

이산화염소 처리가 어묵의 저장 중 미생물학적 변화 및 품질에 미치는 영향

신희영 · 이연주 · 박인영 · 김주연 · 오수진 · 송경빈*

충남대학교 식품공학과

Effect of Chlorine Dioxide Treatment on Microbial Growth and Qualities of Fish Paste during Storage

Hee-Young Shin, Yeon- Ju Lee, In-Young Park, Ju-Yeon Kim, Su-Jin Oh and Kyung Bin Song*

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

Received November 24, 2006; Accepted December 29, 2006

Effect of chlorine dioxide (ClO₂) treatment on the microbial and physicochemical changes of fish paste was investigated. Fish paste samples were treated with 5, 10, and 50 ppm of ClO₂ solution, respectively. After ClO₂ treatment, fish paste samples were individually packaged and stored at 4°C. The initial microbial loads of samples were 3.8 log CFU/g in total bacterial count, and 2.5 log CFU/g in yeasts and molds. Microbial growth of fish paste during storage showed that populations of total bacteria, yeast and mold were significantly reduced by ClO₂ treatment. In particular, the treatment of 50 ppm ClO₂ decreased total bacterial count the most significantly among the ClO₂ treated fish pastes. The pH and VBN of fish paste decreased with increasing ClO₂ concentration. Thiobarbituric acid reacted substance (TBARS) values of treated fish paste increased during storage, regardless of ClO₂ concentration. This study showed that 50 ppm chloride dioxide was the optimum dose level to extend the shelf-life of fish paste.

Key words: fish paste, chlorine dioxide, storage, microbial growth

서 론

어묵은 어육에 식염 및 부재료를 가하여 성형하여 열처리한 겔 상태의 가공식품을 말한다. 어묵은 어중에 관계없이 원료의 사용범위가 넓고 어떤 소재라도 배합이 가능할 뿐만 아니라 즉 시 섭취할 수 있다. 특히 수산 가공품 중 식생활 패턴의 다양 화에 따른 간편 식품으로써 그 이용이 확대되고 있다.¹⁻³⁾ 그러나 어묵은 제조과정 시 살균되지 않은 잔존 유해미생물이나 포장 및 유통 과정에서의 오염 등으로 인해 쉽게 변질되며, 진공 포장된 튀김어묵의 경우에도 저온 저장 시 유통기한은 10일 내 외에 지나지 않는다.²⁾

식품의 변패는 대부분 미생물에 의한 오염으로 인하여 식중 독을 일으키거나 품질을 저하시키는데, 식품의 위생적 안정성을 확보하기 위해서는 유해 미생물의 불활성화가 필수적이다.^{2,4)} 따라서 어묵의 위생적인 품질보존을 위하여 감마선 조사,²⁾ 포

도 씨 첨가,⁵⁾ 양파 에탄올 추출물 첨가,¹⁾ 아세트산 처리,³⁾ 키토 산 첨가⁶⁾ 등 어묵의 저장 기간을 연장시키는 연구가 보고 되 었다.

식품의 품질 및 저장성 증대를 위한 화학적 처리 방법은 가 열 처리를 대신하여 식품의 미생물학적 안전성을 확보해 줄 수 있는 방법으로 샐러드나 계육과 같은 thermal processing을 할 수 없는 식품의 가공에 적절하다. 특히 최근 단체급식 등에서 식중독 발생사고가 자주 발생함에 따라 보다 안전한 식품 세척 및 살균처리의 필요성이 강조되고 있다.⁷⁾

식품 공장의 살균 소독제로 가장 널리 사용되는 염소는 유기물과 반응하여 발암성 물질인 trihalomethane이 생성되고, ammonia와 반응하여 chloramine도 생성하며, 또한 식품의 맛 과 풍미에도 좋지 않은 영향을 준다.^{8,9)} 따라서 염소대체제로 이산화염소는 오래 전부터 음용수의 살균 처리에 이용되어 왔으며, 최근 들어 이산화염소를 식품산업에 적용하기 위한 연구가 활발히 진행되고 있다.

이산화염소는 염소보다 물에 대한 용해성이 10배나 높다고 알려져 있고, 살균력은 염소보다 5배 높으며, pH의 영향도 받지 않는다.¹⁰⁾ 이산화염소는 cysteine, tyrosine, tryptophan 등의

*Corresponding author
Phone: 82-42-821-6723; Fax: 82-42-825-2664
E-mail: kbsong@cnu.ac.kr

아미노산과 반응하여 단백질을 변성시키고, 유리지방산과의 반응으로 지방산화물을 생성하면서, cell membrane의 변화 및 mRNA의 불활성화로 인한 단백질 합성에 영향을 주어 미생물을 사멸시킨다.¹¹⁾ 따라서 이산화염소의 식품 산업에서의 이용이 증가하고 있으며, 미국 식품의약국(FDA)에서는 1995년에 가금류에 존재하는 미생물의 사멸을 위해 50~150 ppm 범위에서 1 시간 동안 가금류의 냉각수조에서의 사용이 허용되었다.¹⁰⁾ 식품에서 이산화염소의 이용범위가 점차 넓어짐에 따라 쇠고기,¹²⁾ 수산물,¹³⁾ 가금류,¹⁴⁾ 과일과 야채^{15,16)}에 이산화염소를 처리하여 살균효과를 증대 시켜 미생물의 사멸효과를 확인하는 연구가 보고 되었다.

따라서 본 연구에서는 어묵의 위생학적 품질 개선 및 저장성 증대를 목적으로 이산화염소 처리를 통해 미생물학적 변화를 조사하고, 저장 중 어묵의 pH, 휘발성 염기질소량, 지방산 함량, 관능평가 등 이화학적 변화에 미치는 영향을 연구하였다.

재료 및 방법

재료. 본 실험에 사용된 어묵은 (주)부산어묵 제조공장에서 생산된 어묵을 제조 즉시 구입하여 사용하였다.

이산화염소 용액의 제조와 처리. 이산화염소 용액은 chlorine dioxide generator system(CH₂O Inc., Olympia, Washington, USA)을 이용하여 제조하였으며, 농도는 iodometry standard method¹⁷⁾를 이용하여 0, 5, 10, 50 ppm으로 제조하였다. 시료는 이산화염소 용액에 5분간 침지한 후 각각 담아 low density polyethylene(LDPE) bag에 담아 일반적으로 시판되고 있는 저장 온도인 4±1°C에서 저장하면서 0, 3, 6, 9, 12일 간격으로 실험을 수행하였다.

생육 미생물 측정. 생육 미생물 측정은 APHA 표준방법¹⁷⁾에 따라 어묵의 표면 10g을 멸균된 scalpel를 이용하여 채취하였다. 채취한 시료에 0.1% 멸균 펩톤수 90 ml를 멸균 bag에 넣고 stomacher(MIX 2, AES Laboratoire, France)를 이용하여 3분 동안 균질화한 후 거즈를 이용하여 거르고 추출한 조 추출물을 0.1% 멸균 펩톤수로 희석한 후 각각의 배지에 분주 하였다. 총 호기성 세균은 plate count agar(PCA, Difco Co., Detroit, MI, USA)를 사용하였고, 효모와 곰팡이는 potato dextrose agar(PDA, Difco Co., Detroit, MI, USA)를 사용하여 평판 배양법으로 37°C에서 48시간 배양한 후 colony를 계수하여 colony forming unit(CFU)로 표기하였다.

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

Volatile Basic Nitrogen(VBN) 측정. 미량화산법¹⁸⁾을 이용하여 시료 10g에 증류수 90 ml를 가하여 균질화 한 후 30분간 원심분리 하여 그 상등액을 Whatman No. 1로 여과하여 여과액 1 ml를 Conway unit 외실 왼쪽에 넣고 0.01 N H₃BO₃ 1 ml와 Conway reagent(0.066% methyl red + 0.066% bromocresol green) 50 µl을 Conway unit 내실에 넣었다. 외실의 오른쪽에 50% K₂CO₃ 포화용액 1 ml를 넣고 뚜껑을 닫은 후 시료용액과 50% K₂CO₃이 잘 섞이도록 천천히 흔든 후 37°C에서 2시간 정

치한 후 0.02 N H₂SO₄로 내실의 0.01 N H₃BO₃ 용액을 적정하여 측정하였다.

유지의 산패 측정. 어묵의 지방 산패 정도를 측정하기 위하여 2-thiobarbituric acid reactive substance(TBARS)를 측정하였다. Ahn 등¹⁹⁾과 Zhu 등²⁰⁾의 방법에 의하여 시료 5g과 증류수 15 ml를 분쇄기에 넣고 분쇄한 후 시료 1 ml를 20 mM 2-thiobarbituric acid(TBA)/15% trichloroacetic acid(TCA) 2 ml를 첨가시킨 후 vortex mixer(Vortex Genie-2, Scientific industries, INC., Bohemia, NY, USA)를 이용하여 혼합하였다. 이것을 100°C 항온수조(water bath circulation, Jeio Tech Co., Korea)에서, 15분간 끓인 후 실온에서 10분 동안 방치 후 2,000×g에서 15분 동안 원심분리 후 그 상등액을 취하여 분광광도계(Milton Roy Co. Rochester, NY, USA)를 이용하여 532 nm에서 흡광도를 측정하였다. TBARS는 시료 5g 중의 malonaldehyde(MDA)의 양을 mg으로 나타내어 표시하였다.

관능검사. 어묵의 저장 중 품질 변화를 분석하기 위하여 선정된 기준에 의하여 5단계 평점으로 관능검사를 실시하였다. 선정된 관능검사 요원 10명에 의해 저장 중 어묵의 신선도, 조직, 부패취, 냄새 및 종합적 기호도에 관해 얻은 값을 Statistical Analysis System program(SAS institute Inc., Cary, NC, USA)을 이용하여 분산분석 후 Duncan's multiple range test로 통계 처리 하였다.²¹⁾

결과 및 고찰

저장 중 미생물 생육의 변화. 이산화염소 처리가 미생물의 생육에 미치는 영향을 알아보기 위하여 저장 중 미생물의 변화를 측정하였다(Fig. 1). 어묵은 이산화염소 처리를 한 후 총 호기성세균수는 3.80 log CFU/g에서 50 ppm 처리 후 2.81 log CFU/g 으로 감소하였으며, 효모와 곰팡이도 2.47 log CFU/g에서 50 ppm 처리로 1.60 log CFU/g 으로 감소하였다. 어묵은 저장 중 저장 기간이 증가함에 따라 미생물이 크게 증식하였는데, 이산화염소의 농도가 높아질수록 시료에 존재하는 총 호기성균의 생육 억제가 유의적으로 증가함을 확인할 수 있었다. 저장 6일째 대조구는 5.59 log CFU/g, 50 ppm의 경우 4.21 log CFU/g 으로 큰 차이를 보였고, 12일째 대조구 7.36 log CFU/g에 비하여 50 ppm인 경우 6.26 log CFU/g 으로 이산화염소 처리가 미생물 생육을 억제시킴을 확인할 수 있었다(Fig. 1).

일반적으로 생선의 세균 수가 5 log CFU/g 미만이면 신선하고, 5~6 log CFU/g 정도면 초기 부패 정도로 판단 할 때²²⁾ 대조구는 저장 9일 후 6 log CFU/g 으로 부패 초기 단계에 도달하였고 이산화염소 처리 농도 10 ppm과 50 ppm에서는 각각 5.91 log CFU/g, 5.48 log CFU/g 으로 위생학적으로 안전함을 확인할 수 있었다. 저장 12일 후에 0, 5, 10, 50 ppm 이산화염소로 처리된 어묵에 존재하는 미생물의 수는 각각 7.36, 7.09, 6.91, 6.26 log CFU/g으로 50 ppm 처리구가 대조구보다 1.10 log CFU/g 만큼 더 감소하였다. 효모와 곰팡이의 경우, 총 호기성균수와 마찬가지로 이산화염소를 처리했을 때 대조구와 비교하여 효모와 곰팡이수가 크게 감소하였다. 50 ppm의 이산화염소를 처리한 어묵이 저장 12일째 처리구가 대조구보다 1.40

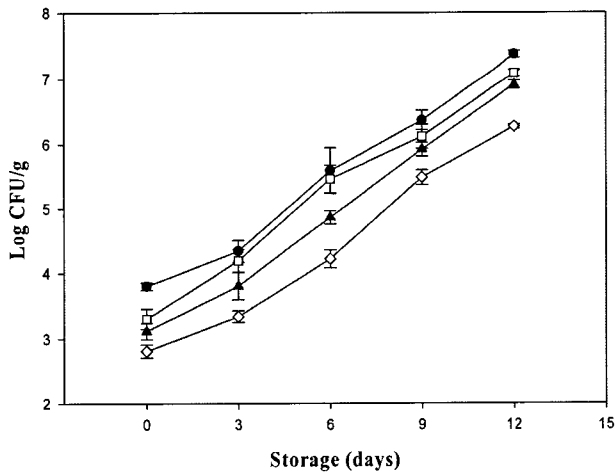


Fig. 1. Change in total aerobic bacteria counts of fish paste treated with ClO_2 during storage. ●: Control □: 5 ppm ▲: 10 ppm ◇: 50 ppm.

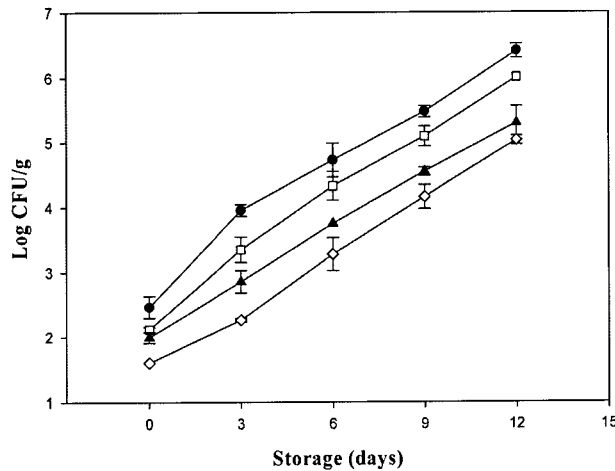


Fig. 2. Change in populations of yeast and mold of fish paste treated with ClO_2 during storage. ●: Control □: 5 ppm ▲: 10 ppm ◇: 50 ppm.

log CFU/g의 미생물 감소효과를 나타내었다(Fig. 2). 이산화염소 처리가 저장 기간 12일 까지 미생물수 6 log CFU/g에 도달하는 시간을 지연하는 효과를 나타낸 것이다. 일반적으로 어묵에는 *Bacillus*, *pseudomonas*, *Corynebacterium*, *Lactobacillus*, *Micrococuss* 등의 세균, 효모와 곰팡이가 주로 오염되어 있으며, 시료의 표면과 내면이 서로 다른 오염양상을 보인다고 보고 되었다²⁾. 이산화염소는 단백질의 아미노산 중 cysteine, tyrosine, tryptophan 등과 반응하여 단백질을 변성시켜 미생물을 사멸 시키며²³⁾, salmon과 grouper fillet에 존재하는 미생물에 40 ppm 이산화염소를 처리함으로써 대조구에 비해 각각 0.2, 0.6 log CFU/g 만큼 더 감균된 보고²⁴⁾와 일치하였다. 따라서 본 연구 결과에 있어서, 어묵에 이산화염소 처리군 중 50 ppm에서 미생물 사멸률이 가장 큰 것을 확인 할 수 있었다.

pH 측정. 이산화염소 용액의 처리에 따른 어묵의 저장 중 pH 변화를 Fig. 3에 나타내었다. 저장 초기 이산화염소 처리 농도에 따른 pH는 차이가 없었으나, 저장기간이 경과할수록 모

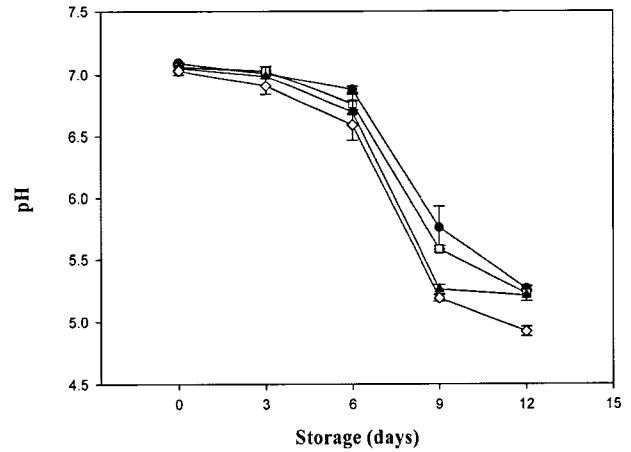


Fig. 3. Change in pH of fish paste treated with ClO_2 during storage. ●: Control □: 5 ppm ▲: 10 ppm ◇: 50 ppm.

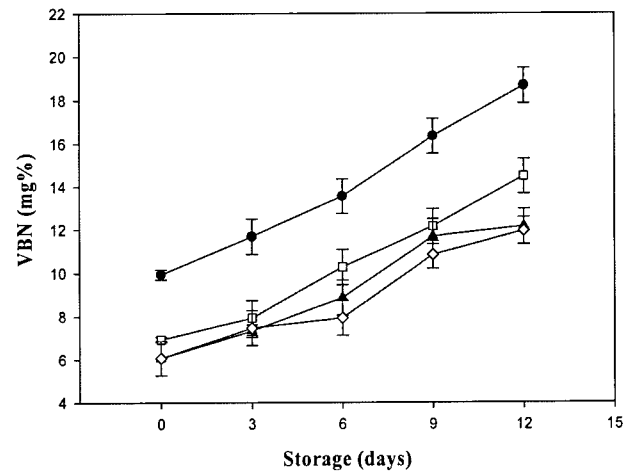


Fig. 4. Change in volatile basic nitrogen (VBN) of fish paste treated with ClO_2 during storage. ●: Control □: 5 ppm ▲: 10 ppm ◇: 50 ppm.

든 시료가 감소하는 경향을 나타내었다. 또한 이산화염소의 농도가 증가할수록 pH가 감소하였는데, 이는 최고기를 200 ppm의 이산화염소 처리 시 pH가 감소한다는 보고²⁵⁾와 비슷한 결과를 보였다. 저장 중 pH 감소는 시료의 지방질 성분이 산화되어 생성된 유리지방산의 영향을 받는다.²⁾ 저장초기 어묵의 pH는 7.03~7.09 사이로 유사한 값을 나타내었지만 저장 6일차부터 감소하여 저장 9일차 0, 5, 10, 50 ppm의 이산화염소로 처리된 어묵의 pH는 각각 5.76, 5.58, 5.26, 5.19로 처리 농도별 차이를 나타내었다. 이는 Cho 등²⁾의 실험 결과와 일치하였는데, 저장 초기에는 부패가 진행되지 않은 상태이지만 저장 기간이 경과할수록 어묵의 부패 정도가 ClO_2 의 ppm의 농도에 따라 다르기 때문에 저장기간이 경과 할수록 시료간의 pH가 차이를 나타냄을 알 수 있었다.

휘발성 염기질소(VBN). 휘발성 염기질소는 어묵의 변패가 진행됨에 따라 단백질이 아미노산과 무기태질소로 분해 되는 과정 중에 생성된 질소량을 측정된 것으로 저장기간 중 증가하는 경향을 나타내었다(Fig. 4). 어묵의 초기 휘발성 염기질소 함량

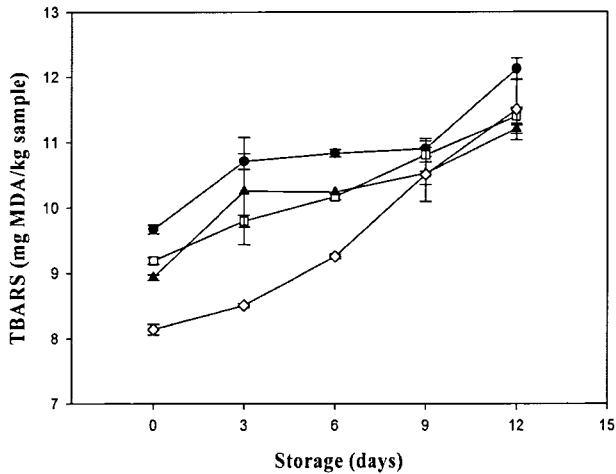


Fig. 5. Change in thiobarbituric acid reacted substance (TBARS) of fish paste treated with ClO₂ during storage. ●: Control □: 5 ppm ▲: 10 ppm ◇: 50 ppm.

은 대조구 10.27 mg%, 처리구는 6~7 mg%로 저장 0일차부터 약간의 차이를 보였는데 이는 미생물 수의 변화 및 다른 복합적인 인자가 관여하는 것으로 판단된다. 저장 12일째 대조구는 18.7 mg%, 처리농도 50 ppm에서는 9.3 mg%로 차이를 보였다. 어묵의 변패가 진행됨에 따라 단백질의 일부가 절단되면 유리 아미노산, 아민류, 암모니아 및 크레아틴 등 비단백태 질소화합물이 증가하게 되는데, 이것은 신선도 판정의 기준이 된다.²⁶⁾ 휘발성 염기질소와 세균 수는 밀접한 관계가 있는데, 세균수가 증가하여 관능적으로 부패가 시작될 때까지는 휘발성 염기질소의 증가폭이 적지만, 부패가 급격히 진행될수록 휘발성 염기질

소의 증가 폭이 크게 증가 한다.²⁷⁾ 휘발성염기 질소함량에 의한 식품의 신선도평가는 식품의 종류에 따라 많은 차이가 있는데 생선의 경우 30 mg%를 부패의 초기 현상으로 보는데 본 실험의 결과는 이에 기준하여 볼 때 안전한 수준인 것으로 판단 된다.²⁸⁾ 본 연구 결과는 튀김어묵의 저장 시 휘발성 염기질소 함량이 제조 당일 2.4 mg%에서 저장 10일째 7.2 mg%로 증가 했다는 보고와 비슷한 결과를 보였다.²⁾

유지 산패도 측정. Fig. 5는 저장 중 어묵의 thiobarbituric acid reactive substance(TBARS) 값을 나타낸다. TBARS는 지방 산패도를 측정하는 방법으로 지방의 산화에 의해 생기는 malonaldehyde와 thiobarbituric acid가 반응하여 생성되는 복합체를 측정하는 방법이다. 식품의 저장기간이 경과함에 따라 TBARS 값이 증가하며 이는 지질산화에 의해 생성된 과산화물이 2차 산화생성물로 분해되어 지방분해효소 및 미생물 대사 등에 의하여 지방이 분해됨으로써 형성되는 물질에 의한 것이다.²⁹⁾ 어묵의 저장 초기 TBARS 값은 대조구 9.67 mg MDA/kg, 처리구 8.14~9.19 mg MDA/kg 으로 처리구의 TBARS 값이 천천히 증가함을 나타내었다. 저장기간이 증가 할수록 지방 산패도가 증가하면서 저장 12일째 대조구는 12.12 mg MDA/kg, 처리구 5, 10, 50 ppm은 각각 11.40, 11.21, 11.50 mg MDA/kg으로 농도별 저장기간에 따른 유의적인 차이를 나타내지 않았다. Brewer와 Harbers³⁰⁾에 의하면 TBARS 값이 저장기간 중 증가하는 이유는 지방이 산화되어 1차 생성물질인 hydroperoxide가 2차 산화생성물로 분해되어 유기산, 알데하이드, 케톤, 알코올, 카르보닐기 및 중합체 등이 계속 생성되고 또한 미생물 대사와 지방 분해 효소에 의해 생성되는 분해 물질에 의한 것이라고 보고 하였는데 본 실험의 결과 또한 저장

Table 1. Sensory evaluation of fish paste treated with ClO₂ during storage

Organoleptic parameter	ClO ₂ concentration (ppm)	Storage Period (days)				
		0	3	6	9	12
Freshness	0	5.00 ± 0.00 ^a	4.75 ± 0.46 ^a	3.13 ± 0.64 ^a	2.00 ± 0.53 ^a	1.13 ± 0.35 ^a
	5	5.00 ± 0.00 ^a	4.38 ± 0.52 ^{ba}	3.38 ± 0.52 ^{ba}	2.13 ± 0.64 ^a	1.25 ± 0.46 ^a
	10	5.00 ± 0.00 ^a	4.50 ± 0.53 ^b	3.13 ± 0.83 ^b	2.50 ± 0.53 ^a	1.25 ± 0.46 ^a
	50	5.00 ± 0.00 ^a	5.00 ± 0.00 ^b	3.88 ± 0.64 ^b	2.63 ± 0.52 ^a	1.38 ± 0.52 ^a
Texture	0	5.00 ± 0.00 ^a	4.38 ± 0.52 ^a	3.25 ± 0.46 ^a	1.88 ± 0.35 ^a	1.25 ± 0.46 ^a
	5	5.00 ± 0.00 ^a	4.25 ± 0.46 ^{ba}	3.38 ± 0.52 ^{ba}	2.00 ± 0.53 ^{ba}	1.13 ± 0.35 ^a
	10	5.00 ± 0.00 ^a	4.50 ± 0.53 ^b	3.63 ± 0.52 ^b	2.00 ± 0.53 ^{ba}	1.25 ± 0.46 ^a
	50	5.00 ± 0.00 ^a	4.75 ± 0.46 ^b	4.13 ± 0.64 ^b	2.50 ± 0.53 ^b	1.50 ± 0.53 ^a
Decay	0	5.00 ± 0.00 ^a	4.63 ± 0.52 ^a	3.00 ± 0.53 ^a	1.75 ± 0.89 ^a	1.13 ± 0.35 ^a
	5	5.00 ± 0.00 ^a	4.63 ± 0.52 ^a	3.00 ± 0.53 ^a	1.88 ± 0.64 ^a	1.13 ± 0.35 ^a
	10	5.00 ± 0.00 ^a	4.63 ± 0.52 ^a	3.00 ± 0.53 ^a	1.88 ± 0.64 ^a	1.13 ± 0.35 ^a
	50	5.00 ± 0.00 ^a	4.75 ± 0.46 ^a	3.50 ± 0.76 ^a	2.13 ± 0.83 ^a	1.25 ± 0.46 ^a
Odor	0	5.00 ± 0.00 ^a	4.13 ± 0.64 ^a	3.13 ± 0.35 ^a	1.88 ± 0.64 ^a	1.13 ± 0.35 ^a
	5	5.00 ± 0.00 ^a	4.50 ± 0.53 ^a	3.38 ± 0.74 ^{ba}	1.75 ± 0.71 ^a	1.25 ± 0.46 ^a
	10	5.00 ± 0.00 ^a	4.25 ± 0.71 ^a	3.38 ± 0.74 ^{ba}	1.88 ± 0.64 ^a	1.00 ± 0.00 ^a
	50	5.00 ± 0.00 ^a	4.63 ± 0.52 ^a	3.88 ± 0.35 ^b	2.25 ± 0.71 ^a	1.13 ± 0.35 ^a
Total	0	5.00 ± 0.00 ^a	4.50 ± 0.53 ^a	2.88 ± 0.35 ^a	1.75 ± 0.71 ^a	1.00 ± 0.00 ^a
	5	5.00 ± 0.00 ^a	4.38 ± 0.52 ^a	3.25 ± 0.46 ^{ba}	1.63 ± 0.52 ^a	1.13 ± 0.35 ^a
	10	5.00 ± 0.00 ^a	4.50 ± 0.53 ^a	3.13 ± 0.64 ^b	1.88 ± 0.64 ^a	1.00 ± 0.00 ^a
	50	5.00 ± 0.00 ^a	4.75 ± 0.46 ^a	3.75 ± 0.71 ^b	2.25 ± 0.71 ^a	1.13 ± 0.35 ^a

^{a-d}Means ± SD. Any means in the same column followed by the same letter are not significantly ($p < 0.05$) different by Duncan's multiple range test.

기간이 경과함에 따라 TBARS 값이 증가한다는 Kim 등³¹⁾의 보고와 일치하였다. 또한 저장 후기에는 이미 변패가 많이 진행된 상태이기에 농도별 유의적인 차이가 관찰되지 않았다.

관능검사. 어묵의 저장 중 신선도, 조직, 부패취, 냄새 종합적인 기호도를 측정하여 관능검사를 실시하였다(Table 1). 관능검사는 패널 경험이 많은 10명의 관능검사요원에 의해 5점 기호 척도법으로 실시하였는데, 평가 점수 3.0점까지는 상품성이 있고 식용이 가능하나, 2.0 이하에서는 어묵의 표면에 점액질 분비가 일어나고 암모니아와 같은 이취, 점질물이 생성되면서 상품성이 크게 떨어져 식용이 어렵게 되었는데 이는 다른 보고와도 일치하였다.³²⁾ 어묵의 저장 6일까지는 변화현상을 느낄 수 없었으나 9일 경과 시점부터 단단함과 조직이 저하되는 등 많은 변화가 나타나기 시작하여 저장 12일 후에는 평가 점수가 보통 이하의 결과를 나타내었다. 저장 9일차에 어묵의 표면에 점액질 분비를 볼 수 있었으며 amine 등 불쾌취가 발생하여 부패단계 과정에 있음을 쉽게 알 수 있었다. 관능검사의 각 항목 별로 약간의 차이는 있지만 이산화염소 농도가 증가 할수록 평가 점수가 높음을 확인할 수 있었다. 이산화염소 처리한 어묵은 부패취와 점질물질이 발생하지 않고 조직감도 좋게 평가되는 등 상품으로써의 가치를 유지하였다. 이러한 결과로 이산화염소 처리를 통해 어묵의 관능적 품질유지와 더불어 미생물 생육을 억제시킴으로써 유통기간의 증대가 가능함을 확인하였다.

초 록

어묵에 이산화염소 용액을 농도별로 처리하여 미생물에 대한 살균효과 및 품질에 관련된 이화학적 특성 변화를 조사하였다. 어묵의 저장 초기, 총 호기성균은 대조구 3.8 log CFU/g, 50 ppm 처리군은 2.81 log CFU/g로 차이를 나타내었으며, 효모와 곰팡이 역시 대조구는 2.47 log CFU/g, 50 ppm 처리군 1.60 log CFU/g 으로 이산화염소 처리 시 미생물 감균 효과가 우수하였다. 저장 9일차 총 호기성균의 대조구와 5 ppm은 각각 6.36 log CFU/g, 6.11 log CFU/g로 부패 초기 현상을 보였으나 10, 50 ppm은 각각 5.91, 5.48 log CFU/g로 위생학적으로 안전함을 보였다. 효모와 곰팡이 역시 저장 12일에 대조구와 5 ppm은 각각 6.42, 6.01 log CFU/g로 부패 초기 단계에 근접하였으나 10, 50 ppm은 각각 5.30, 5.03 log CFU/g로 이산화염소 처리 농도에 따라 미생물이 감소하는 경향을 보였다. pH는 저장기간이 증가할수록 감소하였으며 이산화염소의 처리 농도가 높을수록 더 낮은 pH를 나타내었다. VBN 값은 저장기간이 증가할수록 증가하였으나 저장 12일차 대조구가 18.1 mg%를 나타내었고, 50 ppm에서는 9.3 mg%를 나타내었다. TBARS 값은 저장기간이 증가함에 따라 증가하였는데, 이산화염소 용액의 농도에 따른 큰 차이는 보이지 않았다. 관능검사를 실시한 결과 이산화염소 용액의 농도가 증가할수록 평가 점수가 높음을 확인할 수 있었다. 따라서 이산화염소 용액의 처리가 어묵의 미생물학적 안전성을 증대시킴으로써 유통기한 연장에 도움이 된다고 판단된다.

Key words: fish paste, chlorine dioxide, storage, microbial growth

참고문헌

1. Park, Y. K., Kim, H. H. and Kim, M. H. (2004) Quality characteristics of fried fish paste added with ethanol extract of onion. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* **33**, 1049-1055.
2. Cho, H. O., Kwon, J. H., Byun, M. W. and Lee, M. K. (1985) Preservation of fried fish meat paste by irradiation. *Korean J. Food Sci. Technol.* **17**, 474-481.
3. Kim, J. S., Cho, M. L. and Heu, M. S. (2003) Quality improvement of heart-induced surimi gel using calcium powder of cuttle, *Sepia esculenta* bone treated with acetic acid. *J. Kor. Fish. Soc.* **36**, 198-203.
4. Kim, S. K., Ma, Y. H., Gu, K. J., Lee, Y. J., Kim, E. J. and Song, K. B. (2005) Effect of chlorine dioxide treatment on microbial safety and quality of saury during storage. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* **34**, 1258-1264.
5. Cho, S. H., Joo, I. S., Soo, I. W. and Kim, Z. W. (1991) Preservative effect of grapefruit seed extract on fish meat product. *Korean J. Food Hygiene.* **6**, 67-72.
6. Cho, H. T., Chang, D. S., Lee, W. D., Jeong, E. T. and Lee, E. W. (1998) Utilization of chitosan hydrolysate as a natural food preservative for fish meat paste products. *Korean J. Food Sci. Technol.* **30**, 817-822.
7. Youm, H. J., Ko, J. K., Kim, M. R., Cho, Y. S., Chun, H. K. and Song, K. B. (2005) Effect of aqueous chlorine dioxide and citric acid treatment on microbial safety and quality control of minimally processed and refrigerated (MPR) salad. *Korean J. Sci. Food Technol.* **37**, 129-133.
8. Moore, G. S., Calabrese, E. J., DiNardi, S. R. and Tuthill, R. W. (1978) Potential health effect of chlorine dioxide as a disinfectant in potable water supplies. *Med. Hypotheses* **4**, 481-496.
9. Singh, N., Sing, R. K., Bhunia, A. K. and Stroshine, R. L. (2002) Efficacy of chlorine dioxide, ozone, and thyme essential oil or a sequential washing in killing *Escherichia coli* O157:H7 on lettuce and baby carrots. *Lebensm.-Wiss. u.-Technol.* **36**, 720-729.
10. Kim, J. M. (2001) Use of chlorine dioxide as a biocide in the food industry. *Food Ind. Nutr.* **6**, 33-39.
11. Kraybill, H. F. (1978) Origin, classification and distribution of chemicals in drinking water with an assessment of their carcinogenic potential. In Water chlorination, environmental impact and health effects, Jolly, R. L. (eds.), Ann Arbor Scientific Publishers, Inc., Ann Arbor, Mich, pp. 211-228.
12. Jimenez-Villarreal, J. R., Pohlman, F. W., Johnson, Z. B., Brown Jr, A. H. and Baublits, R. T. (2003) Effect of chlorine dioxide, cetylpyridinium chlorine, lactic acid and trisodium phosphate on physical and sensory properties of ground beef. *Meat Sci.* **65**, 1055-1062.
13. Andrews, L. S., Key, A. M., Martin, R. L., Grodner, R. and Park, D. L. (2002) Chlorine dioxide wash of shrimp and crawfish an alternative to aqueous chlorine. *Food Microbiol.* **19**, 261-267.
14. Tsai, L.S., Wilson, R. and Randall, V. (1997) Mutagenicity of poultry chiller water treated with either chlorine dioxide or chlorine. *J. Agric. Food Chem.* **45**, 2267-2272.
15. Du, J., Han, Y. and Linton, R. H. (2003) Efficacy of chlorine

- dioxide gas in reducing *Escherichia coli* O157:H7 on apple surfaces. *Food Microbiol.* **20**, 583-591.
16. Hanm Y., Linton, R. H., Nielsen, S. S. and Nelson, P. E. (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. APHA. (1995) Standard methods for the examination of water and wastewater. 19th ed. Method 4-54. American Public Health Association, Washington DC, USA.
 18. Korea Food and Drug Administration. (2002) In Food code. South Korea. pp. 222-223.
 19. Ahn, D. U., Olsin, D. G., Jo, C., Chen, X., Wu, C. and Lee, J. I. (1998) Effect of muscle type, packaging, and irradiation on lipid oxidation, volatile production, color in raw pork patties. *Meat Sci.* **49**, 27-39.
 20. Zhu, M. J., Mendonca, A. and Ahn, D. U. (2004) Temperature abuse affects the quality of irradiation pork loin. *Meat Sci.* **67**, 673-649.
 21. SAS (2001) SAS User's Guide. Statistical Analysis Systems Institute Inc., Cary, NC, USA.
 22. Nonaka, J., Hashimoto, H., Takabashi, H. and Suyama, M. (1971) Freshness determination method of fish and shellfish. In seafood science. Kouseishow Kouseigaku, Tokyo, pp. 72-77.
 23. Kraybill, H. F. (1978) Origin, classification and distribution of chemicals in drinking water with an assessment of their carcinogenic potential. In: Water Chlorination. Jplly, R. L. (ed.), pp. 211-228. Ann Arbor Science, Ann Arbor, MI, USA
 24. Kim, J. M., Du, W. X., Steven Otwel, L. W., Marshall, M. R. and Wei, C. I. (1998) Nutrients in salmon and red grouper fillets as affected by chlorine dioxide (ClO₂) treatment. *J. Food Sci.* **36**, 629-633.
 25. Jimenez-Villarreal, J. R., Pohlman, F. W., Johnson, Z. B. and Brown Jr, A. H. and Baublits, R. T. (2003) The impact of single antimicrobial intervention treatment with cetylpyridinium chloride, trisodium phosphate, chlorine dioxide or lactic acid on ground beef lipid, instrumental color and sensory characteristics. *Meat Sci.* **65**, 977-984.
 26. Kim, I. S., Min, J. S., Shin, D. K., Lee, J. I. and Lee, M. (1998) Physicochemical and sensory characteristic of domestic vacuum package pork loins for export during chilled storage. *Korean J. Anim. Sci.* **40**, 401-412.
 27. Shin, H. Y., Ku, K. U., Park, S. K. and Song, K. B. (2006) Use of freshness indicator for determination of freshness quality change of tofu during storage. *J. Korean Soc. Appl. Biol. Chem.* **49**, 158-162.
 28. Malle, P. and Poumeyrol, M. (1989) A new chemical criterion for the quality control of fish. Trimethylamine/total volatile basic nitrogen. *J. Food Protect* **52**, 419-423.
 29. Brewer, M. S., Ikins, W. G. and Harbers C. A. (1992) TBA values, sensory characteristics and volatiles in ground pork during long-term frozen storage: Effects of packaging. *J. Food Sci.* **57**, 558-563.
 30. Brewer, M. S. and Harbers, C. A. Z. (1993) Effect of packaging on physical and sensory characteristic of ground pork in long-term frozen storage. *J. Food Sci.* **56**, 627-631.
 31. Kim, J. M., Du, W. X., Steven Otwel, L. W., Marshall, M. R. and Wei, C. I. (1998) Nutrients in salmon and red grouper fillets as affected by chlorine dioxide (ClO₂) treatment. *J. Food Sci.* **36**, 629-633.
 32. Park, I. K., Kim, S. Y. and Kim, S. D. (1994) Storage of soybean curd prepared with ozone treated soybean. *J. East Asian Soc. Dietary Life* **4**, 51-56.