

구연산 처리 연어 frame의 연화 후 저장 중 품질 변화

임현정^{*,**} · 박슬기^{*,**} · 김보경^{*} · 이원경^{**} · 민진기^{*} · 조영제^{*†}

(^{*†}부경대학교 · ^{**}(주)씨월)

Changes in the Quality Characteristics of Autoclaving on Salmon Frame with Citric Acid Pretreatment

Hyun-Jung LIM^{*,**} · Seul-Ki PARK^{*,**} · Bo-Kyoung KIM^{*} · Won-Kyung LEE^{**} · Jin-Ki MIN^{*} · Young-Je CHO^{*†}

(^{*†}Pukyong National University · ^{**}Seawell Co., Ltd.)

Abstract

This study was done to investigate the quality characteristics of salmon frame with citric acid pretreatment. Sliced salmon frame samples were cured in soy sauce, sugar, pepper, and sodium nitrate for 12 h and then dried at 3 h and then dried at 60°C for 3 h. As the autoclaving at 130°C for 15 min, the pH, moisture content, crude ash, crude fat, crude protein, acid value (AV), peroxide value (POV), volatile basic nitrogen (VBN), trimethylamine (TMA), total plate count and E. coli were measured at 4°C, 25°C and 35°C of storage days. The AV, POV, VBN, TMA and total plate count for all samples significantly increased as during storage days ($p < 0.05$). All samples of storage, for autoclaving on salmon frame, there were no growth on E.coli. In the making of autoclaving on salmon frame, technologies for more safety from microbial growth should accompany pretreatment with citric acid.

Key words : Salmon, Salmon frame, Citric acid, Pretreatment, Autoclaving

I. 서론

해양수산부 어업생산통계량에 따르면 우리나라 수산물의 국내 생산량은 2013년 기준으로 313만 5천 2백 5십 톤이며, 이를 이용한 수산가공품은 182만 톤이 생산된다(Ministry of Oceans and Fisheries, 2015). 대부분 수산 가공공장에서는 어류에서 살 부분만을 이용하여 상품으로 만든다. 이 과정에서 어뼈와 어두, 어피, 내장, 비늘 및 지느러미 등의 미이용 부위가 나오는데 사료로 이용되는 특정부분을 제외한 나머지는 활용 되지 못하고 있는 실정이다.

연어(*Oncorhynchus keta*)는 연어과이면서 바다에서 성장하여 산란기에 민물로 돌아오는 대표적인 회귀성 어종으로, 몸이 길고 옆으로 납작하면서 입이 크며, 회귀 시 어획된 경우 전장이 일반적으로 60~80 cm에 이른다(Kim et al., 2002). 이와 같은 형태적 특성을 가진 연어는 EPA 및 DHA와 같은 건강 기능성 고도불포화 지방산을 다량 함유하고 있어 건강 기능적으로 의미가 있다(Rural Nutrition Institute, 1991). 연어는 대부분 스테이크 등과 같은 소재와 더불어 훈제품 및 통조림 등과 같은 완제품으로 가공 및 유통 되고 있으며, 이들 제품들은 가공 중 두부, 내장 및

[†] Corresponding author : 051-629-5826, yjcho@pknu.ac.kr

* 본 연구는 2014년도 산업통상자원부 지역특화산업육성사업(과제번호 : R0002988)의 지원을 받아 연구되었음.

frame(수산물을 가공하기 위하여 file로 제조하는 경우 두 편의 근육부와 한편의 근육이 붙어 있는 뼈 부분이 분리되는데, 이 중 근육이 일부 붙어 있는 뼈 부분을 칭함.) 등과 같은 수산가공 부산물이 다량 발생되고 있다(Han et al., 2007). 이와 같은 frame은 중골에 붙어 있는 다량의 근육(Kim et al., 2000b; Wendel, 1999)은 물론이고, collagen, 칼슘, 그리고 EPA 및 DHA 등과 같은 건강 기능성 성분이 다량 함유되어 있어, 아주 유용한 식품 재자원이다(Kim et al., 1998; Kim et al., 2000a, Shizuki, 1981; Lee et al., 1997; Watanabe et al., 1985). 그러나 이러한 장점에도 불구하고 고도불포화지방산들은 너무 쉽게 산화 분해되어 유지의 산화변색, 저급 carbonyl 화합물의 생성으로 인한 불쾌취, 유리지방산의 생성으로 인한 단백질 변성 촉진 및 영양가의 저하 등 품질에 나쁜 영향을 줌으로 가공제품이나 요리로 이용 시 큰 제한요인이 되고 있는 실정이다(Gwak et al., 2010; Lingnert et al., 1980). Frame은 일정시간 동안 열처리를 하게 되면 뼈가 연화하여 뼈째 섭취가 가능하게 되며, 분쇄기를 이용한 페이스트화 또는 분말화를 할 수 있는 형태가 된다. Frame의 열처리는 사용되는 어류의 종류에 따라 가열 온도, 처리시간 및 압력 등에 따른 연화정도를 감안하여 적절히 조절 할 수 있으며, 이는 어류 frame의 뼈 중에 존재하는 콜라겐이 열처리에 의해 젤라틴화하여 용출되어, 지지체가 쉽게 허물어진다(Kim et al., 2006).

따라서 본 연구에서는 높은 지방함량과 불포화지방산으로 인해 유지 산패의 가능성이 높은 연어 frame에 0.5% 구연산을 첨가하여 지방산화를 억제하며, frame의 연화과정을 통해 연어를 이용한 신제품 개발과 연어의 가공 후 부산물의 효율적인 이용으로 연어 frame의 저장성 및 품질특성에 미치는 영향을 알아보고자 하였다.

II. 재료 및 방법

1. 실험 재료

연어 frame은 2014년 2월에 (주)명인수산에서 구입하여 냉동실 (-25℃)에 보관하여 실험에 사용하였다.

2. 연어 frame의 제조

구연산(Daejung Chemicals & Metals Co., LTD, Siheung, Korea)을 멸균된 증류수를 이용해 0.5%로 희석시켜 사용하였다. 제조된 구연산 용액 750 ml에 연어 frame 500 g을 넣어 5분간 침지하였으며, 이후 실온에서 2분간 건조시켰다. 건조한 시료를 750 ml 증류수에 5분간 침지 후 실온에서 2분간 건조하였다. 이후 시료 무게에 따라 증류수 10%, 간장 2%, 설탕 6%, 후추 0.2% 및 아질산염 0.028%를 넣어서 염지액을 제조하였으며, 연어 frame을 침지시킨 후 12시간 동안 염지하였다. 염지가 끝난 시료는 건조기를 이용하여 60℃에서 3시간동안 건조하였으며, 연어 frame을 열처리하였다(Autoclave, 130℃, 15분). 처리가 끝난 시료는 진공포장기(Compac 2B 640, Compact system Ind.Co., Ltd., Ansan, Korea)로 멸균된 sample bag에 진공 후 4℃, 25℃ 및 35℃에 저장하면서 10일 간격으로 30일 동안 실험하였다.

3. pH 및 일반성분

마쇄한 시료 3 g을 증류수 27 ml과 함께 polytron homogenizer(IKA labortechnik T25-B, Malaysia)로 14,000 rpm에서 1분간 균질하여 pH-meter(Mettler Toledo Co, MP 230, Swiss)로 측정하였다. 일반성분은 AOAC(2002) 방법에 준하여 분석하였다. 수분분석은 상압가열건조법, 조회분은 건식회화법, 조단백질은 Kjeldahl법 및 조지방은 Folch법(1957)으로 측정하였다.

4. 산가(acid value, AV)

시료 2 g을 250 ml 삼각 플라스크에 정확히

취하여 증성용제인 ether-ethanol을 2:1로 한 용액 100 ml을 가하여 녹였다. 여기에 1% phenolphthalein 용액을 지시약으로 하여 2-3방울 가하여 0.1 N KOH-ethanol 표준액으로 적정하여, 미홍색이 될 때 종말점으로 적정하였다.

5. 과산화물가(peroxide value, POV)

시료 2 g을 250 ml 삼각 플라스크에 정확히 취하여 chloroform-acetic acid 용액 50 ml을 가하여 녹인다. 여기에 KI 포화용액 1 ml을 가한 후 마개를 하여 1분간 진탕시킨 후 5분간 냉암소에 방치 후 증류수 75 ml을 가하여 세게 흔들어 혼합하였다. 지시약으로 1% 전분용액 1 ml을 가한 후 0.01 N $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 용액으로 무색이 될 때 종말점으로 적정하였다.

6. 휘발성염기질소(volatile basic nitrogen, VBN)

확산기를 약간 기울여 놓고 외실의 아래쪽에 시험용액 1 ml을 넣은 다음 내실 A에 0.01 N 황산 1 ml을 같은 방법으로 정밀하게 넣는다. 덮개의 갈아 맞추는 부분에 기밀제 소량을 고루 바른 다음 탄산칼륨 포화용액 약 1 ml을 외실B의 위쪽에 넣고 즉시 덮개를 덮어 클립으로 고정하고 확산기를 전후좌우로 기울이면서 회전하여 외실 B내의 시험용액과 탄산칼륨 포화용액을 잘 섞어 25°C에서 1시간 정치한다. 덮개를 열고 내실의 황산용액에 Brunswik 시액 한방울을 넣고 마이크로 뷰렛을 사용하여 0.01 N 수산화나트륨 용액으로 적정하였다.

7. Trimethylamine (TMA)

Conway unit를 사용하는 미량확산법으로 측정하였다. 시료 2 g에 증류수 50 ml을 가한 후 homogenizer를 이용하여 13,500 rpm으로 2분 동안 균질화 한 후, 원심분리기를 이용하여 1,500×g에

서 30분간 원심분리한 상층액을 시료액으로 사용하였다. Conway 미량확산 용기의 내실에 0.01 N H_2SO_4 를 1 ml 넣은 후 외실에 각각의 시료액 1 ml씩 넣고, 10% formalin 용액 1 ml을 먼저 시료와 반응시킨 후, 1 ml 포화 K_2CO_3 을 넣은 직후 시료와 반응시켰다. 37°C에서 1시간 반응시킨 후 0.2% methyl red와 0.1% methylene blue의 혼합지시약(2:1, v/v)을 1~2방울 적하하여 0.01 N NaOH를 이용하여 적정하였다.

8. 일반세균 및 대장균군 수

샘플 10 g을 채취한 후 멸균백(Whirl-pak1195, Nasco Co., USA)에 넣고 중량의 10배에 해당하는 멸균된 0.85% saline 용액을 가하여 균질기로 60초간 균질화하였다. 이 시료액을 1 ml씩 취하여 9 ml의 멸균된 0.85% saline 용액으로 단계 희석하여 일반세균(petri film aerobic count plates, 3M Co., USA) 및 대장균군(coliform count plates, 3M Co., USA) 측정용 건조필름배지에 접종하였다. 시료를 접종한 배지를 37°C에서 48시간 배양시킨 후 colony 수를 측정하여 CFU/g으로 표시하였다.

9. 통계처리

실험에서 얻은 값들은 SAS(2002)를 이용하여 각 항목의 평균값 간 유의적 차이($p < 0.05$)를 Duncan의 multifl range test를 이용하여 분석하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 연어와 연어 frame의 pH 및 일반성분 분석

연어와 연어 frame의 pH 및 일반성분(수분, 조회분, 조지방 및 조단백)의 분석결과를 <Table 1>에 나타내었다. 연어의 pH는 5.96이었으며, 연어

의 frame의 pH는 5.97로 유의적차이는 나타나지 않았다($p < 0.05$). Park 등(1997)의 연구에 의하면 적색육 어류에서는 pH 6.2~6.4 정도를 초기부패점이라고 보고하고 있으며, 부패어육의 경우 pH가 6.5 이상으로 식용이 곤란한 정도라 보고한 바 있다. 모든 생선들은 저장 중 초기에 lactic acid의 생산으로 pH가 조금 낮아지다가 미생물들의 성장으로 인해 생산되는 혐기성 화합물에 의해 다시 증가한다고 보고되어 있다(Simeonidou et al., 1998). 이 연구보고 자료를 기준으로 볼 때, 연어와 연어 frame의 경우 초기부패점 이하의 수치를 나타내었다. 일반성분의 경우 연어와 연어 frame의 수분은 62.54~65.13%, 조회분은 6.08~6.70%, 조지방은 15.99~17.36%, 조단백은 17.03~17.52%를 나타내었다. National Fisheries Research & Development Institute의 수산생물성분표에 의하면 연어의 가식부에서 수분은 75.8%, 단백질은 20.6%, 지방은 1.9%, 회분은 1.5%이라고 보고하였으나, 본 연구

결과와는 약간의 차이를 나타내고 있는데 이는 연어의 지방함량이 계절에 따른 어획시기의 영향을 받기 때문인 것으로 사료된다.

2. 연화 한 연어 frame의 pH 변화

구연산과 양념 처리 후 연화한 연어 frame의 저장기간에 따른 pH 변화를 측정하여, 비교한 결과를 <Table 2>에 나타내었다. 본 연구의 구연산 처리된 연어 frame의 pH가 저장기간이 지날수록 증가하는 경향을 나타내었다($p < 0.05$). 연어의 저장 0일차, 저장온도에 따른 유의적인 차이는 없었으며($p > 0.05$), 5.79~5.89의 범위를 나타내었다. 저장기간이 지날수록 pH가 유의적으로 증가하는 경향을 보였으나($p < 0.05$), 저장 10일차를 제외하고는 저장온도에 따른 pH의 유의적인 차이는 나타나지 않았다($p > 0.05$). 저장기간 동안 연어의 pH는 5.79~6.32 사이로 나타났나($p < 0.05$).

<Table 1> pH and proximate composition of the salmon and salmon frame

	S	SF
pH	5.96±0.01	5.97±0.01
Moisture content (%)	65.13±0.78 ^A	62.54±1.44 ^B
Crude ash (%)	6.70±0.28 ^A	6.08±0.03 ^B
Crude fat (%)	15.99±0.69	17.36±0.71
Crude protein (%)	17.03±0.32	17.52±0.38

S, Salmon

SM, Salmon Frame

Data are means±standard deviation. n = 3.

^{A-B}Means within a row with different superscript letters are significantly different at $p < 0.05$.

<Table 2> Effect of storage time on the pH of marinated salmon frame using an autoclave

Treatments	Days			
	0	10	20	30
4°C	5.79±0.04 ^C	5.85±0.01 ^{Cb}	5.95±0.05 ^B	6.26±0.04 ^A
25°C	5.81±0.01 ^C	5.95±0.06 ^{Bab}	6.08±0.06 ^B	6.32±0.04 ^A
35°C	5.89±0.06 ^B	6.06±0.06 ^{Aa}	6.14±0.02 ^A	6.14±0.06 ^A

Data are means±standard deviation. n = 3.

^{A-C}Means within a row with different superscript letters are significantly different at $p < 0.05$.

^{a-b}Means within a column with different superscript letters are significantly different at $p < 0.05$.

3. 연화 한 연어 frame의 산가(AV)의 변화

구연산과 양념 처리 후 연화한 연어 frame의 저장기간에 따른 산가 변화를 측정하여, 비교한 결과를 <Table 3>에 나타내었다. 본 연구의 연어는 저장기간이 증가하고 온도가 증가할수록 산가 수치가 유의적으로 증가하였으며, 4℃에서 2.51~10.78 mg/g 으로 가장 완만하게 증가하였으며(p<0.05), 35℃에서 2.62~12.19 mg/g으로 급격한 증가를 하였으나(p<0.05), 저장 30일차에 각각 10.78, 11.80, 12.19 mg/g으로 저장온도에 따른 유의적인 차이는 나타나지 않았다(p>0.05).

4. 연화 한 연어 frame의 과산화물가(POV)의 변화

구연산과 양념 처리 후 연화한 연어 frame의 저장기간 중 과산화물가의 변화는 <Table 4>에

나타내었다. 본 연구의 과산화물가 수치는 저장 기간과 온도가 높아짐에 따라 유의적으로 증가하는 경향을 나타내었다(p<0.05). 저장 0일차, 모든 저장 온도에서 3.10-3.65 meq/kg이었으며, 유의적인 차이는 나타나지 않았다(p>0.05). 연어는 저장 4℃에 저장 일수 별로 각각 14.15, 44.05, 75.25 meq/kg으로 증가하였으며, 저장 25℃에서는 저장 일수 별로 각각 22.00, 66.15, 93.69 meq/kg으로 나타났었다(p<0.05). 저장 35℃에서는 저장 일수 별로 각각 31.60, 92.09, 128.84 meq/kg으로 나타났으며(p<0.05), 가장 급격한 증가를 하였다. 과산화물가는 지질 산화의 초기단계 산패도와 관련이 있고, 산화의 속도를 비교하는데 유리한 지표가 된다(Min et al., 1985). 본 연구의 POV 결과에서 보면 저장 4℃, 20일째 44.05~92.90 meq/kg을 나타냄에 따라 부패가 시작되었음을 알 수 있었다.

<Table 3> Effect of storage time on the AV(KOH mg/g) of marinated salmon frame using an autoclave

Treatments	Days			
	0	10	20	30
4℃	2.51±0.50 ^D	3.37±0.16 ^{Cb}	5.31±0.18 ^{Bc}	10.78±0.13 ^A
25℃	2.58±0.13 ^D	4.78±0.13 ^{Ca}	7.11±0.20 ^{Bb}	11.80±0.97 ^A
35℃	2.62±0.18 ^D	4.90±0.11 ^{Ca}	8.59±0.14 ^{Ba}	12.19±0.54 ^A

Data are means±standard deviation. n = 3.

^{A-D}Means within a row with different superscript letters are significantly different at p<0.05.

^{a-c}Means within a column with different superscript letters are significantly different at p<0.05.

<Table 4> Effect of storage time on the POV (meq/kg) of marinated salmon frame using an autoclave

Treatments	Days			
	0	10	20	30
4℃	3.20±0.28 ^D	14.15±2.33 ^{Cc}	44.05±2.19 ^{Bc}	75.25±3.25 ^{Ac}
25℃	3.10±0.14 ^D	22.00±2.12 ^{Cb}	66.15±3.18 ^{Bb}	93.69±4.28 ^{Ab}
35℃	3.65±0.07 ^D	31.60±1.13 ^{Ca}	92.09±2.72 ^{Ba}	128.84±8.10 ^{Aa}

Data are means±standard deviation. n = 3.

^{A-D}Means within a row with different superscript letters are significantly different at p<0.05.

^{a-c}Means within a column with different superscript letters are significantly different at p<0.05.

5. 연화 한 연어 frame의 휘발성 염기질소 (VBN)의 변화

구연산과 양념 처리 후 연화한 연어 frame의 저장기간 중 휘발성 염기질소 함량의 변화는 <Table 5>와 같다. 저장초기 모든 저장 온도에서 VBN함량은 4.40~4.95 mg%로 매우 신선한 상태였으나, 저장하는 동안 온도가 높은 처리구 일수록 빠른 부패가 일어났다. 저장 4℃의 경우 0일차에서 4.80 mg%에서 저장기간 각각 8.75, 13.71, 20.79 mg%를 나타내었으며, 저장 25℃에서는 저장기간 각각 14.30, 20.73, 32.29 mg%로 나타났다 ($p<0.05$). 저장 35℃에는 각각 23.60, 35.05, 44.52 mg%로 나타났으며($p<0.05$), 저장 4℃에서 25, 35℃ 보다 완만하게 증가하는 현상을 보였다. Han 등 (2007)에 따르면 연어 frame의 휘발성염기질소는 9.6 mg%으로 나타났다. 일반적으로 수산물을 가공 소재로 이용하고자 하는 경우 선도 한계점

을 20 mg% 이하로 제시하고 있다(Kim et al., 2002). 본 연구 결과에서는 4℃에서 30일, 25℃에서는 20일까지 저장한 연어 frame이 선도한계점 이하로 유지가 되었으며, 35℃에서는 저장 10일차에서 선도 한계점 이상의 수치를 나타내었다.

6. 연화 한 연어 frame의 TMA의 변화

구연산과 양념 처리 후 연화한 연어 frame의 저장기간 중 TMA의 변화는 <Table 6>에 나타내었다. 저장 0일차 저장온도에 따른 유의적인 차이는 나타나지 않았으며($p>0.05$), 0.45-0.53 mg%의 수치를 나타내었다. 연어의 4℃ 저장 처리구에서 0.45-6.00 mg%로 가장 완만하게 증가하였으며, 35℃ 저장 처리구에서 0.53-15.30 mg%의 수치로 가장 급격하게 증가하였다($p<0.05$).

<Table 5> Effect of storage time on the VBN(mg%) of marinated salmon frame using an autoclave

Treatments	Days			
	0	10	20	30
4℃	4.80±0.42 ^D	8.75±0.49 ^{Cc}	13.71±0.10 ^{Bc}	20.79±1.46 ^{Ac}
25℃	4.40±0.28 ^D	14.30±0.93 ^{Cb}	20.73±0.62 ^{Bb}	32.29±0.47 ^{Ab}
35℃	4.95±0.21 ^D	23.60±0.07 ^{Ca}	35.05±1.43 ^{Ba}	44.52±1.87 ^{Aa}

Data are means±standard deviation. n=3.

^{A-D}Means within a row with different superscript letters are significantly different at $p<0.05$.

^{a-c}Means within a column with different superscript letters are significantly different at $p<0.05$.

<Table 6> Effect of storage time on the TMA(mg%) of marinated salmon frame using an autoclave

Treatments	Days			
	0	10	20	30
4℃	0.45±0.07 ^C	0.73±0.11 ^{Cc}	3.30±0.14 ^{Bc}	6.00±0.28 ^{Ac}
25℃	0.48±0.18 ^D	4.50±0.28 ^{Cb}	8.50±0.28 ^{Bb}	13.95±0.21 ^{Ab}
35℃	0.53±0.04 ^D	6.50±0.42 ^{Ca}	11.85±0.92 ^{Ba}	15.30±0.57 ^{Aa}

Data are means±standard deviation. n=3.

^{A-D}Means within a row with different superscript letters are significantly different at $p<0.05$.

^{a-c}Means within a column with different superscript letters are significantly different at $p<0.05$.

Ahn 등(2007)에 의하면, TMA에 의한 비린내는 후각기관 점막의 pH가 약알칼리성으로 되었을 때 자극되는 단순한 감각(sensation)이며, pH가 어떤 임계값 이상 올라가면 그 감각은 암모니아 기체의 특징인 찌르는 듯 한 강력한 냄새로 바뀐다고 하였다. 본 연구에서 연어 frame의 저장기간에 따른 pH값은 5.79-6.32로 약산성으로 나타나, TMA에 의한 비린내를 느끼지 못하는 것으로 사료된다.

7. 연화 한 연어 frame의 일반세균 및 대장균군 수

구연산과 양념 처리 후 연화한 연어 frame의 저장기간 중 일반세균수의 변화는 <Table 7>에 나타내었으며, 대장균군은 저장 30일 동안 검출되지 않았다(결과 미제시). 연어증골의 총 균은 저장기간이 증가할수록 유의적으로 증가하는 경향을 나타내었다($p < 0.05$). 저장 0일차, 0.05~0.40 log CFU/g의 수치를 나타내었으며, 미생물학적 안전단계를 10^5 CFU/g 이하로 하며, $10^7 \sim 10^8$

CFU/g 이상일 때 초기부패단계라고 한다. 본 연구에서 연어의 4℃ 제품은 저장 30일차에 4.15 log CFU/g으로 안전하였으나, 연어는 25℃와 35℃에서 저장 20일차부터 각각 5.60 log CFU/g과 6.15 log CFU/g으로 10^5 CFU/g 이상의 수치를 나타내었다.

IV. 요약

수산물 가공 중 부산물로 다량 발생하고 있는 연어 frame을 이용하여 구연산 처리 후 연화한 제품을 pH, 일반성분, AV, POV, VBN, TMA, 일반세균 및 대장균군 수를 분석하였으며, 제품화 가능성을 검토하였다. AV, POV, VBN, TMA 및 일반세균수의 경우 저장기간에 따라 증가하는 경향이 나타났으며, 대장균은 검출되지 않았다. 이상의 결과를 고려할 때 식품으로 산업적인 적용 가치가 있다고 판단되나, 대량상선과 유통을 위한 저장성 향상 및 저장 중 품질 유지를 할 수 있도록 보완 실험이 필요할 것으로 사료 된다.

<Table 7> Effect of storage time on the Total plate count(log CFU/g) of marinated salmon frame using an autoclave

Treatments	Days			
	0	10	20	30
4℃	0.05±0.07 ^C	2.20±0.28 ^{Bb}	4.00±0.28 ^{Ab}	4.15±0.07 ^{Ac}
25℃	0.40±0.14 ^D	2.57±0.04 ^{Cb}	5.60±0.28 ^{Ba}	7.10±0.14 ^{Ab}
35℃	0.15±0.07 ^D	3.65±0.21 ^{Ca}	6.15±0.07 ^{Ba}	8.50±0.14 ^{Aa}

Data are means±standard deviation. n=3.

^{A-D}Means within a row with different superscript letters are significantly different at $p < 0.05$.

^{a-c}Means within a column with different superscript letters are significantly different at $p < 0.05$.

References

- Ahn, J. W. · Oh, K. Y. · Park, S. Y. · Lee, K. H. · Kim, Y. H. and Kim, K. H.(2007). Characterization of odorous emissions from decaying food samples: A case study on trimethylamine and ammonia. Korean J. Odor Res. Eng. 6, 172~182.
- AOAC.(2002). Official methods of analysis. Association of official analytical chemists. 17th ed. Gaithersburg, MD.
- Folch, J. · Lees, M. and Sloane Stanley, G. H.(1957). A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. The Journal of Biological Chemistry. 226: 497~507.
- Gwak, H. J. and Eun, J. B.(2010). Chemical changes

- of low salt Gulbi (salted and dried yellow corvenia) during hot- air drying with different temperatures. *Korean J. Food Sci. Technol*, 42, 147~154.
- Han, B. W. · Park, S. H. · Kim, H. S. · Jee, S. J. · Lee, J. H. · Kim, H. J. · Han, B. W. and Kim, J. S.(2007). Improvement on the functional properties of Gomtang-like product from salmon frame using commercial enzymes. *J. Korean. Soc. Food Sci. Nutr.*, 36, 1596~1603.
- Kim, J. S. · Choi, J. D. and Koo, J. G.(1998). Component characteristics of fish bone as a food source. *Agric. Chem. Biotechnol.*, 41, 67~72.
- Kim, J. S. · Heu, M. S. · Kang, K. T. · Kim, H. S. · Park, C. H. · Han, B. W. · Yang, S. K. · Chung, I. K. and Oh, H. S.(2006). Fish frame-based snacks and preparation thereof. Registration No. 100667044.
- Kim, J. S. · Yang, S. K. and Heu, M. S.(2000a). Component characteristics of cooking tuna bone as a food resource. *J. Kor. Fish. Soc.*, 33, 38~42.
- Kim, J. S. · Yeum, D. M. · Kang, H. G. · Kim, I. S. · Kong, C. H. · Lee, T. G. and Heu, M. S. (2002). Fundamentals and applications for canned foods. *Hyoil Publishing Co.*, Seoul. 92~96.
- Kim, S. K. · Park, P. J. and Kim, G. H.(2000b). Preparation of sauce from enzymatic hydrolysates of cod frame protein. *J. Kor. Soc. Food Sci. Nutr.*, 29, 635~641.
- Lee, C. K. · Choi, J. S. · Jeon, Y. J. · Byun, H. G. and Kim, S. K.(1997). The properties of natural hydroxyapatite isolated from tuna bone. *J. Kor. Fish. Soc.*, 30, 652~659.
- Lingnert, H. and Eriksson, C. E.(1980). Antioxidative maillard reaction products. I. Products from sugars and free amino acids. *J. Food Proc. Preserv*, 4, 161~172.
- Min, B. A. and Lee, J. H.(1985). Effects of frying oils storage conditions on the rancidity of Yackwa. *Kor. J. Food Sci. Technol*, 17, 114~120.
- Ministry of Oceans and Fisheries. (2015)
<http://www.fips.go.kr/>
- National Fisheries Research & Development Institute.
<http://portal.nfrdi.re.kr/>
- Park, Y. H. · Jang, D. S. and Kim, S. T.(1997). Processing and using of fishery science. *Hyungseol Press. Seoul. Korea.* 73.
- Rural Nutrition Institute(1991). Food Composition Table. Rural Nutrition Institute. 4th eds. Seoul, Korea. 256~259.
- SAS Institute(2002). SAS/STAT Software for PC. Release 9.2, Cary, NC, USA.
- Shizuki, O.(1981). Fish bone. *New Food Ind.*, 23, 66~72.
- Simeonidos, S. · Govaris, A. and Varelziz, K. (1998). Quality assessment of seven mediterranean fish species during storage in ice. *Food Resear. Inter.* 30, 479~484.
- Watanabe, H. · Takewa, M. · Takai, R. and Sakai, Y.(1985). Cooking rate of fish bone. *Bull. Jap. Soc. Fish.*, 54, 2047~2050.

-
- Received : 16 April, 2015
 - Revised : 20 May, 2015
 - Accepted : 27 May, 2015