

이산화염소수 처리가 삼계용 닭의 저온저장 중 미생물학적 변화 및 품질에 미치는 영향

홍윤희 · 김민기 · 송경빈[†]
충남대학교 식품공학과

Effects of Aqueous Chlorine Dioxide Treatment on Microbial Safety and Quality of Samgae Chicken

Yun-Hee Hong, Min-Ki Kim and Kyung-Bin Song[†]

Department of Food Science and Technology, Chungnam National University, Daejeon 305-764, Korea

Abstract

Aqueous chlorine dioxide (ClO_2) treatment of Samgae chicken was evaluated in terms of microbial safety and quality during refrigerated storage. Samgae chicken samples were treated with 0, 50, or 100 ppm of ClO_2 solution, and stored at 4°C for 10 days. ClO_2 treatment significantly decreased the populations of total aerobic bacteria. One-hundred ppm ClO_2 treatment reduced the initial populations of total aerobic bacteria by 0.73 log CFU/g. The pH and volatile basic nitrogen values of Samgae chicken increased during storage, with no significant between-treatment difference. Sensory evaluation results showed that the quality of chicken treated with ClO_2 prior to refrigerated storage was better than that of the control. These results suggest that ClO_2 treatment could be useful in improving the microbial safety and quality of Samgae chicken

Key words : Samgae chicken, chlorine dioxide, total aerobic bacteria, microbial safety, quality

서 론

계육은 높은 영양적 가치와 저렴한 가격으로 인해 그 소비가 증가하고 있으나, 도계 공정 상 냉각수에 침지하는 과정 중 미생물의 교차오염 가능성이 높으므로 저장, 유통 중 미생물학적 안전성 문제가 대두되고 있다(1-3). 특히, 계육의 초기 미생물수가 계육의 부패에 영향을 미치므로 초기 오염을 줄이기 위한 도계 공정의 위생적 관리는 매우 중요하다(4). 현재까지 계육의 미생물 오염을 줄이기 위해서 감마선 조사(5-6), microwave 처리(7)와 같은 물리적 처리와 trisodium phosphate와 sodium hydroxide(8), potassium sorbate(9), lactic acid와 sodium benzoate(10), lactic acid와 lauricidin(11)과 같은 화학적 처리를 통한 연구가 수행되어 왔다.

이산화염소는 식품 표면살균제로써 강력한 살균력과 산화력을 가지며 염소보다 물에 대한 용해성이 높고 또한 pH 안정성이 높다. 반면에 식품가공 공장의 살균소독제로 널리 사용되는 염소는 유기물과의 반응에 의해 trihalomethane, chlorophenols 등을 생성하여 인체에 유해하다고 보고되고 있기에 염소의 대체제로써 이산화염소 사용의 필요성이 증가하고 있다(12,13). 특히, 미국 식품의약국(FDA)에서는 50-150 ppm 범위에서 1시간 동안 가금육의 냉각수로써의 이산화염소의 사용을 허용하였다(14). 또한, 식품에서 이산화염소의 이용 범위가 쇠고기(15,16), 수산물(17,18), 과채류(19-23) 등 점차 다양하게 적용하는 연구가 보고 되고 있다.

따라서 본 논문에서는 도계 공정 중 미생물 오염이 많은 삼계용 닭의 위생적인 가공 처리를 위한 식품 살균제의 개발에 관한 연구로써, 이산화염소수 처리가 미생물학적 변화 및 저장 중 삼계용 닭의 pH, VBN, 관능평가 등 이화학적 변화에 미치는 영향을 연구하고자 하였다.

[†]Corresponding author. E-mail : kbsong@cnu.ac.kr,
Phone : 82-42-821-6723, Fax : 82-42-825-2664

재료 및 방법

실험 재료

본 연구에 사용된 삼계용 닭(whole chicken)은 대전 소재 H마트에서 시판되고 있는 제품을 구입하였고, 운반 후 즉시 냉장고에서 보관하여 실험하였다.

이산화염소 용액의 제조와 처리

이산화염소수는 chlorine dioxide generator system(CH₂O Inc., Olympia, Washington, USA)을 사용하여 이산화염소수의 농도가 0, 50, 100 ppm이 되도록 제조하였다. 이산화염소수의 농도는 APHA의 방법(24)에 준하여 측정하였으며, 시료는 이산화염소수 농도별로 각각 5마리씩 10분간 침지한 후 polyethylene bag에 담아 4±1°C에서 저장하면서 0, 2, 4, 7, 10일 간격으로 실험을 수행하였다.

미생물 측정

이산화염소수 처리한 삼계용 닭 5 g을 멸균된 메스를 이용하여 닭의 등 부분과 배 부분 위주로 동일한 부분을 일정하게 채취한 후, 0.1% 멸균 펩톤수 45 mL와 함께 멸균 bag에 넣고 3 min 동안 Stomacher(MIX 2, AES Laboratoire, France)를 이용하여 균질화 하였다. 균질화된 시료는 멸균된 cheese cloth를 이용하여 거른 다음 0.1% 멸균 펩톤수를 이용하여 희석한 후 각각의 배지에 분주하여 총 호기성 세균을 확인하였다. 총 호기성 세균은 plate count agar(PCA, Difco Co. Detroit, MI, USA)를 사용하여 37°C에서 72시간 동안 배양한 후 colony를 계수 하여 colony forming unit(CFU)/g으로 나타내었고, 세 번 반복 측정하였다.

pH 측정

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

VBN(volatil basic nitrogen) 측정

단백질의 변패 측정은 Conway 미량 확산법(25)을 이용하여 측정하였다. 시료 10 g을 미생물 측정 때와 동일한 방법으로 채취하여 증류수 90 mL를 첨가하여 균질화 시킨 후 30분간 원심분리 하여 그 상등액을 여과지(Whatman No. 1)로 여과하였다. 여과액 1 mL를 Conway dish 외실 왼쪽에 넣고, 0.01 N H₃BO₃ 1 mL와 Conway reagent(0.066% methyl red + 0.066% bromocresol green) 50 µL를 Conway dish 내실에 넣었다. 외실의 오른쪽에 K₂CO₃ 포화 용액 1 mL를 넣고 뚜껑을 닫은 후 외실 왼쪽의 시료와 반응시킨 후 37°C 에서 2시간 방치하였다. 방치 후 0.02 N H₂SO₄로 내실의 H₃BO₃ 용액을 적정하여 측정하였다.

관능검사

조리되지 않은 삼계용 닭의 저장 중 품질 변화를 분석하기 위해 선발된 관능검사 요원 8명에 의해 관능검사를 실시하였다. 삼계용 닭은 polyethylene 용기에 담아 제공하였고, 신선도(Freshness), 냄새(Odor), 조직감(Texture), 부패(Decay) 및 종합적 선호도(Overall)의 항목에 따라 5단계 평점으로 관능평가 되어 얻어진 값을 Statistical Analysis System program(2001, SAS Institute Inc., Cary, NC, USA)을 이용하여 분산분석 후 Duncan's multiple range test로 통계 처리 하였다(26).

결과 및 고찰

저장 중 생육 미생물 수 변화 측정

이산화염소수 처리가 미생물의 생육에 미치는 영향을 알아보기 위하여 저장 중 삼계용 닭의 총 호기성 세균의 변화를 측정하였다(Fig. 1). 저장기간이 경과함에 따라 이산화염소수 처리한 경우는 총 호기성 세균의 생육을 억제시키므로, 대조구와 비교 시 저장 중 총 호기성 세균의 수가 감소함을 확인 할 수 있었다. 이산화염소수 처리를 한 후, 저장 0일째 삼계용 닭의 총 호기성 세균수는 4.14 log CFU/g 이었고, 50과 100 ppm 이산화염소수 처리 시 각각 3.73과 3.41 log CFU/g로 감소하였다. 삼계용 닭은 저장 기간이 증가함에 따라 미생물 수가 증가하였는데, 이산화염소수의 농도가 높아질수록 삼계용 닭에 존재하는 총 호기성 세균의 생육 억제가 유의적인 차이를 보이며 증가함을 확인 하였고, 이러한 이산화염소의 살균효과는 이산화염소를 처리한 브로콜리에서의 미생물 감소 효과가 이산화염소 처리 농도와 비례했다는 Ryu 등(23)의 보고와도 일치한다. 저장 10일째 대조구는 6.92 log CFU/g로 증가하였는데, 50 ppm 처리 시 6.22 log CFU/g로 대조구와 비교 시 0.7 log cycle 감소를 보였다. 또한 100 ppm 처리시 6.07 log CFU/g로 대조구와

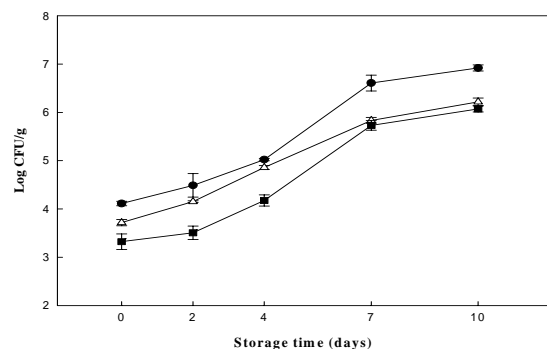


Fig. 1. Changes in the total aerobic bacteria of Samgae chicken treated with aqueous ClO₂ during storage at 4°C Bars represent standard error.

●: control, △: 50 ppm, ■: 100 ppm.

비교 시 0.85 log cycle 감소를 보이며 저장 기간 중에도 미생물 생육을 억제시킴을 확인 하였다(Fig. 1). 이산화염소는 단백질의 아미노산 중 cysteine, tyrosine, tryptophan 등과 반응하여 단백질을 변성시키고, mRNA의 불활성화로 인한 단백질합성 등에 영향을 끼치며 단백질, 지방산 등과의 반응에 의한 cell membrane을 변화시켜 미생물의 생육을 억제시킨다고 보고되었다(27,28).

Andrews 등(17)은 shrimp와 crawfish에 10 ppm의 이산화염소를 처리 시 총 호기성 세균이 1 log cycle 감소 하였고 이산화염소의 처리가 염소처리보다 더 효과적임을 보고하였으며, Wu 와 Kim(19)도 이산화염소 처리가 블루베리의 주요 병원성 세균과 효모 및 곰팡이의 생육 억제에 효과가 있음을 보고하였다. 또한 Stivarius 등(16)은 200 ppm의 이산화염소를 ground beef에 처리 시 총 호기성 세균이 0.72 log CFU/g 감소함을 보고하였는데, 이러한 결과들은 이산화염소수의 살균효과와 관련된 본 연구의 결과를 뒷받침해 준다.

pH 측정

이산화염소수를 처리한 삼계용 닭의 저장 기간에 따른 pH 변화를 측정한 결과, 삼계용 닭은 저장 기간이 경과함에 따라 전체적으로 증가하는 경향을 보였다(Fig. 2). 저장 중 식육의 pH 증가는 지방의 산패에 의한 과산화물의 축적과 단백질 분해에 의한 암모니아의 생성 때문이라고 보고한 결과와 일치하였다(29). 삼계용 닭의 pH는 이산화염소수 처리 직후에 대조구는 6.07이었고 50과 100 ppm 처리 시 6.11과 5.82로 다소 차이를 보였으나, 10일 저장 기간 동안 대조구와 처리구 간의 유의적인 차이는 보이지 않았다(Fig. 2). Lee 등(30)은 적색육에 이산화염소를 처리 시 처리구간에 유의적인 차이를 보이지 않았다고 보고하였는데, 이는 본 연구 결과와 일치함을 보여 준다.

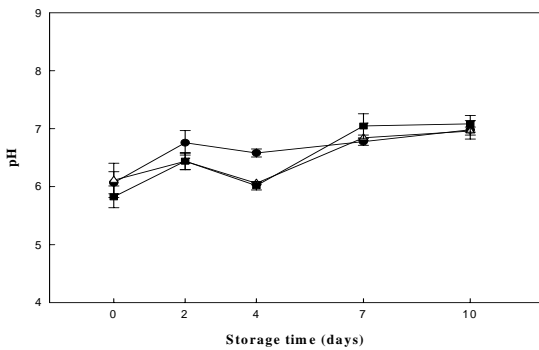


Fig. 2. Changes in pH of Samgae chicken treated with aqueous ClO₂ during storage at 4°C Bars represent standard error. ●: control, △: 50 ppm, ■: 100 ppm.

휘발성 염기질소(VBN) 측정

휘발성 염기질소는 삼계용 닭의 변패가 진행됨에 따라 단백질이 아미노산과 무기태 질소로 분해되는 과정 중에

생성된 질소량을 측정한 것으로 저장기간 중 증가하는 경향을 보였는데, 특히 저장 7일째 큰 폭으로 증가하였다(Fig. 3). Tan 등(31)은 Chinese sausage의 VBN 수치가 21일의 저장기간 동안 증가하였는데, 이는 저장 중 미생물에 의해 단백질이 분해되기 때문이라고 보고하였다.

이산화염소수를 처리한 삼계용 닭의 초기 휘발성 염기질소 함량은 대조구는 1.96 mg%, 50, 100 ppm 처리구는 1.68, 1.96 mg%로 저장 초기에는 이산화염소수 처리 농도에 따른 VBN 수치 차이가 없었고, 저장 10일째 대조구는 4.76 mg%, 50, 100 ppm 처리구는 4.67, 4.48 mg%로 저장 기간이 경과할수록 대조구에 비해 처리구의 VBN 수치가 다소 감소함을 보였으나 유의적인 차이는 관찰되지 않았다.

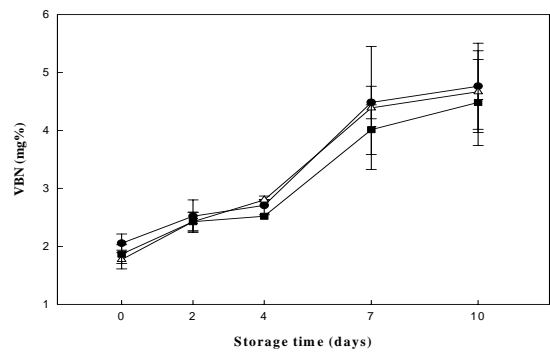


Fig. 3. Changes in VBN of Samgae chicken treated with aqueous ClO₂ during storage at 4°C Bars represent standard error. ●: control, △: 50 ppm, ■: 100 ppm.

관능검사

이산화염소수를 처리한 삼계용 닭의 저장 중 실시한 관능검사 결과는 저장 중 신선도, 조직감, 부패, 냄새, 종합적 선호도를 5점 기호척도법으로 측정하여 관능검사를 실시하였다(Table 1). 5점이 가장 신선한 단계이고 평가점수 3점 이하에서는 부패 초기 단계, 2점 이하에서는 이취가 발생하고 점질물이 생성되어 상품성이 크게 떨어지는 부패 시점으로 간주하였다. 삼계용 닭은 저장 4일까지 모든 영역에서 3점 이상을 유지하여 식용 가능한 상태였고 저장 7일차에 접어들어 표면에 점액질 분비를 나타냈고, amine 등 불쾌취가 발생하여 부패단계 과정에 있음을 확인할 수 있었다. 관능검사의 각 항목간에 큰 유의적 차이는 없었고, 이산화염소수 처리 농도가 증가할수록 평가점수가 높게 나타나 이산화염소수를 처리한 삼계용 닭은 부패취와 점질물질의 발생을 지연시키고 조직감도 좋게 평가되어 상품의 가치 유지 기간이 증가됨을 확인 하였다.

결론적으로, 본 연구에서 수행한 미생물 측정 및 pH, VBN, 관능검사 결과를 종합해 볼 때, 이산화염소수 처리는 삼계용 닭의 초기 미생물을 감소시켜 저장 중 미생물 수를 감소시키며, 관능검사에 영향을 끼쳤고, pH 와 VBN 수치에는 영향을 끼치지 않았다. 따라서 본 연구 결과에서 이산화염소수 처리가 삼계용 닭의 저장 중 미생물 생육을 억제시

김으로써 유통기간의 증대가 가능함을 확인할 수 있었다.

Table 1. Sensory evaluation of Samgae chicken treated with aqueous ClO₂ during storage

	ClO ₂ (ppm)	Storage time (day)				
		0	2	4	7	10
Freshness	0	5.00±0.00 ^a	4.63±0.52 ^b	3.38±0.52 ^b	2.00±0.00 ^c	1.00±0.00 ^b
	50	5.00±0.00 ^a	5.00±0.00 ^a	4.00±0.00 ^a	2.50±0.54 ^b	1.38±0.52 ^b
	100	5.00±0.00 ^a	5.00±0.00 ^a	4.13±0.35 ^a	3.00±0.00 ^a	1.88±0.35 ^a
Texture	0	5.00±0.00 ^a	4.63±0.52 ^a	3.50±0.54 ^a	1.86±0.35 ^b	1.13±0.35 ^b
	50	5.00±0.00 ^a	4.88±0.35 ^a	3.75±0.47 ^a	2.25±0.46 ^b	1.50±0.54 ^{ba}
	100	5.00±0.00 ^a	4.88±0.35 ^a	4.00±0.54 ^a	2.86±0.35 ^a	1.75±0.46 ^a
Decay	0	5.00±0.00 ^a	4.63±0.52 ^a	3.00±0.54 ^b	1.87±0.84 ^a	1.25±0.46 ^a
	50	5.00±0.00 ^a	5.00±0.00 ^a	3.63±0.52 ^a	2.25±0.46 ^a	1.38±0.52 ^a
	100	5.00±0.00 ^a	5.00±0.00 ^a	3.86±0.35 ^a	2.37±0.52 ^a	1.50±0.54 ^a
Odor	0	5.00±0.00 ^a	4.50±0.54 ^b	3.00±0.00 ^c	1.63±0.52 ^b	1.00±0.00 ^a
	50	5.00±0.00 ^a	5.00±0.00 ^a	3.63±0.52 ^b	2.13±0.64 ^{ba}	1.00±0.00 ^a
	100	5.00±0.00 ^a	5.00±0.00 ^a	4.00±0.00 ^a	2.63±0.52 ^a	1.13±0.35 ^a
Overall	0	5.00±0.00 ^a	4.38±0.52 ^b	4.00±0.00 ^a	1.75±0.46 ^b	1.00±0.00 ^b
	50	5.00±0.00 ^a	5.00±0.00 ^a	4.00±0.00 ^a	2.38±0.74 ^a	1.25±0.46 ^{ba}
	100	5.00±0.00 ^a	5.00±0.00 ^a	4.00±0.00 ^a	2.88±0.35 ^a	2.00±0.52 ^a

^{a-b} Any means in the same column followed by different letters are significantly ($p < 0.05$) different by Duncan's multiple range test.

요 약

삼계용 닭에 이산화염소수를 농도별로 처리하여 미생물에 대한 살균효과 및 품질에 관련된 이화학적 특성 변화를 연구하였다. 삼계용 닭의 냉장저장 초기 총 호기성 세균은 대조구 4.14 log CFU/g이었고, 50 ppm 처리 시 0.41 log cycle, 100 ppm 처리 시 0.73 log cycle 감소함을 나타냈으며, 이산화염소수 처리 농도 증가에 비례하여 감소하였다. 저장 10일째 총 호기성 세균수는 이산화염소수 100 ppm 처리 시 3.41 log CFU/g에서 6.07 log CFU/g으로 증가한 반면, 대조구는 4.14 log CFU/g에서 6.92 log CFU/g으로 증가하여 저장 기간 동안 대조구와 처리구간의 유의적인 차이를 보였다. pH 와 VBN 값은 저장기간이 증가할수록 증가하였고 처리구와 대조구 간에 유의차를 보이지는 않았다. 관능검사 결과는 삼계용 닭이 저장 7일 이후에는 부패가 진행됨을 보였고, 이산화염소수 처리 농도가 증가할수록 평가점수가 높음을 확인하였다. 따라서, 이산화염소수 처리가 삼계용 닭의 미생물학적 안전성 증진과 저장성 증대에 도움을 준다고 판단된다.

감사의 글

본 연구는 농촌진흥청의 현장협력기술개발사업의 지원으로 이루어진 것으로 감사를 드립니다.

참고문헌

- Patsias, A., Chlouliara, I., Badeka, A., Savvaidis, I.N. and Kontominas, M.G. (2006) Shelf life of a chilled precooked chicken product stored in air and under modified atmospheres: microbiological, chemical, sensory attributes. *Food Microbiol.*, 23, 423-429
- Park, E.J., Park, K.J. and Kim, Y.H. (1995) Quality changes of chicken meat during chilled and freeze storage. *Korean J. Anim. Sci.*, 37, 249-256
- Seo, J.S., Bang, B.H. and Jeong, E.J. (2006) A study on preservation of chicken products. *Korean J. Food Nutr.*, 19, 47-52
- Park, K.J., Park, E.J., Kim, J.O. and Kim, Y.H. (1995) Changes in the microflora on the surface of chicken meat during chilled and frozen storage. *Korean J. Anim. Sci.*, 37, 279-286
- Min, J.S., Shin, D.K., Lee, S.O., Kim, I.S. and Lee M.H. (1999) Effect of γ -irradiation on the physicochemical and sensory characteristics of chicken thigh meat. *Korean J. Anim. Sci.*, 41, 663-670
- Lee, J.W., Lee, K.H., Yook, H.S., Lee, H.J. and Byun, M.W. (1999) Sanitizing and extending of shelf life of chicken meat by gamma irradiation. *J. Food Hyg. Safety*, 14, 160-166
- Göksoy, E.O., James, C. and Corry, J.E.L. (2000) The effect of short-time microwave exposure on inoculated pathogens on chicken and the shelf-life of un inoculated chicken meat. *J. Food Eng.*, 45, 153-160
- Capita, R., Alonso-Calleja, C., García-Fernández, M.C. and Moreno, B. (2002) Activity of trisodium phosphate compared sodium hydroxide wash solutions against *Listeria monocytogenes* attached to chicken skin during refrigerated storage. *Food Microbiol.*, 19, 57-63
- González-Fandos, E. and Dominguez, J.L. (2007) Effect of potassium sorbate washing on the growth of *Listeria monocytogenes* on fresh poultry. *Food Control.*, 18, 842-846.
- Hwang, C.A. and Beuchat, L.R. (1995) Efficacy of a lactic acid, sodium benzoate wash solution in reducing bacterial contamination of raw chicken. *Int. J. Food*

- Microbiol., 27, 91-98
11. Anang, D.M., Rusul, G., Bakar, J. and Ling, F.H. (2007) Effects of lactic acid lauricidin on the survival of *Listeria monocytogenes*, *Salmonella enteritidis* and *Escherichia coli* O157:H7 in chicken breast stored at 4°C. Food Control, 18, 961-969
 12. Owusu Yaw, J., Toth, J.P., Wheeler, W.B. and Wei, C.I. (1990) Mutagenicity and identification of the reaction products of aqueous chlorine or chlorine dioxide with L-tryptophan. J. Food Sci., 55, 1714-1719
 13. Kim, J.M. (2001) Use of chlorine dioxide as a biocide as a biocide in the food industry. Food Ind. Nutr., 6, 33-39
 14. Rand, J.L., Hofmann, R., Alam, M.Z.B., Chauret, C., Cantwell, R., Andrews, R.C. and Gagnon, G.A. (2007) A field study evaluation for mitigating biofouling with chlorine dioxide or chlorine integrated with UV disinfection. Water Res., 41, 1939-1948
 15. Jimenez-Villarreal, J.R., Pohlman, F.W., Johnson, Z.B. and Brown, A.H. (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
 16. Stivarius, M.R., Pohlman, F.W., McElyea, K.S. and Apple, J.K. (2002) Microbial, instrumental color and sensory color and odor characteristics of ground beef produced from beef trimmings treated with ozone or chlorine dioxide. Meat Sci., 60, 299-305
 17. 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
 18. Park, K.H., Oh, M.J. and Kim, H.Y. (2003) Disinfection effect of chlorine dioxide on pathogenic bacteria from marine fish. J. Aquaculture, 16, 118-123
 19. Wu, V.C.H. and Kim, B.C. (2007) Effect of a simple chlorine dioxide method for controlling five foodborne pathogens, yeasts and molds on blueberries. Food Microbiol., 24, 794-800
 20. Lee, S.Y., Dancer, G.I., Chang, S.S., Rhee, M.S. and Kang, D.H. (2006) Efficacy of chlorine dioxide gas against *Alicyclobacillus acidoterrestris* spores on apple surfaces. Int. J. Food Microbiol., 108, 364-368
 21. Park, K.J., Lim, J.H., Kim, J.H., Jeong, J.W., Jo, J.H. and Jeong, S.W. (2007) Reduction of microbial load on radish (*Raphanus sativus* L.) Seeds by aqueous chlorine dioxide and hot water treatments. Korean J. Food Preserv., 14, 487-491
 22. Singh, N., Singh, R.K., Bhunia, A.K. and Strohline, 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. Lebens. Wiss. Technol., 35, 720-729
 23. Ryu, S.H. (2007) Effects of aqueous chlorine dioxide against *Escherichia coli* O157:H7 and *Listeria monocytogenes* on Broccoli served in foodservice institutions. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr., 36, 1622-1627
 24. American public health association. (1995) Standard methods for the examination of water and wastewater. 19th ed. Method. American public health association, Washington DC, USA, p. 4-54
 25. KFDA. (2002) Food code. Korea Food and Drug Administration, Seoul, Korea p. 222-223
 26. SAS. (2001) SAS User's Guide. Statistical Analysis Systems Institute Inc., Cary, NC, U.S.A .
 27. Noss, C.I., Hauchman, F.S. and Olivieri, V.P. (1986) Chlorine dioxide reactivity with proteins. Water Res., 20, 351-356
 28. Bernade, M.A., Snow, W.B., Olivieri, V.O. And Davidson, B. (1967) Kinetics and mechanism of bacterial disinfection by chlorine dioxide. Appl. Microbiol., 15, 257-265
 29. Park, W.M., Choi, W.H., Yoo, I.J., Kim, W.J., Jeon, K.H. and Chung, D.H. (1997) Animal products and processing: Effects of lactic acid bacteria isolated from fermented foods on the microbiological properties of fermented sausages during storage. Korean J. Anim. Sci., 39, 60-61
 30. Lee, S.H., Shin, H.Y., Ku, K.J., Jin, Y.Y., Jeon, S.J., Chae, H.S. and Song, K.B. (2007) Quality change of red meat by chlorine dioxide treatment during storage. Korean J. Food Sci. Technol., 39, 222-227
 31. Tan, F.J., Liao, F.Y., Jhan, Y.J. and Liu, D.C. (2007) Effect of replacing pork backfat with yams (*Dioscorea alata*) on quality characteristics of Chinese sausage. J Food Eng., 79, 858-863