

## 이산화염소 처리가 콩치의 저장 기간 중 미생물학적 안전성 및 품질변화에 미치는 영향

김선경 · 마유현 · 구경주 · 이운정 · 김은정 · 송경빈<sup>†</sup>

충남대학교 식품공학과

## Effect of Chlorine Dioxide Treatment on Microbial Safety and Quality of Saury during Storage

Sunyoung Kim, Yuhyun Ma, Kyoungju Gu, Yunjung Lee, Eunjung Kim and Kyung Bin Song<sup>†</sup>

Dept. of Food Science & Technology, College of Agriculture & Life Sciences,  
Chungnam National University, Daejeon 305-764, Korea

### Abstract

We determined the effect of chlorine dioxide ( $\text{ClO}_2$ ) treatment on microbial growth and quality of saury. Saury samples were treated with aqueous  $\text{ClO}_2$  at 3, 10, and 50 ppm. After the treatment, saury samples were stored at  $-20^\circ\text{C}$  and  $4^\circ\text{C}$ , respectively. Saury samples treated with  $\text{ClO}_2$  had significantly lower total bacterial counts during storage. In particular, treatment of 50 ppm  $\text{ClO}_2$  decreased total bacterial count most significantly among the  $\text{ClO}_2$  treated saury samples. After 4 days, populations of total bacteria for the control reached 6.43 log CFU/g, while the sample treated with 50 ppm of  $\text{ClO}_2$  had 5.47 log CFU/g at the 9th day of storage.  $\text{ClO}_2$  treatment also delayed increase in the population of psychrotrophic bacteria on saury. The pH of saury samples decreased with increase of  $\text{ClO}_2$  concentration. Volatile basic nitrogen (VBN) and thiobarbituric acid reactive substance (TBARS) values of saury samples increased during storage, regardless of  $\text{ClO}_2$  concentration. Sensory evaluation of saury samples showed that treatment with  $\text{ClO}_2$  could improve the quality of saury. These results indicate that  $\text{ClO}_2$  treatment could be useful in improving microbial safety and quality of saury.

**Key words:** saury, chlorine dioxide, microbial growth, storage, quality

### 서 론

콩치는 구이용이나 조림용으로 이용되거나 통조림으로 많이 소비되고 있다. 콩치가 함유하고 있는  $\omega$ -3 계열의 고도 불포화지방산인 eicosapentaenoic acid(EPA)나 docosahexaenoic acid(DHA)는 혈중 콜레스테롤 저하효과, 혈전예방 효과를 나타낸다고 보고되어 있다(1-3). 또한 등푸른 생선은 핵산과 아미노산을 다량 함유하고 있어 각종 생리활성 물질로서의 작용도 뛰어나 건강에 좋은 식품으로 알려져 있다(4). 그러나 콩치와 같은 적색어류가 함유하고 있는 고도불포화지방산은 산화 안정성이 약하고(5), 오염 미생물에 의해 변패가 급속하게 진행되어 이취가 발생하는 등 저장과 유통에 있어 주의를 요구한다(6).

식품의 변패는 대부분 미생물에 의한 오염으로 인해 발생한다(7,8). 특히 어류는 수분이 많고 조직이 연하여 미생물 생육이 용이하므로 육류보다 부패하기 쉽다. 이러한 미생물의 증식을 막기 위해 저온저장이 이용되나 저장기간이 길어짐에 따라 저온세균의 증식과 이들의 효소에 의한 분해 등으

로 단기간에 부패가 이루어진다. 이러한 부패 판정법에는 미생물학적 판정, 이화학적 판정, 관능적 판정 등이 있으나 미생물의 수를 측정함으로써 부패 정도를 파악하는 것이 주로 이용된다(9).

살균소독제로 사용되는 염소는 유기물과의 반응에 의해 생성되는 trihalomethanes, chlorophenols 등이 잠재적인 돌연변이 물질 또는 발암 물질로 보고되고 있다(10,11). 따라서 염소의 대체체로서 이산화염소에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다(12,13). 이산화염소는 유기물질과의 반응에 따른 부산물을 적게 생성하는 것으로 알려져 있으며, pH에 대하여 안정적이며 살균력도 염소에 비해 5배가량 높다고 알려져 있다(14,15). 따라서 이산화염소의 식품산업에서의 이용이 증가하고 있으며, 미국 식품의약국(FDA)에서는 1995년에 가공육에 존재하는 미생물의 사멸을 위해 잔류농도 3 ppm 범위 내에서 이산화염소의 사용을 인정하였다. 식품에서 이산화염소의 식품에서의 이용 범위가 점차 넓어짐에 따라 과일과 야채에 이산화염소를 처리하여 살균 효과를 증대시키거나(16-18), 새우와 가재(19), 어류(15,20), 쇠고기(21)

<sup>†</sup>Corresponding author. E-mail: kbsong@cnu.ac.kr  
Phone: 82-42-821-6723, Fax: 82-42-825-2664

에 이산화염소를 처리하여 미생물의 사멸 효과를 확인하는 연구가 보고되고 있다.

따라서 본 연구에서는 지방함량이 많아 비교적 선도가 저하가 빠른 적색어류인 콩치를 대상으로 이산화염소 처리가 미생물학적 변화 및 pH, VBN, TBARS, 관능평가 등 이화학적 변화에 미치는 영향을 연구하였다.

## 재료 및 방법

### 재료 및 저장 조건

본 연구에 사용된 시료는 대전 농수산물 유통센터에서 콩치(*Sauri*, *Cololabis saira*)를 구입하여 머리와 내장부분을 제거 한 후 사용하였다.

### 이산화염소 용액의 제조와 처리

이산화염소 용액은 chlorine dioxide generator system (CH<sub>2</sub>O Inc., Olympia, Washington, USA)을 이용하여 이산화염소 용액의 농도가 0, 3, 10, 50 ppm이 되게 제조하였다. 이산화염소의 농도는 APHA의 방법(22)에 준하여 측정하였으며, 시료는 이산화염소 용액에 5분간 침지한 후 polystyrene(PS) 용기에 처리별로 각각 담아 low density polyethylene(LDPE) film으로 단일 포장하여 4±1°C와 -20±2°C에서 저장하면서 0, 1, 2, 4, 6, 9일 간격으로 실험을 수행하였다.

### 생육 미생물 측정

이산화염소 처리한 콩치 10 g을 멸균된 메스를 이용하여 준비한 후 0.1% sterile peptone water 90 mL을 첨가하고 stomacher(MIX 2, AES Laboratoire, France)를 이용하여 균질화한 후, cheese cloth로 걸러서 crude extract를 추출하여 peptone water 로 희석하여 총균수를 확인하였다. 총균수는 plate count agar(PCA, Difco Co., Detroit, MI, USA) 배지에 분주하여 37°C에서 48시간 동안 배양하여 형성된 colony를 계수하여 log colony forming unit(CFU)/g으로 나타내었다. 저온균 또한 PCA 배지에 분주 후 5°C에서 7일 배양하여 log CFU/g으로 나타내었고, 세 번 반복 측정하였다.

### pH 측정

pH는 시료 5 g을 취해 증류수 45 mL을 첨가하여 균질화한 후 원심 분리하여 pH meter(Corning Inc., Corning, NY, USA)를 사용하여 측정하였다.

### TBARS(thiobarbituric acid reactive substance) 측정

지방 함유 식품의 산패측정은 Buege와 Aust(23) 및 Ahn 등(24)의 방법에 따라 측정하였다. 시료 5 g을 취하여 증류수 15 mL을 첨가하여 균질화시킨 후 시료 1 mL을 취하여 여기에 TBA/TCA 2 mL을 첨가한 후 boiling water bath에서 100°C에서 15분간 끓인 후 상등액을 취해 532 nm에서 흡광도를 측정하였다.

### VBN(volatil basic nitrogen) 측정

단백질의 변패 측정은 Conway 미량 확산법(25)을 이용하여 측정하였다. 시료 10 g을 취하여 증류수 90 mL을 첨가하여 균질화한 후, 30분간 centrifuge하여 그 상등액을 여과지(Whatman No.1)를 이용하여 여과하였다. 시료 추출액 1 mL을 Conway dish 외실 왼쪽에 넣고, 0.01 N H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub> 1 mL와 Conway reagent 50 mL를 Conway dish 내실에 넣었다. 외실의 오른쪽에 K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 포화용액 1 mL을 넣고 뚜껑을 닫은 후 외실의 시료와 K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>을 반응시킨 후 37°C에서 120분간 방치했다. 방치한 후 0.02 N H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>로 내실의 봉산용액을 적정하여 측정하였다.

### 관능검사

각 시료에 대한 관능검사는 10명의 패널이 각 처리농도별로 신선도, 조직감, 부패정도 그리고 부패취에 대한 관능평가를 실시하여 최저 1점 최고 5점으로 하여 얻은 성적을 Statistical Analysis System program(SAS Institute Inc., Cary, NC, USA)를 이용하여 분산분석 후 Duncan's multiple range test로 통계 처리하였다(26).

## 결과 및 고찰

### 저장 중 미생물 생육의 변화

콩치의 저장 0일의 총균수는 각 이산화염소의 농도에 따라 대조구는 2 log CFU/g, 3 ppm은 2.43 log CFU/g, 10 ppm과 50 ppm은 각각 2.1, 1.82 log CFU/g으로 50 ppm의 이산화염소 처리구에서 미생물균수가 감소함을 확인하였고, 4°C 저장한 콩치는 저장 2일부터 이산화염소의 농도에 따른 유의적인 차이를 보였다(Fig. 1). 대조구의 경우 저장 4일에 미생물수가 급격히 증가하여 저장 말기의 총균수는 6.84 log CFU/g이었으나, 이산화염소 농도가 50 ppm인 경우 저장 9일에 5.47 log CFU/g으로 이산화염소 처리가 미생물 생육

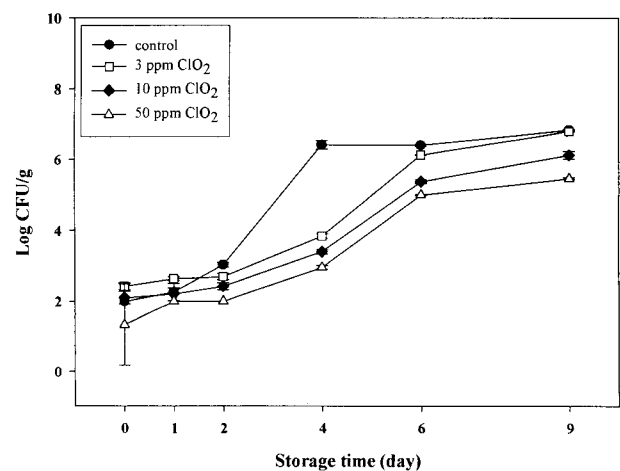


Fig. 1. Changes in total bacterial counts of saury treated with ClO<sub>2</sub> during storage at 4°C.

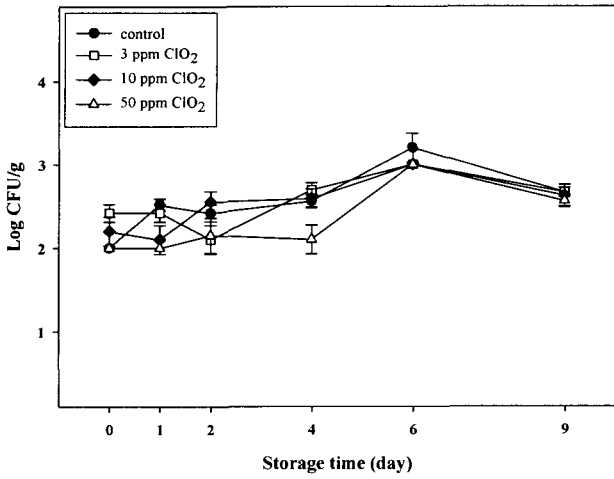


Fig. 2. Changes in total bacterial counts of saury treated with ClO<sub>2</sub> during storage at -20°C.

을 억제시킴을 확인할 수 있었다. -20°C에서 저장한 꽁치의 미생물 수는 저장 말기의 수치가 처리구 모두에서 초기의 총균수와 큰 차이를 보이지 않았으며 육안으로 확인 시에도 부패가 진행되지 않음을 알 수 있었다(Fig. 2).

5°C에서 7일간 배양한 저온균은 35°C에서 배양한 미생물과 마찬가지로 이산화염소 농도별로 유의적인 차이를 보이며 저장 기간이 경과할수록 증가하였다(Fig. 3). 50 ppm의 이산화염소 용액을 처리한 꽁치의 저온균수가 대조구와 비교하여 1.25 log CFU/g 감소하는 효과를 나타내었다. -20°C에서 저장한 꽁치의 저온균은 큰 증가를 보이지 않았다(Fig. 4).

Kim 등(20)의 보고에 따르면 40 ppm의 이산화염소 용액을 연어와 농어에 처리한 결과 1.2 log CFU/g와 0.7 log CFU/g의 미생물 감소 효과를 나타내었는데, 본 연구에서의 이산화염소 처리 효과는 Kim 등(20)과 Singh 등(27)의 연구결과와 일치한다. 이산화염소의 살균 기작에 대한 연구 보고에 의하면 Bernarde 등(28)은 ribosome의 구조변화, amino

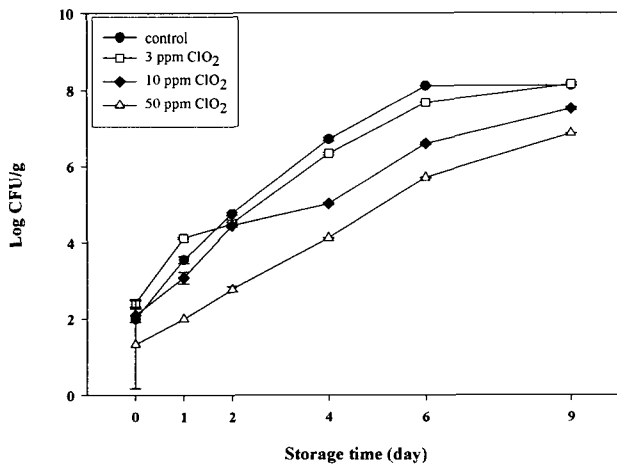


Fig. 3. Changes in psychrophilic bacterial counts of saury treated with ClO<sub>2</sub> during storage at 4°C.

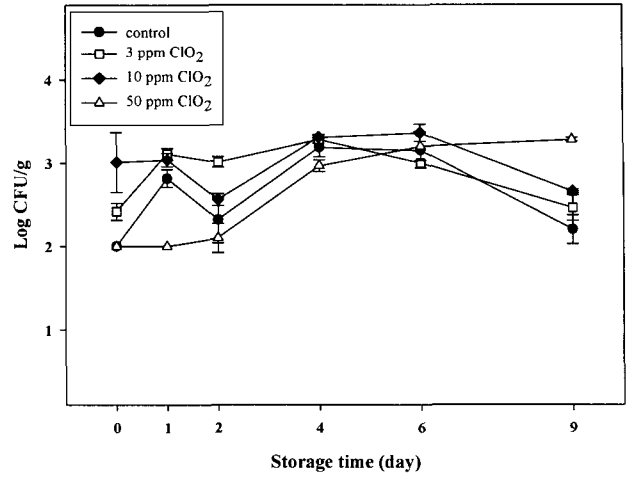


Fig. 4. Changes in psychrophilic bacterial counts of saury treated with ClO<sub>2</sub> during storage at -20°C.

acid의 활성화 억제, mRNA의 불활성화 등에 의한 단백질 합성에 영향을 미친다고 보고했고, 이산화염소가 단백질, 지방산 등과의 반응에 따른 세포막의 손상에 의해 미생물의 사멸을 유발시킨다고 알려져 있다(12). 이 밖에도 Ghanbari 등(29)에 의하면 이산화염소가 유리지방산과의 반응으로 지방산화물을 생성하고, Noss 등(30)은 cysteine, tyrosine, tryptophan과 반응하여 단백질을 변성시켜 미생물을 사멸시킨다는 보고가 있다. 따라서 이산화염소 용액 처리가 인체에는 해를 끼치지 않으면서도 효과적인 살균력을 가지고 있으므로 꽁치와 같은 수산물의 품질 향상과 shelf life 증대에 기여할 것으로 판단된다.

pH

이산화염소 용액 처리에 따른 꽁치의 저장 중 pH 변화는 Fig. 5와 같다. 저장 초기에는 이산화염소 처리 농도에 따른 pH의 차이가 없었으나, 저장 기간이 경과할수록 모든 시료에서 증가하는 경향을 보였으며, 이산화염소 농도가 증가

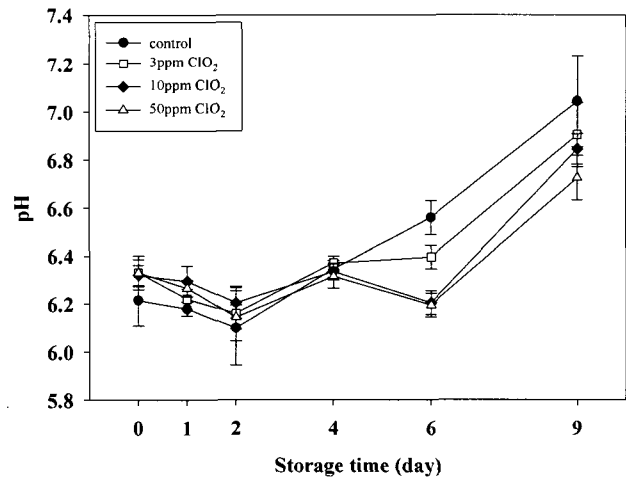


Fig. 5. Changes in pH of saury treated with ClO<sub>2</sub> during storage at 4°C.

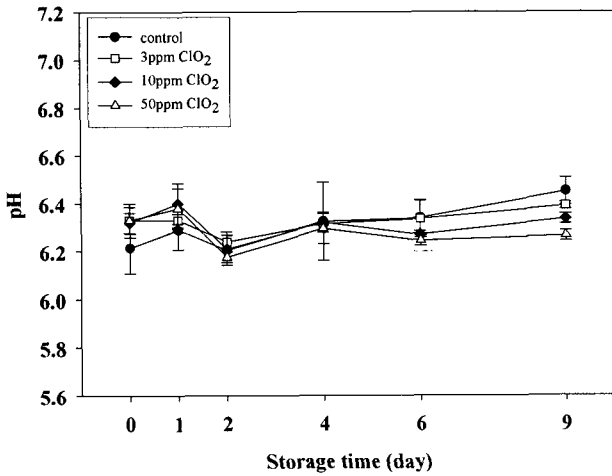


Fig. 6. Changes in pH of saury treated with ClO<sub>2</sub> during storage at -20°C.

할수록 pH가 감소하였다. Shenderyuk과 Bykowski(31)에 의하면 신선한 어류의 pH 증가는 질소 성분의 분해에 의해 이루어진다고 보고하였다. 사후경직이 시작되면 어류는 glycogen의 분해에 의해 젖산이 많이 생성하여 pH가 감소되는데, 적색어류의 경우 5.8~6.0까지 저하되며 시간이 더 경과하면 다시 pH는 증가하게 되고 이 시기에 어류의 부패가 시작된다고 한다(32). 저장 9일에 대조구의 pH는 7.05인 반면 50 ppm의 이산화염소 용액을 처리한 시료는 6.73을 나타내어 이산화염소 처리가 pH의 증가를 억제하는 효과를 확인할 수 있었다. 열대성 도미를 처리하기 위해 Butterfield's buffer에 이산화염소 용액을 사용한 연구 또한 이산화염소 용액의 농도 증가에 따라 pH가 감소하였다(33). 한편 -20°C에서 저장한 콩치의 pH는 4°C의 냉장 저장에 비해 저장 기간에 따른 변화가 적었다(Fig. 6).

TBARS(thiobarbituric acid reacted substance)

Fig. 7, 8은 4°C와 -20°C에서 저장한 콩치의 TBARS 변화를 나타낸 것이다. 지방산패를 확인하기 위한 지표로 사용되는 TBARS는 지방 산화에 의해 발생하는 malonaldehyde(MDA)와 thiobarbituric acid(TBA)가 반응하여 생성되는 복합체의 양을 측정하는 방법이다(34). 4°C에서 저장한 콩치 TBARS 값은 50 ppm 처리구에서 가장 낮은 수치를 보였으나, 나머지 처리구에서는 이산화염소 용액의 농도별 저장기간에 따른 유의적인 차이를 보이지 않았다. 처리구와 대조구에서 TBARS 값은 저장 기간이 경과할수록 증가함을 나타내었으나, 대조구와 50 ppm 처리구에서는 저장 2일 이후에는 값의 큰 변화를 보이지 않았다. 이러한 결과는 연어와 농어를 시료로 이산화염소 처리한 Kim 등(15,35)의 보고와 일치한다. 대조구와 50 ppm의 이산화염소 처리 시료는 큰 폭으로 증가하지 않았으며 저장 9일에도 비슷한 수치를 보였으나, 이산화염소 농도 10 ppm과 3 ppm은 각각 저장 6일과 저장 4일에 큰 폭으로 증가하여 높은 TBARS 값이 측정되었

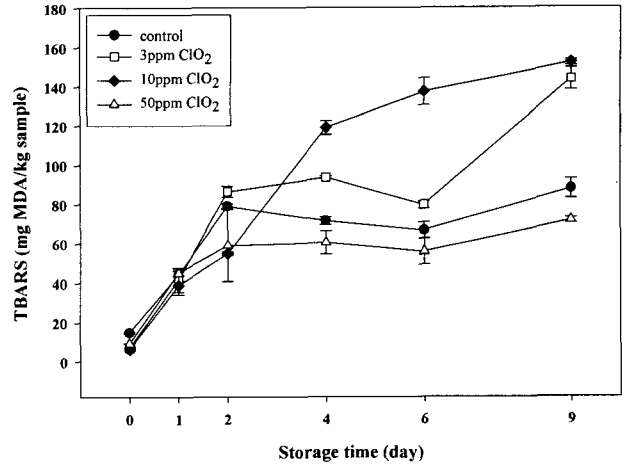


Fig. 7. Changes in TBARS of saury treated with ClO<sub>2</sub> during storage at 4°C.

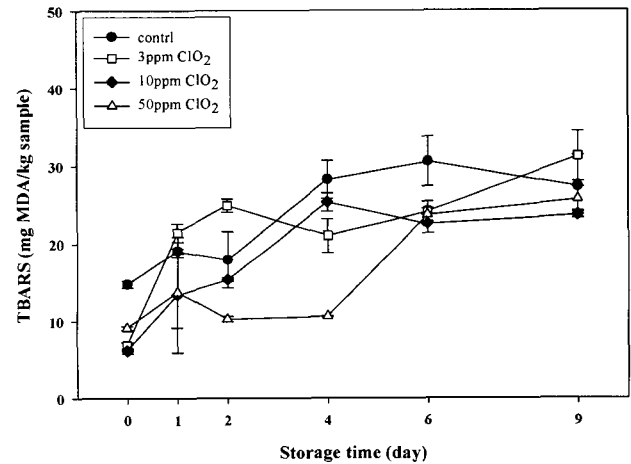


Fig. 8. Changes in TBARS of saury treated with ClO<sub>2</sub> during storage at -20°C.

다. TBARS 값이 저장 기간에 따라 증가한 것은 지방이 산화되어 생성된 과산화물이 2차 산화생성물로 분해되기 때문이며 또한 미생물 대사와 지방분해 효소에 의해 생성되는 분해 물질에 의한 것으로 설명된다(36). -20°C에서 저장한 콩치의 TBARS 값은 저장 기간에 따라 전반적으로 증가하는 경향을 보였으나, 이산화염소 농도별로 유의적인 차이는 나타나지 않았고 4°C에서 저장한 콩치와는 달리 부패가 진행되지 않아 TBARS 값이 큰 폭으로 증가하지 않았다(Fig. 8).

VBN(volatil basic nitrogen)

4°C와 -20°C에서 저장한 콩치의 VBN 함량 변화는 Fig. 9, 10과 같다. 4°C에서 저장한 콩치의 경우 저장 초기 5.1~5.6 mg% 정도로 이산화염소 용액 농도와 상관없이 비슷한 수치를 나타내었다(Fig. 9). Takahashi(37)는 대부분의 어패류는 어획 후 시간이 경과할수록 휘발성염기질소 함량이 증가한다고 보고하였는데, 본 연구에서도 저장 4일부터 큰 폭으로 증가하여 저장 말기에는 높은 값을 나타내었다. 그러나

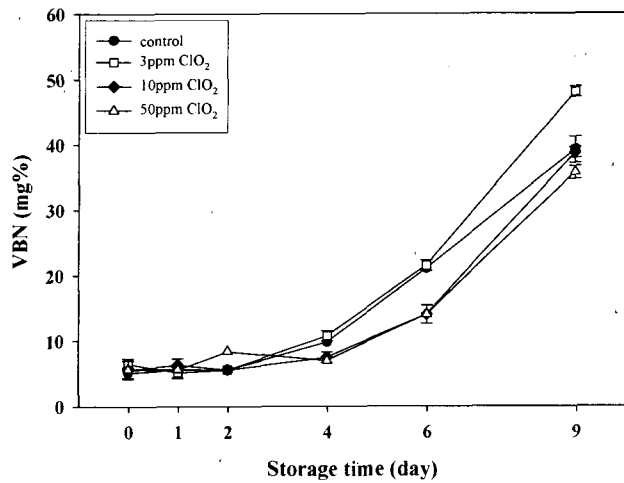


Fig. 9. Changes in VBN content of saury treated with ClO<sub>2</sub> during storage at 4°C.

이산화염소 용액의 농도 3 ppm은 약 48 mg%, 50 ppm은 35.7 mg%로 이산화염소 용액의 농도가 콩치의 VBN 수치에 영향을 끼침을 판단할 수 있었다. -20°C에서 저장한 콩치의 VBN은 큰 변화를 보이지 않으며 양호한 상태를 유지하였다 (Fig. 10). 콩치와 유사한 적색 어류인 고등어의 경우 -20°C에서 80일간 저장한 VBN 수치가 22.1 mg%로 선도를 장기간 유지한다는 연구 보고가 있다(38). 저장 중 단백질은 아미노산 및 저분자의 무기태질소로 분해되는데, 이 때 생성되는 단백질 분해효소에 따른 아미노산과 펩타이드 등의 증가에 의하여 휘발성 염기태질소가 증가하고, adenosyl monopho-

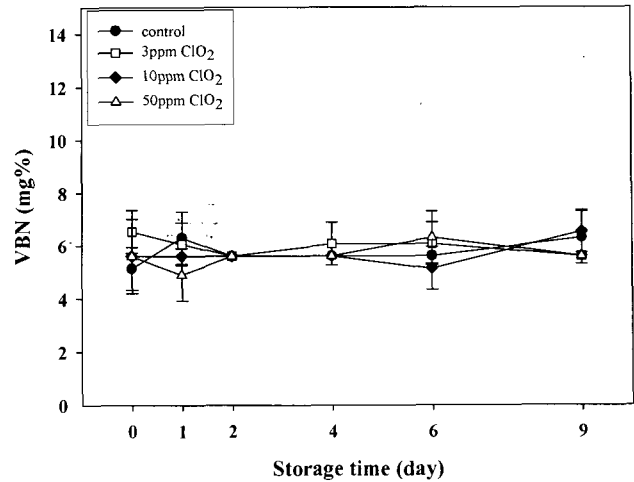


Fig. 10. Changes in VBN content of saury treated with ClO<sub>2</sub> during storage at -20°C.

shpate(AMP)의 분해에 따른 암모니아 생성에 의해서도 영향을 받는다(39). 따라서 휘발성 염기태질소의 함량은 부패를 평가하는 중요한 지표로 유용하게 평가되고 있다(40). 신선한 어육의 초기부패를 약 30 mg%로 간주할 때(41), 본 실험에서 저장 6일 이후를 저장 한계로 판단할 수 있다.

관능검사

Table 1, 2는 이산화염소 용액을 처리한 콩치의 관능검사를 실시한 결과이다. 저장 초기에는 약간의 이산화염소취가 났으나, 저장 기간이 경과할수록 느껴지지 않았다. 4°C에서 저장한 콩치의 신선도, 조직감, 부패, 부패취, 종합평가의 모

Table 1. Sensory evaluation of saury treated with ClO<sub>2</sub> solution during storage at 4°C

	ClO <sub>2</sub> (ppm)	Storage time (day)					
		0	1	2	4	6	9
Freshness	0	5.00±0.00	4.62±0.51 <sup>a1)</sup>	3.50±0.53 <sup>c</sup>	3.50±0.53 <sup>a</sup>	2.00±0.53 <sup>a</sup>	1.00±0.00 <sup>b</sup>
	3	5.00±0.00	4.62±0.51 <sup>a</sup>	4.00±0.00 <sup>b</sup>	3.50±0.53 <sup>a</sup>	1.87±0.64 <sup>a</sup>	1.12±0.35 <sup>ab</sup>
	10	5.00±0.00	4.87±0.31 <sup>a</sup>	4.12±0.35 <sup>ab</sup>	3.12±0.99 <sup>a</sup>	2.25±0.46 <sup>a</sup>	1.25±0.46 <sup>ab</sup>
	50	5.00±0.00	5.00±0.00 <sup>a</sup>	4.50±0.53 <sup>a</sup>	3.87±0.64 <sup>a</sup>	2.37±0.51 <sup>a</sup>	1.50±0.53 <sup>a</sup>
Texture	0	5.00±0.00	4.75±0.46 <sup>a</sup>	3.50±0.53 <sup>b</sup>	3.50±0.53 <sup>a</sup>	2.00±0.75 <sup>a</sup>	1.00±0.00 <sup>a</sup>
	3	5.00±0.00	4.62±0.51 <sup>a</sup>	3.75±0.70 <sup>ab</sup>	3.50±0.53 <sup>a</sup>	1.75±0.46 <sup>a</sup>	1.00±0.00 <sup>a</sup>
	10	5.00±0.00	4.87±0.35 <sup>a</sup>	4.12±0.83 <sup>ab</sup>	3.75±0.88 <sup>a</sup>	2.00±0.00 <sup>a</sup>	1.37±0.51 <sup>a</sup>
	50	5.00±0.00	5.00±0.00 <sup>a</sup>	4.50±0.75 <sup>a</sup>	4.25±1.03 <sup>a</sup>	2.25±0.46 <sup>a</sup>	1.37±0.51 <sup>a</sup>
Decay	0	5.00±0.00	4.87±0.35 <sup>a</sup>	3.87±0.35 <sup>a</sup>	3.12±0.35 <sup>b</sup>	1.87±0.64 <sup>a</sup>	1.00±0.00 <sup>b</sup>
	3	5.00±0.00	4.87±0.35 <sup>a</sup>	3.87±0.35 <sup>a</sup>	3.37±0.51 <sup>ab</sup>	1.75±0.70 <sup>a</sup>	1.12±0.35 <sup>b</sup>
	10	5.00±0.00	4.87±0.35 <sup>a</sup>	3.87±0.35 <sup>a</sup>	3.50±0.53 <sup>ab</sup>	2.00±0.00 <sup>a</sup>	1.25±0.46 <sup>ab</sup>
	50	5.00±0.00	4.75±0.46 <sup>a</sup>	4.12±0.83 <sup>a</sup>	3.87±0.64 <sup>a</sup>	2.25±0.46 <sup>a</sup>	1.62±0.51 <sup>a</sup>
Odor	0	5.00±0.00	4.62±0.51 <sup>a</sup>	3.37±0.51 <sup>b</sup>	3.12±0.35 <sup>b</sup>	1.52±0.53 <sup>a</sup>	1.00±0.00 <sup>a</sup>
	3	5.00±0.00	4.87±0.35 <sup>a</sup>	3.87±0.83 <sup>b</sup>	3.25±0.70 <sup>ab</sup>	1.50±0.53 <sup>a</sup>	1.00±0.00 <sup>a</sup>
	10	5.00±0.00	4.87±0.35 <sup>a</sup>	4.25±0.70 <sup>a</sup>	3.62±0.91 <sup>ab</sup>	1.87±0.64 <sup>a</sup>	1.00±0.00 <sup>a</sup>
	50	5.00±0.00	4.87±0.35 <sup>a</sup>	4.37±0.74 <sup>a</sup>	3.87±0.35 <sup>a</sup>	2.12±0.83 <sup>a</sup>	1.25±0.46 <sup>a</sup>
Total	0	5.00±0.00	4.75±0.46 <sup>a</sup>	3.62±0.51 <sup>b</sup>	3.50±0.53 <sup>a</sup>	1.87±0.35 <sup>ab</sup>	1.00±0.00 <sup>b</sup>
	3	5.00±0.00	4.75±0.46 <sup>a</sup>	3.87±0.35 <sup>ab</sup>	3.50±0.53 <sup>a</sup>	1.62±0.51 <sup>b</sup>	1.12±0.35 <sup>b</sup>
	10	5.00±0.00	5.00±0.00 <sup>a</sup>	4.00±0.53 <sup>ab</sup>	3.50±0.75 <sup>a</sup>	2.00±0.00 <sup>ab</sup>	1.00±0.00 <sup>b</sup>
	50	5.00±0.00	4.87±0.35 <sup>a</sup>	4.37±0.74 <sup>a</sup>	3.75±0.70 <sup>a</sup>	2.12±0.35 <sup>a</sup>	1.75±0.70 <sup>a</sup>

<sup>1)</sup> Means ± SD. Means in the same column with different superscripts are significantly different (p<0.05) by Duncan's multiple range test.

Table 2. Sensory evaluation of saury treated ClO<sub>2</sub> solution during storage at -20°C

	ClO <sub>2</sub> (ppm)	Storage time (day)					
		0	1	2	4	6	9
Freshness	0	5.00±0.00	4.75±0.46 <sup>a1)</sup>	4.37±0.51 <sup>ab</sup>	4.25±0.46 <sup>a</sup>	3.87±0.35 <sup>b</sup>	3.50±0.53 <sup>a</sup>
	3	5.00±0.00	4.87±0.35 <sup>a</sup>	4.75±0.46 <sup>ab</sup>	4.50±0.53 <sup>a</sup>	4.25±0.46 <sup>ab</sup>	3.75±0.46 <sup>a</sup>
	10	5.00±0.00	4.87±0.35 <sup>a</sup>	4.87±0.35 <sup>a</sup>	4.75±0.46 <sup>a</sup>	4.37±0.51 <sup>ab</sup>	3.75±0.46 <sup>a</sup>
	50	5.00±0.00	5.00±0.00 <sup>a</sup>	5.00±0.00 <sup>a</sup>	4.62±0.51 <sup>a</sup>	4.62±0.51 <sup>a</sup>	3.62±0.51 <sup>a</sup>
Texture	0	5.00±0.00	4.87±0.35 <sup>a</sup>	4.50±0.53 <sup>b</sup>	4.25±0.46 <sup>b</sup>	4.00±0.53 <sup>a</sup>	3.37±0.51 <sup>a</sup>
	3	5.00±0.00	5.00±0.00 <sup>a</sup>	4.75±0.46 <sup>ab</sup>	4.50±0.53 <sup>ab</sup>	4.25±0.46 <sup>a</sup>	3.50±0.53 <sup>a</sup>
	10	5.00±0.00	5.00±0.00 <sup>a</sup>	5.00±0.00 <sup>a</sup>	4.87±0.35 <sup>a</sup>	4.50±0.46 <sup>a</sup>	3.75±0.46 <sup>a</sup>
	50	5.00±0.00	5.00±0.00 <sup>a</sup>	5.00±0.00 <sup>a</sup>	4.75±0.46 <sup>a</sup>	4.50±0.53 <sup>a</sup>	3.75±0.46 <sup>a</sup>
Decay	0	5.00±0.00	4.87±0.35 <sup>a</sup>	4.25±0.46 <sup>b</sup>	4.12±0.35 <sup>b</sup>	3.87±0.35 <sup>c</sup>	3.12±0.35 <sup>a</sup>
	3	5.00±0.00	4.87±0.35 <sup>a</sup>	4.75±0.46 <sup>a</sup>	4.37±0.51 <sup>ab</sup>	4.00±0.00 <sup>bc</sup>	3.25±0.46 <sup>a</sup>
	10	5.00±0.00	5.00±0.00 <sup>a</sup>	4.87±0.35 <sup>a</sup>	4.75±0.46 <sup>a</sup>	4.50±0.53 <sup>a</sup>	3.62±0.51 <sup>a</sup>
	50	5.00±0.00	4.87±0.25 <sup>a</sup>	5.00±0.00 <sup>a</sup>	4.62±0.51 <sup>a</sup>	4.37±0.51 <sup>ab</sup>	3.50±0.53 <sup>a</sup>
Odor	0	5.00±0.00	5.00±0.00 <sup>a</sup>	4.75±0.43 <sup>a</sup>	4.12±0.33 <sup>a</sup>	3.87±0.33 <sup>b</sup>	3.37±0.48 <sup>a</sup>
	3	5.00±0.00	4.87±0.33 <sup>a</sup>	4.87±0.33 <sup>a</sup>	4.37±0.48 <sup>a</sup>	4.12±0.33 <sup>b</sup>	3.37±0.48 <sup>a</sup>
	10	5.00±0.00	4.87±0.33 <sup>a</sup>	5.00±0.00 <sup>a</sup>	4.62±0.48 <sup>a</sup>	4.12±0.33 <sup>ab</sup>	3.62±0.48 <sup>a</sup>
	50	5.00±0.00	5.00±0.00 <sup>a</sup>	5.00±0.00 <sup>a</sup>	4.50±0.50 <sup>a</sup>	4.50±5.00 <sup>a</sup>	3.50±0.50 <sup>a</sup>
Total	0	5.00±0.00	4.87±0.35 <sup>a</sup>	4.62±0.51 <sup>a</sup>	4.25±0.46 <sup>a</sup>	3.87±0.35 <sup>b</sup>	3.23±0.46 <sup>a</sup>
	3	5.00±0.00	5.00±0.00 <sup>a</sup>	4.75±0.46 <sup>a</sup>	4.50±0.53 <sup>a</sup>	4.12±0.64 <sup>b</sup>	3.37±0.51 <sup>a</sup>
	10	5.00±0.00	4.87±0.35 <sup>a</sup>	5.00±0.00 <sup>a</sup>	4.62±0.51 <sup>a</sup>	4.37±0.51 <sup>ab</sup>	3.75±0.46 <sup>a</sup>
	50	5.00±0.00	5.00±0.00 <sup>a</sup>	5.00±0.00 <sup>a</sup>	4.75±0.46 <sup>a</sup>	4.75±0.46 <sup>a</sup>	3.37±0.46 <sup>a</sup>

<sup>1)</sup>Means ± SD. Means in the same column with different superscripts are significantly different (p<0.05) by Duncan's multiple range test.

든 평가 항목에서 저장 6일에 식용 불가능한 상태에 이르렀다. 관능검사의 각 항목별로 약간의 차이는 있지만 이산화염소 농도가 증가할수록 평가 점수가 높음을 확인할 수 있었다. -20°C에서 저장한 콩치는 부패취와 점질물질이 발생하지 않고 조직감도 좋게 평가되는 등 상품으로서의 가치를 유지하였다. 이러한 결과로 이산화염소 처리가 콩치의 관능적 품질을 유지시키고 미생물 생육을 억제시킴으로써 유통 기간을 연장할 수 있었다.

요 약

콩치를 이산화염소 용액 처리하여 미생물에 대한 살균 효과와 pH, 지방산패, 휘발성 염기 질소 함량, 관능평가에 대한 이산화염소의 농도별 효과를 측정하였다. 4°C에서 저장한 콩치의 초기 미생물수는 이산화염소의 농도에 따른 유의적인 차이 없이 1.8~2.4 log CFU/g이었으나, 저장 기간이 경과함에 따라 뚜렷한 차이를 보여 저장 4일에 대조구의 총균수가 6.43 log CFU/g에 도달한 반면 50 ppm 이산화염소를 처리한 시료에서는 저장 9일에 5.47 log CFU/g의 총균수에 도달하였다. 또한 4°C에서 저장한 콩치의 저온균수도 저장 기간이 경과할수록 유의적인 차이를 보이며 증가하였고, 저장 4일에 대조구와 3 ppm은 각각 6.72, 6.34 log CFU/g을 나타내었으나, 이산화염소 농도 10 ppm과 50 ppm은 5.02, 4.13 log CFU/g으로 이산화염소 용액의 농도가 증가함에 따라 저온균수가 감소하는 경향을 보였다. -20°C에서는 저

장 마지막 날까지 총균수의 큰 변화를 보이지 않아 신선도 유지가 가능하였다. 콩치의 pH는 저장 6일에 급격히 증가하여 저장 9일에는 대조구의 pH 7.05, 50 ppm의 이산화염소 처리구에서는 6.73으로 측정되었으며, 휘발성 염기 질소 함량을 측정한 VBN 값은 저장 4일까지 큰 변화를 보이지 않다가, 저장 6일에 증가하여 높은 값을 나타내었다. -20°C에서 저장한 콩치의 pH와 VBN 값은 미생물수와 마찬가지로 큰 변화를 보이지 않았다. 지방산패 정도를 측정한 TBARS 값은 저장 기간에 따라 증가하였는데 이산화염소 농도에 따른 큰 차이는 없었고, 관능검사를 실시한 결과 이산화염소 용액의 농도가 증가할수록 평가 점수가 높음을 확인할 수 있었다. 따라서 이산화염소 용액의 처리가 콩치의 미생물학적 안전성을 증가시켜 유통기간을 증대한다고 판단된다.

문 헌

1. Cameron JA, McCaskill C, Kodavanti PRS, Wolfe F, Douglas B, Cameron ME, Desaiyah D. 1995. Effects of high cholesterol and n-3 polyunsaturated fish oil diets on tissue and serum lipid composition in male rats. *Int J Vit Nutr Res* 65: 215-220.
2. Nordoy A, Hatcher LF, Ullman DL, Connor WE. 1993. Individual effects of dietary saturated fatty acids and fish oil on plasma lipids and lipoproteins in normal men. *Am J Clin Nutr* 57: 634-639.
3. Medina AR, Gimenez AG, Camacho FG, Perez JAS, Grima EM, Gomez AC. 1996. Concentration and purification of stearidonic, eicosapentaenoic, and docosahexaenoic acids from cod liver oil and the marine microalga *isocrysis*

- galbana. *J Am Oil Chem Soc* 72: 575-583.
4. Garcia DJ. 1998. Omega-3 long-chain PUFA nutraceuticals. *Food Technol* 52: 44-49.
  5. Byun HS, Yoon HD, Kim SB, Park YH. 1986. Antioxidative effect of ginger extracts on fish oil. *Bull Korean Fish Soc* 19: 327-332.
  6. 久保道徳. 1983. 鯖べつタイド 醫學. 彌榮祇業, 京都, 日本. p 7-17.
  7. Wei C-I, Chen CM, Koburger JA, Otwell WS, Marshall MR. 1990. Bacterial growth and histamine production on vacuum packaged tuna. *J Food Sci* 55: 59-63.
  8. Okereke A, Beelman RB, Doores S. 1990. Control of spoilage of canned mushrooms inoculated with *Clostridium sporogenes* PA 3679 spores by acid-blanching. *J Food Sci* 55: 1331-1333.
  9. Shewan JM, Murray CK. 1979. Cold tolerant microbes in spoilage and the environment. In *The microbial spoilage of fish with special reference to the role of psychrophiles*. Academic Press, London. p 117-136.
  10. Owusu-yaw J, Toth JP, Wheeler WB, Wei CI. 1990. Mutagenicity and identification of the reaction products of aqueous chlorine or-chlorine dioxide with L-tryptophan. *J Food Sci* 55: 1714-1719.
  11. Kraybill HF. 1978. Origin, classification and distribution of chemicals in drinking water with an assessment of their carcinogenic potential. In *Water Chlorination*. Jolly RL, ed. Ann Arbor Science, Ann Arbor, MI, USA. Vol 1, p 211-228.
  12. Kim JM. 2001. Use of chlorine dioxide as a biocide as a biocide in the food industry. *Food Ind Nutr* 6: 33-39.
  13. Gordon G, Kieffer RG, Rosenblatt DH. 1972. The chemistry of chlorine dioxide. In *Progress in Inorganic Chemistry*. Lippard SJ, ed. J. Wiley and Sons, New York, USA. Vol 15, p 202-286.
  14. Moore GS, Calabrese EJ, DiNardi SR, Tuthill RW. 1978. Potential health effect of chlorine dioxide as a disinfectant in potable water supplies. *Med Hypotheses* 4: 481-496.
  15. Kim JM, Du W-X, Steven Otwell W, Marshall MR, Wei C-I. 1998. Nutrients in salmon and red grouper filets as affected by chlorine dioxide (ClO<sub>2</sub>) treatment. *J Food Sci* 63: 629-633.
  16. Han Y, Linton RH, Nielsen SS, Nelson PE. 2000. Inactivation of *Escherichia coli* O157:H7 on surface-uninjured and -injured green pepper (*Capsicum annuum* L.) by chlorine dioxide gas as demonstrated by confocal laser scanning microscopy. *Food Microbiol* 17: 643-655.
  17. Lee SY, Gray PM, Dougherty RH, Kang DH. 2004. The use of chlorine dioxide to control *Alicyclobacillus acidoterrestris* spores in aqueous suspension and on apples. *Int J Food Microbiol* 92: 121-127.
  18. Singh N, Singh RK, Bhunia AK. 2003. Sequential disinfection of *Escherichia coli* O157:H7 inoculated alfalfa seeds before and during sprouting using aqueous chlorine dioxide, ozonated water and thyme essential oil. *Lebensm-Wiss u-Technol* 36: 235-243.
  19. Andrews LS, Key AM, Martin RL, Grodner R, Park DL. 2002. Chlorine dioxide wash of shrimp and crawfish an alternative to aqueous chlorine. *Food Microbiology* 19: 261-267.
  20. Kim JM, Huang T-S, Marshall MR, Wei C-I. 1999. Chlorine dioxide treatment of seafoods to reduce bacterial loads. *J Food Sci* 64: 1089-1093.
  21. Jimenez-Villarreal JR, Pohlman FW, Johnson ZB, Brown Jr AH. 2003. Effect of chlorine dioxide, cetylpyridinium chloride, lactic acid and trisodium phosphate on physical and sensory properties of ground beef. *Meat Sci* 65: 1055-1062.
  22. APHA. 1995. *Standard methods for the examination of water and wastewater*. 19th ed. Method 4-54. American Public Health Association, Washington DC, USA.
  23. Buege JA, Aust SD. 1987. Microsomal lipid peroxidation. *Methods Enzymol* 52: 302-310.
  24. Ahn DU, Olson DG, Jo C, Chen X, Wu C, Lee JI. 1998. Effect of muscle type, packaging, and irradiation on lipid oxidation, volatile production, and color in raw pork patties. *Meat Sci* 49: 27-39.
  25. 山形誌. 1974. 水産生物化学 食品学实验书. 恒生社厚生閣版, 東京, 日本. p 291.
  26. SAS. 2001. *SAS User's Guide*. Statistical Analysis Systems Institute Inc., Cary, NC, USA.
  27. Singh N, Singh RK, Bhunia AK, Stroschine RL. 2002. Efficacy of chlorine dioxide, ozone, and thyme essential oil or sequential washing in killing *Escherichia coli* O157:H7 on lettuce and baby carrots. *Lebensm-Wiss u-Technol* 35: 720-729.
  28. Bernarde MA, Snow WB, Olivieri VO, Davidson B. 1967. Kinetics and mechanism of bacterial disinfection by chlorine dioxide. *Appl Microbiol* 15: 257-265.
  29. Ghanbari HA, Wheeler WB, Kirk JR. 1982. Reactions of aqueous chlorine and chlorine dioxide with lipids: Chlorine incorporation. *J Food Sci* 47: 482-485.
  30. Noss CI, Hauchman FS, Olivieri VP. 1986. Chlorine dioxide reactivity with proteins. *Water Res* 20: 351-356.
  31. Shenderyuk VI, Bykowski PJ. 1989. Salting and marinating of fish. In *Seafood: resources, nutritional composition and preservation*. Sikorski ZE, ed. CRC Press, Inc., Boca Raton, Florida, USA.
  32. Kim DH. 1990. *Food chemistry*. Tamgudang, Seoul.
  33. Lin W-F, Huang T-S, Cornell JA, Lin C-M, Wei C-I. 1996. Bactericidal activity of aqueous chlorine and chlorin dioxide solutions in a fish model system. *J Food Sci* 61: 1030-1034.
  34. Sllam KI, Samejima K. 2004. Microbiological and chemical quality of ground beef treated with sodium lactate and sodium chloride during refrigerated storage. *Lebensm-Wiss u-Technol* 37: 865-871.
  35. Kim JM, Lee YS, O'Keefe SF, Wei C-I. 1997. Effect of chlorine dioxide treatment on lipid oxidation and fatty acid composition in salmon and red grouper filets. *J Am Oil Chem Soc* 74: 539-542.
  36. Brewer MS, Ikins WG, Harbers CAZ. 1992. TBA values, sensory characteristics and volatiles in ground pork during long-term frozen storage: Effects of packaging. *J Food Sci* 57: 558-563.
  37. Takahashi T. 1935. Distribution of trimethylamine oxide in the piscine and molluscan muscle. *Bull Jpn Soc Sci Fish* 41: 91-94.
  38. Shin SU, Jang MS, Kwon MA, Seo HJ. 2004. Processing of functional mackerel fillet and quality changes during storage. *Korean J Food Preservation* 11: 22-27.
  39. Davies A, Board R. 1998. *The microbiology of meat and poultry*. Blackie Academic & Professional, London, UK. p 288.
  40. Ohashi E, Okamoto M, Ozawa A, Fugita T. 1991. Characterization of common squid using several freshness indicators. *J Food Sci* 56: 161-163.
  41. 野中三力, 橋本芳郎, 高橋豊雄, 須山三千三. 1982. 水産食品学. 恒生社厚生閣, 東京, 日本. p 75-76.