J. Fd Hyg. Safety
Vol. 23, No. 4, pp. 330~337 (2008)

Journal of Food Hygiene and Safety
Available online at http://www.foodhygiene.or.kr

최소가공 당근의 유통기한 연장 연구

이경혜[1]* · 임희경
[1]동남보건대학 식품생명과학과, 셀프론티어

A study on the Shelf-life Extension of Minimally Processed Carrot

Kyoung-Hae Lee[1]* and Hui-Kyoung Lim
[1]*Dept. of Food Science & Biotechnology, Dongnam Health College, Cellfrontier*
(Received December 1, 2008/Revised December 15, 2008/Accepted December 22, 2008)

ABSTRACT – Betarich carrots were washed at various hypochloric acid(HCA) concentration and steeping time and packed in PE bag keeping at 8 °C for 12 days, in order eventually to examine microbiology, firmness, surface color, whiteness index(WI) and sensory quality. It was found that total bacterial counts at T-II and T-III with the 3 minute steeping were 4.37 ± 0.19 log CFU/g and 4.27 ± 0.13 log CFU/g respectively, showing slight decrease compared to control condition. *E. coli* was not detected at all treatments but less coliforms were detected at the 8-day treatments of T-II and T-III. Treatment of 3-minute steeping showed smaller reduction in firmness than that of 1-minute steeping at 12-days, and T-1 (T-3) had the largest (smallest) reduction among them. It was also found that during the treatment the L-value showed decreasing trend, but the parameter a- and b-value showed increasing trend. WI increased, and its change was small with the increase in HCA concentration. The sensory quality check after 8 day storage showed that evaluation of the off-flavor appeared to be significantly high ($p<0.05$) at both non-treatment and HCA treatment. On the basis of the results above, it is likely to be more effective to prolong the period of circulation of betarich carrots if you use HCA over 50 ppm for washing betarich carrots. This study will contribute to improve safety and quality in circulation of betarich carrots.

Key words : betarich carrot, hydrochloric acid(HCA), safety, quality

최소가공 채소(minimally processed vegetables)는 채소류를 박피, 절단, 세척 등과 같이 가공처리를 최소화한 신선편이(fresh-cut) 형태로 건강식 위주로 식생활 패턴이 변화하면서 수요가 증가하고 있다[1-3]. 그러나 최소한의 가공처리로 공정 중 미생물 증식 등으로 인한 품질변화가 발생할 수 있다. 이러한 최소가공 채소류의 초기 미생물의 제어 방법 중 가장 대표적인 방법으로 냉각수 이용방법, 오존, 방사선 조사, 자외선 조사 및 화학적 살균제를 세척과정 중에 이용한 살균소독공정 등이 이용되고 있다[4-7]. 세척공정은 원료 채소에 묻어 있는 협잡물 등의 이물질을 제거하는 1차 세척과 살균처리된 세척수를 사용한 2차 세척 단계를 거치게 된다[8]. 그러나 유통되고 있는 최소가공 채소류에 대한 살균소독제의 사용 실태는 정확히 파악되지 않고 일반 표준화 모델이 없는 실정이다.

*Correspondence to: Kyoung Hae Lee, Dept. of Food Science & Biotechnology, Dongnam Health College, Suwon 440-714, Korea
Tel: 82-31-249-6433, Fax: 82-31-249-6430
E-mail: khlee@dongnam.ac.kr

최근 과채류 세척에 적용되고 있는 전해산화수(electrolyzed oxidizing water, EOW)는 묽은 NaCl용액을 electrochemical cell을 통과시켜 발생시키는 것으로 물과 염소이온을 산화시켜 HOCl, Cl_2, ClO 등을 얻는 것으로 pH 6.5 부근에서 HOCl의 농도는 96 % 이상을 나타낸다[9]. 미산성 부근의 차아염소산수(hypochloric acid water, HAW)의 살균효과는 높은 산화환원전위(oxidation-reduction potential, ORP)를 이용하여 미생물 세포막을 파괴시켜 차아염소산(hypochloric acid, HCA)이 세포막으로 침투되어 세포내의 산화반응과 호흡경로를 진행시켜 미생물에 대한 살균효과를 나타낸다[10]. HCA 용액의 경우 다른 염소계 살균제에 비하여 염소가스 발생으로 인한 인체에 대한 피해를 최소로 할 수 있다고 보고된 바 있다[9]. 살균제로 사용되는 전해산화수(electrolyzed oxidizing water)는 항균활성이 높고 가격이 저렴하며, 사용이 용이하여 가금류에 적용하여 *Campylo-bacter jejuni*를 감소시켰으며[11], 상추에서 *Esterichia coli* 0157:H7과 *Listeria monocytogenes*의 감소효과[12] 및 alfalfa 종자와 싹에서 *Salmonella*의 작용력을 상실시키는 효과[13] 등이 보

고된 바 있다. Guentzel 등[9]에 의하면 중성 전해산화수의 사용이 시금치 및 상추 등의 세균을 감소시킨다고 보고한 바 있다.

차아염소산수(HCW)는 살균제 중 염산 또는 식염수를 전기분해방법에 의하여 얻어지는 것으로 차아염소산(HCA)을 주성분으로 하는 수용액으로 식품가공장치의 살균뿐만 아니라 노로바이러스(norovirus)와 조류인프루엔자(aviain influenza) 살균효과에 관한 연구가 활발히 진행되고 있다[14-17]. HCW를 식품첨가물로의 사용기준 및 규격이 한국식품의약품안정청(KFDA) 고시 제 2007-74에 의거하여 고시되어 있고, 미국 FDA 간접 식품첨가물(indirect food additives) No.178.1010으로 인증되었으나, 이와 관련된 국내에서 과채류 적용에 관한 연구는 미비한 상태이다. 이에 따라 최소가공 채소류의 세척공정에서 안전하고 효과적인 초기 미생물을 제거할 수 있는 살균 소독 방법이 필요한 실정이다.

당근(*Daucus carota* L.)은 대표적인 근채류로 생식으로 이용하거나 세척 등 최소가공 처리하여 신선편이 형태로 샐러드나 주스 등으로 이용되고 있다[18]. 채소 중 당근에는 provitamin A의 전구물질인 β-carotene이 많이 함유되어 있어 항산화 기능, 노화방지 및 암 발생이나 암세포 증식의 억제효과 등이 보고된 바 있다[19,20].

최소가공 채소류에 대한 소비가 증가하고 있지만, 채소류에 대한 안전성에 대한 보장 및 유통되고 있는 최소가공 채소류의 저장 온도에 따른 품질 변화 저장기간 동안 미생물 증식 및 부패에 관한 연구 자료가 미흡한 실정이다.

당근의 pH는 6.1~6.5이므로 저장 및 유통기간동안 미생물에 의한 부패가 진행되거나 백화현상이 표면에 나타나 품질저하의 원인이 된다. 그러나 가열살균방식을 당근에 적용하면 영양성분의 손실, 풍미저하 및 조직감 연화 등의 품질저하가 발생되므로 최소가공 당근의 신선한 조직감을 유지하고 유통기한을 연장하기 위한 살균에 관한 연구가 필요한 실정이다[21,22]. 따라서 본 연구에서는 최소가공 당근에 대한 유통기한을 연장하기 위하여 세척공정에 HCA를 농도별, 침지시간별로 처리하여 미생물, 품질과 기호성에 미치는 영향을 조사하였다.

재료 및 방법

재료

실험에 사용한 당근(*Daucus carota* L.)은 2008년 9월 부산에서 재배 수확한 전처리 공정 없이 유통되는 Betarich를 구입하여 모양과 외관상태가 전체적으로 균일한 것을 선별하여 시료로 사용하였다.

살균처리 및 저장

Betarich 당근은 흙을 제거하고 흐르는 물로 3분간 세척한 후 3등분(상단, 중간, 하단부위)으로 절단하여 중간부위를 장방형으로 절단(20 × 20 × 5 mm)하여 준비하였다. 살균처리는 oxidation-reduction potential(ORP)이 800~1,000 mV이고 pH 6.5 부근인 미산성 차아염소산 발생기(MS-4000S, Soosan E&C Co. Korea)를 사용하여 차아염소산(hypochloric acid, HCA) 농도 0 ppm(대조구, T-0), 30 ppm(T-I), 50 ppm(T-II), 100 ppm(T-III) 농도별 1분과 3분간 각각 침치시킨 후 PE bag에 포장하여 8 °C의 저장고(Lab house BI-150, Korea)에 저장하여 공시재료로 사용하였다. 저장기간 중 4일 간격으로 시료를 채취하여 미생물 분석 및 관능적 품질특성을 측정하였다.

미생물 분석

Betarich 당근을 수세한 후 장방형 형태로 잘라 농도별 차아염소산으로 침지시간을 1분과 3분으로 처리하여 저장 중 4일 간격으로 총균수, 대장균 및 대장균군의 변화를 살펴보았다. 당근의 미생물 분석은 실험구별로 멸균팩에 시료를 채취하여 멸균한 믹서(GP-2003, SG Electronic, Korea)로 잘게 분쇄한 후 20 g의 당근을 180 mL의 0.1 % 펩톤수(pH 7.4)를 가한 후 균질기(bag mixer, Seward Medical, UK)를 이용하여 260 rpm으로 90초간 처리한 후 단계 희석하였다. 총균수는 plate count agar(PCA, Difco Co., Detroit, U.S.A.)를 사용하여 37 °C에서 36시간 배양하여 계수하였다. 대장균과 대장균군은 Petrifilm(3M Petrifilm™, St. Paul, USA)을 사용하여 36 °C에서 26시간 배양한 후 대장균은 청색 기포를 형성한 집락을 계수하였고 대장균군은 붉은색 기포를 형성한 집락을 계수하여 시료 1 g당 colony forming unit(CFU)로 나타내었다[23].

경도 측정

Betarich 당근을 20 × 20 × 15 mm로 자른 후 HCA 처리 농도를 0 ppm(T-0), 30 ppm(T-I), 50 ppm(T-II), 100 ppm(T-III) 으로 처리한 후 8 °C에서 12일 동안 저장하여 4일 간격으로 Texture Analyser(DAHDi/500, TAHD, UK)를 사용하여 경도를 측정하였다. 준비된 당근은 SM SP/100(지름 100mm)probe로 50 kg의 maximum gorce로 하여 1 mm/sec의 속도로 측정하였다. 당근 시료는 highest peak force를 g-force 단위로 나타내었으며, 측정값은 각각 4회 측정한 수치를 평균한 값으로 하였다.

표면색 및 백화지수 측정

당근의 표면색은 농도별 HCA 처리 후 저장하면서 4일 간격으로 재료를 채취하여 Color Difference Meter(Ultrascan PRO, Hunterlab, U.S.A)를 사용하여 L(명도, black 0 to light 100), a(적색도, red 60 to green -60, b(황색도, yellow 60 to blue -60), ΔE(total color difference, 총색차 ,$\Delta E = \sqrt{\Delta L^2 + \Delta \alpha^2 + \Delta b^2}$)로 나타내었으며, 측정값은 각각

4회 측정한 수치를 평균한 값으로 하였다. 이때 표준백판(L=95.28, a=-0.97, b=0.28)으로 보정하여 표면색을 측정하였다.

백화지수(white index, WI)의 측정은 Bolin과 Huxsoll[24]의 방법에 따라 L, a, b 값을 다음과 같이 WI=100-[(100-L*)^2+a*^{2}+b*^{2}]$^{0.5}$로 변환하여 나타내었다.

관능검사

HCA로 처리한 당근을 8 ℃에서 저장한 당근 실험구별 시료에 대한 관능검사의 평가항목으로 외관, 이취, 색은 7점 평점법으로 측정하였다[25]. 관능검사원 선발은 3점 검사법으로 당근의 색, 외관 등에 대한 차이식별 능력이 우수한 20-27세의 대학생 13명을 패널로 선정하여 총 3회에 걸쳐 훈련시킨 후 관능검사를 실시하였다.

통계분석

모든 실험은 최소 4회 반복 축정한 평균치로 나타내었고, 통계분석은 SAS(Statistical Analytical System) 프로그램을 사용하여 Duncan의 다중검정법으로 시료간의 유의성 검정은 $p<0.05$ 수준에서 실시하였다[26].

결과 및 고찰

미생물의 분석

HCA로 처리한 당근을 8 ℃에서 저장하여 4일 간격으로 침지시간별 HCA 농도별로 저장기간에 따른 당근의 총균수와 대장균군의 변화는 Table 1과 Table 2와 같다.

저장초기 총균수의 경우 대조구 T-0는 4.53 ± 0.18 log CFU/g이었고, 처리구 T-I의 침지시간 1분 처리구에서 총균수는 4.41 ± 0.24 log CFU/g이었으며, 침지시간을 3분으로 처리한 경우 균수는 1 log scale 이상 감소된 것으로 나타났으나, 저장 12일차에 채취한 처리구에서 침지시간 1분과 3분간에는 거의 차이를 나타내지 않았다. HCA 농도가 100 ppm으로 1분간 처리한 T-III에서 총균수는 2.13 ± 0.21 log CFU/g이었고 침지시간 3분에서는 1.77 ± 0.29 log CFU/g를 나타냈다. 따라서 저장기간이 증가할수록 총균수는 대조구와 전 처리구에서 증가를 나타냈으며, 증가폭은 침지시간이 긴 처리구와 차아염소산 농도가 증가할수록 그 증가폭은 적게 나타났다. 대장균군의 경우 처리구 T-I에서는 저장 4일부터 검출되었고 처리구 T-II, T-III는 저장 8일부터 검출되었으며, 8 ℃에서 저장기간 12일 경과한 T-I 처리구의 대장균군은 대조구 T-0에 비하여 침지시간 1

Table 1. Changes in total aerobic bacteria and coliforms in the fresh-cut carrot treated in 1minute steeping with various concentration of hypochloric acid during storage at 8 ℃. (log CFU/g)

Micro-organisms	Storage period(days)	T-0	T-I	T-II	T-III
Total aerobic bacteria	0	4.53±0.18[1)]	4.41±0.24	3.72±0.15	2.13±0.21
	4	6.51±0.16	6.16±0.27	5.25±0.39	4.73±0.16
	8	6.74±0.18	6.57±0.27	5.90±0.14	5.61±0.12
	12	7.33±0.31	6.87±0.13	6.23±0.07	6.09±0.20
Coliform	0	3.24±0.12	ND[2)]	ND	ND
	4	4.36±0.02	2.95±0.10	ND	ND
	8	5.23±0.01	4.02±0.10	3.63±0.09	3.45±0.06
	12	5.41±0.02	4.32±0.03	3.79±0.02	3.84±0.15

[1)]Mean ± standard deviation (n=4)
[2)]Not detected within the detection limit < 10^1 CFU/g

Table 2. Changes in total aerobic bacteria and coliforms in the fresh-cut carrot treated in 3 minutes steeping with various concentration of hypochloric acid during storage at 8 ℃. (log CFU/g)

Micro-organisms	Storage period(days)	T-0	T-I	T-II	T-III
Total aerobic bacteria	0	4.53±0.18[1)]	3.11±0.26	2.30±0.14	1.77±0.29
	4	6.41±0.08	5.91±0.13	4.37±0.19	4.27±0.13
	8	6.86±0.13	6.02±0.45	5.11±0.20	4.7±0.17
	12	7.31±0.19	6.86±0.34	5.42±0.11	2.28±0.13
Coliform	0	3.24±0.12	ND[2)]	ND	ND
	4	4.08±0.08	2.81±0.03	ND	ND
	8	5.26±0.01	3.30±0.04	2.39±0.07	2.30±0.23
	12	5.50±0.01	3.93±0.04	3.15±0.09	2.95±0.04

[1)]Mean ± standard deviation (n=4)
[2)]Not detected within the detection limit < 10^1 logCFU/g

분과 3분의 경우 각각 1.09 log CFU/g, 1.57 log CFU/g 적게 나타났다. 저장 중 침지시간 별 대장균군의 발현시기는 유사한 경향을 보였으나, 침지시간이 길어질수록 차아염소산 농도가 증가할수록 균수는 적은 폭으로 증가하였다. 그러나 대조구 T-0와 전 처리구에서 *E. coli*는 검출되지 않았다. Lamikanra 등[27]에 의하면 신선한 채소류의 총균수는 10^4~10^7 CFU/g이고 대장균군은 10^2~10^4 CFU/g정도라 하였다. 저장 중 처리구 T-I의 미생물 증가량은 T-II와 T-III에 비하여 크게 나타났으나, 처리구 T-II와 T-III간에는 미생물의 변화가 적게 나타났다. 따라서 미생물 분석을 통하여 처리구 T-II에서 침지시간을 3분간 처리하는 것이 장방형으로 절단한 최소가공 당근을 유통하는데 보다 효과적임을 알 수 있다.

경도 변화

장방형으로 절단한 최소가공 당근을 HCA 농도별, 침지시간별로 처리한 후 8 °C에 저장하면서 4일 간격으로 경도를 측정한 결과는 Fig. 1과 같다. 대조구 T-0와 HCA 농도를 달리 처리한 T-I, T-II, T-III에서 경도는 저장기간이 길어질수록 감소하였으며, T-0의 감소폭은 처리구 T-I, T-II, T-III에 비하여 가장 크게 나타났다. 모든 처리구의 경도 측정치는 저장기간 중 감소하였으며 처리구중 T-III에서 감소폭이 가장 완만함을 나타냈다. 이는 세척수의 HCA의 농도가 증가할수록 미생물에 대한 살균효과가 크므로 미생물에 의한 부패로 인한 조직연화가 영향을 적게 미친 것으로 판단된다. 침지시간별 처리구 T-I, T-II, T-III에 대한 경도는 침지시간 1분 처리구보다 3분 처리구가 저장일수가 증가할수록 경도의 감소폭이 적었으며, 3분간 침지한 처리구 T-III의 경도의 감소폭이 저장기간 중 가장 낮게 나타났다. 경도의 감소는 저장기간 중 일정기간이 지난 후 미생물이 증식하여 부패로 인하여 조직이 연화된 것임을 알 수 있다.

반면에 Kim 등[8]과 Klaiber 등[28]에 의하면 채썰기 형태로 절단한 당근의 경우 저장기간 중 건조로 인하여 악간 증가하였다 감소하였음을 보고한 바 있으며, Lee 등[29]은 건조공정으로 당근의 경도는 감소함을 보고하였다. 최소가공 당근의 경우 절단형태, 두께, 포장 등 여러 가지 요인도 저장기간 중 경도에 영향을 미치는 것으로 사료된다. 따라서 최소가공 당근은 100 ppm의 HCA 농도의 세척수에서 3분간 처리한 처리구 T-III의 경우 조직연화에 영향을 미치는 미생물 증식의 억제효과를 기대할 수 있다.

표면색 및 백화지수의 변화

세척, 절단한 최소가공당근을 HCA 농도별 3분간 침지한 후 저장기간에 따른 표면색의 변화는 Table 3과 같다.

L 값은 HCA 농도가 증가할수록 저장기간이 증가할수록 대조구와 모든 처리구에서 증가하는 경향을 나타냈다. HCA로 처리 직후 대조구 T-0와 처리구 T-I간에서 5 %의 유의수준에서 유의적인 차이가 없었으나, T-II와 T-III에서는 T-0와 유의적인 차이를 나타냈다. 저장기간이 증가할수록 L값은 대조구와 모든 처리구에서 증가하였으나, 증가폭은 T-I, T-II, T-III로 갈수록 적게 나타났다. 이는 저장기간이 증가함에 따라 당근표면의 백화현상이진행되어 명도가 증가한 것으로 판단된다. a 값은 처리 직후 대조구 T-0와 T-I간에는 유의적인 차이가 없었으나, HCA가 50 ppm이상으로 처리한 T-II와 T-III에서는 각각 유의적인 차이를 나타냈다. 대조구 T-O와 처리구 T-I간의 a값은 저장 8일차까지는 유의적인 차이를 나타내지 않았고, 처리구 T-

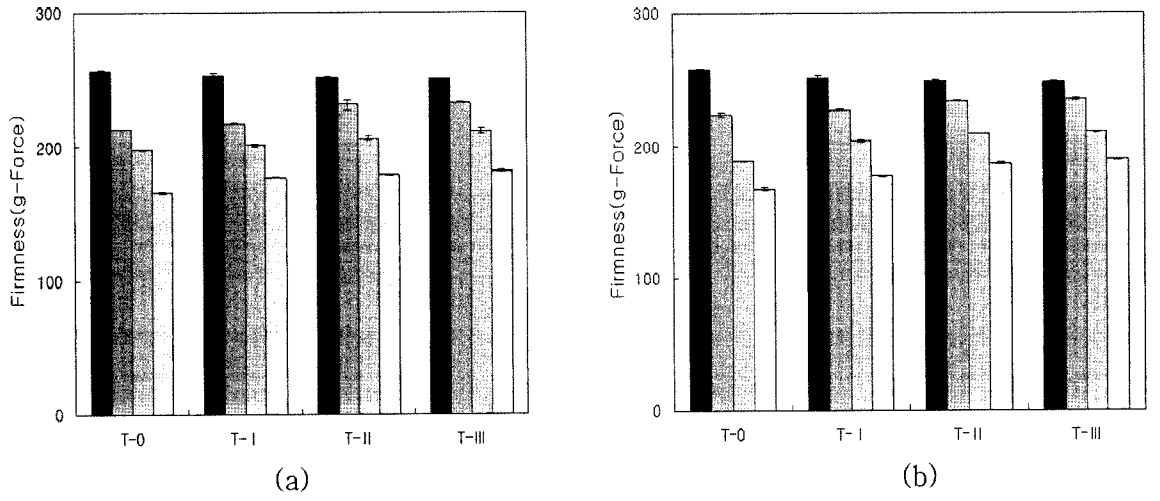

Fig. 1. Changes in the firmness of the fresh-cut carrot treated with various concentration of hypochloric acid during storage at 8 °C. (storage period : o day, 4 days, 8 days, 12 days) (a) Steeping time ■ ; 1 min. ■) (b) Steeping time ■ ; 3 min. ■), T-0 : Control, T-I : Fresh-cut carrot treated with 30 ppm HOCl, T-II : Fresh-cut carrot treated with 50 ppm HOCl, T-III : Fresh-cut carrot treated with 100 ppm HOCl.

Table 3. Changes in color of the fresh-cut carrot treated with various concentration of hypochloric acid during storage at 8 °C.

Treatment	Storage period (days)	L-value	a-value	b-value	⊿E
T-0	0	50.68±0.74^{d}	18.59±0.51^{a}	20.74±0.60^{a}	0
	4	53.93±1.03^{c}	18.26±0.49^{a}	20.43±0.40^{a}	3.53±0.67
	8	56.37±1.00^{b}	17.38±0.42^{b}	19.27±0.22^{b}	6.07±0.49
	12	58.31±1.00^{a}	16.09±0.24^{c}	18.36±0.10^{c}	9.39±0.40
T-I	0	51.36±1.0a^{c}	19.27±0.26^{a}	21.07±0.79^{a}	0
	4	54.10±0.68^{b}	18.20±0.16^{bc}	20.68±0.91^{a}	1.13±0.22
	8	55.10±0.04^{a}	18.30±0.47^{b}	20.80±0.61^{a}	2.69±0.83
	12	57.99±0.62^{a}	17.46±0.58^{c}	18.94±0.93^{b}	7.76±2.36
T-II	0	56.36±1.15^{b}	23.96±0.48^{b}	21.51±0.06^{b}	0
	4	57.01±0.82^{b}	23.46±0.27^{b}	22.01±0.97^{b}	2.05±0.23
	8	57.43±0.85^{ab}	23.45±0.49^{b}	22.37±0.62^{b}	2.05±0.84
	12	58.70±0.41^{a}	24.70±0.24^{a}	24.86±0.57^{a}	4.86±0.70
T-III	0	57.18±0.91^{b}	25.24±0.28^{a}	26.67±0.59^{a}	0
	4	57.37±0.89^{b}	24.57±1.06^{a}	25.46±0.50^{a}	2.05±0.23
	8	57.98±0.55^{b}	23.49±0.75^{ab}	25.37±0.58^{a}	2.16±0.60
	12	59.57±0.59^{a}	22.64±0.68^{b}	24.26±0.44^{b}	3.98±0.49

$^{a-d}$Means in the same column bearing different superscript are significantly different (p<0.05).
$^{A-C}$Means in the same row bearing different superscript are significantly different (p<0.05).

III는 저장기간별 대조구와 다른 처리구에 비하여 유의적으로 높게 나타났으며, 저장기간이 경과함에 따라 L값과 다르게 감소하는 경향을 나타냈다. b값은 저장기간이 경과할수록 감소하였으며, 처리 직후 대조구 T-0와 처리구 T-I, T-II 간에는 유의적인 차이를 보이지 않았으나, T-III에서 유의적으로 높게 나타났다. 이는 저장 중 당근 표면의 건조로 인하여 명도가 증가되었고 β-carotene과 같은 carotenoid계 색소 손실이 진행되었고 HCA 처리가 색에 영향을 미친 것으로 판단된다. Seely와 Meyer에 의하면 β-carotene은 빛, 산소 등의 요인에 의하여 색의 소실을 야기한다고 보고한 바 있다[30]. 총색차(△E)는 대조구 T-0와 처리구간에 저장초기에서 T-III에서 가장 크게 나타났으며, 저장 12일 경과 후에는 처리구 T-II와 T-III간에는 차이가 적게 나타났다.

최소가공 처리된 당근의 상품적 품질수명 인자로 영향을 미치는 백화현상(whiteness index, WI)은 저장유통 중 표면에 나타나는 현상으로 HCA 농도별 저장 초기와 저장 12일이 경과한 후의 WI는 Fig. 2와 같다. 초기저장 일수에는 거의 유사한 수치를 나타냈으나, 저장 12일이 경과한 후에는 T-0에서 수치가 가장 크게 나타났다. 이는 저장기간 중 당근 표면이 건조되어 영향을 미친 것으로 판단된다. 처리구에서는 T-I, T-II, T-III로 갈수록 WI는 낮게 나타났다. 이는 오존수 세척 당근에서의 결과와 일치하였다[8].

저장기간 동안 각각의 저장기간 경과 후 대조구와 처리구간에서 전체적인 당근의 변색정도는 미생물에 의한 부패 등의 품질인자에 비하여 육안으로 확연히 구분될 정도의 수준은 아니었으며, 그 변화 폭은 처리구에서 HCA 처리 농도가 증가할수록 적게 나타났다.

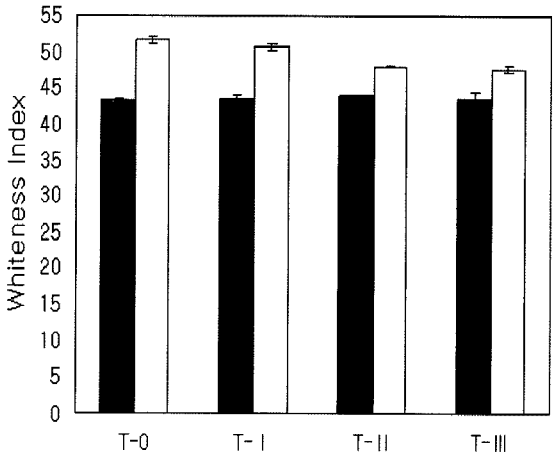

Fig. 2. Changes in the whiteness index of the fresh-cut carrot treated with various concentration of hypochloric acid during storage(■ 0day, □ 12 days) at 8 °C. T-0 : Control (- ◇ -), T-I : Samples treated with 30 ppm HOCl (- ○ -), T-II : Samples treated with 50 ppm HOCl (- △ -), T-III : Samples treated with 100 ppm HOCl (-X-).

관능적 품질

베타리치 당근을 2차 세척단계에서 HCA 농도별로 처

리한 장방형 당근을 8 °C에서 저장하면서 저장초기 0일, 4일, 8일, 12일차에 외관, 이취, 색을 7점 평점법으로 관능적 품질특성을 살펴본 결과는 각각 Table 4와 같다.

저장초기의 외관은 무처리구 T-0가 모든 처리구보다 높게 평가되었으나 저장일수가 증가할수록 상반되는 결과를 보였다. HCA 처리후 저장 4일차에서 외관 평가는 대조구 T-0와 T-I간에는 유의적인 차이가 없었으며, 처리구 T-II, T-III보다 높게 평가되었다. 외관 평가는 저장일수가 길어질수록 차아염소산 농도가 증가할수록 대조구와 처리구에서 낮은 평가를 나타냈으나 대조구가 처리구에 비하여 더 낮은 점수로 평가되었다. HCA 처리 농도가 높을수록 이취에 대한 평가가 유의적으로 높았다. 이취는 HCA 무처리구와 처리구들 간에 유의적인 차이가 없었으며, 저장 8일차에는 무처리구인 T-0와 모든 처리구 간에 유의적인 차이를 보였고 저장 12일차에는 T-0와 T-I간에는 유의적인 차이가 없었으며, T-0와 T-II, T-III간에는 유의적인 차이를 보였다. 대조구 T-0와 처리구 T-I 각각의 이취평가는 저장 4일째는 5 %의 유의수준에서 유의적인 차이를 보였으나, 처리구 T-II와 T-III는 저장초기, 4일, 8일에 채취한 시료간에 유의적인 차이를 보이지 않았다. 이는 차아염소산 농도 50 ppm이상으로 처리한 처리구에서는 미생물이 증식되어 부패로 인한 이취생성이 억제된 것으로 판단된다. 색에 대한 평가는 대조구 T-0와 처리구 T-I은 각각 저장초기와 저장 4일째까지는 유의적인 차이를 보이지 않았고, 처리구 T-II와 T-III에서는 각각 저장기간별 0일, 4일, 8일차 간에 유의적인 차이를 나타내지 않았다. 저장초기 색의 평가는 무처리구가 6.08 ± 0.86으로 가장 높은 평가를 나타냈으며, 모든 처리구와 유의적인 차이를 나타냈다. 저장기간이 증가할수록 색에 대한 평가도 감소하였으나 처리구에서는 감소폭이 적게 나타났다. 그러나 당근의 변색정도는 미생물에 의한 부패 등의 품질인자에 비하여 육안으로 확연히 구분될 정도의 수준은 아니었으며, 그 변화 폭은 적게 나타났다. Kim[31]에 의하면 당근은 저장기간 중에 당근의 백화현상이 일어난다 하였다. 따라서 따라서 HCA 처리된 betarich 당근의 관능적 품질평가는 저장 중 미생물의 증식으로 인한 조직 연화와 백화현상 등에 의하여 영향을 받으므로 처리구 T-II가 저장효과가 있는 것으로 판단된다.

요 약

베타리치 당근을 HCA 농도별 침지시간별로 각각 세척한 후 PE bag에 포장하여 8 °C에서 12일간 저장하여 미생물분석, 경도, 표면색, 백화지수 및 관능적 품질변화를 조사하였다. 총균수는 침지시간을 3분으로 한 처리구 T-II는 4.37 ± 0.19 log CFU/g, T-III는 4.27 ± 0.13 log CFU/g로 저장초기의 대조구에서 보다 적게 나타났다. 대장균군의 경우 저장일수 8일차의 처리구 T-II와 T-III는 대조구보다 적게 검출되었으며, 모든 처리구에서 *E. coli*는 검출되지 않았다. 3분 침지한 처리구가 1분 침지한 처리구보다 저

Table 4. Sensory Characteristics of the fresh-cut carrot treated with various concentration of hypochloric acid during storage at 8 °C

Sample	Storage period(days)	Appearance	Off-flavor	Color	Overall acceptance
T-O	0	6.15 ± 0.80^{aA}	5.23 ± 0.73^{aA}	6.08 ± 0.86^{aA}	6.31 ± 0.48^{aA}
	4	4.92 ± 0.86^{bA}	3.77 ± 0.83^{bC}	5.54 ± 0.52^{aA}	5.77 ± 0.44^{bA}
	8	3.46 ± 0.78^{cB}	3.69 ± 0.89^{bB}	4.69 ± 0.75^{bA}	4.54 ± 0.52^{cA}
	12	2.92 ± 0.76^{cC}	3.15 ± 0.97^{bB}	2.08 ± 0.64^{cC}	3.92 ± 0.65^{cA}
T-I	0	5.54 ± 0.52^{aAB}	5.46 ± 0.66^{aA}	4.92 ± 0.49^{aB}	6.11 ± 0.63^{aA}
	4	5.00 ± 0.41^{bA}	4.85 ± 0.69^{bB}	5.08 ± 0.28^{aB}	5.72 ± 0.76^{abA}
	8	4.77 ± 0.93^{bA}	4.54 ± 0.52^{bA}	4.31 ± 0.63^{bA}	5.52 ± 0.60^{bA}
	12	4.92 ± 0.64^{bA}	3.00 ± 0.71^{cB}	4.31 ± 0.48^{bA}	4.72 ± 0.51^{bA}
T-II	0	4.92 ± 0.79^{aB}	5.00 ± 0.41^{aA}	5.00 ± 0.41^{aB}	6.07 ± 0.77^{aA}
	4	3.85 ± 0.69^{bB}	5.00 ± 0.58^{aA}	4.85 ± 0.38^{aBC}	5.15 ± 1.07^{bA}
	8	3.92 ± 1.04^{bB}	4.62 ± 0.51^{abA}	4.38 ± 1.04^{abA}	4.99 ± 0.85^{bA}
	12	3.85 ± 0.55^{bB}	4.54 ± 0.52^{bA}	4.15 ± 0.90^{bA}	4.53 ± 1.42^{bA}
T-III	0	4.85 ± 0.81^{aB}	5.13 ± 0.51^{aA}	4.77 ± 0.83^{aB}	6.02 ± 0.78^{aA}
	4	4.00 ± 1.08^{abB}	5.09 ± 0.87^{aA}	4.46 ± 0.78^{aC}	4.99 ± 0.96^{bA}
	8	3.85 ± 0.90^{bB}	4.72 ± 0.63^{abA}	4.23 ± 0.83^{aA}	4.68 ± 0.75^{bA}
	12	3.62 ± 1.12^{bB}	4.67 ± 0.65^{bA}	3.23 ± 0.71^{bB}	4.60 ± 0.96^{bA}

Rating scale : 1(very bad) to 7 (very good)

[a-c]Means in the same column bearing different superscript are significantly different ($p<0.05$).

[A-C]Means in the same row bearing different superscript are significantly different ($p<0.05$).

장 12일 차에서 경도의 감소폭이 적었으며, T-I T-II, T-III로 갈수록 감소폭이 줄어들었다. 저장기간 중 모든 처리구의 L값은 감소하였고 a와 b값은 증가하였다. WI는 저장기간 중 증가하였으며, HCA 처리농도가 증가할수록 증가폭은 적었다. 저장 8일차의 관능적 품질평가 결과, 무처리구와 HCA 처리구의 이취평가는 유의적으로 높게 나타났다($p<0.05$). 이상의 결과를 종합해 볼 때 유통기한 연장을 위하여 당근 세척에 HCA을 50 ppm 이상 사용하는 것이 안전성 및 품질 향상에 효과적인 것으로 나타났다.

감사의 글

본 연구는 2008년도 교육인적 자원부 특성화 프로그램의 국고 재정지원 연구비에 의하여 수행된 것으로 이에 감사드립니다.

참고문헌

1. Kim, S.Y., Yoon, Y.B. and Choi, E.H.: Changes in quality of mixed juice of fruits an dvegetables by aseptic treatment and packing with nitrogen gas during storage. *Korean J. Food Sci. Technol.*, **32**, 1271-1277 (2000).
2. Alzamora, S.M., Tapia, M.S. and Lopez-Malo, A.: Minimally processed fruits and vegetables : fundamenta aspects and applications. Aspen Publishers Inc., Gaitjerburg, MD, USA, pp. 1-62 (2000).
3. Lamikanra, O.: Fresh-cut fruits and vegetables : science, technology and markets. CRC Press, Boca Raton, FL, USA, pp. 1-43 (2002).
4. Jeong, J.W., Kim, B.S., Kim, O.W., Nahmgung, B., and Lee, S.H.: Changes in quality of carrot during storage by hydrocooling. *Korean J. Food Sci. Technol.*, **28**, 841-849 (1996).
5. Kim, B.S., Jung, J.W., Jo, J.H. and Park, H.W.: Development of surface sterilization system for fresh leafy vegetables. E02303-0252. Korean Food Research Institute, Korea, p. 25 (2002).
6. No, S.Y.: Effect of lamp type ozone generator on inactivation of microorganism and product quality of *Angelica keiskei*. PhD thesis, Yonsei University, Seoul, Korea, pp. 5-15 (2003)
7. Ahvenainen, R.: New approaches in improving the shelf life of minimally processed fruit and vegetables. *Trends Food Sci. Technol.*, **7**, 179-187 (1996).
8. Kim, J.G., Luo, Y. and Lim, C.I.: Effect of ozonated water and chlorine water wash on quality and microbial de-contamination of fresh-cut carrot shreds. *Korean J. Food Preserv.*, **14**, 54-60 (2007).
9. Guentzel, J.L., Lam, K.L., Callan, M.A., Emmons, S.A. and Dunham, V.L.: Reduction of bacteria on spinach, lettuce and surfaces in food service areas using neutral electrolyzed oxidizing water. *Food Microbiol.*, **25**, 36-41 (2008).
10. Liao, L.B., Chen, W.M., Xiao, X.M.: The generation and inactivation mechanism of oxidation-reduction potential of electrolyzed oxidizing water. *J. Food Eng.*, **78**, 1326-1332 (2007).
11. Park, H., Hung, Y.C. and Brackett, R.E.: Antimicrobial effect of electrolyzed water for inactivating *Campylobacter jejuni* during poultry washing. *Int. J. Food Microbiol.*, **72**, 77-83 (2002).
12. Park, C.M., Hung, Y.C., Doyle, M.P., Ezeike, G.O.I. and Kim, C.: Pathogen reduction and quality of lettuce treated with electrolyzed oxidizing and acidified chlorinated water. *J. Food Sci.*, **66**, 1368-1372 (2001).
13. Kim, C., Hung, Y.C., Brackett, R.E. and Lin, C.S.: Efficacy of electrolyzed oxidizing water in inactivating *Salmonella* on alfalfa seeds and sprouts. *J. Food Protect.*, **66**, 208-214 (2003).
14. Sampson, M. N.: Use of sterilox systems to enhance produce food safety, 2nd International Conference for Food Safety and Quality, San Francisco, CA, U.S.A., November (2007).
15. Burfoot, D.K., Hall, K., Brown, K. and Xu, Y.: Fogging for the disinfection of food processing factories and equipment, *Trends Food Sci. Technol.*, **10**, 205-210 (1999).
16. Park, G.W., Boston, D.M., Kase, J.A., Sampson, M.N. and Sobsey, M.D.: Evaluation of lipid and fog-based application of sterilox hypochlorous acid solution for surface inactivation of human norovirus. *Applied and Environ., Micorbiol.*, **73**, 4463-4468 (2007).
17. Sampson, M. N.: Effectiveness of hypochlorous acid to decontaminate norovirus and avian influenza Hong Kong A strain on environmental surfaces. National Environmental Health Association Conference, Atlantic City, New Jersey, USA, June 21 (2007).
18. Shin, J.H., Ryu, C.H. and Cho, S.H.: Development of vinegar and vinegar-containing beverage from carrots. *J. Agri. Life Sci.*, **36**, 39-46 (2002).
19. Diplock, A.T.: Antioxidant nutrients and disease prevention: an overview. *Am. J. Clin. Nutr.*, **53**, 189-193 (1991).
20. Wald, N.J.: Retinol, beta carotene and cancer. *Cancer Surv.*, **6**, 635-651 (1987).
21. Ogunlesi, A.T. and Lee, C.Y.: Effect of thermal processing on the stereo-isomerization of major carotenoids and vitamin A value of carrots. *Food Chem.*, **4**, 311-320 (1979).
22. Panalaks, T. and Murray, Y.K.: Effect of processing on the content of carotenoids isomers in vegetables and peaches. *J. Inst. Can. Technol.*, **3**, 145-152 (1970).
23. Korea Food & Drug Administration: Food Index, Munyoung press (2007).
24. Bolin, H. and Huxsoll, C.: Control of minimally processed carrot(Docc ddot) surface discoloration caused by abrasion peeling. *J. Food Sci.*, **56**, 416-418 (1991).
25. Lawless HT, Heymann H.: Sensory evaluation of food. Chapman & Hall, NY, USA. pp. 232-238 (1998).
26. SAS: SAS User's Guide Statistics, 3th ed., Statistical Analysis System Institute, Cary, NC, USA (1998).
27. Lamikanra, O.: Fresh-cut fruits and vegetables. CRC Press, NY, USA, pp. 187-222 (1981).
28. Klaiber, R.G., Baur, S., Wolf, G., Hammes, W.P. and Carle, R.:

Quality of minimally processed carrots as affected by warm water washing and chlorination. *Innovative Food Sci. & Emerging Technol.*, **6**, 351-362 (2005).
29. Lee, K.S., Park, K.H., Lee, S.H., Choe, E.O. and Lee, H.G.: The quality properties of dried carrots as affected by blanching and drying methods during storage. *Korean J. Food Sci. Technol.* **35**, 1086-1092 (2003).
30. Seely, G.B. and Meyer, T.H.: The photosensitized oxidation of β-carotene. *Photochem. Photobiol.* **13**, 27-32 (1971).
31. Kim, J.G.: Improvement of washing method of fresh-cut carrot. Postharvest Technology Division, National Horticultural Research Institute Research Report, Korea (2004).