

생산시기가 비규격 넙치 (*Paralichthys olivaceus*) 연제품의 품질에 미치는 영향

신준호·박권현·이지선·김형준¹·허민수²·전유진³·김진수*
경상대학교 해양식품공학과 / 해양산업연구소, ¹식품의약품안전청 식생활안전과
²경상대학교 식품영양학과 / 해양산업연구소, ³제주대학교 해양의생명과학부

Quality of Bastard Halibut Surimi Gel as Affected by Harvested Time of Unmarketable Cultured Bastard Halibut *Paralichthys olivaceus*

Jun Ho Shin, Kwon Hyun Park, Ji Sun Lee, Hyung Jun Kim¹,
Min Soo Heu², You-Jin Jeon³ and Jin-Soo Kim*

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

¹Children's Dietary Life Safety Division, Korea Food & Drug Administration,
Osong 363-951, Korea

²Department of Food Science and Nutrition/Industry of Marine Industry,
Gyeongsang National University, Jinju 660-701, Korea

³Faculty of Marine Biomedical Science, Jeju National University, Jeju 690-756, Korea

In this study, we investigated the chemical and enzymatic properties of unmarketable cultured bastard halibut (UCBH) *Paralichthys olivaceus* harvested at different times (March, May, July, September, November, and January), and we examined the physical properties of surimi gel from UCBH as a potential source of surimi and surimi gel. The moisture and crude protein contents of UCBH harvested in July and January were >78% and <19%, respectively, which is greater than the moisture content in UCBH harvested in May, March, and September, but lower than the crude protein content. Regardless of the month of harvest, the UCBH had a higher crude protein content than Alaska pollock, which is the largest fishery biomass used for surimi and surimi gel, but a lower moisture content. Regardless of the month of harvest, the enzymatic activity in crude extracts of UCBH muscle ranged from 0.31-0.59 U/mg for casein (pH 6.0 and 9.0) and 11.7-12.7 U/mg for LeuPNA. These findings suggest that autolytic enzymes were unaffected by gel formation. Gel strength was highest in the surimi gel prepared from UCBH harvested in September, November, and January; second highest in that prepared from UCBH harvested in March and May; and lowest in that prepared from UCBH harvested in July. Compared to the gel strength of surimi gel from grade SA commercial Alaska pollock surimi, the strength of the surimi gels prepared from UCBH harvested in March, May, September, November, and January were superior, whereas that of the surimi gel prepared from UCBH harvested in July was similar.

Key words: *Paralichthys olivaceus*, Surimi, Surimi gel, Bastard halibut, Unmarketable fish

서 론

제주특별자치도의 넙치 생산량은 2010년 기준으로 전국 생산량 (40,922 M/T)의 절반 이상 (52.2%)을 차지할 정도로 높고, 이에 종사하는 어가의 수도 많다 (Korean Statistical Information Service, 2011). 이로 인하여 제주특별자치도의 넙치 양식 산업은 밀감산업, 먹는 샘물산업과 더불어 가장 중요한 산업들 중의 하나이다. 그러나, 제주특별자치도 지역의 넙치 양식 어가는 양식산 넙치의 생산량 증가와 일시에 대량 출하에 따른 가격하락, 그리고, 중국으로부터 저가 넙치의 수입 급증 등으로 어려움에 처하여 있다 (Cha et al., 2009).

이와 같은 제주특별자치도 넙치 양식어가의 어려움을 해결하기 위하여는 국내 양식산 넙치의 물량을 우선적으로 조절함과 동시에 원산지 이력제와 같은 정책에 의하여 수입산과 국내산을 구별하는 것이라 할 수 있다. 하지만, 제주특별자치도에서 생산되고 있는 양식산 넙치의 물량 조절은 양식과정에서 뒤쳐져 열성어종으로 선별된 500 g 이하의 저상품성 비규격 넙치를 수리미와 식해와 같은 횡감 이외의 다른 용도로 사용하는 등에 의한 자발적 제한이 가장 효율적이라 할 수 있다.

한편, 수리미 산업은 잠재적인 성장 가능성이 있으나, 세계 각국의 어업자원 보호 정책과 유럽을 위시한 서구에서 어류의 건강 기능성을 인정한 이래 어류 스테이크의 선호 현상, 중국에서 수리미의 소비 증가 등으로 인하여 원료 공급이 악화되

*Corresponding author: jinsukim@gnu.ac.kr

어 가고 있다 (Park et al., 1995). 이로 인하여 수리미 원료난을 해결하기 위한 방안으로 수리미 생산을 위한 주자원인 명태 이외에도 대체 어종들이 산업적으로 유효 이용되고 있으나 (Park and Morrissey, 2000), 이마저도 부족하여 넙치와 같은 또 다른 어종에 대하여도 꾸준히 검토되어야 한다.

그러나, 넙치를 위시한 어류는 수온에 의한 먹이의 종류와 섭취량의 차이, 산란시기 등에 의하여 계절적으로 물리화학적 특성 뿐만이 아니라 효소학적으로 차이가 있다고 알려져 있다 (Park et al., 1995). 따라서, 제주특별자치도 양식산 비규격 넙치를 수리미와 같은 고차 수산가공품 소재로 이용하기 위하여는 반드시 비규격 양식 넙치의 계절적 화학적 특성 및 효소학적 특성과 더불어 이를 소재로 하여 제조한 어육연제품의 겔특성 및 백색도 등에 대하여 검토되어야 한다.

한편, 비규격 넙치를 이용한 헛감 이외의 다른 용도로 개발하고자 하는 연구로는 Cha et al. (2009)의 저사품성 양식 넙치를 이용한 연제품의 제조 및 텍스츄어 특성에 관한 연구와 Heu et al. (2010, 2011)의 양식지역과 어체 중량이 비규격 양식 넙치 수리미의 품질에 미치는 영향에 대한 연구 등이 있을 뿐이고, 생산시기가 비규격 양식 넙치 수리미의 품질에 미치는 영향에 관한 연구는 전무한 실정이다.

본 연구에서는 제주산 넙치의 가격 안정화와 이를 이용한 제주특별자치도의 새로운 수산업으로 자리 매김을 위한 일련의 연구로 어획 시기에 따른 제주특별자치도 비규격 양식산 넙치의 이화학적 및 효소학적 특성과 이를 소재로 하여 제조한 넙치 연제품의 물리적 특성을 통하여 비규격 양식산 넙치의 고급 수리미 및 연제품 소재로서 가능성을 검토하고자 하였다.

재료 및 방법

재료

비규격 제주산 넙치 (bastard halibut, *Paralichthys olivaceus*)는 제주특별자치도 서귀포시 소재 대해수산에서 생산한 종묘 (약 3개월동안 사육한 길이 약 7 cm 정도의 종묘)를 제주특별자치도 제주시 소재 제정수산에서 고등어와 전갱이의 생사료로 전장이 33-37 cm 범위, 체중이 400-500 g 범위가 되도록 7-8개월 동안 육성하고, 선별과정에서 열성어로 분리된 것을 2008년 3월부터 2009년 1월까지 격월로 구입하여 시료로 사용하였다. 이때 제주특별자치도 제주시 소재 제정수산에서 구입한 열성어는 입식한 치어가 다른 것이었고, 이들의 제주특별자치도로부터 부산광역시 남구 소재 서광수산으로의 수송은 선박으로 실시하였다.

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

효소 활성용 측정 기질 중 endoprotease 기질인 casein (pH 6.0 및 9.0)과 exopeptidase 기질인 LeuPNA (L-Leucine-p-nitroanilide)는 Sigma-Aldrich Co. (St. Louis, MO, USA) 제품을 구입하여 사용하였고, 기타 시약은 분석급으로 구입하여 사용하였다.

넙치로부터 수리미 (surimi) 및 연제품의 제조

넙치 수리미는 넙치로부터 두부 및 내장을 제거하고, 필레 (fillet)처리 및 탈피한 후 plate의 직경이 0.3 mm가 장착된 chopper (M-12S, 한국후지공업 주, 한국)로 2번 연속 마쇄하였고, 이어서 육 중량에 대하여 1배의 얼음물을 사용하여 3회에 걸쳐 수세한 다음 시판 마트에서 판매하는 체 (구멍의 직경 2 mm)를 이용하여 체거르기하여 제조하였다.

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

수분, 단백질 및 콜라겐 함량

일반성분은 AOAC법 (1995)에 따라 수분은 상압가열건조법, 조단백질은 semimicro Kjeldahl법으로 각각 측정하였다.

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

조효소의 추출 및 단백질 농도

생산시기별 단백질 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℃)에서 3시간동안 교반하고, 원심분리 (10,000 x 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 2% casein (pH 6과 9)을 사용하여 Anson (1938)의 방법을 다소 수정한 Heu et al. (2010)의 방법에 따라 측정하였다. 즉, 일정량의 효소액 (육, 200 µL)에 0.5 mL의 기질용액과 1.5 mL의 0.1 M phosphate buffer (pH 6.0)를 가하여 혼합한 반응혼액을 40℃에서 1시간 동안 반응시켰다. 반응정

지를 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 L-leucine-*p*-nitroanilide (LeuPNA)를 사용하여 Erlanger et al. (1961, 1966)의 방법을 다소 수정한 Heu et al. (2010)의 방법에 따라 측정하였다. 즉, 일정량의 각 효소액 (100 µL)에 150 µL의 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 µL의 33% acetic acid 용액을 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.

겔강도 및 백색도

겔강도는 Okada (1964)의 방법을 약간 변형하여 측정하였고, 시료는 원형 어묵을 일정한 크기 (2.5 × 2.5 cm)로 절단하여 사용하였다. 즉, 겔강도는 Sun rheometer (CR-100D, Sun Scientific Co., Tokyo, Japan)를 이용하여 시료의 하중과 깊이를 각각 측정된 다음, 하중 × 깊이 (g × cm)로 나타내었다. 이 때, rheometer의 load는 1 kg으로 하였고, plunger의 속도는 20 mm/min으로 하였으며, plunger는 직경 5 mm의 구형을 사용하였다.

백색도는 표면이 일정한 크기 (2.5 × 2.5 cm)로 평형되게 절단한 어묵의 전단면을 각각 시료로 하여 직시색차계 (ZE 2000, Nippon Denshoku Industries Co., Japan)로 Hunter L 및 b값을 각각 측정된 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

데이터는 3회 이상 반복 실험을 통하여 얻은 결과들의 평균값으로 나타내었고, 이들은 ANOVA test를 이용하여 분산분석한 후, Duncan의 다중범위검정 (Steel and Torrie, 1980)으로 최소 유의차 검정 (5% 유의 수준)을 실시하여 나타내었다.

Table 1 Moisture, crude protein and collagen contents of muscle of unmarketable cultured bastard halibut harvested at different time

Harvested period	Proximate composition (g/100 g)		Collagen (g/100 g)
	Moisture	Protein	
MAR	76.6±0.3	20.4±0.2	1.91±0.05
MAY	75.7±0.1	21.9±0.1	1.96±0.32
JUL	78.1±0.1	18.9±0.0	1.76±0.26
SEP	76.9±0.8	20.2±0.0	1.95±0.04
NOV	76.1±0.4	21.7±0.1	1.95±0.04
JAN	78.1±0.6	17.8±0.2	1.81±0.06
Alaska pollock ²⁾	80.2±0.2	17.1±0.1	ND ¹⁾

¹⁾ND: Not determined

²⁾These data were quoted by Kim and Park (2004)

결과 및 고찰

수분, 단백질 및 콜라겐 함량

생산시기 (3월, 5월, 7월, 9월 및 11월 및 1월)를 달리한 비규격 제주산 양식 넙치 근육의 수분, 단백질 및 콜라겐 함량을 분석하여 수리미 소재로 가장 많이 사용되고 있는 명태 근육의 일반성분과 비교하여 나타낸 결과는 Table 1과 같다. 비규격 제주산 양식 넙치 근육의 일반성분 함량은 생산시기에 관계없이 수분함량의 경우 75.7-78.1% 범위, 조단백질 함량의 경우 17.8-21.9% 범위이었다. 생산시기에 따른 비규격 양식 넙치 근육 간의 수분 함량 및 단백질 함량은 수온이 높거나 낮아 사료 섭취가 적은 7월과 1월의 경우 각각 78% 이상과 19% 이하를 나타내었고, 수온이 적절하여 사료 섭취가 왕성한 3월, 5월, 9월 11월의 경우 각각 77% 미만 및 20% 이상을 나타내어 차이가 있었다. 생산시기를 달리한 넙치 근육 6군의 수분 함량과 단백질 함량은 수리미 소재로 가장 널리 이용되고 있는 명태 근육의 수분 함량 (80.2±0.2%) 및 조단백질 함량 (17.1±0.1%) (Park et al., 2007)에 비하여 생산시기에 관계없이 조단백질 함량의 경우 높았고, 수분 함량의 경우 낮았다. 이와 같은 수리미의 주성분에 해당하는 단백질 함량으로 미루어 보아 근육에 대한 수리미의 수율은 생산시기에 관계없이 넙치 근육을 소재로 하는 경우가 수리미의 주소재인 명태 근육을 소재로 하는 경우보다 높으리라 추정되었고, 생산시기를 달리한 넙치 근육 간에는 수온이 높거나 낮은 7월과 1월에 어획한 넙치 근육보다 기타 시기에 어획한 넙치 근육이 높으리라 추정되었다.

생산시기에 따른 넙치 근육의 콜라겐 함량은 수온이 낮거나 높은 1월 및 7월에 어획한 넙치 근육이 1.81 g/100 g 이하로, 수온이 넙치의 서식에 적절한 3월, 5월, 9월 및 11월에 어획한 넙치 근육의 1.90 g/100 g 이상에 비하여 낮았다. 이와 같은 결과는 서식 온도에 부적절한 시기의 넙치의 경우 사료를 섭취하지 않는 것은 물론이고, 유영도 적어 콜라겐의 형성이 적었기 때문으로 사료된다. 한편, Sato et al. (1986)은 어류 근육의 콜라겐 함량은 어종 차이 뿐만이 아니라, 동일 어종 간에도 유영 형태, 근육 부위, 연령, 계절, 영양 상태에 따라서 달라진다고 보고한 바 있고, Touhata et al. (2000)은 참돔 근육의 콜라겐 함량의 경우 수온이 높은 6월과 낮은 2월에 낮아지고, 이는 유영정도와 사료섭이에 의한 영향이라고 보고한 바 있다. 일반적으로 어육의 콜라겐 함량은 생산시기에 관계없이 넙치 근육이 정어리 근육 (0.34 g/100 g), 셋멸 근육 (0.43 g/100 g), 무지개송어 근육 (0.47 g/100 g), 고등어 근육 (0.50 g/100 g), 전갱이 근육 (0.51 g/100 g), 잉어 근육 (0.60 g/100 g), 말뚝치 근육 (0.68 g/100 g), 참돔 근육 (0.73 g/100 g), 농어 근육 (0.88 g/100 g), 노랑가오리 근육 (0.94 g/100 g), 송어 근육 (1.16 g/100 g) 및 갯장어 근육 (1.54 g/100 g) (Park et al., 1995)보다는 높아 생산시기에 관계없이 넙치를 이용하여 수리미를 제조하고자 하는 경우 근기질 단백질을 위시한 이물질 제거공정인 정제공정은 수세 다음에 반드시 이루어져야 하리라 판단되었다 (Park and Morrissey, 2000).

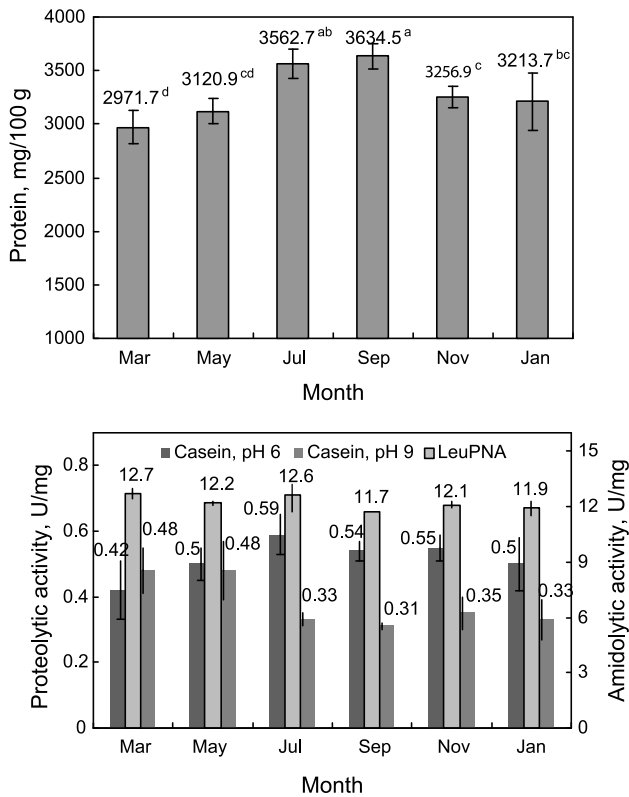


Fig. 1. Protein amounts, proteolytic activity and amidolytic activity of crude extracts from unmarketable cultured halibut bastard muscle harvested at different time. Different letters on the bars indicate a significant difference at $P<0.05$.

넙치 근육 유래 조효소의 활성 분포 변화

생산시기 (3월, 5월, 7월, 9월 및 11월 및 1월)에 따른 넙치 근육 유래 조효소의 분포특성을 추출 단백질 함량 (mg/100 g muscle)과 endoprotease에 의한 단백질 분해능의 경우 casein (pH 6 및 9) 기질에 대하여, exopeptidase에 의한 peptide 분해능의 경우 LeuPNA 합성기질에 대하여 살펴본 결과는 Fig. 1과 같다. 생산시기별 넙치 근육의 추출 단백질 함량은 수온이 높은 7월과 9월에 어획한 넙치 근육이 각각 3,635 mg/100 g과 3,563 mg/100 g으로 높았고, 3월에 어획한 넙치 근육의 추출 단백질 함량을 제외한다면 1월, 5월 및 11월에 어획한 나머지 넙치 근육의 추출 단백질 간에는 3,120-3,257 mg/100 g 범위로 5% 유의수준에서 차이가 없었다 ($P>0.05$).

생산시기별 넙치 근육 유래 조효소는 기질로서 casein (pH 6)에 대한 분해활성은 수온이 높은 여름철인 7월에 어획한 넙치 근육 유래 조효소가 0.59 U/mg으로 가장 높았고, 다음으로 9월에 어획한 넙치 근육 유래 조효소 (0.54 U/mg)이었으며, 봄철인 3월 및 5월에 어획한 넙치 근육 유래 조효소가 각각 0.42 U/mg 및 0.50 U/mg으로 다른 시기에 어획한 넙치 근육 유래 조효소에 비하여 낮았다. 또한, 생산시기별 넙치 근육 유래 조효소는 기질로서 casein (pH 9)에 대한 분해활성의

경우 수온이 높은 7, 9월, 11월 및 1월에 어획된 넙치 근육 유래 조효소가 0.31-0.35 U/mg 범위로, 3월과 5월에 어획된 넙치 근육 유래 조효소의 0.48 U/mg에 비하여 낮았다. 이와 같은 생산시기별 넙치 근육 유래 조효소가 기질로서 casein (pH 6)에 대한 분해활성은 봄철 (3월 및 5월, 0.42-0.50 U/mg)이 여름철 (7월 및 9월, 0.54-0.59 U/mg)에 비하여 약 20%가량 낮은 활성을 보였으나, casein (pH 9)에 대한 분해활성은 오히려 봄철 (0.48 U/mg)이 여름철 (0.31-0.33 U/mg)에 비해 높은 경향을 보였다. 하지만, 제주산 넙치 근육 조효소의 분해 활성은 천연기질의 pH에 관계없이 0.31-0.59 U/mg 범위로 아주 낮아 이들 효소에 의한 연제품의 탄력 약화는 문제가 되지 않으리라 추정되었다.

생산시기를 달리하여 채취한 넙치 근육 조효소의 합성기질 (LeuNA)에 대한 peptide 분해 활성은 넙치의 생산시기에 관계 없이 11.7-12.7 U/mg 범위로 생산시기에 따른 차이는 나타나지 않았고, 천연기질에 대한 endoprotease의 활성보다 훨씬 높았다. Makinodan et al. (1983)은 수종의 해산어류의 근육 조효소 추출액으로부터 헤모글로빈 및 casein 기질을 사용하여 pH 별로 활성을 측정한 결과, 산성 (pH 3), 중성 (pH 7), 그리고 알칼리성 (pH 8)에서 활성을 보이는 효소들이 각각 분포한다고 하였으며, Pyeun et al. (1996)은 멸치, 전어, 농어 및 도다리의 육으로부터 추출한 단백질 분해효소의 합성기질에 대한 활성분포는 주로 cysteine proteinase인 cathepsin L, B 및 H 유사효소가 분포한다고 보고하였다. 이상의 결과로부터 생산시기별에 따른 넙치 근육 조효소의 casein (pH 6)과 LeuPNA에 대한 분해활성으로 cathepsin G 및 L 유사효소 그리고 aminopeptidase 및 cathepsin H 유사효소의 활성은 거의 변화가 없는 반면에, casein (pH 9)에 대한 활성변화는 추출단백질 함량을 감안 하더라도 봄철에서 여름철로의 계절변화에 따른 차이 (감소)가 인정되었다. Sovik and Rustad (2006)는 대구의 내장 및 간 중의 생산시기별 효소활성 변화정도는 수온이 낮은 겨울철이 봄/여름철에 비하여 cathepsin B 및 collagenase의 활성이 높다고 보고하였으며, Bonete et al. (1984)는 송어의 근육, 간, 심장, 비장 및 생식선의 cathepsin B의 활성이 생산시기에 따른 변화를 나타낸다고 하였다. 일반적으로 연제품의 제조 시에 탄력에 크게 영향을 미치는 효소는 주로 endoprotease이고, exopeptidase의 경우 탄력에 크게 영향을 미치지 않는 것으로 알려져 있다 (An et al., 1996). 이상의 생산시기를 달리하여 채취한 넙치 근육 유래 조효소의 활성으로 미루어 보아 연제품의 제조 시에 소혈장 단백질 (bovine plasma protein)과 같은 효소 저해제 (An et al., 1996)의 첨가는 필요 없으리라 판단되었다.

비규격 넙치로부터 제조한 연제품의 겔강도 및 백색도 생산시기 (3월, 5월, 7월, 9월, 11월 및 1월)가 다른 6군의 넙치 근육으로부터 제조한 연제품의 겔강도는 Fig. 2와 같다. 생산시기를 달리한 넙치 근육 유래 연제품의 겔강도는 1월, 11월 및 9월에 어획한 넙치 근육 유래 연제품이 1,100 g × cm 이상이었었고, 다음으로 3월 및 5월에 어획한 넙치 근육 유래 연제품이 1,048-1,059 g × cm 범위이었으며, 7월에 어획

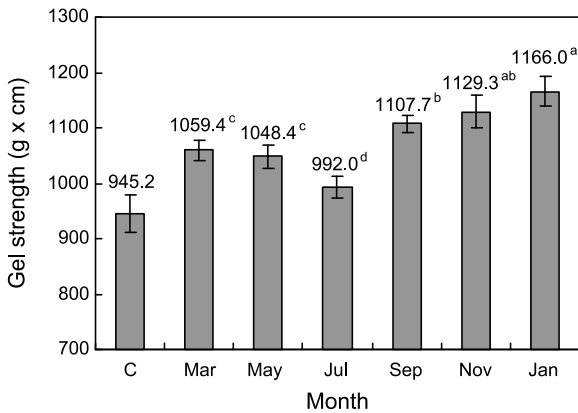


Fig. 2. Gel strength of surimi gel prepared from unmarketable cultured bastard halibut harvested at different time. C: Commercial Alaska pollock surimi gel quoted by Heu et al. (2010). Different letters on the bars indicate a significant difference at $P<0.05$.

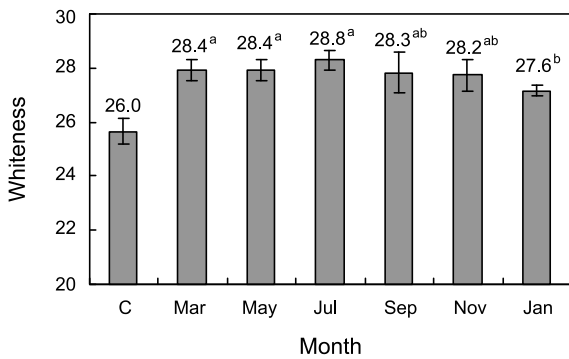


Fig. 3. Whiteness of surimi gel prepared from unmarketable cultured bastard halibut harvested at different time. C: Commercial Alaska pollock surimi gel quoted by Heu et al. (2010). Different letters on the bars indicate a significant difference at $P<0.05$.

한 넙치 근육 유래 연제품이 992 g × cm로 가장 낮아 차이가 있었다. 이와 같은 넙치 근육 유래 연제품의 겔강도를 SA 등급의 시판 명태 수리미로 제조한 연제품의 겔강도 (945 g × cm)와 비교하는 경우 5% 유의수준에서 1월, 3월, 5월, 9월 및 11월에 어획한 넙치 근육 유래 연제품은 우수하였고, 7월에 어획한 넙치 근육 유래 연제품은 차이가 없었다.

생산시기를 달리한 넙치 근육 유래 연제품의 백색도 (Fig. 3)는 1월에 어획한 넙치 근육 유래 연제품의 백색도인 27.6을 제외한다면 28.2-28.8 범위로, 연제품 간의 백색도는 5% 유의수준에서 차이가 인정되지 않았다. 원료 넙치 근육의 생산시기에 관계없이 모든 넙치 근육 연제품의 백색도는 시판 명태 수리미의 최상급인 SA급으로 제조한 연제품의 백색도 (26.0)에 비하여 5% 유의수준에서 우수하였다.

이상의 생산시기를 달리한 넙치 유래 연제품들의 겔강도

및 백색도의 결과로 미루어 보아 비규격 넙치를 연제품의 소재로 이용하고자 하는 경우 수온이 높은 7월보다는 그 이외의 기간에 어획한 넙치가 적절하리라 판단되었다.

사 사

본 연구는 농림수산물부의 수산특정연구 개발사업 (과제 번호 F20835309H22000 0120)의 지원으로 수행되었으며, 이에 감사드립니다.

참고문헌

An H, Peters MY and Seymour TY. 1996. Role of endogenous enzymes in surimi gelation. Trends Food Sci Technol 7, 321-326.

Anson ML. 1938. 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, Noe, YN, Jeon YJ and Kim JS. 2010. Quality of surimi from unmarketable bastard halibut as affected by the region where cultured. Kor J Fish Aquat Sci 43, 598-605.

Heu MS, Shin JH, Park KH, Lee JS, Noe, YN, Jeon YJ and Kim JS. 2011. Quality of bastard halibut with different weight as a surimi source. Kor J Fish Aquat Sci 44, 18-24.

Kim JS and Park JW. 2004. Characterization of acid-soluble collagen from Pacific whiting surimi processing by-products. J Food Sci 69, 637-642.

Korean Statistical Information Service. 2011. <http://kosis.kr>

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, Toyohara H and Ikeda S. 1983. On the existence of acid, neutral and alkaline proteinases in fish muscle. Bull Japan Soc Sci Fish 49, 109-112.
- 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. 2007. Characterization of acid-soluble collagen from Alaska pollock surimi processing by-products (refiner discharge). Food Sci Biotechnol 16, 549-556.
- 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., p 23-58.
- Park YH, Kim SB and Chang DS. 1995. Seafood Processing. Hyungsul Publishing Ltd., Seoul, 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.
- Sato K, Yoshinaka R, Sato M and Shimizu Y. 1986. Collagen content in the muscle of fishes in association with their swimming movement and meat texture. Bull Japan Soc Sci Fish 52, 1595-1600.
- Sovik SL and Rustad T. 2006. Effect of season and fishing ground on the activity of cathepsin B and collagenase in by-products from cod species. LWT 39, 43-53.
- Steel RGD and Torrie JH. 1980. Principle and Procedures of Statistics. 1st ed. Tokyo. McGraw-Hill Kogakusha. New York, U.S.A., 187-221.
- Touhata K, Tanaka M, Toyohara H, Tanaka H, Sakaguchi M. 2000. Seasonal change in collagen content of red seabream muscle. Fisheries Science 66, 553-557.

2010년 10월 12일 접수
 2011년 5월 16일 수정
 2011년 6월 15일 수리