KOREAN J. FOOD SCI. TECHNOL. Vol. 39, No. 4, pp. 419~424 (2007)

KOREAN JOURNAL OF
한국식품과학회지
FOOD SCIENCE AND TECHNOLOGY
©The Korean Society of Food Science and Technology

생 홍고추 장기저장을 위한 살균공정의 비교

양진현 · 이영춘 · 이경혜[1,*]
중앙대학교 식품공학과, [1]동남보건대학 식품생명과학과

Comparison of Sanitization Process for Long-Term Storage of Fresh Red Pepper

Jin-Hyun Yang, Young-Chun Lee, and Kyoung-Hae Lee[1,*]
Department of Food Science and Technology, Chung-Ang University
[1]Department of Food Science and Biotechnology, Dongnam Health College

Abstract The optimum sanitization conditions for fresh red pepper were acquired with hot water, ozone water, hydrogen peroxide and sodium hypochlorite. At this condition, the sanitized red pepper was frozen at −70°C, stored at −30°C for 30 days and then changes of quality in each treatment were measured. *Escherichia coli* and coliform group were found to be negative with the conditions of 4 min hot water treatment at 95°C, 6 min ozone water (0.5 ppm) treatment, 12 min sanitization for 2%-hydrogen peroxide and of 4 min 3%-sodium hypochlorite treatment. Drip loss was generated highest at the hot water treatment to be 15%. The content of ascorbic acid was less than 40% of the control at all treatments except ozone water treatment. The content of cartenoids was 124.16-182.87 mg% at ozone water treatment which was found to be the least loss. The sensory evaluation showed that most treatments except ozone water treatment were significantly different to the control ($p < 0.05$). Therefore, ozone treatment was evaluated to be the best method for producing the sanitized fresh red pepper.

Key words: fresh red pepper, sanitization, frozen storage

서 론

고추(*Capsicum annum* L.)는 가지과(Solanacea)에 속하는 다년생 초본식물로 약 400년 전에 국내에 도입되어 한국인의 식생활에 중요한 위치를 차지하고 있으며, 세계적으로 가장 높은 소비량을 보이고 있다(1-3).

한국산 고추는 매운 맛과 단맛이 특징이며, 특히 매운맛 성분인 capsacinoids인 capsaicin과 dihydrocapsaicin은 항암효과가 있다고 보고된 바 있다(4,5). 홍고추의 붉은 색소성분은 capsanthin, capsorubin, β-carotene, β-cryptoxanthin, zeaxanthin 등이며, 이는 항암효과, 혈중 LDL산화 억제효과 등의 생리활성이 보고되었다(6-8). 고추는 일반적으로 8-10월 사이에 수확되는데, 수분함량이 많아 저장성이 약하므로 건조한 다음 건조고추로 저장했다가 필요시에 가루로 분쇄하여 사용하거나, 건조 후 분쇄하여 사용한다(9). 일반적으로 식품을 일광건조하면 건조시간이 비교적 길고 위생적인 측면에서 관리가 어려우며 색소의 파괴, 조직의 변화, 유효성분의 손실, 미생물이나 협잡물의 오염이 발생하고, 건조기간 중 일기와 건조장소 등에 따라 부패손실이 일어날 수 있다. 고추를 건조 혹은 고춧가루의 형태로 사용되는데 고추를 천일건조를 하면 곰팡이 등이 발생하여 오염 또는 부패를 일으켜 약 30% 이상의 손실이 발생한다(10). 고추는 수확 후 저장·유통, 건조, 분말 등의 공정에서 해충 및 다양한 미생물 오염 등이 위생상 품질관리의 문제가 된다(11).

일반적으로 채소류에 대한 살균방법은 주로 건조채소 대상으로 연구되었으며, ethylene oxide 등의 훈증제 사용, 감마선 조사 등이 평가된 바 있다(12-14). Lee 등(15)은 국내 유통되는 염소계, 요오드계, 과산화물계, 자몽추출물 등 총 11종의 살균소독제의 *Pseudomonas aeruginosa*에 대한 살균소독력을 평가하였다. 그러나, 신선한 채소류에 대한 살균방법에 관한 연구는 미비한 실정이다.

따라서 본 연구에서는 위생적인 고추의 생산을 목적으로 생고추의 살균방법 및 적정살균 조건을 선정하여 위생적인 고추제품과 고추첨가 양념생산에 활용될 수 있도록 하고자 한다.

재료 및 방법

시료

실험에 사용한 홍고추(*Capsicum annuum* L.)는 강원도 정선에서 재배되고 2004년 9월에 수확된 녹광홍초를 구입하여 공시재료로 사용하였다.

살균조건 설정을 위한 지표균주와 균의 접종

사용균주는 *Escherichia coli* H10 407을 사용하였다. 보존 배양된 시험균을 tryptic soy broth(TSB, Difco Laboratories, Detroit, MI, USA)배지에 분주하여 37°C에서 600 nm에서의 흡광도가 1이 될 때까지 배양시켜 사용하였다. 세척한 붉은 홍고추를 100배의

*Corresponding author: Kyoung-Hae Lee, Department of Food Science and Biotechnology, Dongnam Health College, 937 Jeongja-dong, Jangan-gu, Suwon, Gyeonggi-do 440-714, Korea
Tel: 82-31-249-6433
Fax: 82-31-249-6430
E-mail: khlee@dongnam.ac.kr
Received April 4, 2007; accepted July 18, 2007

균 희석액에 침지시켜 4°C에서 12시간 방치하여 균을 고추에 흡착시켰다. 침지액을 제거한 고추 표면의 수분을 24±2°C에서 약 1시간 동안 건조시켜 사용하였다. 균을 접종하고 표면의 물기를 건조시킨 뒤 고추의 꼭지를 제거한 것과, 꼭지를 제거하고 반분하여 씨를 제거한 것을 시료로 하였다(16).

살균처리

열수처리는 증류수를 95°C로 유지하여 *E. coli* H10 407을 접종시킨 고추를 침지시키고 오존수 처리는 오존수기(OWA-0015-00-135, Seimyung Techron Co., Bucheon, Korea)로 발생시킨 농도 0.5 ppm의 오존수에 시료를 침지시켜 각각 2분마다 시료를 채취하였다. 과산화수소 처리는 0.02, 0.2, 2%(v/v)로 제조한 과산화수소 용액에 오염시킨 고추를 침지시켜 3분마다 취하여 시료로 하였으며, 차아염소산나트륨 처리는 0.3, 3%(v/v)로 제조한 차아염소산나트륨용액에 침지시킨 고추를 2분마다 취하여 시료로 하였다. 채취한 각각의 시료 10 g을 멸균증류수로 10배씩 순차적으로 희석한 후 대장균군 측정용 Petrifilm(Petrifilm™ *E. coli*-Coliform count, 3 M Microbiology Products, St. Louis, MO, USA)를 이용하여, 37°C에서 48시간 배양 후 형성된 집락을 계수하여 각 살균방법의 살균시간 및 농도를 설정하였다.

총균수, *E. coli*, Coliform

최적 살균조건 설정을 위하여 각 살균방법별로 가장 적합한 농도 및 살균시간에서 시료를 살균처리하고 −70°C에서 급속냉동하여 −30°C에서 30일 저장한 후 총균수, *E. coli*, coliform의 변화를 살펴보았다. 총균수는 APHA 표준방법(17)에 따라 plate count agar를 사용하여 평판 배양법으로 37°C에서 48시간 배양한 후 colony를 계수하였으며, 대장균과 대장균군은 식품공전에 따라 측정하였다(18).

드립손실

각 살균방법 별로 살균처리 후 급냉하여 냉동 저장한 시료를 4°C에서 12시간 해동하여 분리되는 드립을 측정하였다. 드립손실은 해동할 때 분리된 분리액을 냉동 전 시료에 대한 비율로 나타내었다.

Ascorbic acid

Ascorbic acid의 함량측정은 2,6-dichlorophenyl indophenol 적정방법(19)으로 분석하였다. 시료 5 g을 metaphosphoric acid의 추출용액으로 추출한 후 indophenol 표준용액으로 적정하여 계산하였다.

Carotenoids

Carotenoids함량 측정은 Kim과 Rhee(20)의 방법에 따라 측정하였다. 고춧가루 0.1 g을 50 mL Falcon tube에 담고 40 mL 벤젠으로 30분간 추출하여 상층액을 포집하였고, 30 mL 벤젠을 고춧가루에 첨가하고 30분간 추출하여 총 추출액을 100 mL로 정용하였다. 고춧가루 벤젠추출용액의 흡광도를 486 nm에서 UV/VIS spectrophotometer(Uvikon933, Kontron Instruments, Vietri Sul Mare, Italy)를 이용하여 흡광도를 측정하였다.

관능검사

각 살균조건에서 살균하여 −30°C에서 냉동 저장한 시료의 관능검사는 색과 외관은 9점 평점법으로 측정하였다(21). 관능검사원 선발은 3점 검사법으로 고추의 색깔, 외관 등에 대한 차이식별 능력이 우수한 20-25세의 대학생 30명을 패널로 선정하여 총 3회에 걸쳐 훈련시킨 후 관능검사를 실시하였다.

통계분석

모든 실험은 최소 4회 반복 측정한 평균치로 나타내었고, 통계분석은 SAS(Statistical Analytical System) 프로그램을 사용하여 Duncan의 다중검정법으로 시료간의 유의성 검정은 $p<0.05$ 수준에서 실시하였다(22).

결과 및 고찰

살균방법별 살균시간 및 농도의 설정

고추의 위생적 처리를 위한 살균조건을 설정하기 위하여 식품의 분변오염 지표균으로 선정되어 있는 *E. coli*을 대상으로 하여 열수처리, 오존수, 과산화수소, 차아염소산나트륨 처리의 4가지 살균방법 별로 적정 살균방법과 살균시간을 설정한 결과는 Fig. 1-4와 같았다.

열수처리에 의한 적정 살균시간을 알아보기 위하여 예비실험을 거쳐 가장 적합한 온도라고 나타난 95°C에서 가열하면서 시료를 2분 단위로 취하여 *E. coli*와 coliform의 생존수를 측정한 결과는 Fig. 1과 같았다. 이와 같은 결과를 기초로 하여 95°C에서 4분간 살균 처리하는것을 열수처리의 적정조건으로 선정하였다.

오존수에 의한 적정 살균조건을 설정하기 위하여 균을 접종시킨 시료를 오존수 발생기에서 발생되는 0.5 ppm 오존수로 살균하여, 2분 단위로 시료를 취하여 *E. coli*와 coliform의 생존수를 측정한 결과는 Fig. 2와 같았다. 오존은 미생물 세포벽을 이루는 일부 성분을 산화시켜 세포대사에 영향을 주는 것으로 보고된 바 있다(23). Palou 등(24)은 복숭아에 *Monilinia fructicola, Botyrytis cinerea, Mucor piriformis, Penicillium expansum*을 접종한 뒤에

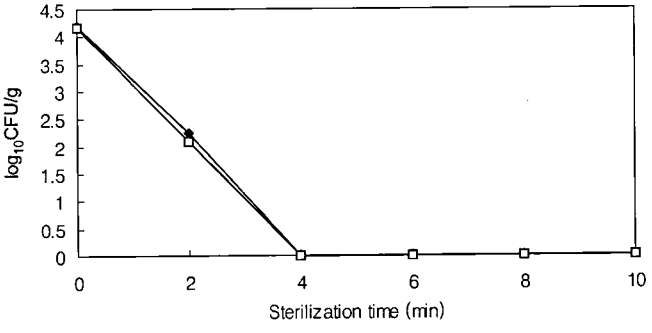

Fig. 1. The change of *E. coli* and coliform counts in red pepper during the sanitization by hot water blanching. ◆-◆: coliform, □-□: *E. coli*.

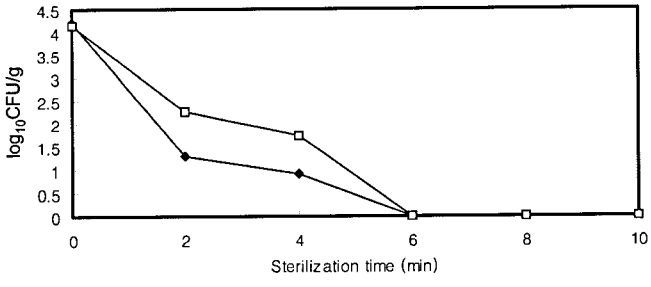

Fig. 2. The change of *E. coli* and coliform counts in red pepper during the sanitization in 0.5 ppm ozoned water. ◆-◆: coliform, □-□: *E. coli*.

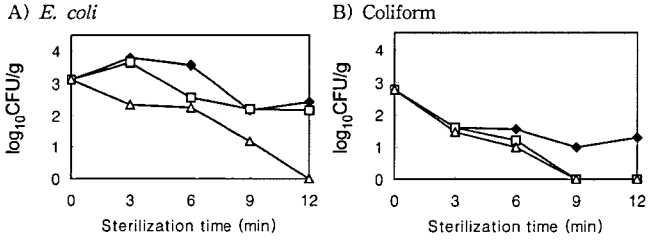

Fig. 3. The change of *E. coli* and coliform counts in red pepper during the sanitization in H_2O_2 solution. ◆-◆: 0.02%, □-□: 0.2%, △-△: 2%.

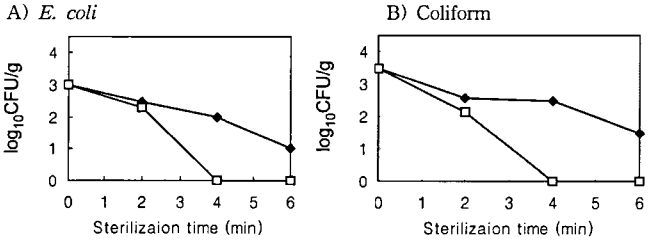

Fig. 4. The change of *E. coli* and coliform counts in red pepper during the sanitization in sodium hypochlorite solution. ◆-◆: 0.3%, □-□: 3%.

5°C, 4주간, 상대습도 90%에서 저장하면서 균사의 성장과 포자 형성이 0.3 ppm의 오존처리에 의해 억제된다고 보고하였다. Park 등(25)은 더덕을 오존수에 침지 처리한 결과 세균활성 감소효과와, 곰팡이 생육 억제효과를 보고하였다. Cho 등(26)은 복숭아를 0.5 ppm 농도 오존수에 30분간 침지하였을 때 15일까지 차이를 나타내지 않았다.

오존수로 처리한 살균시료는 6분에서 *E. coli*와 coliform은 음성을 나타내었으며, Yun(27)의 연구와 일치함을 보였다. 따라서 0.5 ppm 오존수에서 6분간 처리하는 것을 적정 살균시간으로 선정하였다.

과산화수소 처리는 0.02, 0.2, 2%(v/v)의 과산화수소용액에 시료를 침지하면서 3분 단위로 취하여 *E. coli*와 coliform의 생존수를 측정한 결과, 2%(v/v)에서 12분 처리한 경우 *E. coli*와 coliform은 음성을 나타내었다(Fig. 3). Venkitanarayanan 등(28)은 과산화수소처리는 *E. coli* O157:H7을 불활성화시켰으며, Chang 등(29)은 과산화수소 처리한 닭다리의 유통기한이 증가함을 보고하였다. Lillard와 Thomson(30)도 계육을 냉수에서 0.53%(v/v) 과산화수소 처리하면 *E. coli* 수를 상당수 줄인다고 보고하였다. 따라서 과산화수소 처리 적정살균 조건은 2%(v/v)의 용액에서 12분 살균하는 것으로 선정하였다.

차아염소산나트륨 살균방법의 최적조건 설정을 위해 0.3%, 3%(v/v) 차아염소산나트륨용액에 시료를 침지시켜 2분마다 취하여 *E. coli*와 coliform의 생존수를 측정한 결과는 Fig. 4와 같다. 0.3%(v/v)에서는 6분까지 *E. coli*와 coliform은 검출되었고, 3%(v/v) 용액에서 4분 처리한 시료는 *E. coli*와 coliform에 대하여 음성을 나타내었다. Weissinger 등(31)은 200 ppm(v/v)의 차아염소산나트륨용액으로 처리한 상추와 토마토에서 *Salmonella baildon*은 감소되었다고 하였으며, Peng 등(32)은 차아염소산염처리로 *B. cereus*가 감소됨을 보고하였다. 따라서 차아염소산나트륨 처리의 최적 농도 및 시간을 3%(v/v)에서 4분간 처리하는 것으로 선정하였다.

미생물의 변화

생 홍고추의 살균방법으로 열수처리, 오존수, 과산화수소와 차아염소산나트륨으로 처리한 각 살균방법 별로 가장 적합한 농도 및 살균시간에서 시료를 살균 처리하였다. 이를 −70°C로 급속 냉동하여 −30°C에서 30일 동안 저장한 후 총균수, *E. coli*, coliform의 변화를 살펴본 결과는 Table 1과 같았다.

총균수는 대조구에서 통고추시료가 2.06 $\log_{10}$CFU/g, 반분고추시료에서 2.18 $\log_{10}$CFU/g가 검출되었다. 열수처리 방법에 의한 살균시료는 통고추시료는 1.36 $\log_{10}$CFU/g의 총균이 검출되었지만 반분고추시료에서는 검출되지 않았다. 오존수 살균시료는 통고추시료에서 0.76 $\log_{10}$CFU/g의 총균이 검출되었고 반분시료에서 0.74 $\log_{10}$CFU/g가 검출되었다. 차아염소산나트륨 살균은 두형태의 시료모두 음성을 나타내었으며, 과산화수소 살균시료는 통고추시료에서 0.43 $\log_{10}$CFU/g, 반분고추에서 1.62 $\log_{10}$CFU/g이 검출되었다. 이러한 결과로 차아염소산나트륨으로 살균한 시료가 가장 높은 살균유지효과를 보임을 알 수 있었다. 열수처리 방법에 의한 살균에서 형태에 따른 결과의 편차가 큰 것은 크기에 의해 열전달속도의 차이가 생겨 살균력에 영향을 받았기 때문으로 사료된다.

분변오염 지표세균으로 수인성 병원균의 존재여부를 나타내는 *E. coli*는 대조구에서는 통고추시료에서 3.15 $\log_{10}$CFU/g, 반분고추에서는 3 $\log_{10}$CFU/g 검출되었다. 살균 처리한 시료의 모든 처리구에서 음성을 나타내어 설정된 살균조건에서 살균효과가 있음을 확인할 수 있었다. Koivunen과 Heinonen-Tanski(33)는 *E. faecalis*에 차아염소산나트륨이 0.1-3.0 $\log_{10}$CFU/mL, chlorine은 2.69 $\log_{10}$CFU/mL의 감소효과를 보였음을 보고하였다.

Coliform은 대조구에서 통고추 시료와 반분고추시료에서 각각 1.13 $\log_{10}$CFU/g, 1.17 $\log_{10}$CFU/g이 검출되었고 오존수를 제외한 열수처리, 차아염소산나트륨, 과산화수소 살균방법에서 음성을 나타내어 설정조건에서 살균효과가 있음을 확인할 수 있었다.

오존수살균 처리구의 경우 반분고추에서 coliform이 0.39 $\log_{10}$CFU/g로 검출되었으나, 통고추 시료에서는 음성적인 결과를 나타냈다. 따라서 각각의 선정된 살균방법 조건에서 coliform에

Table 1. The changes in total aerobic bacteria, *E. coli* and coliform counts in red peppers sanitized by various methods ($\log_{10}$CFU/g)

Species	Source	C[1)]	T-O	T-B	T-H	T-SC
Total aerobic bacteria	whole red pepper	2.06	0.76	1.36	0.43	ND
	halved red pepper	2.18	0.74	ND	1.62	ND
E. coli	whole red pepper	3.15	ND	ND	ND	ND
	halved red pepper	3	ND	ND	ND	ND
Coliform	whole red pepper	1.13	ND	ND	ND	ND
	halved red pepper	1.17	0.39	ND	ND	ND

[1)]C: Control, T-O: Ozoned water treated, T-B: Blanching treated, T-H: Hydrogen peroxide treated, T-SC: Sodium hypochlorite treated.

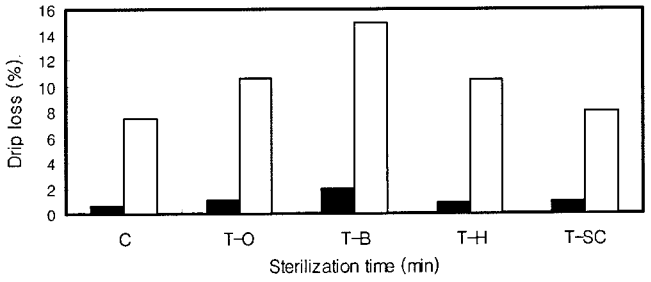

Fig. 5. The changes in drip loss of sanitized whole red pepper and halved red peppers after 1 month storage at −30°C. ■: whole red pepper, □: halved red pepper, C: control, T-O: ozoned water treated, T-B: blanching treated, T-H: hydrogen peroxide treated, T-SC: sodium hypochlorite treated.

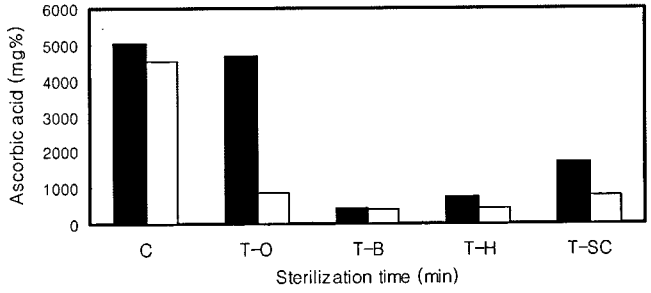

Fig. 6. The changes in ascorbic acid of sanitized whole red pepper and halved red peppers after 1 month storage at −30°C. ■: whole red pepper, □: halved red pepper, C: control, T-O: ozoned water treated, T-B: blanching treated, T-H: hydrogen peroxide treated, T-SC: sodium hypochlorite treated.

대한 살균유지효과가 있음을 확인할 수 있었다.

일반적으로 물을 이용한 과채류 세척은 가시적 효과를 기대할 수 있으나, 오염미생물의 90% 이상의 감소율은 기대하기는 어려우므로 세척단계에서는 단순 물세척이 아닌 살균효과가 있는 보조제의 효율적 사용으로 토양 등에 의해 오염된 채소를 최대한 위생적으로 세척하여 식중독 위험을 낮출 수 있다고 판단된다.

살균처리 별 드립손실의 발생

냉동고추의 해동 시 발생하는 드립손실 결과는 Fig. 5와 같았다. 드립은 중량감소와 영양분의 손실을 일으켜 품질을 저하시키므로, 냉동고추에서 드립손실은 품질과 직결되어 매우 중요한 평가요인이 된다. 통고추 시료에서는 대조구가 0.6%의 드립손실을 보였으며, 오존수 살균과 열수 처리한 처리구에서 1.14%, 1.94%의 드립손실을 보였고, 차아염소산나트륨살균과 과산화수소살균 처리구가 각각 0.96%, 0.88%로 대조구와 적은 차이를 나타내었다. 반분고추시료의 경우 대조구가 7.43%를 보였고 오존수 살균과 과산화수소살균 처리구의 경우 각각 10.62%, 10.54% 손실률을 나타내었다. 차아염소산나트륨살균 처리구는 7.98%의 드립손실을 나타내어 살균처리시료 중 가장 적은 손실률을 보였다. 이와 같은 드립손실의 발생은 살균처리 중에 탈수에 의한 것으로 판단된다. 열수 처리한 처리구에서 드립손실이 가장 높았으며, 이는 14.96%의 손실률을 나타내어 열수 처리한 처리구의 경우 세포손상이 가장 크다는 것을 알 수 있었다. Jang 등(34)은 가공 시금치 제품을 열탕 살균하였을 때 드립손실률은 살균온도와 시간에 따라서 6.11-11.23% 정도를 나타낸다고 보고하였다.

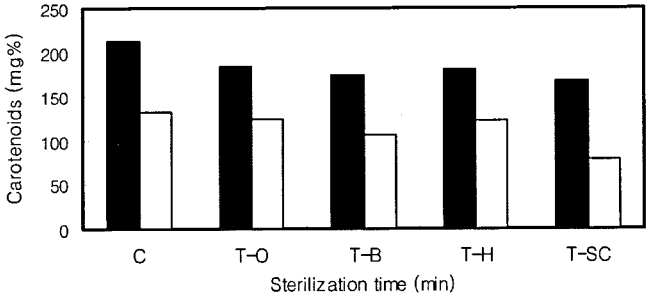

Fig. 7. The changes in carotenoids of sanitized whole red peppers and halved red peppers after 1 month storage at −30°C. ■: whole red pepper, □: halved red pepper, C: control, T-O: ozoned water treated, T-B: blanching treated, T-H: hydrogen peroxide treated, T-SC: sodium hypochlorite treated.

살균처리 별 ascorbic acid 함량의 변화

−30°C에서 한 달간 냉동저장한 홍고추의 ascorbic acid함량은 Fig. 6과 같았다. 일반적으로 ascorbic acid는 열, 산소에 가장 민감하고 불안정하므로 살균처리에 의한 성분변화를 측정하는 척도로 이용된다. 오존수를 제외한 다른 살균방법에서 원형과 반분형태의 저장시료가 모두 대조구의 아스코르빈산 함량의 40%에도 미치지 못하는 함량을 나타내었다. 특히 열수처리 시료가 가장 높은 손실을 보였으며, 오존수 살균의 경우 원형과 반분형태 시료 모두에서 다른 살균방법에 비하여 월등히 낮은 손실을 보였고, 특히 원형시료의 경우 대조구에 비해 6.5%의 감소만을 나타내어 가장 낮은 품질손실을 보였다. Hong 등(35)은 풋콩의 냉동저장 중 데치기 조건이 끼치는 영향에 대한 연구에서 71-96°C에서 70-180분간 데치기하였을 때 약 10-40%의 ascorbic acid 손실을 보고하였다. 이러한 결과로 오존수 살균방법을 사용하여 홍고추의 ascorbic acid 손실을 최소화할 수 있을 것으로 평가되었다.

살균처리 별 carotenoids 함량의 변화

살균방법 및 조건에 따른 홍고추에 대한 일정기간 냉동저장 후 총 carotenoids 함량의 변화율을 측정한 결과는 Fig. 7과 같았다. 통고추시료에서는 13.82-21.22%의 총 carotenoids 함량은 감소를 보였고, 반분고추 시료는 6.05-40.86%의 감소율을 보여 통고추시료의 변화폭이 반분고추시료에 비해 적게 나타났다. 살균조건별로는 오존수 살균 시료가 통고추시료에서 182.87 mg%, 반분고추시료가 124.16 mg%로 측정되어 가장 적은 변화율을 보였다. Lee와 Kim(36)에 의하면 carotenoids 파괴는 고온, 고수분에서 높다는 것을 알 수 있다. 가장 많은 변화율을 보인 것은 반분형태의 차아염소산나트륨 살균시료로 78.15 mg%로 40.86%의 감소율을 나타내었다.

Choi와 Ha(37)는 고온에서 가열조리 중 고추 올레오레진의 carotenoids색소 잔존율은 capsorubin이 가장 낮고, 150°C에서 3시간 가열 후 모든 색소의 잔존율은 10% 내외라고 보고하였다.

살균처리 별 관능검사의 결과

각 살균조건에서 살균하여 냉동 저장한 시료의 관능검사 결과는 Table 2와 같았다. 색과 외관에서 모두 열수 처리한 처리구가 가장 낮은 평가결과를 나타내었다. 열수처리방법의 경우 살균과정 중 탈색이 일어나고 과육이 익어 색과 외관의 평가가 낮게 나타났다. 과산화수소와 차아염소산살균 각 처리구와 대조구간 5%의 유의수준에서 유의적 차이를 보였으나, 오존수 살균 처리구는

Table 2. Sensory evaluation of sanitized whole red peppers and halved red peppers after storage for 1 month at −30°C, evaluated by rating scale test

Species	Source	C[1)]	T-O	T-B	T-H	T-SC
Color	whole red peppers	4.3a±1.17	4.1[a]±0.78	6.0[d]±0.86	5.5[c]±0.88	5.0[b]±0.78
	halved red peppers	3.8f±1.16	4.1[f]±1.30	6.1[h]±0.84	4.7[g]±1.05	4.5[g]±1.34
Appearance	whole red peppers	4.0a±1.12	4.0[a]±1.17	5.8[c]±1.01	4.3[a]±1.35	4.1[a]±1.20
	halved red peppers	4.5f±0.91	4.4[f]±1.19	5.6[g]±1.47	4.7[f]±1.42	5.8[g]±1.01

Mean ± SD (n = 30), mean values with different superscripts in the same column are significantly different ($p < 0.05$). Rating scale: 1 (very bad) to 9 (very good).
[1)]C: control, T-O: ozoned water treated, T-B: blanching treated, T-H: hydrogen peroxide treated, T-SC: sodium hypochlorite treated.

대조구와 유의적 차이가 없는 것으로 나타나 관능적 품질변화가 가장 적은 우수한 살균방법으로 평가되었다. 과산화수소 살균과 차아염소산나트륨살균 처리구의 경우 내피의 탈색이 심하여 대조구와 유의적 차이를 보였다. 오존수 살균 처리구에서 통고추시료의 경우 대조구와 같이 우수한 결과를 나타내었다.

오존은 처리목적에 따라 오존의 처리형태, 농도, 온도, 습도 등의 조건을 결정해야 하는 어려움이 있으나. 식품의 시료성분의 파괴와 물리적 변화가 적으며, 맛에 별 영향을 끼치지 않아 오존수 살균 처리는 식품의 품질을 유지한다고 한다(38).

따라서 0.5 ppm의 오존수로 6분간 살균 처리하는 것을 홍고추의 최적 살균조건으로 설정할 수 있을 것으로 사료된다.

요 약

생 홍고추를 열수, 오존수, 과산화수소와 차아염소산나트륨으로 살균 처리하여 적정 살균조건을 선정하고 선정된 조건에서 살균한 홍고추를 −70°C로 냉동하여 −30°C에서 30일 동안 저장한 후 품질변화를 측정하였다. 95°C에서 4분간 열수 처리하였을 때 *E. coli*와 coliform이 음성을 나타내었으며, 오존수 처리는 0.5 ppm에서 6분간 살균 처리하였을 때, 과산화수소는 2% 용액으로 12분간 살균처리로 음성을 나타냈다. 차아염소산나트륨 처리는 3% 용액으로 4분간 처리하였을 때 음성을 나타내었다. 선정된 각 최적조건에서 살균 처리하여 냉동저장 후 품질변화를 측정한 결과, 드립발생은 열수처리 시료가 15%로 가장 높았다. Ascorbic acid 함량은 오존수 처리 시료를 제외한 다른 처리구들은 대조구의 40%에도 미치지 못하는 함량을 나타내었으며, carotenoids 함량은 오존수 처리 시료가 124.16-182.87 mg%로 가장 적은 손실을 보였다. 관능검사 결과 오존수 처리 시료를 제외한 다른 처리구들은 내피의 탈색이 심하게 일어나고, 특히 열수처리의 경우 살균처리에 의해 과육이 물러져서 외관이 심하게 손상되어 대조구와 유의적 차이를 나타내었다($p < 0.05$).

따라서 시험한 살균방법 중에서 오존수처리가 가장 우수한 품질의 살균 생 홍고추를 생산하는데 적합한 방법으로 평가되었다.

문 헌

1. Kwon JH, Lee GD, Byun MW, Choi KJ. Changes in water activity and fatty acid composition of dried red pepper during post irradiation period. Korean J. Food Sci. Technol. 30: 1058-1063 (1998)
2. Cho YS, Cho MA, Suh HD. Current status and projects of national hot pepper industry in Korea. J. Korean Capsicum Res. Coop. 6: 1-27 (2000)
3. Park JB, Lee SM, Kim S. Capsaicinoids control of red pepper powder by particle size. J. Korean Capsicum Res. Coop. 6: 51-62 (2000)
4. Surh YJ, Lee SS. Capsaicin, a double-edged swore: toxicity, metabolism, and chemopreventive potential. Life Sci. 56: 1845-1855 (1995)
5. Surh YJ. Cancer chemoprevention with dietary phytochemicals. Nature Rev.-Cancer 3: 768-780 (2003)
6. Kim S, Park JH, Wang IK. Composition of main carotenoids in Korean red pepper (*Capsicum annuum* L.) and changes of pigment stability during the drying and storage process. J. Food Sci. 69: 39-44 (2004)
7. Clementi G, Amino-Rexas M, Caruso A, Cutuli VMC, Prato A, Maugeri S, de Bernardis E, Scapagnini U. Effects of CGRP in different models of mouse ear inflammation. Life Sci. 54: 119-124 (1994)
8. Murakami A, Nakashima M, Koshiba T, Maoka T, Nishino H, Yano M, Sumida T, Kim OK, Koshimisu K, Ohigashi H. Modifying effects of carotenoids on superoxide and nitric oxide generation from stimulated leukocytes. Cancer Lett. 149: 115-123 (2000)
9. Kwon DJ, Kim JH, Kim HK, Park MH. Establishment of long-term storage condition of fresh red pepper paste. Korean J. Food Sci. Technol. 22: 415-420 (1990)
10. Kim KH, Chun JK. The effects of the hot air drying of red pepper on the quality. Korean J. Food Sci. Technol. 7: 69-73 (1975)
11. Byun MW, Yook HS, Kwon JH, Kim JO. Improvement of hygienic quality and long-term storage of dried red pepper by gamma irradiation. Korean J. Food Sci. Technol. 28: 482-489 (1996)
12. Byun MW. Radurization and radicidation of spices. Korean J. Food Sci. Technol. 17: 311-318 (1985)
13. Vajdi M, Pereire RR. Comparative effects of ethylene oxide, γ-irradiation and microwave treatments on selected spices. J. Food Sci. 38: 893-895 (1973)
14. Kwon JH, Cho HO, Byun MW, Kim SW, Yang JS. The application of irradiation techniques to foods and foodstuffs. KAERI/RR-1211/92, Daejeon, Korea. pp. 3-96 (1992)
15. Lee MJ, Kim YS, Cho YH, Park HK, Park BK, Lee KH, Kang KJ, Jeon DH, Park KH, Ha SD. Evaluation of efficacy of sanitizers and disinfectants marketed in Korea. Korean J. Food Sci. Technol. 37: 671-677 (2005)
16. Park HK, Kim SB. Microbial reduction of fresh vegetables by treatment of sanitizing reagents. Korean J. Food Nutr. 17: 436-441 (2004)
17. APHA. Compendium of metnods for the microbiological examination of foods. Metnod 9215B, American Public Health Association, Washington, DC, USA (1992)
18. KFIA. Food code, Korea Food Industry Association, Seoul, Korea. pp. 98-105 (2005)
19. AOAC. Official Method of Analysis of AOAC. 14th ed. Method 43.064-43.068. Association of Official Analytical Communities, Alrington, VA, USA (1984)
20. Kim DY, Rhee CO. Color and carotenoid changes during storage of dried red pepper, Korean J. Food Sci. Technol. 12: 53-58 (1980)
21. Lawless HT, Heymann H. Sensory Evaluation of Food. Chapman & Hall, NY, USA. pp. 232-238 (1998)
22. SAS Institude, Inc. SAS User's Guide. Statistical Analysis Systems Institute, Cary, NC, USA (1998)

23. Kim JB, Ahmed E, Yousef, Sandhya D. Application of ozone for enhancing the microbiological safety and quality of foods: A Review. J. Protec. 62: 1071-1087 (1999)
24. Palou L, Crisosto CH, Smilanick JH, Adaskaveg JE, Zoffoli JP. Effects of continuous 0.3 ppm ozone exposure on decay development and physiological responses of peaches and table grapes in cold storage. Postharvest Biol. Tec. 24: 39-48 (2002)
25. Park YM, Lee JH. Effects of pre-treatments and shelf temperature on the market quality of peeled lance Asia bell roots. J. Korean Soc. Hort. Sci 41: 440-444 (2000)
26. Cho JW, Kim IS, Choi CD, Kim ID, Jang SM. Effect of ozone treatment on the quality of peach after postharvest. Korean J. Food Pres. 4: 454 -458 (2003)
27. Yun YY. Control of microorganisms in fresh vegetables by ozone treatment of washing water. MS thesis, Chung-Ang University, Seoul, Korea (2003)
28. Venkitanarayanan KS, Zhao T, Doyle MP. Inactivation of *Escherichia coli* O157:H7 by combinations of GRAS chemicals and temperature. Food Microbiol. 16: 75-82 (1999)
29. Chang R, Kim JI, Kim, Lee YK. Effects of hydrogen peroxide on the microbiological contamination and physicochemical quality of refrigerated chicken legs. Food Sci. Biotechnol. 8: 54-57 (1999)
30. Lillard HS, Thomson JE. Efficacy of hydrogen peroxide as a bactericide in poultry chiller water. J. Food Sci. 48: 125-126 (1983)
31. Weissinger WR, Chantarapanont W, Beuchat LR. Survival and growth of *Salmonella baildon* in shredded lettuce and diced tomatoes, and effectiveness of chlorinated water as a sanitizer. Int. J. Food Microbiol. 62: 123-131 (2000)
32. Peng JS, Tsai WC, Chou CC. Inactivation and removal of *Bacillus cereus* by sanitizer and detergent. Int. J. Food Microbiol. 77: 11-18 (2002)
33. Koiunen J, Heinonen-Tanski H. Inactivation of enteric microorganisms with chemical disinfectants, UV irradiation and combined chemical/UV treatment. Water Res. 39: 1519-1526 (2005)
34. Jang JD, Kim GT, Lee DS. Effect of package size and pasteurization temperature on the quality of Sous Vide processed spinach. Korean J. Food Pres. 11: 195-200 (2004)
35. Hong JH, Bae DH, Choi YH. Effects of blanching conditions on the quality of immatured soybeans during frozen storage. Korean J. Post Hav. Sci. Technol. 4: 189-196 (1997)
36. Lee DS, Kim HG. Carotenoid destruction and nonenzymatic browning during red pepper drying as functions of average moisture content and temperature. Korean J. Food Sci. Technol. 21: 425-429 (1989)
37. Choi OS, Ha BS. Changes in carotenoid pigment of oleoresin red pepper during cooking. J. Korean Soc. Food Nutr. 23: 225-231 (1994)
38. Moon JD, Lim J, Kim GS, Kim ID. Development of an ozone generator and its application and influence to rice preservation. A Collection of Learned Papers of Kyung Pook National University. Daegu, Korea 48: 37-43 (1989)