U/mg 범위로 낮았고, 또한 서로 간에 5% 유의수준에서 차이가 없었다.

여러 가지 합성기질 (BAPNA, SAAPFNA, LeuPNA 및 ArgPNA)에 대한 넙치 근육 조효소의 분해 활성은 어체 중량에 관계없이 LeuPNA에 대한 분해활성이 11.0-12.7 U/mg 범위로 가장 높았고, 다음으로 ArgPNA에 대한 분해활성 (5.4-6.1 U/mg), SAAPFNA에 대한 분해활성 (2.3-2.9 U/mg)의 순이었으며, BAPNA에 대한 분해활성이 0.1-0.2 U/mg 범위로 아주 미미하였다. 따라서 어체중량에 관계없이 넙치 근육 조효소의 합성기질에 대한 분해 활성이 LeuPNA에 대한 분해활성과 ArgPNA에 대한 분해활성이 높은 것으로 미루어 aminopeptidase와 cathepsin H 유사효소가 상대적으로 다량 분포하고 있는 것으로 추정되었고, 또한, SAAPFNA와 BAPNA에 대한 분해

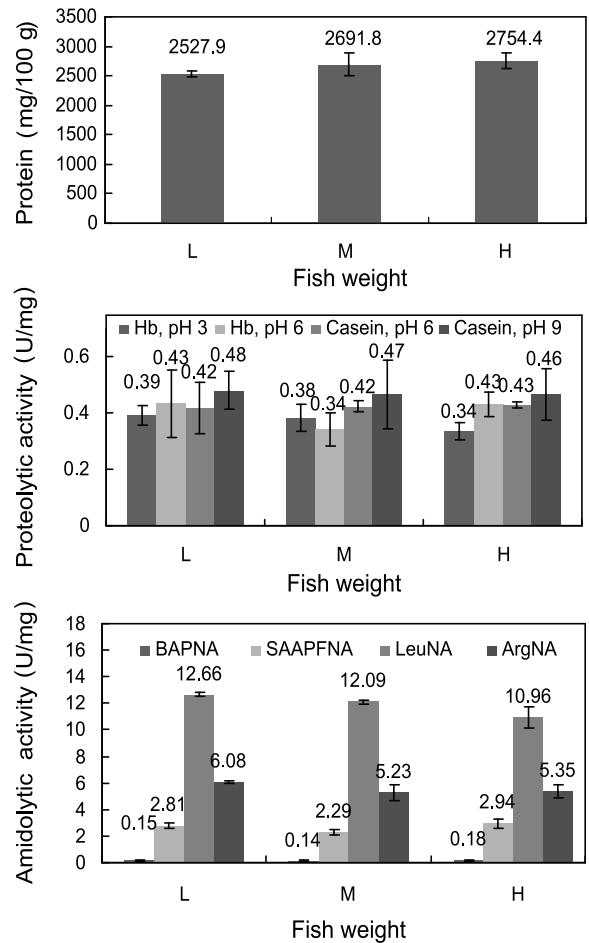


Fig. 1. Protein amounts, proteolytic activity and amidolytic activity of crude extracts from bastard halibut muscle as affected by fish weight.

L : Light weight (400~500 g)
 M : Medium weight (600~800 g)
 H : Heavy weight (more than 1,000 g)

활성이 낮은 것으로 미루어 serine계 효소 (trypsin, trypsin 유사 효소, chymotrypsin 및 chymotrypsin 유사 효소), cathepsin G와 cathepsin B 및 L 유사효소가 상대적으로 소량 분포하고 있는 것으로 추정되었다. 한편, 어체 중량에 따른 넙치 근육 조효소의 연제품 가공 중 겔의 되풀림 현상 (modori)에 관여하는 serine계 protease의 SAAPFNA 및 BAPNA에 대한 분해활성은 소형 넙치 근육 조효소가 각각 0.2 U/mg 및 2.8 U/mg으로 중형 넙치 근육 조효소의 각각 0.1 U/mg 및 2.3 U/mg에 비하여 차이가 없거나 높았으나, 대형 넙치 근육 조효소의 각각 0.2 U/mg 및 2.9 U/mg에 비하여 차이가 없거나 낮았다. 한편, Pyeun et al. (1996)은 멸치, 전어, 농어 및 도다리의 육으로부터 단백질 분해효소를 추출한 다음 합성기질에 대하여 활성을 살펴 본 결과 주로 cysteine proteinase인 cathepsin L, B 및 H 유사효소가 분포한다고 보고하였으며, SAAPFNA 및 Hb에 대한 분해활성으로 cathepsin G 및 D 유사효소도 다소 분포한

다고 하였다. Makinodan and Ikeda (1971)는 잉어 육의 경우 cathepsin A, B 및 C가 분포한다고 보고한 바 있고, Bonete et al. (1984)은 송어 육의 경우 BANA 기질에 대하여 분해능을 보이는 lysosomal protease가 분포한다고 보고하였으며, Ueno et al. (1988)은 고등어 백색육에 pepstatin insensitive protease인 cysteine protease의 분포를 보고한 바 있다. 이상의 어체 중량에 따른 넙치 근육의 조효소 활성은 천연기질과 합성기질 간에 넙치 근육의 조효소 활성은 어체 중량에 관계없이 모두 합성기질이 천연기질에 비하여 높았으나, 연제품의 가공시에 품질 저하 요인인 겔 되풀립 현상에 관여하는 효소인 serine계 protease의 분해활성 (SAAPFNA와 BAPNA에 대한 분해활성)은 소형 넙치 근육 조효소가 중형 넙치 근육 조효소에 비하여 활성이 높았으나, 대형 넙치 근육 조효소에 비하여는 낮았다.

어체 중량을 달리한 넙치 연제품의 수율

어체 중량이 다른 3종의 넙치로부터 연제품의 제조시 수율을 조사한 결과는 Fig. 2와 같다. 연제품의 수율은 소형 넙치가 24.4%를 나타내어, 중형 넙치의 25.5%에 비하여 5% 유의수준에서 차이가 없었으나, 대형 넙치의 19.8%에 비하여는 훨씬 높아 경제적인 차원에서 상당히 의미가 있었다. 이와 같이 수율이 소형 및 중형 넙치들로 제조한 연육들에 비하여 대형 넙치로부터 제조한 연육이 낮은 것은 5월에 어획한 대형 넙치가 산란을 함과 동시에 내장의 비율이 높았기 때문이라 판단되었다.

어체 중량을 달리한 넙치 연제품의 겔 강도 및 백색도

어체 중량이 다른 3종의 넙치로부터 제조한 연제품의 겔 강도 및 백색도는 Fig. 3과 같다. 넙치 연제품의 겔 강도는 중형의

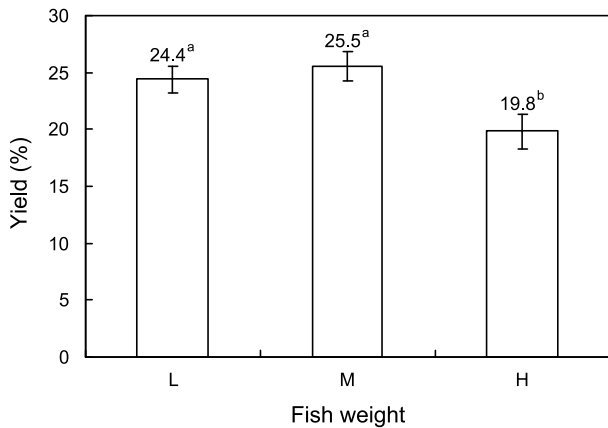


Fig. 2. Yield of bastard halibut surimi gel as affected by fish weight.

¹⁾L : Light weight (400~500 g)

M : Medium weight (600~800 g)

H : Heavy weight (more than 1,000 g)

²⁾Different superscripts on the bar are significantly different by Duncan's multiple range at $P < 0.05$.

³⁾Values are means of three determinations \pm standard deviation.

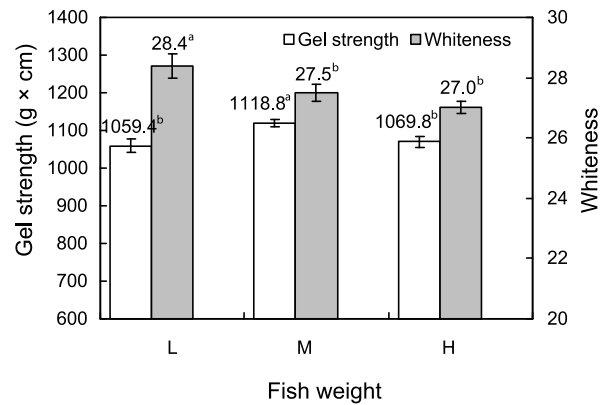


Fig. 3. Gel strength and whiteness of bastard halibut surimi gel as affected by fish weight.

¹⁾L : Light weight (400~500 g)

M : Medium weight (600~800 g)

H : Heavy weight (more than 1,000 g)

²⁾Different superscripts on the bar are significantly different by Duncan's multiple range at $P < 0.05$.

³⁾Values are means of three determinations \pm standard deviation.

넙치로부터 제조한 넙치 연제품이 1119 g x cm로 가장 높았고, 다음으로 대형 넙치로 제조한 연제품 (1070 g x cm) 및 소형 넙치 연제품 (1059 g x cm)의 순이었다. 하지만, 중형 넙치로 제조한 연제품과 소형 넙치로 제조한 연제품 간의 겔강도는 5% 유의수준에서 차이가 없었다. 한편, Heu et al. (2010)은 시판 명태 연육으로 제조한 연제품의 겔 강도를 살펴 본 결과 SA급이 945 g x cm, FA급이 782 g x cm, AA급이 747 g x cm, A급이 611 g x cm, KA급이 628 g x cm, KB급이 445 g x cm, 그리고, RA급이 257 g x cm로, 등급이 우수할수록 높게 나타났다고 보고한 바 있다. 이와 같은 넙치 연제품의 겔 강도와 시판 명태 연육으로 제조한 연제품의 겔 강도를 서로 간에 비교하는 경우 5% 유의수준에서 어체 중량에 관계없이 제주산 넙치로 제조한 모든 연제품이 SA급 시판 명태 연육으로 제조한 연제품보다 우수하였다.

이와 같은 결과로 미루어 보아 어체 중량이 낮아 단가가 낮게 형성되어 있는 비규격 넙치의 경우도 규격 넙치와 같이 우수한 연육 소재로 이용 가능하리라 판단되었다. 따라서, 비규격 넙치의 연제품 소재로의 이용은 비규격 넙치의 새로운 용도 개발에 의하여 넙치 활어 시장의 가격 안정화에 일익을 담당할 수 있으리라 보아진다.

연제품의 백색도는 소형 넙치 연제품이 28.4로 가장 높았고, 다음으로 중형 넙치 연제품 (27.5) 및 대형 넙치 연제품 (27.0)의 순이었으며, 5% 유의수준에서 연제품 간에 차이가 있었다. 이와 같은 넙치 연제품의 백색도를 본 실험에서 검토한 다양한 등급의 시판 명태 연육으로 제조한 연제품의 백색도와 비교하는 경우 중량에 관계없이 5% 유의수준에서 제주산 넙치 연제품 모두가 시판 명태 연육으로 제조한 연제품 중 고품질의 백색도를 가진 SA급 (26.0), FA급 (26.3), AA급 (26.0) 및 A급 (26.4) 보다 우수하였다.

이상의 넙치 중량에 따른 넙치 연제품의 겔강도 및 백색도의 결과로 미루어 보아 비규격인 소형의 제주산 넙치로부터 연육을 제조하는 경우 현재 시판되고 있는 고급 연육 제품인 명태 연육 SA급보다 우수하였다. 따라서, 품질 규격만으로 미루어 보아 제주산 비규격 넙치를 연육 소재로 이용하는 경우 생산된 연육이 아주 우수하여 시장성을 갖출 수 있으리라 판단되었다.

사 사

본 연구는 농림수산식품부의 수산특정연구 개발사업 (과제번호 F20835309H22000 0120)의 지원으로 수행되었으며, 이에 감사드립니다.

참고문헌

- Anson ML. 1937. The estimation of pepsin, trypsin papain and cathepsin with hemoglobin. *J Physiol* 22, 79-89.
- AOAC. 1995. Official Methods of Analysis. 16th ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington DC., U.S.A., 69-74.
- Bonete MJ, Manjon A, Llorca F and Iborre JL. 1984. Acid proteinase activity in fish-I. Comparative study of extraction of cathepsin B and D from *Mujil auratus* muscle. *Comp Biochem Physiol* 78B, 203-206.
- Cha SH, Jo MR, Lee JS, Lee JH, Ko JY and Jeon YJ. 2009. Preparation and texture characterization of surimi gel using a unmarketable rearing olive flounder. *J Kor Fish Soc* 42, 109-115.
- Erlanger BF, Edel F and Cooper AG. 1966. The action of chymotrypsin on two new chromogenic substrates. *Arch Biochem Biophys* 155, 206-210.
- Erlanger BF, Kokowsky N and Cohen W. 1961. The preparation and properties of two new chromogenic substrates of trypsin. *Arch Biochem Biophys* 95, 271-278.
- Heu MS, Shin JH, Park KH, Lee JS, No YI, Jeon YJ and Kim JS. 2010. Quality of surimi from unmarketable bastard halibut as affected by the region where cultured. *J Kor Fish Soc* 43, 391-398.
- Jang MS, Kang YJ, Kim KW, Kim KD, Lee HM and Heo SB. 2009. Quality characteristics of cultured olive flounder *Paralichthys olivaceus* fed with extruded pellet; 1. Comparison of fatty acid and amino acid contents. *Korean J Food Sci Technol* 41, 42-49.
- Kim JM, Liu CH, Eun JB, Park JW, Oshimi R, Hayashi K, Ott B, Aramaki T, Sekine M, Horikita Y, Fujimoto K, Aikawa T, Welch L, Long R. 1996. Surimi from fillet frames of channel catfish. *J Food Sci* 61, 428-431, 438.
- Kim SH. 1978. Processing of steamed fish jelly product from hagfish. *Bull Korean Fish Soc* 11, 197-203.
- Lee KH, You BJ, Suh JS, Jeong IH, Jung WJ, Lee BH and Kang JO. 1985. Processing of ready to cook food materials with dark fleshed fish. 2. Processing of ready-to cook low salt mackerel fillet. *Bull Korean Fish Soc* 18, 401-408.
- Lowry OH, Watanabe NJ, Farr AL and Randall RJ. 1951. Protein measurement with the Folin-phenol reagent. *J Biol Chem* 193, 265-269.
- Makinodan Y and Ikeda S. 1971. Studies on muscle protease-V. On the existence of cathepsin A, B and C. *Bull Japan Soc Sci Fish* 37, 1002-1006.
- Okada M. 1964. Effect of washing on the gelly forming ability of fish meat. *Nippon Suisan Gakkaishi* 30, 255-261.
- Park CH, Lee JH, kang KT, Park JW and Kim JS. 2004. Characterization of acid-soluble collagen from Alaska pollock surimi processing by-products (refiner discharge). *Food Sci Biotechnol* 16, 549-556.
- Park DK, Lee SK and Lee JB. 1968. A study on the material of fish paste using shark meats. *Bull Korean Fish Soc* 1, 87-96.
- Park JW. 1994. Functional protein additives in surimi gels. *J Food Sci* 59, 525-527.
- Park JW and Morrissey MT. 2000. Manufacturing of surimi from light muscle fish. In: *Surimi and Surimi Seafood*, Park JW, ed. Marcel Dekker, Inc., New York, U.S.A., 23-58.
- Park YH, Kim DS, Chun SJ, Kang JH and Park JW. 1985a. Processing of fish meat paste products with dark-fleshed fishes. (1) Processing of meat paste product with sardine. *Bull Korean Fish Soc* 18, 339-351.
- Park YH, Kim DS, Chun SJ, Kang JH and Park JW. 1985b. Processing of fish meat paste products with dark-fleshed fishes. (2) Processing of meat paste product with mackerel. *Bull Korean Fish Soc* 18, 352-362.
- Park YH, Kim SB and Chang DS. 1995. *Seafood Processing*. Hyungsul Publishing Ltd., Korea 73-114, 791-838.
- Pyeun JH, Lee DS, Kim DS and Heu MS. 1996. Activity screening of the proteolytic enzymes responsible for post-mortem degradation of fish tissues. *J Kor Fish Soc* 29, 296-308.
- Reddy K and Enwemeka CS. 1996. A simplified method for the analysis of hydroproline in biological tissues.

- Clin Biochem 29, 225-229.
- Steel RGD and Torrie JH. 1980. Principle and Procedures of Statistics. 1st ed. Tokyo. McGraw-Hill Kogakusha. Japan, 187-221.
- Ueno R, Sakanaka K, Ikeda S and Horoguchi Y. 1988. Purification of pepstatin insensitive protease from mackerel white muscle. Nippon Suisan Gakkaishi 54, 691-697.
- Wu MC. 1992. Manufacture of surimi-based products. In Surimi Technology, Lanier TC. and Lee CM, eds. Marcel Dekker Inc, New York, U.S.A., You SG. 2003. Fundamental Aquaculture. Gudeck Publishing Co., Busan. Korea 101-113.

2010년 8월 13일 접수

2010년 9월 13일 수정

2010년 12월 31일 수리