

Microwave Plasma Sterilization System 처리가 옥수수수염 차의 저장 중 *Escherichia coli* 및 *Listeria monocytogenes*의 생육 저해에 미치는 영향

- 연구노트 -

유동진 · 최동원 · 신윤지 · 송혜연 · 송경빈[†]

충남대학교 농업생명과학대학 식품공학과

Inactivation of Foodborne Pathogenic Bacteria in Corn Silk Tea Using a Microwave Plasma Sterilization System

Dong Jin Yu, Dong Won Choi, Yoon Ji Shin, Hye Yean Song, and Kyung Bin Song[†]

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

Abstract

Inactivation of foodborne pathogenic bacteria in corn silk tea was evaluated using a microwave plasma sterilization system (MPSS). Corn silk tea was inoculated with *Escherichia coli* and *Listeria monocytogenes*, treated with an MPSS treatment, and stored at 25°C for 12 days. The one, two, and three cycles of treatment with MPSS reduced the population of *E. coli* by 1.14, 2.49, and 5.72 log CFU/mL, respectively, compared to that of the control. In the case of *L. monocytogenes*, one, two, and three cycles of MPSS treatment reduced the population by 1.93, 4.49, and 6.62 log CFU/mL, respectively. Both *E. coli* and *L. monocytogenes* were eliminated within four cycles of treatment with MPSS, and even after 12 days of storage, the bacteria were not detected. Total polyphenol content in the corn silk tea did not change much among treatments, and turbidity of the corn silk tea improved following four cycles of MPSS treatment. These results suggest that MPSS treatment can be useful for improving the microbial safety and quality of corn silk tea during storage.

Key words: corn silk, microwave plasma sterilization system, pathogens, inactivation

서 론

최근 식생활 형태가 많이 변화하여, 식품의 기능성이나 편리성을 중시하는 제품이 많이 유통되고 있고(1), 또한 즉석가공식품이나 편의식품의 소비가 증가하고 있어서, 이에 관련 연구 및 기술개발이 중요시 되고 있다(2). 특히, 웰빙(well-being)이 알려지면서 차 음료 시장이 빠르게 성장하고 있다(3).

옥수수수염은 이담작용 및 이뇨작용에 효과가 있어서 주로 한약재로 소비되었는데, 최근에는 옥수수수염에 함유된 여러 성분들의 약리적인 기작이 점차 밝혀짐에 따라 그 가치가 재인식 되어 옥수수수염차 등 음료 형태로 소비가 늘어나고 있는 추세이다(4-6). 그러나 옥수수수염 차는 pH가 중성이고 상온에서 일반적으로 유통되기에 미생물의 번식이 용이하며, 또한 상온에서 휴대하고 다니면서 반복 섭취하는 경우가 많아 초기 미생물 제어가 반드시 필요하다.

가공식품의 미생물 사멸 관련한 물리적인 비가열처리 방법 중의 하나인 ultraviolet(UV)는 파장 100~400 nm 범위의 전자기파를 말하는데, 파장의 크기에 따라 UV-A(315~400

nm), UV-B(280~315 nm), UV-C(100~280 nm)로 구분되며, UV-C가 주로 살균 소독에 사용된다(7). UV-C는 DNA base에 손상을 일으켜 미생물을 사멸시키는 것으로 알려져 있다(7,8). 특히 UV-C를 이용한 살균방법은 다른 화학적 살균방법보다 안전하며 감마선이나 전자빔 처리 방법과 비교하여 소비자의 거부감이 적다는 장점을 가지고 있다(8-10). UV 살균은 분말(11), 과채류(10), 건어물류(12)의 표면 처리에 의한 저장기간 연장 등 많은 연구가 진행되었고, 정수 및 해수 등에 대한 살균은 실용화되고 있으나 아직 액상 식품에 대한 연구는 활발히 이루어지지 않고 있다. 또한, 현재 시판되는 차 음료의 대부분은 가열 처리 공정에 의존하고 있는데, 가열처리 공정은 높은 온도에 의한 품질변화 및 영양소 파괴를 초래하기에(13) 처리에 의한 품질변화를 최소화하는 대체 기술이 필요하다.

본 연구에서 사용하고자 하는 microwave plasma sterilization system(MPSS)은 무전극 plasma 램프로써 microwave에 의해 UV를 발생시키는데, 일반 UV 램프에 비해 수명이 반영구적이어서 다른 UV 살균 방법과 비교하여 경제적이며 소비자의 거부감이 적은 장점이 있다(14).

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

따라서 본 연구에서는 옥수수수염 차의 미생물학적 안전성 및 저장성 향상을 위하고자 MPSS 처리에 따른 옥수수수염 차의 저장 중 미생물 수 변화와 품질 변화를 조사하여 그 결과를 보고하는 바이다.

재료 및 방법

실험재료

본 실험에 사용된 옥수수수염은 강원도 평창에서 2010년에 생산된 것이었고, 사용한 균주는 *Escherichia coli*(KCTC 1039, KCTC 1682, KCTC 1924), *Listeria monocytogenes* (ATCC 19115, ATCC 19111, KCTC 13064)를 한국생명공학연구원 생물자원센터(KCTC)에서 분양 받아 사용하였다.

미생물 배양

*E. coli*와 *L. monocytogenes*는 tryptic soy broth(TSB, Difco Co., Detroit, MI, USA)를 사용하여 배양하였다. *E. coli*의 배양조건은 37°C에서 24시간 배양하였고, *L. monocytogenes*는 37°C에서 48시간 배양하였다. 배양된 cell culture는 3회 washing 하고 4°C에서 1,750×g로 15분간 원심분리한 후 얻어진 침전물을 0.1% sterile peptone water로 resuspend 시켰다.

옥수수수염 차의 준비

옥수수수염 600 g에 정제수 60 L를 첨가한 후 100°C에서 1시간 동안 추출한 후, 옥수수수염 찌꺼기를 제거하기 위하여 여러 겹의 거즈로 여과하였다. 옥수수수염 차에 미생물을 접종하기 위해서 동일 양의 3가지 *E. coli* mixture와 *L. monocytogenes* mixture를 섞어 각각 옥수수수염 차에 접종하였고, 초기 균수가 5~6 log CFU/mL이 되게 하였다.

Microwave plasma sterilization system(MPSS)

Microwave plasma sterilization system(JY platech Co., Yeongi, Korea)은 magnetron(4 kV, 100 W)에서 상업적으로 허용되어 있는 주파수인 2450 MHz의 microwave를 발생시켜 microwave guide tube를 통해 무전극 UV 램프(길이 350 mm, 직경 90 mm)로 전달되었다. 무전극 UV 램프는 그 재질이 석영으로 이루어져 있고, 전극 없이 microwave에 의해 자외선을 발생시킬 수 있는 argon gas가 봉입되어 있으며, microwave가 이 gas를 여기시켜 UV-C(253.7 nm, 40 mW/cm²)를 발생시켰다. 그리고 발생된 UV-C가 sterilization chamber(920×500×900 mm)에 있는 옥수수수염 차에 조사되도록 제작되었다(14).

MPSS 처리

*E. coli*와 *L. monocytogenes*로 각각 접종된 옥수수수염 차(60 L)를 MPSS를 사용하여 살균 처리하였다. 옥수수수염 차는 1, 2, 3, 4, 5회까지 반복 처리되었다. MPSS 처리 시료의 유입 속도(flow rate)에 따른 변화와 관련해서, 유속

이 느릴 경우 MPSS chamber 내 처리 시간(residence time)의 증가 따른 옥수수수염 차의 온도 상승이 일어나 품질 및 시스템에 영향을 줄 것으로 생각되어 1.94 L/sec로 유속을 고정하였고, 본 실험조건에서의 MPSS 처리 전후의 온도 변화는 1°C 미만이었다. MPSS 처리를 1, 2, 3, 4, 5회까지 반복 처리한 후, 처리된 옥수수수염 차는 25°C에서 12일간 저장하면서 실험을 수행하였다.

미생물 측정

MPSS 처리된 옥수수수염 차를 0.1% peptone water로 serial dilution하여 3반복하여 spreading하였다. 배지는 *E. coli*의 경우, MacConkey agar(Difco Co.)를 이용하여 37°C에서 24시간, *L. monocytogenes*는 Oxford medium base(Difco Co.)를 이용하여 37°C에서 48시간 배양한 후 colony를 3반복 계수하였다. 검출된 미생물 수는 시료 mL당 colony forming unit(CFU)로 나타났다.

Total polyphenol content(TPC) 측정

TPC는 Folin-Denis 법(15)으로 측정하였다. 옥수수수염 차 0.1 mL에 증류수 2.5 mL를 가한 후 0.1 mL의 Folin-Ciocalteu reagent를 가하고 3분간 방치한 후 Na₂CO₃를 0.3 mL 가하여 실온에서 다시 1시간 방치하여 잘 혼합한 후 spectrophotometer(UV-2450, Shimadzu Co., Kyoto, Japan)를 사용하여 765 nm에서 흡광도를 측정한 후, gallic acid의 표준곡선으로부터 TPC 양을 계산하였다. 각 시료는 3회 반복하여 측정하였다.

탁도

탁도는 탁도계(TN-100, Eutech instrument Ltd., Singapore, Singapore)를 이용하여 측정하고 nephelometric turbidity unit(NTU)로 나타내었다. 각 시료는 3회 반복하여 측정하였다.

통계분석

모든 실험은 3회 반복하여 측정하였고, 그 결과는 평균값 ± 표준편차로 나타났다. 결과의 유의성 검정은 SAS(Statistical Analysis System, SAS Institute Inc., Cary, NC, USA) program(16)을 이용하여 p<0.05 수준에서 Duncan's multiple range test 방법을 사용하여 통계처리를 하였다.

결과 및 고찰

MPSS 처리 후 저장 중 미생물 수의 변화

본 연구에서 사용된 옥수수수염 차는 100°C에서 1시간 동안 처리되는 제조 특성상, 미생물을 접종하지 않은 상태에서는 미생물이 검출되지 않았다. 그러나 2008년 한국소비자위해감시시스템에 의한 액상차에 관한 위해정보보고(17)에서, 50% 정도가 옥수수수염 차에 관한 것이었고, 모두 변질에 의한 내용이었다. 따라서 본 연구에서는 옥수수수염 차의

Table 1. Effect of microwave plasma sterilization system on the survival of *E. coli* in corn silk tea (log CFU/mL)

	MPSS treatment (cycle)	Storage time (days)				
		0	3	6	9	12
<i>E. coli</i>	0	5.71±0.32 ^{a1)}	6.35±0.18 ^a	6.17±0.34 ^a	6.07±0.24 ^a	5.96±0.10 ^a
	1	4.58±0.13 ^b	5.57±0.01 ^b	6.16±0.15 ^a	5.88±0.17 ^a	5.90±0.11 ^a
	2	3.23±0.13 ^c	4.30±0.13 ^c	5.22±0.05 ^b	5.86±0.11 ^a	5.64±0.17 ^a
	3	ND ²⁾	3.62±0.18 ^d	4.96±0.03 ^b	5.27±0.10 ^b	5.89±0.06 ^b
	4	ND	ND	ND	ND	ND
	5	ND	ND	ND	ND	ND
<i>L. monocytogenes</i>	0	6.62±0.10 ^a	7.03±0.16 ^a	6.82±0.22 ^a	6.51±0.24 ^a	6.28±0.08 ^a
	1	4.69±0.24 ^b	6.36±0.10 ^b	7.03±0.15 ^a	6.41±0.06 ^a	5.64±0.09 ^b
	2	2.13±0.12 ^c	4.24±0.13 ^c	5.74±0.28 ^b	6.60±0.14 ^a	5.83±0.21 ^b
	3	ND	2.11±0.19 ^d	4.48±0.17 ^c	5.45±0.02 ^b	6.56±0.27 ^a
	4	ND	ND	ND	ND	ND
	5	ND	ND	ND	ND	ND

¹⁾Any mean values in the same column followed by different letters are significantly different (p<0.05).

²⁾Not detected.

접종 미생물로서, 대표적인 foodborne pathogenic bacteria이며 저온 중에서도 잘 자라는 *L. monocytogenes*와 대표적인 위생상태 지표 미생물인 *E. coli*를 선정하였다. 옥수수수염 차에 *E. coli*와 *L. monocytogenes*를 접종하고 0, 1, 2, 3, 4, 5회 처리 후 25°C에서 저장하면서 미생물 수의 변화를 측정하였다(Table 1). *E. coli*는 1, 2, 3회 처리 후 각각 1.14, 2.49, 5.72 log CFU/mL의 감균 효과를 보였고, 4회 처리로 모두 사멸되었다. 3회 처리구에서는 처리 직후 *E. coli*가 검출되지 않았지만, 저장 3일부터 *E. coli*가 검출되었는데, 그 이유는 MPSS 처리 직후에는 검출한계 내에서 검출되지 않았다가 MPSS 처리에 의해 손상된 *E. coli*가 다시 회복되어 살아난 것으로 판단되며, 이러한 결과는 Kim 등(2,12)의 보고와 유사하다.

저장 3일째 대조구의 *E. coli* 수는 6.35 log CFU/mL인 반면에, MPSS 1, 2, 3회 처리 경우, 5.57, 4.3, 3.62 log CFU/mL로 큰 차이를 보였다. 또한, 저장 6일째 대조구는 6.17 log CFU/mL인 반면에, 1, 2, 3회 처리 시 각각 6.15, 5.21, 4.96 log CFU/mL이었다. 저장 9일째는 대조구 6.06 log CFU/mL로 검출되었고, 저장 12일째 대조구의 *E. coli* 수는 5.96 log CFU/mL로 다소 감소한 반면에, 1, 2, 3회 MPSS 처리구는 각각 5.89, 5.64, 5.89 log CFU/mL로 대조구와 유사하게 증가됨을 보여주었다. 한편, 4, 5회 MPSS 처리구의 경우, 저장 12일까지도 *E. coli*가 검출되지 않았기에, 4회 MPSS 처리에 의해 *E. coli*는 완전히 사멸되는 것으로 판단된다.

*L. monocytogenes*의 경우도 *E. coli*와 유사한 결과를 보였는데, MPSS 1, 2, 3회 처리로 각각 1.93, 4.49, 6.62 log CFU/mL의 감균 효과를 보였다(Table 1). 저장 6일째 대조구와 1회 처리구 각각 6.82, 7.04 log CFU/mL로 비슷한 수준에 도달하였고, 저장 9일째에는 2회 처리구에서 대조구와 비슷한 수준의 *L. monocytogenes*가 검출되었으나, 저장 12일까지 4, 5회 MPSS 처리구에서는 *L. monocytogenes*가 검출되지 않아 MPSS 4회 처리가 *L. monocytogenes* 사멸에 충분하다고 판단된다. 또한 MPSS 처리 후, 저장 중 미생물

수가 대조구 수준에 도달하는 시간은 *E. coli*의 경우와 마찬가지로 1, 2, 3회 처리구 각각 6, 9, 12일까지 지연시키는 효과를 나타내었다(Table 1). 이러한 결과는 MPSS 처리가 미생물의 생육을 억제시켜, UV 조사가 미생물의 stationary phase를 연장시킨다는 다른 연구 보고와도 일치한다(18).

Yu 등(19)의 MPSS에 의한 bacteria의 pure culture의 살균 효과와 비교했을 때, 옥수수수염 차에서 감균 효과가 떨어지는 것으로 나타났지만, MPSS를 통한 김치 절임수의 감균 효과(19)와 비교 시 본 연구 결과가 더 높은 감균 효과를 나타내었다. 그 차이는 시료의 종류에 따른 특성이나 구성 성분, 탁도 등이 그 원인이라 생각되며(20,21), 이와 관련해서는 보다 심층적인 연구가 더 필요 하다고 생각된다.

저장 중 품질 변화

MPSS 처리에 따른 옥수수수염 차의 저장 중 품질 변화에 미치는 영향을 평가하는 척도로서, 옥수수수염 차의 대표적인 기능성물질인 catechin, flavonoid 등 polyphenol 화합물의 함량 변화를 측정하였다. 옥수수수염 차의 총 폴리페놀 함량(TPC)은 1, 2, 3, 4, 5회 MPSS 처리구 모두가 대조구와 비교하여 큰 차이를 나타내지 않았다(Fig. 1). 또한, 12일간의 저장기간 중 처리구 간에 많은 차이를 나타내지 않았기 때문에, MPSS 처리가 옥수수수염 차의 TPC 함량에는 부정적인 영향을 미치지 않는 것으로 판단된다. Lee(3)의 UV 조사가 녹차 내의 총 페놀 함량에 영향을 미치지 않는다는 연구결과는 본 연구에서의 결과와 일치한다.

옥수수수염 차를 포함한 대부분의 음료는 투명한 PET병에 넣어 유통되기 때문에 미생물 증식 등의 원인에 의해 증가되는 탁도는 음료의 품질을 판단할 수 있는 중요한 지표가 된다. 그러므로 옥수수수염 차의 품질 변화를 평가하기 위하여 MPSS 처리에 따른 저장 중 옥수수수염 차의 탁도 변화를 조사하였다(Fig. 2). 저장 중 옥수수수염 차의 탁도의 변화에 있어서, 저장 중 미생물의 증식에 따라 옥수수수염 차의 탁도가 증가하는 경향을 보였고 MPSS 처리 횟수 증가에 따라

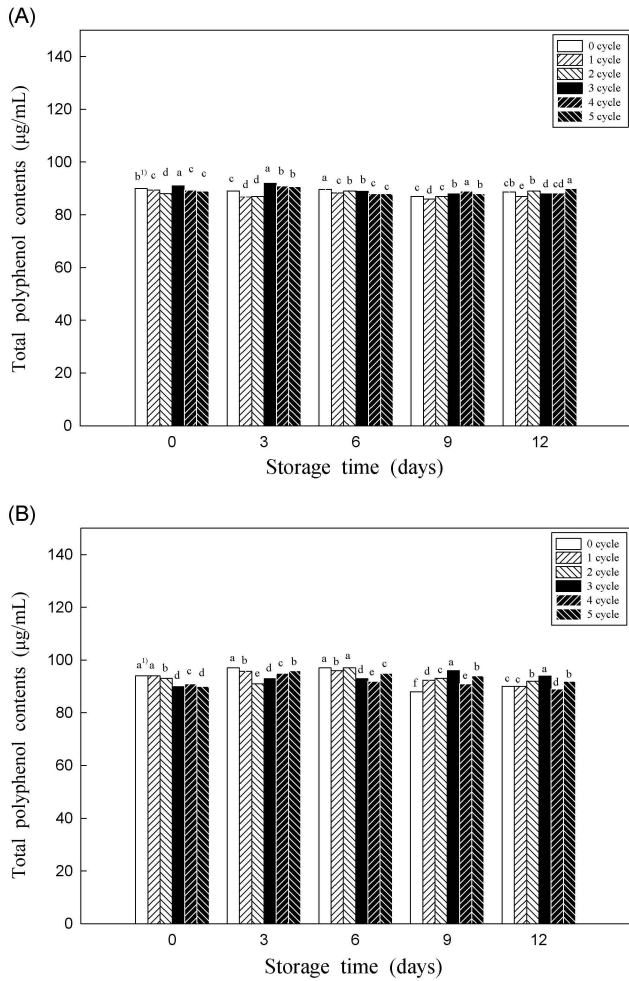


Fig. 1. The change in total polyphenol contents in corn silk tea inoculated with *E. coli* (A) and *L. monocytogenes* (B) during storage. ¹⁾Any mean values in the same column followed by different letters are significantly different ($p < 0.05$).

대체적으로 탁도가 감소하는 것을 보였다(Fig. 2). 특히 대조구인 MPSS 미처리구는 저장 초기부터 급격히 탁도가 증가한 반면에, MPSS 4, 5회 처리구의 경우는 탁도가 거의 증가하지 않아 큰 차이를 보였다. MPSS 4, 5회 처리구의 탁도의 변화가 작은 것은 옥수수수염 차 내의 미생물이 모두 사멸되었기 때문으로 판단되며, MPSS 1, 2, 3회 처리구의 경우에는 미생물의 증식과 더불어 탁도가 빠르게 증가하는 것을 확인할 수 있었다.

식품의 살균 처리에 사용되고 있는 감마선 조사나 열처리 는 식품 고유의 색, 기능성 성분 등을 변화시킨다고 보고된 반면에(22), 본 연구에서 사용된 MPSS 처리는 옥수수수염 차에서 미생물 감균을 가져다주고, 또한 저장 중 품질 변화에 있어서 부정적인 변화를 주지 않았다. 특히, 본 연구에서 사용된 MPSS는 microwave plasma에 의해 발생된 UV-C에 의한 살균 방법으로써 무전극 램프에서 UV-C를 발생시키기에 기존의 UV 살균 장치보다 램프의 수명이 긴 장점이 있다. 따라서 MPSS 처리는 옥수수수염 차의 품질 유지와

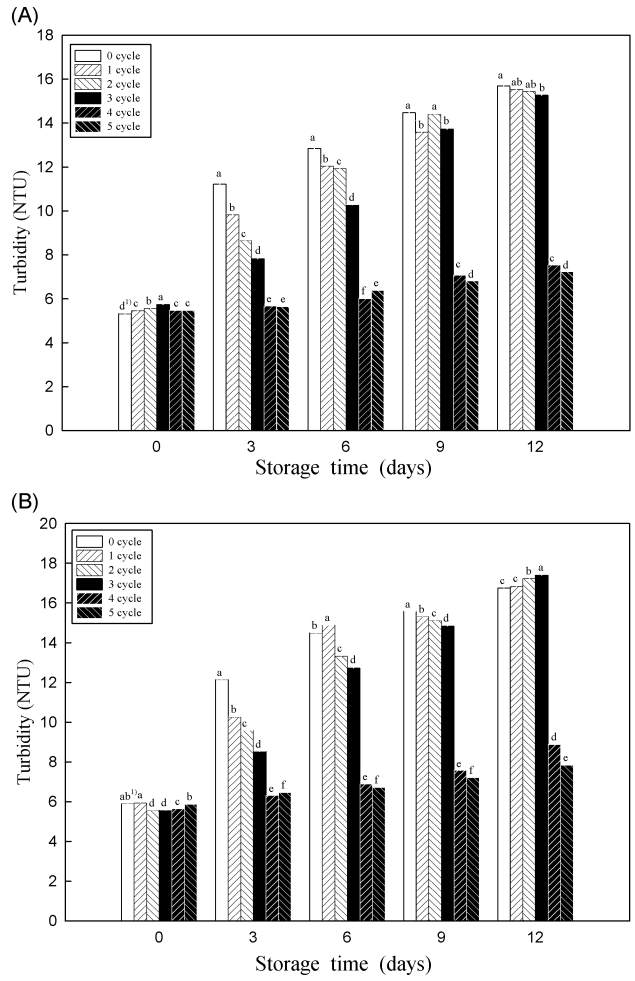


Fig. 2. The change in turbidity in corn silk tea inoculated with *E. coli* (A) and *L. monocytogenes* (B) during storage. ¹⁾Any mean values in the same column followed by different letters are significantly different ($p < 0.05$).

더불어 저장 중 미생물 생육 억제를 통한 저장성 증대가 가능하기에 옥수수수염 차의 살균에 MPSS를 활용할 수 있다고 판단된다.

요 약

옥수수수염 차의 MPSS 처리에 의한 위해미생물의 살균 효과에 대하여 연구하였다. 옥수수수염 차에 *E. coli*와 *L. monocytogenes*를 5~6 log CFU/mL 수준으로 접종하고, MPSS 처리한 후 25°C에서 12일 동안 저장하면서 실험하였다. *E. coli*는 1, 2, 3 회 MPSS 처리 후 각각 1.14, 2.49, 5.72 log CFU/mL의 감균 효과를 보였고, *L. monocytogenes*는 MPSS 1, 2, 3회 처리 후 각각 1.93, 4.49, 6.62 log CFU/mL의 감균 효과를 보였다. 또한, *E. coli*와 *L. monocytogenes* 모두 MPSS 4회 처리 후에는 모두 사멸되었고, 저장 12일까지 검출되지 않았다. 그리고 MPSS 처리는 옥수수수염 차의 TPC에 부정적인 영향을 끼치지 않았고, 탁도는 4회 이상 MPSS 처리에 의해 향상되었다. 따라서 본 연구 결과, MPSS 처리

는 옥수수수염 차의 품질 유지와 더불어 미생물 생육 억제 가능성이 옥수수수염 차의 살균에 MPSS를 적용할 수 있다고 판단된다.

문헌

1. Youm HJ, Ko JK, Kim MR, Cho YS, Chun HK, Song KB. 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 Food Sci Technol* 37: 129-133.
2. Kim HJ, Song HJ, Song KB. 2011. Effect of combined treatment of aqueous chlorine dioxide with ultraviolet-c on the quality of red chicory and pak choi during storage. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 40: 245-252.
3. Lee JI. 2009. Effect of UV irradiation on microbial reduction and quality of green tea. *MS Thesis*. Seoul National University of Science and Technology, Seoul, Korea.
4. An ES, Kang SH, Chung HJ. 2006. Inhibitory effect of corn silk extract on growth of food-borne bacterial pathogens. *Food Sci Biotechnol* 15: 138-142.
5. Kwang JJ, Lee JG, Jang HJ, Kim OC. 1999. Volatile components of cornsilk (*Zea mays* L.). *Korean J Food Nutr* 12: 375-379.
6. Mok CK. 2006. Process for production of brown rice/green tea beverage. *Food Engineering Progress* 10: 214-220.
7. 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.
8. Sastry SK, Datta AK, Worobo RW. 2000. Ultraviolet light. *J Food Safety* 65: 90-92.
9. 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. *Innovative Food Sci Emerg Technol* 9: 348-354.
10. Kim JY, Kim HJ, Lim KO, Jang SA, Song KB. 2010. Effect of combined treatment of ultraviolet-c with aqueous chlorine dioxide or fumaric acid on the postharvest quality of strawberry fruit flamenco during storage. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 39: 138-145.
11. Chun HH, Kim JY, Kim HJ, Song KB. 2009. Effect of UV-C irradiation on the quality of red pepper powder during storage. *Korean J Food Preserv* 16: 454-458.
12. Kim JY, Chun HH, Song KB. 2008. Effect of UV-C irradiation on the quality of imported dried fish during storage. *Korean J Food Preserv* 15: 922-926.
13. Jung SC, Kim KH, Chung ME, Kim SI, Byun SK, Lee DS, Jeong SK, Park SW, Jun KS, Lee KH, Cho NI, Lee HG, Kim OK. 2001. A study on the quality changes of the LTLT and HTST treated milk by storage conditions. *Korean J Vet Publ Hlth* 25: 221-227.
14. 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.
15. AOAC. 1990. *Official methods of analysis*. 15th ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC, USA. p 930.04.
16. SAS Institue. 2001. *SAS system for windows*. Institute Inc, Cary, NC, USA.
17. KCA. 2008. *Report of quality on beverage*. Korea Consumer Agency, Seoul, Korea. p 10-13.
18. Witschel MB, Bassin C, Egli T. 2010. UV-C inactivation in *Escherichia coli* is affected by growth conditions preceding irradiation, in particular by the specific growth rate. *J Appl Microbiol* 109: 1733-1744.
19. Yu DJ, Shin YJ, Kim HJ, Song HJ, Lee JY, Jang SA, Jeon SJ, Hong ST, Kim SJ, Song KB. 2011. Microbial inactivation in kimchi saline water using microwave plasma sterilization system. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 40: 123-127.
20. Shaban AM, El-Taweel GE, Ali GH. 1997. UV ability to inactivate microorganisms combined with factors affecting radiation. *Water Sci Technol* 35: 107-112.
21. Unluturk S, Atllgan MR, Handan Baysal A, TarI C. 2008. Use of UV-C radiation as a non-thermal process for liquid egg products. *J Food Eng* 85: 561-568.
22. Ko JK, Ma YH, Song KB. 2005. Effect of electron beam irradiation on the microbial safety and qualities of sliced dried squid. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 34: 433-437.

(2011년 6월 24일 접수; 2011년 6월 30일 채택)