

신선계육의 유통을 위한 Ozone 처리 효과

김일두 · 김순동[†]

효성여자대학교 식품가공학과

Ozone Treatment for Circulation of Fresh Poultry Meat

Il-Doo Kim and Soon-Dong Kim[†]

Dept. of Food Science and Technology, Hyosung Women's University, Kyungsan 713-702, Korea

Abstract

The utilization of ozone as a disinfectant for removing poultry meat microorganisms and then cleaning the poultry rinse water was investigated. When microbial suspensions were treated with ozone at 2,500ppm/min for 40min, microorganisms were not detectable perfectly. The bacteriocidal effect of ozone by temperature was enhanced greater at 7°C than 25°C. All poultry meat microorganisms were killed by ozone treatment at 1,530ppm for 50min. The pathogenic bacteria such as *Salmonella sp.* were more vulnerable and not detected by ozone treatment for 20min. Ozonation of the suspension for 20min and 50min increased light transmission at 500nm to 58% and 145%, respectively. The order of COD removal was ozone treatment (21%), coagulant ((Al)₂SO₄) treatment (41%), ozone treatment after coagulant treatment (54%).

Key words : ozone, fresh poultry meat, microorganisms

서론

우리나라의 현재 닭고기 소비량은 약 160만톤으로 매년 증가 추세에 있으며 2,000년에는 쇠고기 소비량을 앞설 것으로 예측되고 있다¹⁾. 이러한 추세로 봐서 유통과 저장중의 선도유지는 가장 큰 관심거리라 할 수 있다. 계육의 유통과 저장에 있어서 선도유지에 가장 중요한 문제는 미생물의 오염이며 캐나다의 경우 출하 계육의 40%가 *Salmonella*로 오염되었다는 보고²⁾가 있다. Ozone의 처리는 식품의 물성과 외관적 품질을 손상치 않을 뿐 아니라 잔류성 독성문제를 야기시키지 않으므로 유통과 저장을 위한 신선식품의

제조에 관한 이용성이 검토되고 있다. 식품에 ozone을 처리한 연구들을 살펴보면 식수에 함유하는 미생물의 살균효과³⁻⁶⁾와 유기물질의 분해제거^{3,7)}, 탈색과 탈취^{3,8)}, 맛의 개량⁹⁾ 등을 볼 수 있고 신선 조개류 및 선어의 유통^{7,9,10)}, 치즈, 식육 및 계란의 보존¹¹⁾ aflatoxin의 분해^{12,13)}, 곡류, 채소류 및 청과물의 보존^{11,14)} 등 다각적인 연구들을 볼 수 있다.

본 연구는 계육의 유통에 있어서 가장 문제시 되고 있는 미생물의 오염에 대한 ozone 처리효과를 검토하기 위하여 처리조건과 처리계육의 저장성 등을 조사하였고 이때 배출되는 폐수의 정화효과도 검토하였다.

[†]To whom all correspondence should be addressed

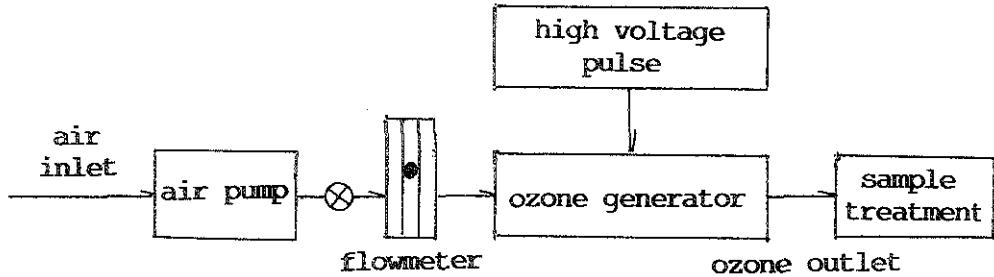


Fig. 1. Schematic diagram of experimental ozone disinfection system.

재료 및 방법

재료

실험용 계육(*Gallus domesticus*)은 평균중량이 1.05kg의 것으로 대구시 지정 도계장에서 구입하여 사용하였다.

Ozone 처리

살균된 면도날을 사용하여 계육의 껍질부분을 벗긴 후 1/2마리분에 멸균 증류수 400ml을 가하여 homogenizer로써 분당 30회전으로 교반하여 추출하고 cheese cloth로 여과하여 ozone처리용 시액으로 하였다.

Ozone 처리는 Fig. 1의 ozone발생장치(실험실 제작)를 사용하였으며 ozone발생량은 분당 1,530~2,500ppm이었다. 처리온도는 7℃에서 행하였으며 ozone의 양은 KI 적정법으로 측정하였다¹⁰⁾.

균수의 계측

총균수는 plate count agar (Difco Lab.)를 사용하여 32℃에서 48시간 평판배양하여 계수하였고 *E. coli*는 desoxycholate agar (Difco Lab.)로 37℃에서 2일간 평판배양하여 적색집락만 계수하였다. 그리고 일반세균중 저온성 세균은 plate count agar를 사용하여 7℃에서 10일간 배양하여 계수하였으며, *Salmonella sp.*를 비롯한 장내 병원성 세균은 선택성이 강한 *Salmonella-Shigella* agar를 사용하여 37℃에서 2일간 평판배양하여 계수하였다. 계수된 균수는 CFU(colony forming unit(log))로 표시하였다.

계육의 ozone 처리 폐수의 오염도 측정

계육을 ozone한 후 얻어지는 폐수를 다시 ozone 처리하였을때 어느 정도 정화되는지를 알기 위하여 500nm에서의 광투과율과 화학적 산소 요구량(COD : chemical oxygen demand) 등을 환경오염 공정시험법¹⁰⁾에 준하여 측정하였다.

결과 및 고찰

계육에 부착한 미생물의 생육에 미치는 ozone 처리 효과

계육에 부착한 미생물의 생육에 미치는 ozone처리 효과를 검토하기 위하여 계육 표피의 증류수 현탁액에 분당 2,500ppm 농도의 ozone을 처리하면서 시간 별로 총균수의 변화를 조사하여 본 결과는 Fig. 2와 같다. 원료 계육에 부착한 총균수는 계육 g당 1.58×10^8 CFU로 마리당은 1.66×10^8 CFU 이었으며 ozone처리 시간의 경과에 따라 비례적으로 총균수는 감소하였고, 40분 처리로서 완전히 제거되었다.

Yang과 Dhelden¹⁷⁾은 살균 시간에 있어서 고농도의 ozone을 시료 현탁액에 5분간 처리하므로써 균을 감지할 수 없었다고 보고 하였는데 이러한 결과는 ozone 농도의 변화에 따라 살균시간을 조절할 수 있음을 나타내나 본 실험에서는 2,500ppm을 처리하였을 경우 육질 및 육미에 다소간 손상을 주었기에 이보다 낮은 농도인 분당 1,530ppm의 ozone을 처리하여 호기성 세균, 저온성 세균, *E. coli* 및 *Salmonella sp.*의 생육에 미치는 영향을 조사해 보았다(Table 1). 그 결과 20분간의 ozone처리로 호기성 세균과 저온성 세균은 각각 65%와 74%의 감소를 보였고, *E. coli* 및 *Salmonella sp.*는 거의 감지 되지 않았다. 이러한 결

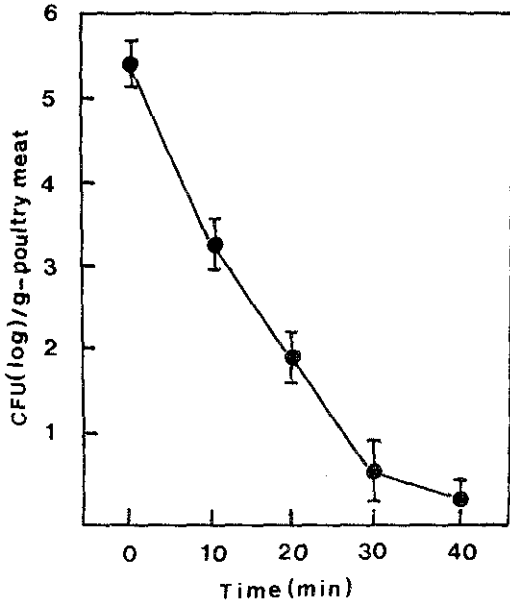


Fig. 2. Reduction of total microbial counts by ozone treatment. Fresh poultry meat at 7°C was treated with ozone at flow rate of 2,500ppm/min. Each value plotted was arithmetic mean \pm SD of 3 experimental replicates.

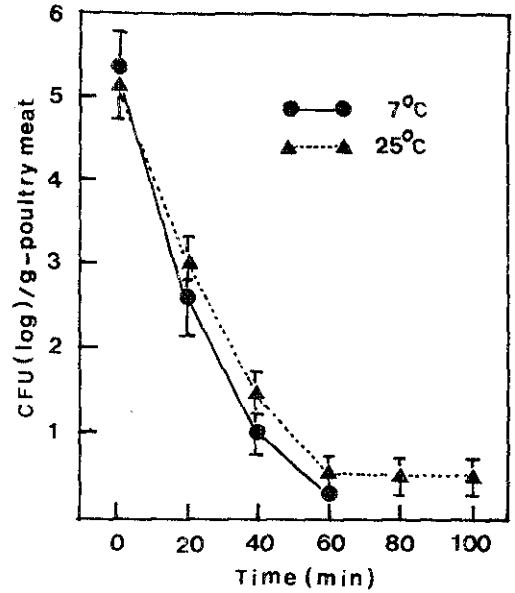


Fig. 3. Effect of ozone treated temperature on the colony forming unit (CFU, log) of poultry meat. Each value plotted was arithmetic mean \pm SD of 3 experimental replicates.

과는 内藤茂三¹⁸⁾의 보고에서 지적한 바와 같이 *Salmonella sp.*와 *Shigella sp.*와 같은 병원성 세균이 다른 일반 세균보다 ozone에 대한 저항성이 떨어진다는 연구결과와 일치하였다. 호기성 및 저온성 세균은 50분간의 ozone 처리로 완전히 사멸되었다.

한편, ozone의 살균 효과에 미치는 온도의 영향을 조사하기 위하여 7°C와 25°C에서 분당 1,530ppm의 유속으로 ozone을 처리한 결과는 Fig. 3과 같다. 50분간 처리한 경우 7°C에서는 총균수가 감지 되지 않았으나 25°C에서는 100분간 처리하여도 완전히 살균되지 않아서 보다 낮은 온도에서 살균 효과가 증가함을 알 수 있었다.

이러한 현상은 온도가 낮을수록 ozone의 용해도가 높고, 용존 ozone으로 오랫동안 존재하기 때문으로 사료¹⁹⁾된다.

폐수의 ozone 처리효과

신선 계육 유통을 위한 ozone 처리가 실용화 될 경우 신선계육을 얻은 후 연속해서 ozone 처리를 한다면 폐수 처리가 매우 편리한 점이 있으므로 이 경우

Table 1. Changes in the level of microbial flora during ozone treatment

Microorganisms	CFU(log) / g-poultry meat		
	Ozone treated time (min)		
	0	20	50
Aerobic bacteria	4.90 \pm 0.06 ^{a)}	1.73 \pm 0.32	ND ^{d)}
Psychrotrophic bacteria	3.83 \pm 0.40	1.00 \pm 0.48	ND
<i>E. coli</i> ^{b)}	3.31 \pm 0.10	0.58 \pm 0.01	ND
<i>Salmonella sp.</i> ^{c)}	1.89 \pm 0.29	ND	ND

^{a)}Most probable number, MPN/ml of rinse water
^{b)}Most probable number, MPN/100ml of rinse water
^{c)}Data represent mean \pm SD of three experiments
^{d)}None detected

를 검토하였다. 즉 증류수 800ml에 계육 1kg(1마리)를 가하여 분당 1,530ppm의 유속으로 20분간 ozone을 처리하여 신선계육을 얻고 이때 배출되는 폐액에 다시 ozone을 1,530ppm/min로 20~50분간 처리하면서 COD 및 광투과율의 변화를 조사하였다(Table 2).

그 결과 처리 직전의 광투과율은 31.3%이었으나 20분간 처리시에는 49.5%, 50분간 처리시에는 76.7%로 투과율의 증가 현상을 나타내었다. 또 COD는 신선계육을 제조한 직후는 203ppm이었으나 50분간

Table 2. Changes in transmittance 500nm and COD of poultry rinse water during ozone treatment¹⁾

	Ozone treated time (min)		
	0	20	50
Transmittance(%) at 500nm	31.3±5.0 (100) ²⁾	49.5±2.3 (158)	76.7±1.6 (245)
COD(ppm)	203±11 (100)	183±18 (90)	160±10 (79)

¹⁾Ozone was bubbled for 0, 20 and 50min with a flow rate of 1,530ppm/min at 7°C

²⁾The values in parenthesis denote percent compared to control (0 time)

ozone을 처리하였을 때는 160ppm으로 21% 감소율을 보였다.

이와 같은 현상은 Knight²⁶⁾과 Srisanker와 Patterson²⁷⁾ 등이 보고한 바와 같이 단백질 및 지방과 같은 혼탁부유물이 ozone처리에 의하여 산화 분해되어 용해도가 증가하기 때문으로 생각된다. 그리고 ozone에 의한 폐수의 정화효과를 검토하기 위하여 Fig. 4에서는 일반적으로 COD 제거용으로 사용되는 (Al)₂SO₄를 200~1000ppm으로 처리하였으며, Fig. 5에서는 Fig. 4에서 효과적인 결과를 보인 600ppm의 (Al)₂SO₄를 처리한 후 1,530ppm/min의 ozone을 처리하였을 때 COD_{Mn} 변화를 조사해 보았다. Table 2와 Fig. 4에서 보는 것 같이 ozone 처리가 폐수처리에 상당한 효과가 있는 것으로 나타났지만 ozone 처리가 응집처리 효과보다 COD 제거율이 낮은 것은 시료 현탁액에 부유성 고형물 성분이 많기 때문에 ozone 처리효과를 감소시킨 것으로 사료²⁸⁾된다.

그러므로 Fig. 5의 결과에서와 같이 COD_{Mn}의 농도가 높은 계육 폐수에는 (Al)₂SO₄와 같은 화학제와 ozone을 병용한다면 20분과 50분 처리시 105ppm과 95ppm으로 ozone만 처리시의 168ppm과 145ppm 보다 더욱 효과적인 결과를 기대할 수 있을 것이다.

요 약

Ozone을 이용한 계육에 오염되어 있는 미생물의 살균과 이때 배출되는 계육처리수의 정화에 미치는 ozone 처리효과를 검토하였다. 미생물이 오염된 계육 (1.58×10^6 CFU/g)을 2,500ppm/min 유속의 ozone으로 40분 처리시 완전 살균제거 되었으며, 7°C의 낮은

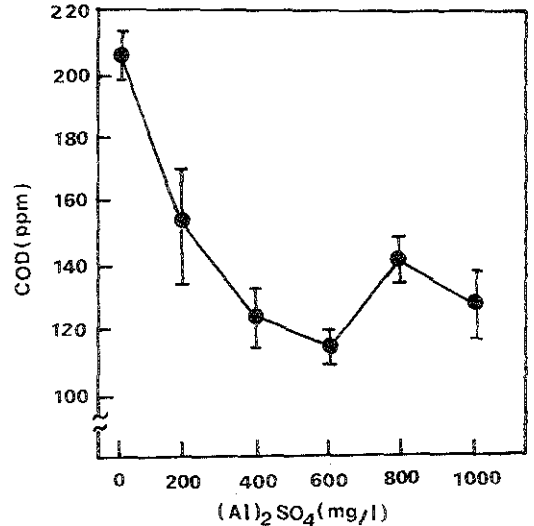


Fig. 4. Effect of (Al)₂SO₄ treated concentration on the COD of poultry rinse water. Each value plotted was arithmetic mean±SD of 3 experimental replicates.

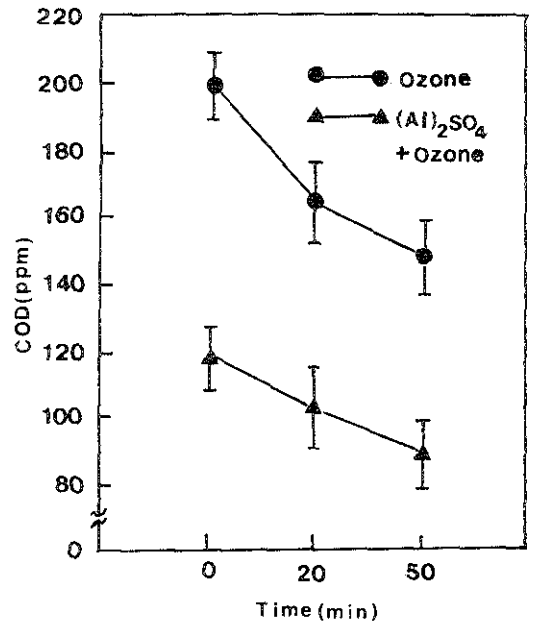


Fig. 5. Effect of ozone and (Al)₂SO₄ ozone on the reduction of COD of poultry rinse water. Ozone was bubbled with 1,530ppm/min flow rate at 7°C and ozone was treated same condition after treatment of 600ppm of (Al)₂SO₄.

온도가 25℃ 보다 높은 살균효과를 나타내었다. 1, 530ppm/min의 ozone으로 시료를 50분 처리하였을 때 각종 계육오염 미생물이 완전 살균되었으며, 특히 *Salmonella sp.*와 같은 병원성 세균은 20분 처리에서 완전 사멸되었다. 폐수에 1,530ppm/min의 ozone을 50분간 처리하였을 때 광투과율은 145%가 증가하였고, COD 제거율은 ozone 처리 21%, 600ppm의 (Al)₂SO₄로 응집처리할 경우는 41%, (Al)₂SO₄로 응집처리후 ozone 처리한 경우는 54% 이었다.

문 헌

1. 畜産業協同組合中央會：畜産觀測年報, 90(2), 44 (1990)
2. El-Wakil, F. A., Salwa, B. M., Magdi, E. and Nadia, A. M. S. : Preservation by irradiation. Vienna, p.467 (1978)
3. 堀江正治：オゾンに上る水處理技術. 食品工業, 10, 63(1970)
4. Cotruvo, J. A. : Investigation of mutagenic effect of products of ozonation reactions in water. *Annals N. Y. Academy of Sciences*, 298, 124 (1977)
5. Bursleson, G. R. and Caulfield, M. J. and Morris, P. : Ozonation of mutagenic and carcinogenic polyaromatic amines and polyaromatic hydrocarbons in water. *Cancer Reserch.*, 39, 2149(1979)
6. 池畑昭：オゾンの環境汚染處理への應用. 靜電氣學會誌, 7(3), 167(1983)
7. Rice, R. G. and Browing, M. E. : Ozone treatment of industrial wastewater. Noyes data corporation, U.S.A., p.85 (1981)
8. Kim, B. B., Hayase, F. and Hiromichi, K. : Decolorization and degradation products of melanoidins on ozonolysis. *Agric. Biol. Chem.*, 49(3), 785(1985)
9. 食品과 衛生社：月刊 食品과 衛生. p.118 (1986)
10. Tatsuichi, H., Usio, S. and Kazuyoshi, A. : Preserving effect of ozone to fish. *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.*, 35(9), 915(1969)
11. 清水博則：オゾン利用による加工食品の保存技術・ヤパンフードサイエンス, 23(7), 24(1984)
12. Dolara, P., Ricci, V., Burrini, D. and Griffini, O. : Effect of ozonation and chlorination on the mutagenic potential of drinking water. *Bull. Environm. Toxicol.*, 27, 1(1981)
13. Michael, J. C., Gary, R. B. and Morris, P. : Ozonation of mutagenic and carcinogenic alkylating agents, pesticides, aflatoxin B₁ and benzidine in water. *Cancer Research*, 39, 2155(1979)
14. 荏原實業(株)：オゾンによる食品保存について. 日本食品機械裝置, 10, 73(1983)
15. 岡崎幸子, 小駒益弘, 杉光英俊：オゾンの測定方法. 日本靜電氣學會誌, 7(3), 176(1983)
16. 김남천, 이완구：下. 廢水分析. 동화기술(東和技術), p.273 (1988)
17. Yang, P. P. W. and Chen, T. C. : Stability of ozone and its germicidal properties on poultry meat microorganisms in liquid phase. *J. Food Sci.*, 44(2), 501(1979)
18. 内藤茂三：オゾンによる加工食品の變敗防止・ツバフードサイエンス, 24(9), 23(1985)
19. Knight, K. L. and Mudd, J. B. : The reaction of ozone with glyceraldehyde-3 phosphate dehydrogenase. *Archiv. Biochem. Biophys.*, 229(1), 259(1984)
20. Srisanker, E. V. and Patterson, L. K. : Reaction of ozone with fatty acid monolayers : A model system for disruption of liquid molecular assemblies by ozone. *Archiv. Environ. Health*, 9(10), 346(1979)

(1991년 4월 15일 접수)