

## 고등어육 단백질 가열젤 물성에 대한 알카리 전해수세수 효과

이 남 곁\*

동명대학교 식품공학과

(2011년 11월 23일 접수; 2011년 12월 9일 수정; 2012년 1월 25일 채택)

### Effects of Electrolytic Alkali Water Washing on Mackerel (*Scomber japonicus*) Muscle Protein Heat Gel Rheology

Nahm-Gull Lee\*

Department of Food Science & Technology, Tongmyong University, Busan 608-711, Korea

(Manuscript received 23 November, 2011; revised 9 December, 2011; accepted 25 January, 2012)

#### Abstract

In this study, the alkaline water washing condition of mackerel(*Scomber japonicus*) dark meat was investigated to improve processing conditions of red muscle fish meat paste heating gel. Chemical alkaline water(CWM) and electrolytic alkaline water(EWM, pH 12) were used for washing the mackerel raw meat. Washed meats were minced with 2.5% salt and heated at 90°C/15 min to testing texture profile analysis. Moisture of CWM and EWM was increased with both washing times( $p < 0.05$ ). Crude lipids and proteins were decreased with washing times. Lightness of chemical alkaline water washed mackerel heated paste gel(CWHPG) was higher than electrolytic alkaline water washed mackerel heated paste gel(EWHPG). Redness and yellowness were more decreased than control meats. Jelly strength of CWHPG and EWHPG was not increased more than 2 times washed meat and was increased with protein decrease. Texture profile analysis, max force1 of CWHPG and EWHPG was higher hardness than the control meat except gel strains. From these results, it could be suggested that electric alkaline water washing is also effective in advance the red meat paste heating gel process of kamaboko industry.

**Key Words** : Electrolytic water washing, Mackerel meat, Color Difference, Jelly strength, TPA

#### 1. 서론

최근 연근해 수온상승 등 기상변화로 인하여 일시 다획성 어류들의 어획이 고르지 못하고 한번에 대량으로 어획될 경우 어가의 폭락 등의 이유로 가공처리 혹은 동결저장으로 시장의 가격조정에 그 역할을 담당하게 한다. 이러한 어류 중에서 고등어는 연장품이

나 통조림의 형태로 많이 유통되고 일부는 횡감용으로 활용되기는 하나 횡감용을 제외하고는 가공품의 원료가치를 인정받지 못하는 것이 현실이다. 고등어는 1980~2002년까지 꾸준히 일시 대량으로 어획되고 있으며 우리나라의 식탁에 중요한 음식으로 자리잡은 어종이다(Choi, 2003). 어육을 이용한 가공품 중에서 연제품이 있는데 연제품은 어육에 소량의 식염을 가하여 고기같이하여 얻은 연육(meat paste)을 가열하여 겔화한 제품을 말한다(Lee 등, 1999). 연제품은 어종이나 어체의 크기에 관계없이 원료의 사용범위가 넓고 맛의 조절이 자유로우며, 어떤 소재라도 배합이 가능하고, 외관, 향미 및 물성이 어육과는 다르며 바로

\*Corresponding author : Nahm-Gull Lee, Department of food Science & Technology, Tongmyong University, Busan 608-711, Korea  
Phone: +82-51-629-1712  
E-mail: eng@tu.ac.kr

섭취할 수 있어, 일반 수산가공식품과는 다른 특징을 가지고 있다(Lee 등, 1992).

어육 중에 존재하는 수분은 근섬유(세포), 근원섬유 및 actomyosin filament(myosin filament와 actin filament) 사이의 모세관 힘에 의하여 유지되고 있다. 따라서, 단순히 어육을 가열하면 이들 단백질 섬유가 변성 응고하여 보수력이 상실되므로, 육 중의 수분은 drip으로 빠져나오게 되어 겔 형성에 관여하지 못하게 된다(Wu, 1992). 따라서, 이때의 어육은 탄력 있는 겔(gel)로 되지 못하고 부서지기 쉬운 육 덩어리 상태로 된다. 그러나, 어육에 2~3% 식염을 가하여 고기같이 하면 근원섬유를 구성하고 있는 myosin filament는 용해, 분산, 중합하여 actomyosin의 sol로 되며, 이때에 actomyosin은 섬유상의 거대분자로서 서로 엉키기 때문에 그 sol은 극히 높은 점성을 나타낸다. 이것을 가열하면 엉킨 상태가 망상구조로 고정되며, 수분은 그 망목 속에 갇혀서 탄력 있는 겔 즉, 어묵이 되는 것이다(Lee 등, 1999).

어류는 어획 후 시간이 경과함에 따라서 근육중의 근원섬유 단백질이 변성을 일으키기 때문에 원래부터 갖고 있는 겔 형성능을 차츰 잃어가게 된다. 어류 단백질의 변성이 쉽게 일어나느냐 어렵게 일어나느냐의 여부는 어종에 따라서 각기 다르나, 일반적으로 온수성(溫水性) 어류 단백질이 냉수성(冷水性) 어류 단백질보다 더 안정하며, 백색육 어육이 적색육 어육보다 겔 형성능을 보다 더 장기간 유지할 수 있다(Nishimoto 등, 1988).

고등어육의 경우 전형적인 적색육 어류로서 연제품 가공에서 상당히 불리한 어육에 해당된다. 하지만 정어리와 더불어 적색육 어류에 대한 연제품화 가능성에 대한 연구는 내부가열 방식을 이용한 고등어 연제품가공(Lee 등, 1984), 적색육 어류를 원료로 한 연제품의 제조는 Park 등(1985)과 같이 일부 수행 되어 왔으나 수세 처리 시 발생하는 알카리 폐수 등에 의한 환경문제와 화학적인 알카리수 이용으로 인한 비용 발생 등의 문제로 후발연구가 부족한 실정이다.

하지만 전기분해 기술을 이용한 알칼리수의 생성은 생산자재를 수도수를 이용하며 Lee(2006)에 의한 보고에서 7가지의 미생물학적인 검사와 16가지의 이화학적 검사를 하여 보고한 내용에서도 먹는 물 기

준에 적합한 것으로 알려져 있다.

물은  $H^+$ 와  $OH^-$ 로 구성되어 있으며, 강한 결합력을 가지는데, 전도성을 지니게 하기 위해서는 양극과 음극의 전해시설 중간에 격막을 설치하여 통전하면 양극 측의 전해조에서는 강한 산화력과 강산성을 띠는 산성수가 생성되고, 음극 측의 전해조에서는 강한 환원력과 강알칼리성을 띠는 알칼리수가 생성된다(Park, 1996). 분해전압 이하에서의 전기분해는 두 전극이 전기적으로 서로 통하게 된다면,  $H^+$ 는 음극으로 끌려 환원되어 수소로 된다. 한편  $OH^-$ 는 양극 측으로 끌려가지만 산화되지 않고 산소를 발생하지도 않는다. 결국 수중의  $H^+$ 는 소비되지만  $OH^-$ 가 분해되지 않고 축적된 결과, 물은 자동적으로 알칼리가 된다(Lee, 2006). 이러한 물을 일반적으로 전해수라고 하는데 이러한 전해수의 응용범위는 상당히 넓다. 전해수를 이용한 연구로는 병원균에 대한 초산화수(전해산성수)의 살균효과(Kim 등, 1995)와 기능수의 연구 동향(Park, 1996)등으로 연구되어져 왔으나, 직접 어육 가공품에 적용한 예를 볼 수는 없다.

따라서, 본 연구에서는 연안에서 일시대량 어획되는 적색육 어류들 중 고등어의 어육단백질의 물성을 향상시키기 위한 목적으로 최근에 연구가 되어지고 있는 전기분해 알칼리수를 이용하여 수세효과를 확인함으로써 향후 전기분해수의 연안산 적색육 어류의 가공품 적용 제고를 위한 기초 자료로 이용하고자 하였다.

## 2. 재료 및 방법

### 2.1. 실험재료

실험에 이용 되어진 고등어, *Scomber japonicus*(체장  $30 \pm 5$  cm, 체중  $550 \pm 50$  g)는 부산시 서구소재 공동어시장에서 구입하여 사용하였으며, 전해수 제조장치는 TMD Co.(Busan, Korea)에서 제조된 크기  $100 \times 100 \times 20$  cm로서 격막 단자가 스테인레스로 구성된 장치를 Lee(2006)의 방법으로 사용하였다.

먼저 각 유량에 따라 측정되어진 전해수의 생성 정도에 따라 Lee(2006)의 방법으로 일반 수도물을 전해수기에 통과시켜 전해 환원수의 전류량 25 ampere, 유속 10 L/min에서 제조된 pH 12의 알칼리수를 사용하

였으며, 이때 Suzuki(1998)의 방법에 따라 어떠한 염류도 사용하지 않았다. 또한 대조구 알카리수로 Kim(1991)의 방법을 따라 수돗물 0.15% NaOH에 0.15% NaHCO<sub>3</sub> 용액을 적가하는 방식으로 하여 pH를 전해수와 동일하게 조정하였다. 수세육의 조제는 고등어의 내장을 제거한 후 세편 뜨기하여, 등 근육만을 취해 마쇄기(Nissei bio-mixer, BM-1)로써 마쇄하여 각각 육 중량의 3배량의 전해 알카리수와 대조구 알카리수를 첨가하여 교반 후 6000 G에서 30분간 원심분리 후 얻은 잔사를 탈수육 즉, 알카리 수세육(Chemical alkaline water wash meat, 이하 CWM)과 전해 알카리수 수세육(Electrolytic alkaline water wash meat, 이하 EWM)으로 단백질 가열젤 재료로 하였으며, 동일한 방법을 반복하여 2회 및 3회 탈수육으로 전처리하여 시험용 시료로 하였다.

## 2.2. 실험방법

일반성분 분석은 AOAC(1990)법에 준하여 수분은 상압가열 건조법, 조단백질 함량은 semi-micro kjeldahl 법, 조지방은 soxhlet법, 회분은 건식회화법으로 각각 측정하였다.

고등어육의 가열젤은 Jung 등(2004)의 방법에 따라 kitchen aid mixer(Max watt 325, St. Joseph, MI, USA)에서 각 알카리수세 처리구(CWM, EWM)에 2.5%소금을 첨가 마쇄하여 충분히 염용성단백질을 용출시킨 후 최종 수분함량이 83%가 되게 조정된 후, 마쇄육의 기포를 제거하고 collagen tube(1.9×20 cm, #180, Nippi Co., Japan)에 충전하여, 90℃에서 15분간 가열한 후 급속 냉각한 다음 24시간 동안 수분의 복원을 유도한 후 가열젤로 하였다.

색도변화는 Jung(2011)의 방법에 따라 직시 색차계(Minolta CR-300, Japan)를 사용하여 명도(L, lightness), 적색도(a, redness), 황색도(b, yellowness)로 표시하였으며, 백색도는 Cho 등(2002)의 방법에 따라 L-3b 값으로 나타내었다. 샘플당 3회 측정 후 평균값과 표준편차를 구하였다. 이때 표준색도판값은 L= 97.22, +a= +0.22, +b= +1.77 이었다.

실험용 가열 젤의 젤리강도는 sun rheometer (model : compac-100, Japan)을 사용하여 측정하였다 (Lee 등, 1999). 즉, 30 mm의 두께로 자른 고등어 가

열젤을 절단면의 중심이 직경 5 mm인 구형 plunger의 바로 밑에 위치하도록 시료대에 놓고 시료대를 120 mm/min의 속도로 상승시켜 가열 젤을 파열시킨다. 이때 plunger에 가해진 하중량(W, 단위: g), 젤이 파열될 때 plunger가 침입한 깊이를 심도(L, 단위: cm)로 하여 W×L(g·cm)를 젤리강도로 하였다.

실험용 가열젤의 texture는 일정한 규격시료(직경 20 mm, 높이 30 mm)를 직경 10 mm의 구형 plunger로써 가압시의 force-deformation곡선을 얻고 이 곡선으로부터 texture parameter를 측정하였다.

Hardeness는 정해진 가압율까지 가압하는데 필요한 단위 면적당 일로 계산되는데 본 실험에서는 시료 크기가 일정하므로 제1변형곡선의 면적으로 계산하였다. Cohesiveness는 제1변형곡선의 면적에 대한 제2변형곡선의 면적비로 계산하였다.

본 연구에서 획득되어진 data들은 mean±SD로 하여, 평균치간의 차이에 대한 유의성은 SPSS WIN (ver12.0) 프로그램을 이용하였으며, 일원배치 분산분석법 (one-way ANOVA)의 Duncan's multiple range test로 각 군의 평균차이에 대한 사후검정을 하였으며, 유의수준  $p < 0.05$ 에서 유의성을 검증하였다.

## 3. 결과 및 고찰

### 3.1. 고등어 수세처리 육의 일반성분 비교

알카리수 수세육(CWM)과 전해 알카리수 수세육(EWM)의 일반성분을 측정된 결과를 Table 1에 나타내었다. 수분함량은 어묵원료인 연육의 등급을 결정하는 중요한 기준으로 수분함량이 적을수록 단백질함량이 높은 것으로 알려져있다(Lee 등, 1999). 본 실험에 사용된 고등어의 control시료의 수분함량은 약 68.2%였다. 수세횟수가 늘어갈수록 CWM의 경우 수분함량이 유의적으로 상승하는 경향이였으며, 이러한 경향은 EWM또한 유사한 증가폭을 보였으며 CWM에 비하여 수분상승정도가 수세횟수가 증가할수록 각각 0.7%, 1%, 0.7%씩 상승하는 유의한 결과를 나타내었다.

지질함량은 1회째 수세시에 대조구에 비하여 CWM의 경우 5.9% EWM의 경우 6.2%로 급격히 감소하다 2회 및 3회 수세육에서 완만해지는 경향이였

**Table 1.** Chemical composition of chemical alkaline water washed mackerel minced muscle and electrolytic water washed mackerel minced muscle

Variables	Proximate composition(%)			
	Moisture	Crude lipid	Crude protein	Crude ash
Control <sup>1)</sup>	68.2 <sup>24)</sup>	10.3 <sup>d</sup>	19.5 <sup>d</sup>	1.8 <sup>b</sup>
CWM1 <sup>2)</sup>	78.0 <sup>b</sup>	4.4 <sup>c</sup>	15.8 <sup>c</sup>	1.7 <sup>a</sup>
CWM2 <sup>2)</sup>	79.3 <sup>c</sup>	4.3 <sup>ab</sup>	14.7 <sup>b</sup>	1.6 <sup>a</sup>
CWM3 <sup>2)</sup>	81.4 <sup>d</sup>	3.7 <sup>a</sup>	13.2 <sup>a</sup>	1.6 <sup>a</sup>
EWM1 <sup>3)</sup>	78.7 <sup>b</sup>	4.1 <sup>b</sup>	15.3 <sup>b</sup>	1.5 <sup>a</sup>
EWM2 <sup>3)</sup>	80.3 <sup>c</sup>	3.6 <sup>b</sup>	14.2 <sup>ab</sup>	1.7 <sup>ab</sup>
EWM3 <sup>3)</sup>	82.1 <sup>d</sup>	2.9 <sup>a</sup>	13.3 <sup>a</sup>	1.5 <sup>a</sup>

<sup>1)</sup>Control : Raw mackerel minced muscle, <sup>2)</sup>CWM1,2,3 : 1st, 2nd, 3rd chemical alkaline water washed mackerel minced muscle, <sup>3)</sup>EWM1,2,3 : 1st, 2nd, 3rd electrolytic water washed mackerel minced muscle, <sup>4)</sup>Value with different superscripts within the column are significantly different at  $\alpha=0.05$  by Duncan's multiple range test

으나 CWM의 경우 2회 및 3회 수세시와 EWM의 경우 1회 2회 수세시의 각각의 지질감소폭은 유의하지 못한 결과를 나타내었다. 이러한 결과는 수세횟수 보다는 각각의 수세수자체가 지방함량을 떨어뜨리는 결과로 나타남을 알 수가 있었다.

단백질함량의 경우 또한 수세 1회시에 대조구에 비하여 CWM의 경우 3.7%, EWM의 경우 4.2%로 유의한 감소를 하였으며, 2회, 3회 수세시에는 대조구에 비하여 CWM은 각각 4.8%, 6.3%, EWM은 5.3%, 6.2%로 감소하는 경향이였다. 이러한 결과는 알카리 처리수 자체로 단백질함량이 감소하고 있음을 알 수 있었다. Park 등(1985)은 알카리수세 횟수를 늘릴수록 수용성단백질의 감소폭이 증가하였으며 그 결과 염용성 단백질의 농축에 의한 가열 겔의 물성향상을 유도할 수 있다고 하였는데 본 연구에서도 알카리 뿐

만 아니라 알카리 전해수에서도 수용성단백질의 제거가 가능함을 확인할 수 있었다. 회분의 경우는 변화의 양상이 유의하지 않은 결과를 나타내었다.

### 3.2. 고등어 수세처리 육 가열겔의 색도 비교

CWM과 EWM을 수세 횟수별로 얻어진 침전물로 Jung 등(2004)의 방법에 따라 90℃에서 15분간 가열한 후 급속 냉각후 24시간 수분의 복원을 유도한 후 가열겔 제조하여 얻어진 육색은 Table 2와 같다. 밝기를 나타내는 명도(L값)는 알카리수세육 가열겔(Chemical alkaline water washed mackerel heated paste gel, 이하 CWHPG) 가 전해알카리 수세육 가열겔(Electrolytic water washed mackerel heated paste gel, 이하 EWHPG)에 비하여 높게 나타났다. 수세 횟수를 증가시킬수록 명도(L값)는 유의하게 감소하는 경향이였으나 CWHPG의 경우 1회 와 2회 수세 간에는 유의하지

**Table 2.** Changes the color value of mackerel heated meat paste gel

Washing times	L		+a		+b		Whiteness	
	CWHPG	EWHPG	CWHPG	EWHPG	CWHPG	EWHPG	CWHPG	EWHPG
Control <sup>1)</sup>	31.5 <sup>a</sup>		8.8 <sup>dc</sup>		19.7 <sup>d</sup>		-27.5 <sup>a</sup>	
1st washing	54.1 <sup>c</sup>	48.5 <sup>c</sup>	6.5 <sup>b</sup>	6.5 <sup>b</sup>	13.9 <sup>b</sup>	13.2 <sup>c</sup>	12.6 <sup>c</sup>	8.8 <sup>b</sup>
2nd washing	55.1 <sup>c</sup>	53.6 <sup>d</sup>	6.0 <sup>a</sup>	5.6 <sup>a</sup>	14.1 <sup>c</sup>	12.1 <sup>a</sup>	12.8 <sup>c</sup>	17.3 <sup>c</sup>
3rd washing	48.8 <sup>b</sup>	46.9 <sup>b</sup>	5.9 <sup>a</sup>	5.7 <sup>a</sup>	13.6 <sup>a</sup>	12.6 <sup>b</sup>	7.9 <sup>b</sup>	9.2 <sup>b</sup>

<sup>1)</sup>Control : Raw mackerel heated paste gel, CWHPG : chemical alkaline water washed mackerel heated paste gel, EWHPG : electrolytic water washed mackerel heated paste gel, <sup>2)</sup>Value with different superscripts within the column are significantly different at  $\alpha=0.05$  by Duncan's multiple range test

않은 명도차를 나타내었다.

적색도(+a값)는 두개의 시료구 모두 수세횟수를 늘려갈 수록 가열 젤들의 적색도가 유사하게 감소하는 경향이었으나 2회와 3회 수세처리 가열 젤의 경우에는 유의하지 않은 감소 경향이였다. 황색도(+b값)는 수세횟수와 관계없이 대조구에 비해서는 감소하였으나 처리구간에 황색도의 변화는 크게 나타나지 않았다. 백색도(whiteness)의 경우 명도와 유사한 경향이였다. 이러한 차이는 육류와는 다르며 고등어는 일반적으로 백색육 어류에 비하여 육색을 결정하는 myoglobin의 함량이 높은 적색육에 해당하며 수세횟수를 늘릴수록 이들 적색육 관련 단백질이 많이 유실되는 것으로 생각된다.

3.3. 고등어 수세처리육의 물성변화

3.3.1. 가열젤의 Jelly Strength값의 변화

CWHPG과 EWHPG의 가열젤 강도를 측정하기위하여 Lee 등(1999)의 방법에 따라 색차를 측정된 가열젤들을 대상으로 5 mm plunger를 이용하여 측정된 결과를 Fig. 1에 나타내었다. 초기 대조구의 값이 104.3 g·cm로서 다소 낮은 강도 값을 보였지만 1회 수세시에 CWHPG의 경우 115.9 g·cm로서 11%정도의 젤리 강도의 변화를 나타내었지만 그 이후 2회 수세에서는 30%정도 대조구에 비해 상승하였으나 3회 수세시에는 대조구에 비해 25%정도 상승하는 결과를 나타내

었으며, EWHPG의 경우 1회 수세 시에 128.8 g·cm로서 24%정도의 젤리강도의 변화를 나타내었지만 2회 수세에는 47%정도 대조구에 비해 상승하였으나 3회 수세시에는 대조구에 비해 45%정도 상승하는 결과를 나타내었다. 이러한 결과에서 수세효과는 젤리 강도의 경우 2회수세 이상은 항상효과를 나타내지 않음을 알 수 있었으며 이는 Fig. 2에 나타나듯이 단백질의 유실 정도와 부의 상관성을 나타내고 있음을 알 수 있었다.

3.3.2. 가열젤의 Texture값의 변화

CWHPG과 EWHPG의 종합 물성값(Texture profile analysis)을 Lee 등(1999)의 방법에 따라 측정하여 그 결과를 Fig. 3에 그리고 평균값의 그래프를 Fig. 4에 나타내었다.

Fig. 3에서 종합 물성값을 비교한 결과 알카리수의 종류에는 상관없이 전반적으로 대조구에 비해 높은 물성값을 나타내었으며, 특히, EWHPG의 경우 3회수세 가열 처리구는 그 값이 151 g으로 최고값을 나타내었으며 이는 대조구에 132 g에 비해 19 g정도의 상승 효과를 나타내었다. 이러한 물성값을 통계처리하여 평균값 비교를 통하여 Fig. 4에 나타내었다. 전반적으로 알카리 처리구가 높은 물성값을 나타내었으나, 대조구는 알카리 처리구에 비해 유연한 가열젤(control 2)의 형태를 띠고 있음을 알 수 있었다. Jung 등(2004)은 전갱이, 고등어, 냉동부세, 냉동보구치, 냉동 꼬마

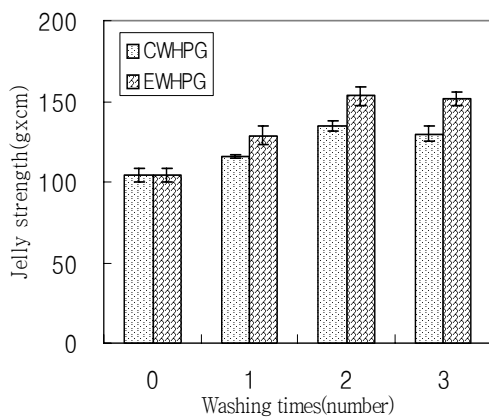


Fig. 1. Changes on jelly strength among the wasing time of mackerel heated meat paste gel.

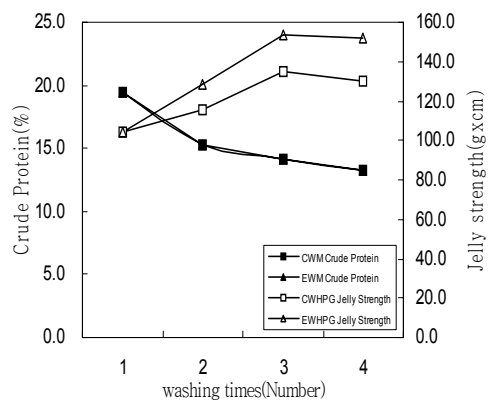


Fig. 2. Effects of washing times on the crude proteins and jelly strength.

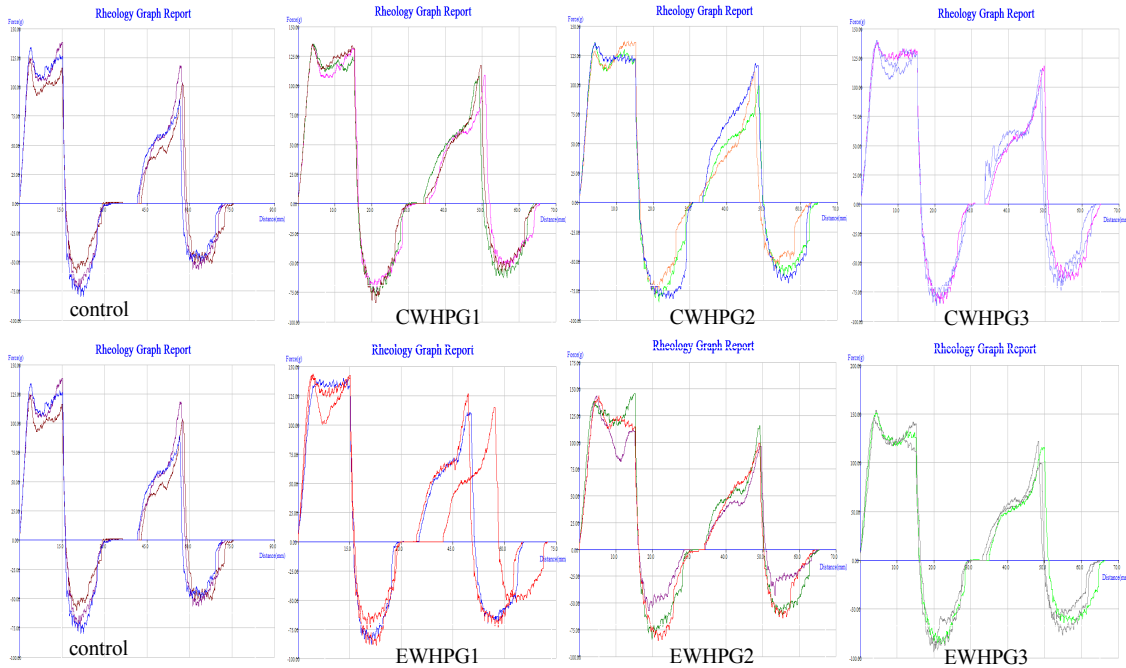


Fig. 3. Comparison of texture profiles analysis with various washing times on the CWHPG and EWHPG.

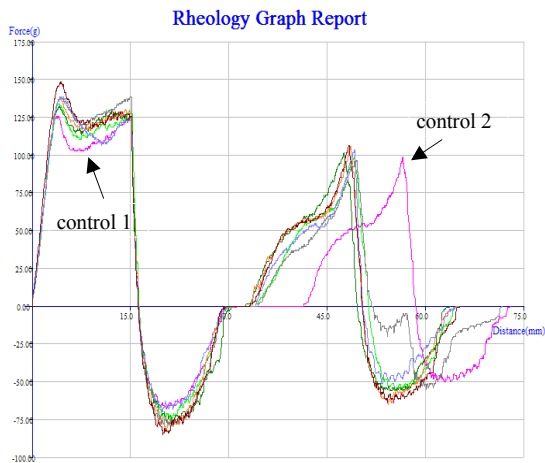


Fig. 4. Effects of washing times on the texture profiles analysis.

Control1 : First bite of raw mackerel heated paste gel,  
Control2 : Second bite of raw mackerel heated paste gel

민어로 산(pH2.5)와 알카리(pH10.5)에서 용해시켜 회수한 근형질 단백질을 포함하는 회수단백질로 제조한 가열젤의 파괴강도와 변형률값은 모두 산처리 보다는

알카리 처리한것이 높거나 유사하게 나타났다고 보고하고 있다.

본 연구에서의 물성변화 결과를 통계처리과정을 거쳐 그 결과를 재해석한 결과 Table 3의 2 bite test에서 제1 피크인 Max Force 1의 경우 CWHPG는 수세횟수를 증가시킬수록 그 값이 통계적 유의성을 인정할 수 없게 증가하였으나 EWHPG의 경우 대조구에 비해 3회수세기 14%정도의 상승효과를 나타내었다

Max Force 2의 경우 값의 변화를 인정할만한 변화를 관찰 할 수 없었는데 그 이유는 첫 번째 deformation에서 젤의 손상정도가 크게 나타남으로 인해 두 번째 deformation은 시료 처리구에 관계없이 그 값은 유사하게 나타났기 때문으로 생각된다. 각 시료 처리구의 가열 젤에 변형을 주는데 드는 에너지는 첫 번째 bite에서 CWHPG는 6.3~9.3%, EWHPG는 수세횟수에 관계없이 12.8%범위의 에너지를 사용하였으며, 두 번째 bite에서는 통계적인 차이를 나타내지 않았다. Springness와 fracturability 또한 통계적 유의성은 인정되지 않을 정도의 비슷한 결과 값 이었다.

**Table 3.** Texture profiles of chemical alkaline water washed mackerel heated muscle gel and electrolytic water washed mackerel heated muscle gel

variables	Max. force1(g)	Max. force2(g)	1st peak area(erg)	2nd peak area(erg)	Springiness(%)	Cohesiveness(%)	Chewiness(g)	Fracturability(g)	Adhesiveness(g)
control	132 <sup>a</sup>	103 <sup>a</sup>	1,601 <sup>a</sup>	855 <sup>a</sup>	300 <sup>a</sup>	53 <sup>b</sup>	71 <sup>ab</sup>	20,451 <sup>a</sup>	-72 <sup>b</sup>
CWHPG1	135 <sup>a</sup>	111 <sup>a</sup>	1,702 <sup>ab</sup>	848 <sup>a</sup>	365 <sup>a</sup>	50 <sup>a</sup>	67 <sup>a</sup>	24,547 <sup>a</sup>	-79 <sup>ab</sup>
CWHPG2	136 <sup>a</sup>	109 <sup>a</sup>	1,728 <sup>b</sup>	887 <sup>a</sup>	269 <sup>a</sup>	51 <sup>a</sup>	70 <sup>a</sup>	19,807 <sup>a</sup>	-82 <sup>ab</sup>
CWHPG3	139 <sup>a</sup>	111 <sup>a</sup>	1,750 <sup>b</sup>	908 <sup>a</sup>	350 <sup>a</sup>	52 <sup>a</sup>	72 <sup>a</sup>	25,311 <sup>a</sup>	-86 <sup>a</sup>
EWHPG1	142 <sup>b</sup>	118 <sup>a</sup>	1,807 <sup>b</sup>	966 <sup>b</sup>	186 <sup>a</sup>	53 <sup>b</sup>	76 <sup>b</sup>	14,169 <sup>a</sup>	-84 <sup>a</sup>
EWHPG2	145 <sup>bc</sup>	104 <sup>a</sup>	1,691 <sup>ab</sup>	799 <sup>a</sup>	234 <sup>a</sup>	47 <sup>a</sup>	68 <sup>a</sup>	15,930 <sup>a</sup>	-75 <sup>a</sup>
EWHPG3	151 <sup>c</sup>	113 <sup>a</sup>	1,809 <sup>b</sup>	907 <sup>ab</sup>	359 <sup>a</sup>	50 <sup>ab</sup>	76 <sup>b</sup>	27,086 <sup>a</sup>	-90 <sup>a</sup>

Control : Raw mackerel heated paste gel, CWHPG : chemical alkaline water washed mackerel heated paste gel, EWHPG : electrolytic water washed mackerel heated paste gel,

<sup>abc)</sup> Value with different superscripts within the column are significantly different at  $\alpha=0.05$  by Duncan's multiple range test

#### 4. 결론

일시다핵성 적색육 어류들 중에서 고등어의 어육 단백질 겔의 물성향상을 통한 가공적성을 제고하기 위한 목적으로 전기분해 알카리수를 이용하여, 마쇄된 어육의 수세가 가열 겔을 보강할 수 있는 효과를 확인하여, 향후 전기분해수의 가공품 적용 제고를 위한 기초 자료획득을 목적으로 고등어육에 기존의 알카리수와 전해 알카리수 처리 각각하여 일반성분과 어육 단백질 겔의 색차와 가열 겔의 젤리강도 및 종합물성을 조사하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

고등어의 control시료의 수분함량은 약 68.2%였다. 수세횟수가 늘어갈수록 CWM의 경우 수분함량이 유의적으로 상승하는 경향이었으며, 이러한 경향은 EWM 또한 유사한 증가한 결과를 나타내었다. 지질함량은 1회 수세기 대조구에 비해 CWM의 경우 4.3% EWM의 경우 6.2%로 급격히 감소하였다. 단백질함량은 수세 1회에 대조구에 비하여 CWM의 경우 3.7%, EWM의 경우 4.2%로 유의한 감소를 하였다. 이러한 결과는 알카리 처리수 자체로 단백질함량이 감소하고 있음을 알 수 있었다.

제조되어진 가열 겔의 육색 명도(L값)는 알카리 수세육 가열젤(CWHPG)이 전해 알카리 수세육 가열젤(EWHPG)에 비하여 높게 나타났다. 적색도(+a값)는 두개의 시료구 모두 유사하게 감소하는 경향이였다.

황색도(+b값)는 수세횟수와 관계없이 대조구에

비해서는 감소하였다. 백색도(whiteness)의 경우는 큰차이를 나타내지는 않았으나, 명도와 유사한 경향이였다.

CWHPG과 EWHPG의 가열젤의 젤리강도는 2회 수세 이상은 항상 효과를 나타내지 않음을 알 수 있었으며, 단백질의 유실정도와는 부의 상관성을 나타내고 있었다.

CWHPG과 EWHPG의 종합물성 값은 알카리수의 종류에 상관없이 전반적으로 대조구에 비해 높은 물성치를 나타냈으며, 대조구는 알카리 처리구에 비해 유연한 가열 겔의 형태를 띠고 있었으나, EWHPG의 경우 대조구에 비해 3회 수세기 최고 강도값이 14% 정도의 상승효과를 나타내었다.

#### 참고 문헌

- AOAC, 1990, An Official Methods of Analysis, 15th ed., Association of Official Analytical Chemists, Washington B.C., 62-113.
- Cho, M. S., Lee, N. G., Cho, Y. J., 2002, Effect of hydration condition of non-muscle protein on gelling, J. Korean Fish. Soc., 35(6), 627-632.
- Choi, Y. M., 2003, Stock assessment and management implication of chub mackerel, *Scomber japonicus* in Korean water., PhD. Thesis, Pukyung National University.
- Jung, C. H., Kim, J. S., Jin, S. K., Kim, I. S., Jung, K. J., Choi, Y. J., 2004, Gelation properties and industrial application of functional protein from fish muscle-2.

- Properties of functional protein gel from fish, chicken breast and pork leg and optimum formulation, J. Kor. Soc. Food Sci, Nutr. 33, 1676-1684.
- Jung, K. S., 2011, Extraction characteristics of soluble solid from *Rumex Crispus*(curled dock) roots., J. Environ. Sci., 20(10), 1265-1272.
- Kim, B. K., 1991, Study on the improvement of frozen sardine meat paste, MS Thesis, National Fisheries University of Pusan.
- Kim, E. C., Oh, H. B., Suk, J. S., 1995, Bactericidal activities of electrolyzed-oxidizing water against clinical isolates, Expansion of Recent Medical Frontier, 38(1), 21-27.
- Lee, N. G., Yoo, S. G., Cho, Y. J., 1999, Optimum rheological mixed ratio of jumbo squid and alaska pollock surimi for gel product process, J. Korean Fish.Soc., 32(6), 718-724.
- Lee, K. H., Lee, B. H., You, B. J., Suh, J. S., Jo, J. H., Jeong, I. H., Jea, Y. G., 1984, Processing of water activity controlled fish meat paste by dielectric heating 2, storage stability of the product, J. Korean Fish.Soc., 17(5), 361-367.
- Lee, N. G., 2006, Water properties of electrolytic machine by stainless diaphragm and effects of electrolytic ice water storage for keeping freshness of squid, *Todarodes pacificus*, J. Fish. Mar. Sci. Edu., 18(2), 293-301.
- Lee, C. M., Wu, M. C., Okada, M., 1992, Ingredient and formulation technology for surimi-based products. in : Lanier, T. C. and Lee, C. M. (eds.), "Surimi Technology", Marcel Dekker Inc., New York, 273-302.
- Nishimoto, S. I., Hashimoto, A., Seri, N., Arai, K., 1988, setting of mixed meat paste of two fish species in relation to crosslinking reaction of myosin heavy chain. Nippon Suisan Gakkaishi, 54, 1227-1235.
- Park, H. W., 1996, Trend of electrolytic water, The Monthly Food Industry, 9(1), 151-157.
- Park, Y. H., Kim, D. S., Chun, S. J., Kang, J. H., Park, J. W., 1985, Processing of fish meat paste products with dark-fleshed fishes (2) processing of meat paste product with mackerel, J. Korean Fish.Soc., 18(4), 352-362.
- Suzuki, T., 1998, Electrolyzed NaCl solution in food industry, Food Processing, 33(3), 10-14.
- Wu, M. C., 1992, Manufacture of surimi-based products. in : Lanier, T. C. and Lee, C. M. (eds.), "Surimi Technology", Marcel Dekker Inc., New York, 245-272.