

Microwave Plasma Sterilization System을 이용한 배추 절임수의 미생물 저감화

유동진¹ · 신윤지¹ · 김현진¹ · 송현정¹ · 이지혜¹ · 장성애¹ · 전소정¹ · 흥순택¹ · 김성재² · 송경빈^{1†}

¹충남대학교 농업생명과학대학 식품공학과

²진양 플라텍

Microbial Inactivation in Kimchi Saline Water Using Microwave Plasma Sterilization System

Dong Jin Yu¹, Yoon Ji Shin¹, Hyun Jin Kim¹, Hyeon Jeong Song¹, Ji Hye Lee¹, Sung Ae Jang¹,
So Jung Jeon¹, Soon Taek Hong¹, Sung Jae Kim², and Kyung Bin Song^{1†}

¹Dept. of Food Science & Technology, Chungnam National University, Daejeon 305-764, Korea

²Jinyang Platech Co., Chungnam 339-812, Korea

Abstract

This study was conducted to decrease the microbial hazard in kimchi saline water with microwave plasma sterilization system and to evaluate the inactivation of foodborne pathogens by the microwave plasma sterilization system as a non-thermal treatment. Contamination of coliform, *Escherichia coli*, and yeasts and molds were detected in the used saline water, and the microbial populations increased as the saline water was reused repeatedly. The D₁₀-values of *E. coli* O157:H7, *Salmonella* Typhimurium, and *Listeria monocytogenes* by the microwave plasma sterilization system were 0.48, 0.52, and 0.45 cycle, respectively. In addition, the microbial populations of coliform, *E. coli*, *Salmonella* spp., total aerobic bacteria, and yeasts and molds in the used kimchi saline water were significantly decreased by treating the saline water using the microwave plasma sterilization system. Therefore, these results suggest that microwave plasma sterilization system can be useful in improving the microbial safety of the used saline water.

Key words: kimchi, saline water, microwave plasma, UV-C, sterilization

서 론

김치는 배추나 무를 소금 절임한 후 부재료와 혼합하여 발효시킨 한국 고유의 전통 발효식품이다. 그러나 배추의 절임 과정에서 수용성 비타민, 당, 유리 아미노산 등이 배추로부터 빠져 나오게 되는데, 이러한 가용성 물질이 김치의 맛에 큰 영향을 주기 때문에 절임 공정은 김치의 맛을 좌우하는데 있어서 매우 중요한 공정이라고 할 수 있다(1-3). 이러한 절임 공정에서 많은 양의 염수가 필요한데, 현재 김치 절임수의 미생물학적 안전성이 확보되지 않은 상태에서 김치 제조업체에서는 많이 사용 시, 5회 이상 재사용되고 있는 실정이다.

김치 공장에서 절임 공정을 거친 후 배출되는 폐절임수의 양이 여름의 경우에는 주당 약 120 m³ 발생된다(4). 따라서 배추절임 후 발생하는 폐절임수를 폐수처리 하여도 여전히 염농도가 높기 때문에 수질 오염의 우려가 있고, 폐수처리에 추가적인 비용이 요구되며, 또한 폐절임수에는 가용성 고형분 함량이 많아 적절한 처리를 하지 않고 재사용을 한다

면, 미생물 증식에 의해 김치의 품질이 저하되는 원인이 된다(5-7).

현재까지 연구되어 왔던 김치 절임수의 재사용에 관한 방법들은 전기투석을 이용한 염 회수 법(8), 정밀여과 공법에 의한 염수 재처리 방법(9), 오존을 이용한 염수 재사용 방법(10) 등이 연구되었지만 효과가 미비하거나 막대한 운영비용 등의 문제로 실제 산업현장에서 적용하기에는 무리한 상황이어서 절임수 재활용을 위한 보다 적절한 살균처리 방법이 필요하다.

따라서 그 대체방안으로 본 연구에서 사용하고자 하는 microwave plasma sterilization system의 경우, 사용되는 plasma 램프가 무전극 형태로 램프 내부에서 microwave에 의해 UV를 발생시켜서 살균시키는데, 일반 전극형 UV램프에 비해 그 수명이 반영구적이어서 난분해성 물질의 잔류, 슬러지 생성, 다량의 화학약품 사용으로 인한 유지비용이 많이 드는 문제점을 보완하고, 화학 첨가제 사용, 열처리 등의 방법이 필요치 않아 다른 살균 처리 방법과 비교하여 짐재적 위해 요소에 대한 소비자 거부감이 적다(11).

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

따라서 본 연구에서는 김치공장에서 발생하는 폐염수를 재활용하기 위하여, microwave plasma sterilization system을 통한 김치 절임수를 살균 처리함으로써, 절임수의 미생물학적 안전성을 확보하고자 하였다.

재료 및 방법

실험재료

김치 절임수는 충청북도 음성군에 위치한 A 김치공장에서 1, 2, 3, 5회 반복 사용한 절임수를 채취하여 시료로 사용하였으며, 미생물 배양을 위한 배지로는 MacConkey agar(Difco Co., Detroit, MI, USA), oxford medium base(Difco), XLD agar(xylose lysine deoxycholate agar, Difco), PCA(plate count agar, Difco), PDA(potato dextrose agar, Difco), coliform count plate(Petrifilm, 3M Co., St. Paul, MN, USA)를 사용하였다.

실험에 사용한 균주는 *Esherichia coli* O157:H7(ATCC 43895), *Salmonella* Typhimurium(KCTC 2514), *Listeria monocytogenes*(KCTC 3710)를 분양받아 사용하였다.

미생물 배양

E. coli O157:H7과 *S. Typhimurium*은 TSB(trryptic soy broth, Difco)를 사용하여 배양하였다. *E. coli* O157:H7의 배양조건은 37°C에서 24시간 배양하였고, *S. Typhimurium*은 37°C에서 48시간 배양하였다. *L. monocytogenes*는 Listeria enrichment broth base(Oxoid, Basingstoke, Hants, UK)를 37°C에서 48시간 배양하였다. 배양된 cell culture는 3회 washing 하였는데 washing은 4°C에서 $1,750 \times g$ 로 15분 원심분리한 후 0.1% sterile peptone water로 resuspend 시켰다.

Microwave plasma sterilization system

Microwave plasma sterilization system(JY platech Co., Yeongi, Korea)(Fig. 1)은 magnetron에서 상업적으로 microwave oven에 허용되어 있는 주파수인 2450 MHz의 microwave를 발생시켜 microwave guide tube를 통해 무전

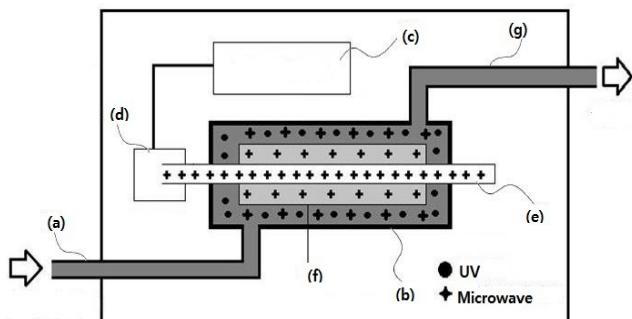


Fig. 1. Schematic diagram of microwave plasma sterilization system. (a) saline water inlet, (b) sterilization chamber, (c) microwave power supply, (d) magnetron, (e) microwave guide tube, (f) plasma lamp, (g) saline water outlet.

극 UV 램프에 전달되었다(11). 무전극 UV 램프는 그 재질이 석영으로 이루어져 있고, 전극 없이 그 내부에 microwave에 의해 자외선을 발생시킬 수 있는 argon gas가 봉입되어 있으며, microwave가 이 gas를 여기시켜 자외선을 발생시켰다. 본 연구에서 김치 절임수 살균, 소독 목적으로 개발, 고안된 장치는 무전극 램프에서 발생하는 UV 중 살균력이 뛰어난 UV-C와 microwave 일부가 발생하여 sterilization chamber로 흐르는 절임수에 조사됨으로써 살균되는 장치를 사용하였다.

Microwave plasma 살균장치에 의한 병원성 미생물의 불활성화

주요 식중독균을 microwave plasma sterilization system을 사용하여 살균 처리하였다. 주요 식중독균의 초기의 균수가 $4\sim6$ log CFU/mL가 되게 준비한 후 microwave plasma 살균 처리하였다. 이 과정을 1, 2, 3, 4, 5회 반복 처리하였고, 처리 후 바로 serial dilution 하여 배지에 spreading 하였다. 배지는 *E. coli* O157:H7은 MacConkey agar를 이용하여 37°C에서 24시간, *S. Typhimurium*은 XLD agar 37°C에서 24시간, *L. monocytogenes*는 Oxford medium base를 사용하였으며 37°C에서 48시간 배양한 후 colony를 계수하였다. 검출된 미생물 수는 시료 mL 당 colony forming unit(CFU)로 나타냈다.

Microwave plasma 살균장치에 의한 절임수의 미생물 불활성화

김치공장 현장에서 반복 사용한 김치 절임수 시료를 microwave plasma sterilization system을 사용하여 총 5회까지 반복 처리하였다. 살균 처리 직후 절임수 시료를 serial dilution 하여 각각 선택배지에 spreading하였다. Coliform은 coliform count plate를 사용하여 37°C에서 24시간, *E. coli*는 MacConkey agar를 사용하여 37°C에서 24시간, *Salmonella* spp.는 XLD agar를 사용하여 37°C에서 24시간, total aerobic bacteria는 PCA를 사용하여 37°C에서 48시간, yeasts and molds는 PDA를 사용하여 37°C에서 72시간 배양한 후 colony를 계수하였다. 검출된 미생물 수는 시료 mL당 CFU로 나타냈다.

D₁₀-value 측정

Microwave plasma 살균 처리에서 살아남은 미생물은 각 선택배지에서 형성된 colony를 계수하여 CFU로 나타냈다. 처리 횟수에 따라 계수된 미생물 수를 기초로 한 survival plot의 slope로부터 미생물 수를 90% 감소시키는데 필요한 microwave plasma 살균 장치의 처리 횟수를 D₁₀-value로 하여 계산하였다.

통계분석

모든 실험 결과의 유의성 검정은 SAS program(12)을 사용하여 $p<0.05$ 수준에서 Duncan's multiple range test 방법

Table 1. Change in the microbial populations in the kimchi saline water

Microorganism	Frequency of use					(log CFU/mL)
	0	1	2	3	5	
Coliform	ND ¹⁾	2.45±0.13 ^{c2)}	2.34±0.07 ^c	3.44±0.05 ^b	4.60±0.04 ^a	
<i>E. coli</i>	ND	3.64±0.07 ^c	3.53±0.11 ^c	4.27±0.19 ^b	4.90±0.05 ^a	
<i>Salmonella</i> spp.	ND	ND	0.67±0.47 ^c	1.34±0.04 ^b	1.99±0.07 ^a	
Total aerobic bacteria	2.85±0.01 ^e	4.62±0.03 ^d	5.06±0.06 ^c	6.10±0.01 ^b	6.55±0.06 ^a	
Yeasts and molds	1.10±0.17 ^d	3.54±0.11 ^c	3.39±0.06 ^c	4.30±0.05 ^b	4.70±0.05 ^a	

¹⁾Not detected.²⁾Means in the same row followed by different letters are significantly ($p<0.05$) different by Duncan's multiple range test.

을 사용하여 통제처리를 하였다. 실험 결과는 평균±표준편차로 나타내었다.

결과 및 고찰

김치 절임수의 위해도 평가

김치 절임수의 위해도를 평가하기 위해서 재사용된 김치 절임수의 반복 횟수에 따른 coliform, *E. coli*, *Salmonella* spp., total aerobic bacteria, yeasts and molds 등 미생물 수 변화를 측정하였다(Table 1). 한 번도 사용하지 않은 절임수의 경우, coliform, *E. coli*, *Salmonella* spp.는 검출되지 않았지만 total aerobic bacteria와 yeasts and molds의 경우 2.85, 1.10 log CFU/mL로 검출되어, 사용된 소금에 의하거나 절임수의 제조 과정 중 오염된 것으로 판단된다.

1회 이상 재사용된 김치 절임수의 경우, coliform은 1, 3, 5회 사용한 후에 2.45, 3.44, 4.60 log CFU/mL로 사용 횟수가 증가할수록 coliform의 수 역시 증가하는 추세를 나타내었고, *E. coli* 경우도 1, 3, 5회 사용한 후 3.64, 4.27, 4.90 log CFU/mL로 증가하였다. 그리고 total aerobic bacteria도 1, 3, 5회 사용한 후 4.62, 6.10, 6.55 log CFU/mL, yeasts and molds 경우는 3.54, 4.30, 4.70 log CFU/mL로 각각 증가하였다. 한편, *Salmonella* spp. 경우, 1회 사용 후에는 검출이 되지 않았으나 3, 5회 사용 후에는 각각 1.34, 1.99 log CFU/mL로 검출되었다. 따라서 절임수의 반복 사용 시 *Salmonella*의 오염이 문제될 수도 있다는 것을 시사한다. Yoon 등(13)의 봄배추 절임 공정 중 재사용 염수의 화학적 특성변화에 관한 연구에서도 본 실험과 유사한 결과가 보고된 바가 있고, 또한 Shin 등(14)의 김치용 배추절임 염수의 재사용 가능성 평가에 관한 연구에서도 유사한 결과가 보고된 바가 있다. 특히 절임 과정 중 배추로부터 당류 등이 지속적으로 용출되어 절임수의 가용성 고형분 함량이 점차 증가하고(13,14), 또한 미생물이 증가하는 것은 김치 제조 시 사용되는 재료들의 대부분이 토양에서 수확되기 때문에 coliform 등 다양한 미생물 오염 등에 노출이 되고, 절임수를 반복 사용함에 따른 미생물의 증식에 의한 것으로 판단된다.

김치는 다른 가공식품과는 달리 별도의 살균처리를 하지 않고 발효를 통하여 제조하기 때문에 김치의 원부재료로부터 이행되는 각종 미생물로부터 이상발효가 일어날 수 있다. 따라서 김치 절임수에서 미생물 수 증가는 최종 김치의 품질

에 나쁜 영향을 주기 때문에, 김치 절임수의 반복 사용에 있어서 적절한 방법을 통한 김치 절임수의 미생물 수 저감화 방안이 반드시 필요하다고 판단된다.

Microwave plasma sterilization treatment에 의한 병원성 미생물의 불활성화

Microwave plasma sterilization treatment에 의한 병원성 미생물의 불활성화 연구를 위하여, 먼저 주요 식중독균 중 김치 절임수에서 검출된 *E. coli*와 절임수의 반복 사용 시 문제될 수 있는 *Listeria*와 *Salmonella*에 대한 microwave plasma sterilization system에 의한 살균 효과를 측정하였다. *E. coli* O157:H7에 대한 microwave plasma 살균 처리는 처리 횟수에 따른 survival plot이 전형적인 1st order 유형을 보였는데(Fig. 2a), 1회 처리 후 초기 균수에서 2.36 log CFU/mL 감소를 보였고, 2회 처리 시 모두 사멸시켰다. 반면에 *L. monocytogenes*의 경우에는 1, 2회 처리 후 각각 1.82, 4.26 log CFU/mL의 감균 효과를 보였고(Fig. 2b), *S. Typhimurium*은 각각 2.28, 5.00 log CFU/mL의 감균 효과를 보였다(Fig. 2c). 초기 식중독균의 초기 균수가 4~7 log CFU/mL이었는데, *E. coli* O157:H7는 2 cycle, *L. monocytogenes*, *S. Typhimurium*은 3 cycle 처리에 의해 미생물을 사멸시킬 수 있었다. 각 식중독균의 survival plot의 slope으로부터 D_{10} -value를 구한 결과, *E. coli* O157:H7, *L. monocytogenes*,

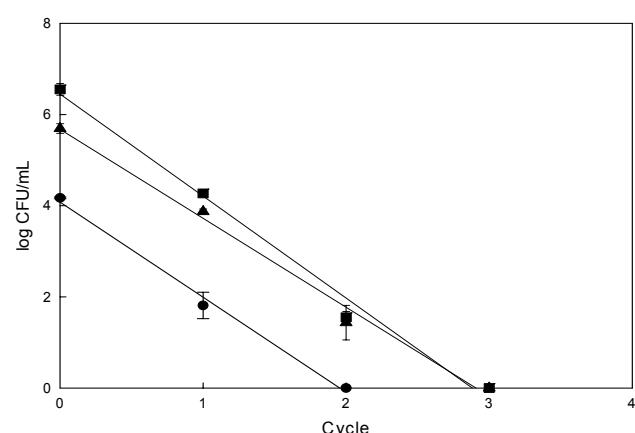


Fig. 2. Effect of microwave plasma sterilization treatment on the survival of microorganisms. a) ●: *Esherichia coli* O157:H7, b) ▲: *Listeria monocytogenes*, c) ■: *Salmonella* Typhimurium. Bars represent standard error.

Table 2. Effect of microwave plasma sterilization treatment on the microbial populations in the kimchi saline water
(log CFU/mL)

Microorganism	Treatment (cycle)					
	0	1	2	3	4	5
Coliform	2.45±0.13 ^{a1)}	1.94±0.10 ^b	0.48±0.00 ^c	ND	ND	ND
<i>E. coli</i>	3.64±0.07 ^a	2.60±0.12 ^b	1.80±0.17 ^c	ND	ND	ND
<i>Salmonella</i> spp.	ND ²⁾	ND	ND	ND	ND	ND
Total aerobic bacteria	4.62±0.03 ^a	4.11±0.07 ^b	3.26±0.14 ^c	2.54±0.16 ^d	1.68±0.25 ^e	0.67±0.58 ^f
Yeasts and molds	3.54±0.11 ^a	2.64±0.07 ^b	2.16±0.14 ^c	1.36±0.32 ^d	ND	ND

¹⁾Means in the same row followed by different letters are significantly ($p<0.05$) different by Duncan's multiple range test.

²⁾Not detected.

S. Typhimurium 각각 0.48, 0.52, 0.45 cycle로 측정되었다 (Fig. 2).

본 연구에서 사용한 microwave plasma sterilization system은 microwave plasma에 의해 발생된 UV-C와 microwave 자체에 의한 살균 방법으로써, 특히 기존의 UV 살균과는 달리 무전극 램프에서 발생된 UV-C는 180~280 nm의 파장으로, UV-A(300~400 nm)나 UV-B(280~320 nm)보다 파장이 짧아 미생물의 사멸효과가 가장 큰 것으로써, 미생물의 DNA에 변형이 일어나게 함으로써 미생물을 사멸시킨다(15,16). 이와 같은 사례는 Keyser 등(17)의 UV를 이용한 과일 음료의 살균에 관한 연구와 Allende 등(18)의 UV-C를 이용한 상추의 저장성 향상에 관한 연구에서도 보고된 바가 있다. 따라서 기존 UV-C 살균장치보다 램프의 수명이 반영구적인 장점과 더불어 microwave 자체에 의한 부수적인 살균효과를 갖기에 김치 절임수에 적용함에 있어서 현장 적용성의 수월함과 비용 측면에서 바람직하다고 판단된다.

Microwave plasma sterilization system에 의한 김치 절임수에의 적용

1회 사용한 김치 절임수의 microwave plasma sterilization system에 의한 살균효과를 측정하였다(Table 2). Coliform은 1, 2회 처리 시, 각각 0.51, 1.97 log CFU/mL의 감균 효과를 보였고, *E. coli*는 각각 1.04, 1.84 log CFU/mL의 감균 효과를 보였으며, coliform과 *E. coli* 모두 3회 처리 후로는 검출되지 않았다. 반면에 total aerobic bacteria는 1회부터 5회 처리 시 각각 0.51, 1.36, 2.08, 2.94, 3.95 log CFU/mL의 감균 효과를 보였고, yeasts and molds의 경우 1, 2, 3회 각각 0.9, 1.38, 2.18 log CFU/mL의 감균 효과를 보였다(Table 2). 이러한 결과는 Yoon과 Kim(9)의 배추 절임 중 반복사용 폐염수의 여과처리를 통한 미생물 감균 효과에 비해 microwave plasma sterilization system에 의한 살균 효과가 보다 높다는 것을 알 수 있다. 특히, microwave plasma를 이용한 김치 절임수의 살균 처리는 처리 후에도 염도의 변화가 없기에 절임수의 재활용에 적합하다. 그리고 주요 식중독균의 pure culture의 살균 효과(Fig. 2)와 비교했을 때, 김치 절임수의 미생물 수 감균 효과가 떨어지는 이유로는 김치 절임수 내의 유기물 등 부유물질에 의한 탁도가 그 원인이라 생각된다

(19). 그러나 김치 절임수의 경우 본 연구에서 사용된 microwave plasma sterilization system은 처리용량이 1,000 kg/hr로 짧은 시간에 반복적인 살균이 가능하므로, 본 장치를 통한 김치 절임수의 재활용은 가능하고 또한 미생물학적 안전성이 확보된 상태에서 기존 재이용 횟수에 비하여 훨씬 많은 반복적인 재활용이 가능하다고 판단된다.

요약

김치 제조 공정에서 사용되는 김치 절임수의 미생물학적 안전성 확보와 재활용을 위한 연구로써, 본 연구에서는 microwave plasma sterilization system을 이용한 김치 절임수의 미생물 수 저감화를 위하여, *E. coli* O157:H7, *L. monocytogenes*, *S. Typhimurium*에 대한 살균 효과를 측정하고, 또한 사용한 김치 절임수에 본 장치를 적용하였다. 김치 공장에서 반복 사용한 절임수에 있는 coliform, *E. coli*, *Salmonella* spp., total aerobic bacteria, yeasts and molds가 사용횟수가 늘어남에 따라 미생물 수가 증가하였다. Microwave plasma를 이용한 살균처리에서는 *E. coli* O157:H7, *L. monocytogenes*, *S. Typhimurium*의 D_{10} -value가 0.48, 0.52, 0.45 cycle로 각각 측정되었고, 또한 1회 사용한 절임수에 microwave plasma sterilization system 적용 시, coliform, *E. coli*, *Salmonella* spp., total aerobic bacteria, yeasts and molds 숫자가 유의적으로 감소하였다. 따라서 본 연구 결과, 김치공장의 김치 절임수를 재사용하기 위해서 microwave plasma sterilization system을 이용한 살균방법이 적합하다고 판단된다.

감사의 글

본 연구는 2010년 중소기업청의 지원을 받아 수행한 연구 결과로 이에 감사드립니다.

문헌

- Shim YH, Ahn GJ, Yoo CH. 2003. Characterization of salted Chinese cabbage in relation to salt content, temperature and time. *Korean J Soc Food Cookery Sci* 19: 210-215.
- Han KY, Noh BS. 1996. Characterization of Chinese cab-

- bage during soaking in sodium chloride solution. *Korean J Food Sci Technol* 28: 707-713.
3. Rhee HS, Lee CH, Lee GJ. 1987. Changes in the chemical composition and textural properties of Korean cabbage during salting. *Korean J Soc Food Cookery Sci* 3: 64-70.
 4. Lee JH, Kim BG, Lee SH, Lee HS, Kim JH, Ji HS, Hwang JH, Ko JH, Jo JS, Lee DJ. 1997. *Low and non-waste process technology; reuse of brining wastewater in kimchi industry*. Institute of Environmental Science and Engineering of Seoul National University, Seoul, Korea. p 17.
 5. Choi MH, Ji GE, Koh KH, Ryu YW, Jo DH, Park YH. 2002. Use of waste Chinese cabbage as a substrate for yeast biomass production. *Bioresour Technol* 83: 251-253.
 6. Yi HS, Kim JH, Hyung H, Lee SH, Lee CH. 2001. Cleaner production option in a food (kimchi) industry. *J Clean Prod* 9: 35-41.
 7. Han ES, Seok MS. 1996. The development of salting-process of Chinese cabbage for kimchi processing plant. *Food Ind Nutr* 1: 50-70.
 8. Moon SH, Choi JH. 1998. A feasibility study on recovery of salt from kimchi processing wastewater by electrodialysis. *Korean J Soc Environ Eng* 20: 811-821.
 9. Yoon HH, Kim DM. 2002. Effects of filtration on the characteristics of reused waste brine in kimchi manufacturing. *Korean J Food Sci Technol* 34: 444-448.
 10. Lee KH. 2008. Effect of ozone treatment for sanitation of Chinese cabbage and salted Chinese cabbage. *Korean J Soc Food Sci Nutr* 37: 90-96.
 11. Song KB, Yu DJ, Shin YJ, Hong ST, Kim SJ. 2010. Microbial inactivation method of Kimchi saline water using microwave-plasma sterilization system. *Korean Patent* 10-2010-0101029.
 12. SAS Institue. 2001. *SAS system for windows*. Institute Inc., Cary, NC, USA.
 13. Yoon HH, Jin SK, Choi HK, Choi SK, Kim DM. 1999. Changes of chemical characteristics in reused brines during salting process of spring Chinese cabbage. *Korea J Food Eng Prog* 3: 199-204.
 14. Shin DH, Hong JS, Oh JA, Ahn YS. 2000. Evaluation of brine recycling on salting of Chinese cabbage for kimchi preparation. *Korean J Food Hyg Safety* 15: 25-29.
 15. Chun HH, Kim JY, Lee BD, Yu DJ, Song KB. 2010. Effect of UV-C irradiation on the inactivation of inoculated pathogens and quality of chicken breasts during storage. *Food Control* 21: 276-280.
 16. Sastry SK, Datta AK, Worobo RW. 2000. Ultraviolet light. *J Food Safety* 65: 90-92.
 17. Keyser M, Muller IA, Cilliers FP, Nel W, Gouws PA. 2008. Ultraviolet radiation as a non-thermal treatment for the inactivation of microorganisms in fruit juice. *Innov Food Sci Emerg Technol* 9: 348-354.
 18. Allende A, McEvoy JL, Luo Y, Artes F, Wang CY. 2006. Effectiveness of two-sided UV-C treatments in inhibiting natural microflora and extending the shelf-life of minimally processed 'Red Oak Leaf' lettuce. *Food Microbiol* 23: 241-249.
 19. Shaban AM, El-Taweel GE, Ali GH. 1997. UV ability to inactivate microorganisms combined with factors affecting radiation. *Water Sci Technol* 35: 107-112.

(2010년 10월 15일 접수; 2010년 12월 8일 채택)