

## 친환경 세척제의 처리 방법을 달리하여 착즙한 당근 주스의 미생물 안전성 및 품질

임상욱<sup>1</sup> · 최다정<sup>1</sup> · 강민정<sup>1</sup> · 김종현<sup>1</sup> · 김묘정<sup>2</sup> · 김민주<sup>1</sup>

<sup>1</sup>(주)휴롬 바이오식품연구소  
<sup>2</sup>인제대학교 바이오식품과학부

### Microbial Safety and Quality of Fresh Carrot Juice Prepared with Different Environmentally-Friendly Washing Methods

Sang-Wook Lim<sup>1</sup>, Da-Jeong Choe<sup>1</sup>, Min-Jung Kang<sup>1</sup>, Jong-Hyun Kim<sup>1</sup>,  
Myo-Jeong Kim<sup>2</sup>, and Min-Ju Kim<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Bio-Food Research Center, Hurom Co., Ltd.

<sup>2</sup>Department of Food and Life Science, Inje University

**ABSTRACT** The aim of this study was to evaluate the microbial inhibitory activity and physicochemical quality of fresh carrot juice prepared with different environmentally-friendly washing methods during low temperature storage. Individual and combined treatments with sodium bicarbonate (baking soda, NaHCO<sub>3</sub>) and citric acid were applied to carrots for 10 min. Tap water and 50 ppm of sodium hypochlorite (NaOCl) were used as the control. Combined treatment of 1% NaHCO<sub>3</sub> and 1% citric acid significantly reduced total aerobic counts and coliforms. In addition, combined treatment of 1% NaHCO<sub>3</sub> and 1% citric acid inhibited microbial growth for 7 days at 4°C and 10°C in a shelf-life study. There were no significant differences among the sanitizers in terms of °Brix, acidity, pH, and color. Changes in physicochemical quality were not significantly different by sanitizer but were affected by storage temperature. These results indicate that washing with combined treatment of 1% NaHCO<sub>3</sub> and 1% citric acid is an effective method to inhibit the microbial population and maintain physicochemical quality. Therefore, combined treatment of 1% NaHCO<sub>3</sub> and 1% citric acid can be effectively used to sanitize and prepare carrot juice without affecting other properties.

**Key words:** environmentally-friendly sanitizer, sodium bicarbonate (baking soda), citric acid, combined treatment, microbial safety

## 서 론

최근 건강지향 및 웰빙 의식에 대한 고취로 육식보다 채식, 가공식품보다 천연식품을 선호하고 있다. 이러한 소비 경향은 음료 시장에도 영향을 미쳐 일반 주스 시장은 정체되거나 쇠퇴하는 반면, 프리미엄 착즙 주스 시장은 지속해서 성장하고 있다(1).

채소, 과일 착즙 주스에 있어 영양적 가치는 물론 색, 향, 맛 등의 관능적 특성은 매우 중요한 요소로 인식되고 있어 비가열 살균 기술에 대한 관심이 증가하고 있다. 하지만 비가열 살균 과채 주스의 유통은 가열 살균 과채 주스에 비해 저장 안전성과 미생물학적 위해 요소에 대한 불안 요소가 크다(2).

채소, 과일은 재배 및 수확 과정 중 병원성 세균에 오염될 수 있는 확률이 높고 세척, 절단 과정 중 세포의 호흡 속도가 빨라져 절단면의 산화적 갈변과 미생물 오염이 일어날 수 있는 문제점을 가지고 있다(3). 따라서 가공공정 중 중요관리점(critical control point)인 세척 공정의 조건을 확립하여 초기 세균을 제어하는 것은 미생물학적인 위해 요소를 억제하는 데 있어 매우 중요하다(4). 채소, 과일의 세척과정 중 살균 소독제로 가장 많이 이용되고 있는 것은 차아염소산 나트륨(sodium hypochlorite, NaOCl) 용액으로, 미생물 제어 효과가 우수하고 비용이 저렴하여 전 세계적으로 가장 널리 사용되고 있다. 하지만 염소계 소독액은 자극적인 냄새와 함께 유기물과의 결합으로 발암성 물질인 트리할로메탄(trihalomethane, THM)과 클로로페놀을 형성할 수 있어, 이에 대한 대안으로 친환경 살균 소독제에 대한 요구도가 높아지고 있다(5,6).

국내에서 채소, 과일에 적용하는 친환경 살균 소독법으로는 구연산 등의 유기산 이용(7), 탄산수소나트륨(sodium bicarbonate, NaHCO<sub>3</sub>)(8), 중온 열처리 및 소성칼슘 용액(9)

Received 22 June 2017; Accepted 5 September 2017

Corresponding author: Min-Ju Kim, R&D Department of Bio-Food Research Center, Hurom Co., Ltd., Gimhae, Gyeongnam 50969, Korea

E-mail: mjkim2@hurom.com, Phone: +82-55-720-1739

등이 있다. 하지만 이러한 친환경 세척방법은 원료 자체에 존재하는 미생물을 저해하는 데 한계가 있어 단독 세척보다 병합 세척 시 더 효과적으로 미생물 제어를 할 수 있다고 보고되었다(10).

본 연구에서 사용된 탄산수소나트륨(sodium bicarbonate,  $\text{NaHCO}_3$ )은 자연계에 존재하는 물질로서 일명 '베이킹소다'로 불리며, 식품 분야에서 다양하게 활용되고 있다. Harris 등(11)은 토마토에 탄산수소나트륨을 처리한 결과 토마토의 자체 오염된 *Salmonella* 균을 2~4 log CFU/g 감소시켰다고 보고하였다. 탄산수소나트륨은 물에 쉽게 분해되고 약 알칼리성을 띠며 높은 세정력을 가진 것으로 알려져 최근 가정에서도 친환경 세척제로 자주 사용되고 있다(10).

유기산은 액상에서 비 해리된 분자의 형태로 미생물을 불활성화시켜 억제하는 효과가 뛰어나 과채류의 초기 미생물 저해제로 이용된다(12). 특히 구연산(citric acid)은 유기산 중 널리 사용되며 시료 표면의 pH를 낮추어 *Escherichia coli* O157:H7과 *S. Typhimurium*의 제어에 탁월한 것으로 알려져 있으며, ascorbic acid와 함께 과일주스에 직접 첨가되기도 한다(13,14). Lee(15)는 acetic acid와 citric acid를 신선 편이 양배추에 침지 처리한 결과 *Pseudomonas fluorescens*, *E. coli* 등의 부패균과 *E. coli* O157:H7, *S. Typhimurium*, *Staphylococcus aureus*, *Listeria monocytogenes* 등 4종의 병원성균에서 1~2 log CFU/g의 생균수를 감소시켰다고 보고하였다.

하지만 국내에서는 탄산수소나트륨의 식품 내 단독 세척 및 탄산수소나트륨과 유기산의 병합 세척에 대한 연구가 아직 미비한 실정이다. 따라서 본 연구에서는 착즙 주스의 소재로 가장 많이 사용되지만, 자체 미생물 수가 많아 비가열 살균처리를 하지 않으면 위생학적인 안전성이 확보되기 어려운 당근에 구연산, 탄산수소나트륨의 병합 세척 조건을 설정한 후 이 조건에 따라 세척하고 착즙한 당근 주스의 일반 미생물 억제 효과 및 품질 변화를 측정하고자 수행되었다.

## 재료 및 방법

### 재료 및 전처리

본 실험에 사용된 당근은 2016년 9월 김해 대형마트에서 색과 크기가 균일한 것을 구입하여 사용하였다. 실험 전 당근은 흐르는 물에서 1차 세척하여 흙과 먼지를 제거하고 스테인리스 칼로 절단(지름 3 cm, 길이 3 cm)한 후 수돗물, 차아염소산나트륨( $\text{NaOCl}$ , Yuhan-Clorox, Seoul, Korea), 탄산수소나트륨( $\text{NaHCO}_3$ , Cheongsan Chemical Co., Ltd., Okcheon, Korea), 구연산(citric acid, Duksan Pure Chemicals Co., Ltd., Ansan, Korea)으로 단독 또는 병합 처리를 하였다. 침지에 사용된 처리용액은 재료 대비 약 10배의 양을 사용하였으며 침지 시간은 10분으로 설정하였다. 단독 및 병합 처리한 당근은 저속착즙기(HH-SBF11, Hurom Co., Ltd., Gimhae, Korea)로 주스를 제조하여 7일 동안 4°C와

10°C에 저장하면서 미생물 수 및 품질 특성 변화를 측정하였다.

### 차아염소산나트륨, 탄산수소나트륨 및 구연산 단독 처리

차아염소산수는 50 ppm의 농도로 희석한 후 잔류염소측정기(Ultrapen PT4, Myron L Company, Carlsbad, CA, USA)로 염소 농도를 보정하여 사용하였다. 탄산수소나트륨수는 1, 2, 5%(w/v)의 농도로 제조하였다. 구연산수는 0.2, 0.5, 1%(w/v)의 농도로 용해 후 사용하였다. 수돗물, 50 ppm의 차아염소산수, 1, 2, 5%의 탄산수소나트륨수와 0.2, 0.5, 1%(w/v) 구연산수 2 L에 각각 10분 동안 침지시킨 200 g의 당근을 수돗물로 30초간 재세척한 후 물기를 제거하고 저속착즙기로 주스를 만들어 시료로 사용하였다.

### 탄산수소나트륨과 구연산 병합 처리

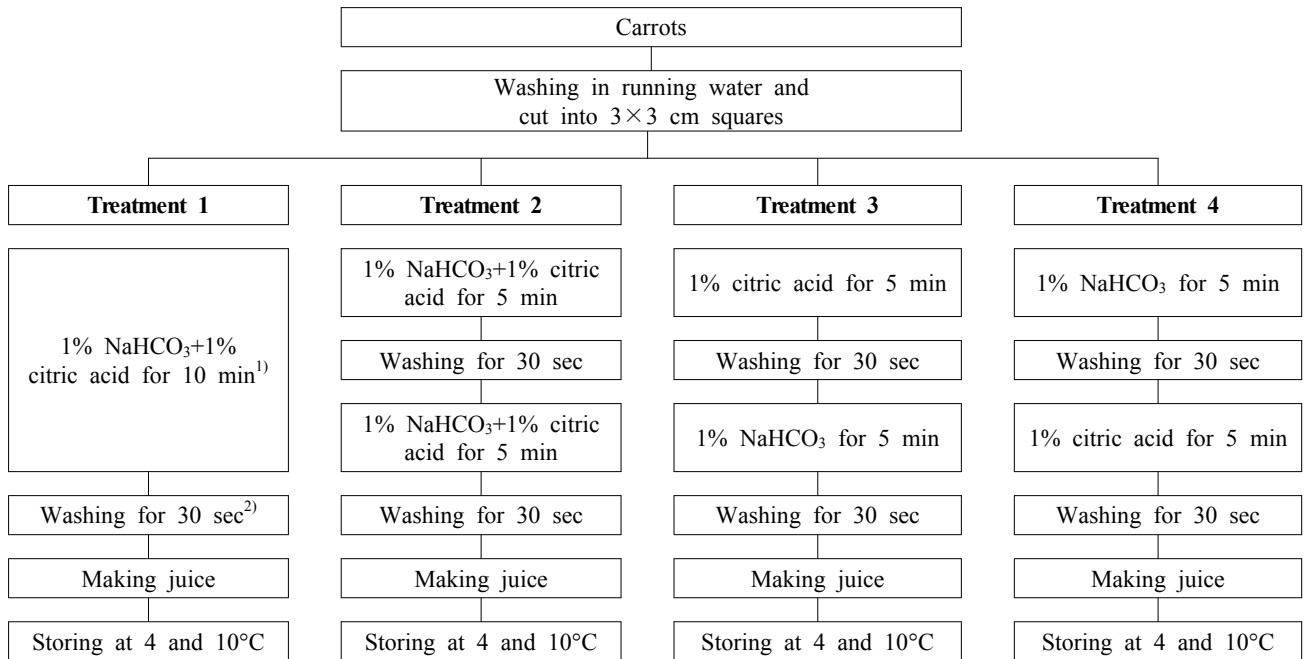
탄산수소나트륨 1%와 구연산 1%를 최적 농도로 결정하여 네 가지 방법으로 처리하였다(Fig. 1). 처리구 1은 당근 200 g을 1% 탄산수소나트륨과 1% 구연산을 혼합한 세척수 2 L에 10분 동안 침지 후 수돗물에 30초간 재세척하여 물기 제거 후 저속착즙기로 주스를 만들어 시료로 사용하였다. 처리구 2는 당근 200 g을 1% 탄산수소나트륨과 1% 구연산을 혼합한 세척수 2 L에 5분 동안 침지 후 수돗물에 30초간 세척한 다음 다시 혼합 세척수 5분 침지, 수돗물 30초간 재세척하여 물기 제거 후 주스를 만들어 사용하였다. 처리구 3은 당근 200 g을 1% 구연산수에 5분 동안 침지 후 수돗물에 30초간 세척한 다음 다시 1% 탄산수소나트륨수에 5분간 침지시키고 수돗물로 30초간 재세척하여 물기 제거 후 주스를 만들어 시료로 사용하였다. 처리구 4는 순서를 바꾸어 1% 탄산수소나트륨수에 5분 동안 침지 후 수돗물 30초간 세척한 다음 1% 구연산수에 5분 동안 침지시키고 재세척하는 방법으로 세척 후 주스를 만들었다. 탄산수소나트륨과 구연산의 병합 처리에 따른 미생물 감균 효과를 분석하기 위해 무처리구와 수돗물로 세척한 대조구, 50 ppm 차아염소산수 처리구를 비교 분석하였다.

### 탄산수소나트륨과 구연산 병합 처리 후 저장실험

1% 탄산수소나트륨수와 1% 구연산수로 단계적 병합 처리한 주스를 멸균된 폴리프로필렌 튜브(Corning, Acton, MA, USA)에 95%가 되도록 담아 실험일별로 개별 포장하였다. 준비한 시료는 4°C와 10°C에 저장하면서 저장 0, 1, 2, 3, 5, 7일 차에 세균수, 색도, 당도, pH, 산도를 측정하였다.

### 일반 세균수 측정

단독 및 병합 처리한 당근을 착즙하여 만든 주스의 일반 세균수 분석은 식품공전(16)의 방법에 따라 30초 동안 vortex로 혼합한 후 주스 1 mL를 취하여 멸균된 펩톤수 9 mL에 분주하여  $10^{-1}$ 에서  $10^{-10}$ 까지 단계 희석하였다. 각 시료는 증균과정 없이 직접 petrifilm aerobic count plates



**Fig. 1.** Flow diagram of various treatments using 1% sodium bicarbonate (NaHCO<sub>3</sub>) and 1% citric acid for non-heat carrot juice. <sup>1)</sup>Immersing the carrot cubes for indicated time. <sup>2)</sup>Washing with running water for 30 sec.

(Petrifilm, 3M, St. Paul, MN, USA)에 1 mL를 분주한 다음 37°C에서 24~48시간 배양 후 생성된 집락수를 계수하여 log colony forming units(log CFU/mL)으로 나타내었다.

**대장균군수 측정**

세척방법을 달리한 당근 주스의 대장균군 분석은 식품공전(16)의 방법에 따라 주스 1 mL를 멸균된 펄프수로 10<sup>-1</sup>에서 10<sup>-10</sup>까지 단계 희석하여 측정하였다. 각 시료는 증균과 정 없이 직접 petrifilm coliform count plates(Petrifilm, 3M)에 1 mL를 분주한 다음 37°C에서 24~48시간 배양 후 생성된 집락수를 계수하여 log CFU/mL로 나타내었다.

**당도, pH 및 산도 측정**

당근 주스의 저장 기간 중 당도, pH, 산도의 변화를 측정하였다. 주스의 당도는 주스 1 mL를 취한 후 당도계(Pal-1, Atago Co., Ltd., Tokyo, Japan)를 사용하여 24~25°C에서 3회 반복하여 측정한 후 °Brix로 나타내었다. 주스와 세척수의 pH는 pH meter(AG8603, Mettler Toledo, Zurich, Switzerland)를 사용하여 3회 반복 측정하였다. 산도 측정은 주스를 4,000 rpm에서 10분간 원심분리 하여 상층액 50 mL를 취한 후 0.1 N NaOH 용액으로 pH 8.3이 될 때까지 적정하고 아래의 계산식을 이용하여 구연산으로서 총산함량(%)을 구하였다.

$$\text{산도}(\%) = \frac{[0.1 \text{ N NaOH 적정량}(\text{mL}) \times 0.1 \text{ N NaOH 역가} \times \text{희석배수} \times 0.0064] / \text{시료채취량}(\text{g})}{100}$$

**색도 측정**

당근 주스의 색도는 주스 5 mL를 취하여 색차계(CR-200, Minolta, Osaka, Japan)로 Hunter's value인 L, a, b값을 3회 반복 측정하여 평균치를 구하였다. 이때 사용한 표준 백판의 L, a, b값은 각각 L=96.75, a=-0.19, b=20이었다.

**통계처리**

통계분석은 SPSS 통계프로그램(Statistical Package for the Social Science, Ver. 24.0, SPSS Inc., Chicago, IL, USA)을 이용하여 각 처리군의 평균과 표준편차를 산출하였고, 처리구 간의 차이는 one-way ANOVA(analysis of variation)로 분석한 후 Duncan's multiple range test를 이용하여 P<0.05 수준에서 유의성을 검증하였다.

**결과 및 고찰**

**차아염소산나트륨, 탄산수소나트륨과 구연산의 단독 처리에 따른 세균수 변화**

당근에 농도별로 제조한 차아염소산수, 탄산수소나트륨수와 구연산수를 단독 처리한 후 착즙한 당근 주스의 일반세균수와 대장균군 변화를 Table 1에 나타냈다. 수돗물 침지 세척 후 착즙한 당근 주스의 일반 세균수는 4.90 log CFU/mL로 세척하지 않은 당근 초기 일반 세균수(5.07 log CFU/mL)에 비해 0.17 log CFU/mL 감소되었다. Lee 등(17)은 오미자를 수돗물로 세척하여 총 균수를 0.28 log CFU/mL 감소시켜 수돗물 단독 세척만으로는 세균수 감소 효과가 낮다고 보고하였으며, 본 연구에서도 수돗물 단독

**Table 1.** Change in the populations of total aerobic bacteria and coliforms following treatments with tap water, sodium hypochlorite (NaOCl), sodium bicarbonate (NaHCO<sub>3</sub>) and citric acid

Treatment	pH	Total aerobic bacteria (log CFU/mL)	Coliforms (log CFU/mL)
Control <sup>1)</sup>	—	5.07±0.01 <sup>i2)</sup>	3.97±0.02 <sup>i</sup>
Tap water	—	4.90±0.02 <sup>h</sup>	3.91±0.02 <sup>h</sup>
50 ppm NaOCl	8.16±0.01	4.27±0.01 <sup>c</sup>	2.63±0.02 <sup>b</sup>
NaHCO <sub>3</sub>	1%	4.69±0.02 <sup>e</sup>	3.85±0.02 <sup>f</sup>
	2%	4.77±0.02 <sup>f</sup>	3.80±0.03 <sup>e</sup>
	5%	4.81±0.02 <sup>g</sup>	3.63±0.02 <sup>d</sup>
Citric acid	0.2%	4.56±0.03 <sup>d</sup>	3.86±0.02 <sup>g</sup>
	0.5%	4.04±0.03 <sup>b</sup>	2.81±0.02 <sup>c</sup>
	1%	3.89±0.02 <sup>a</sup>	2.50±0.04 <sup>a</sup>

<sup>1)</sup>Control: no treatment.

<sup>2)</sup>Means with different superscripts (a-i) in the same column are significantly different at  $P<0.05$ .

세척만으로 당근의 위생적 안전성을 보장할 수 없음을 확인하였다. 이에 최근 그 사용이 증가하고 있는 친환경 세척제를 이용하여 미생물 제어 정도를 조사하였으며, 친환경 세척제의 살균 정도를 비교하기 위하여 일반적으로 과채류 세척제로 많이 사용되는 차아염소산수를 이용하였다. 본 연구에서 50 ppm 차아염소산수에 10분간 침지시킨 당근으로 착즙한 주스의 경우 당근 대조구에 비해 일반 세균수가 0.8 log CFU/mL 감소하였으며 처리농도에 비례하여 일반 세균수 감소 효과가 나타났다. Ding 등(18)이 100 ppm의 차아염소산수를 버섯에 처리한 결과 일반 세균수 1.14 log CFU/mL를 감소시킨다고 보고한 것과 유사한 결과로 염소수 세척이 미생물 제어에 효과적임을 알 수 있었다. 그러나 차아염소산나트륨은 건강에 유해한 유기물의 생성과 채소, 과일 세척 후 염소 특유의 냄새로 인한 문제점을 나타내는 것으로 보고되고 있어 본 연구에서는 탄산수소나트륨 및 구연산 처리가 미생물 감소에 미치는 영향을 조사하였다(5).

당근에 탄산수소나트륨수를 1, 2, 5% 농도로 각각 처리하여 착즙한 당근 주스의 일반 세균수를 분석한 결과 4.69~4.81 log CFU/mL로 나타났으며, 예상과 달리 미생물 제어 효과가 탄산수소나트륨 농도에 비례하지는 않는 것으로 나타났다. 1% 탄산수소나트륨에서 가장 우수한 미생물 제어 효과를 나타내어 대조구에 비하여 0.38 log CFU/mL 감소시켰으며, 이는 50 ppm 차아염소산수의 미생물 제거율에는 미치지 못하는 수준이었다. 탄산수소나트륨은 항균성이 우수하여 특히 구강 및 치과 관련 제품의 살균제로 많이 이용되고 있으며, 호기성균 제어에 더 효과적으로 작용한다(19, 20). 최근 친환경 세척 방법에 대한 관심이 증가하면서 채소, 과일 등 식재료 세척 시 맛과 식감 유지 및 pH 조절 등과 같은 장점을 나타내는 탄산수소나트륨을 많이 사용하고 있으나 식품을 세척할 경우 탄산수소나트륨의 농도는 2% 이상 사용하지 않는다고 보고되었다(8).

구연산수 처리에 따른 일반 세균수는 0.2, 0.5, 1% 농도에서 각각 대조구와 비교하여 일반 세균수를 0.51, 1.03, 1.18 log CFU/mL 감소시켜, 구연산 농도가 증가할수록 미생물

감균 효과가 우수한 것으로 나타났다. 또한, Rahman 등(21)이 1% 구연산수로 처리한 시금치에서 일반 세균수를 1.39 log CFU/mL 감소시켰다고 보고한 것과 유사한 결과를 나타냈다. 유기산은 해리되지 않은 산 분자의 이온화에 의해 미생물 세포 내 pH를 감소시켜 미생물 생육을 저해하는 것으로 보고되었으며(12,14), 본 연구 결과에서도 1% 구연산수의 감균 효과가 가장 낮은 것으로 나타나 이러한 사실을 뒷받침해 주었다.

1% 구연산수로 처리한 당근 주스의 대장균군은 2.50 log CFU/mL로 대조구에 비해 1.47 log CFU/mL를 감소시켜 효과적으로 대장균군을 감소시키는 것으로 나타났다. Chang 등(22)도 메틸 새싹에 아세트산, 아스코르브산, 구연산 등의 유기산 중 0.5% 구연산으로 단독 처리했을 때 대장균군을 6.77 log CFU/mL에서 5.89 log CFU/mL로 감소시켰다고 보고하여 대장균군 제어에 있어 구연산이 매우 효과적임을 확인할 수 있었다. 본 연구에서는 구연산을 0.2, 0.5, 1% 농도로 처리한 결과 1% 구연산을 처리한 경우 대장균군 제어 효과가 가장 우수하였다. 따라서 1% 구연산수 단독 세척만으로도 50 ppm의 차아염소산수로 세척하는 것에 비해 효과적으로 당근의 초기 미생물 수를 제어할 수 있음을 확인하였다.

#### 탄산수소나트륨과 구연산의 혼합 및 단계적 병합 처리에 따른 세균수 변화

당근에 친환경 세척수를 단독 처리한 결과 우수한 미생물 감균 효과를 나타낸 1% 탄산수소나트륨수와 1% 구연산수를 병합 처리한 후 착즙한 당근 주스의 미생물 수 변화를 Table 2에 나타냈다.

1% 탄산수소나트륨수와 1% 구연산수를 혼합하여 10분간 침지시켜 세척한 처리구 1 당근 주스의 일반 세균수와 대장균군은 각각 4.82 log CFU/mL와 3.79 log CFU/mL로 나타나 미생물 제거 효과를 나타내지 못했다. 1% 탄산수소나트륨수와 1% 구연산수를 혼합하여 5분간 침지시킨 후 세척하여 다시 5분간 침지 후 세척한 처리구 2 당근 주스의 일반

**Table 2.** Effects of combined treatment of NaHCO<sub>3</sub> and citric acid on total aerobic bacteria and coliforms

Treatment		Total aerobic bacteria (log CFU/mL)	Coliforms (log CFU/mL)
Control <sup>1)</sup>		5.07±0.01 <sup>f2)</sup>	3.97±0.02 <sup>e</sup>
Tap water		4.90±0.02 <sup>e</sup>	3.91±0.02 <sup>d</sup>
50 ppm NaOCl		4.27±0.01 <sup>c</sup>	2.63±0.02 <sup>b</sup>
Treatment 1	1% NaHCO <sub>3</sub> +1% citric acid (10 min)	4.82±0.02 <sup>d</sup>	3.79±0.01 <sup>c</sup>
Treatment 2	1% NaHCO <sub>3</sub> +1% citric acid (5 min → 5 min)	4.81±0.02 <sup>d</sup>	3.80±0.01 <sup>c</sup>
Treatment 3	1% citric acid → 1% NaHCO <sub>3</sub> (5 min → 5 min)	3.35±0.01 <sup>b</sup>	2.63±0.02 <sup>b</sup>
Treatment 4	1% NaHCO <sub>3</sub> → 1% citric acid (5 min → 5 min)	3.20±0.01 <sup>a</sup>	2.41±0.01 <sup>a</sup>

<sup>1)</sup>Control: No treatment.

<sup>2)</sup>Means with different superscripts (a-f) in the same column are significantly different at *P*<0.05.

세균수는 4.81 log CFU/mL로 침지 시간이나 세척 횟수와 관계없이 처리구 1과 유사한 결과를 보였다. 살균방법 중 병합 처리를 하는 hurdle technology에 있어서 pH의 조절은 살균 효과를 높이는 데 매우 중요한 요소이다(14). 본 연구에 사용된 구연산과 탄산수소나트륨은 각각 약산성과 약알칼리성으로, 이를 혼합하여 사용할 경우 세척용액은 중성으로 변하면서 살균 효과가 감소한 것으로 판단된다(23). 따라서 탄산수소나트륨수와 구연산수의 병합 처리에 있어 세척제 침지 시간이나 세척 횟수보다 세척제의 pH가 미생물 감균 효과에 미치는 영향이 더 크다는 것을 확인할 수 있었다.

1% 구연산수 침지 후 1% 탄산수소나트륨수로 단계적 병합 처리한 처리구 3 당근 주스는 처리구 1보다 일반 세균수 1.47 log CFU/mL, 대장균군 1.16 log CFU/mL를 감소시켰다. 이는 구연산수로 1차 살균 후 탄산수소나트륨으로 2차 살균되는 단계적 처리로 미생물이 제거되기 때문으로 생각된다. 이러한 결과를 바탕으로 탄산수소나트륨과 구연산의 단계적 처리 방법이 혼합하여 처리하는 세척법보다 일반 세균수와 대장균군의 제어에 더 효과적임을 알 수 있었다.

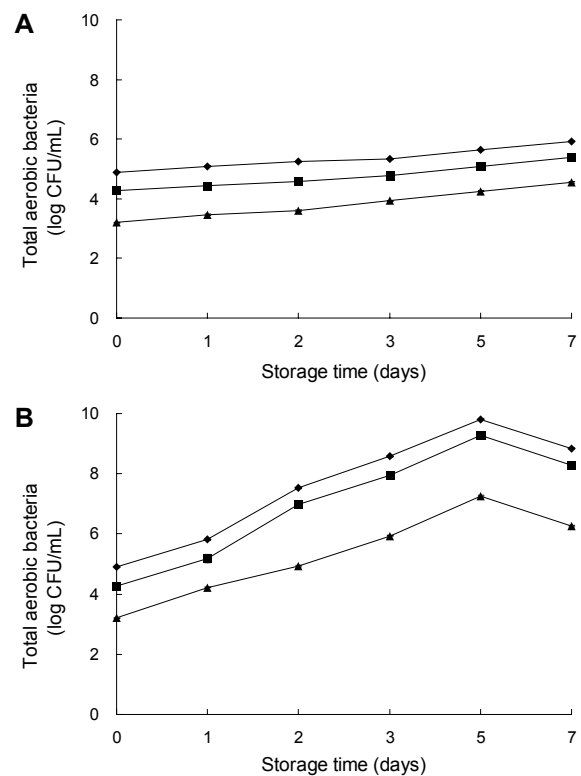
두 세척수의 순서를 바꾸어 1% 탄산수소나트륨수 처리 후 1% 구연산수 순서로 단계 세척 처리한 처리구 4의 미생물 감균 효과를 조사한 결과, 처리구 1보다 일반 세균수 1.62 log CFU/mL를 감소시켰다. 대장균군은 처리구 1보다 1.38 log CFU/mL 감소시켰으며, 50 ppm 차아염소산수와 처리구 3에 비해서도 0.22 log CFU/mL 감소하여 가장 높은 미생물 제어 효과가 있음을 확인하였다. 이는 먼저 탄산수소나트륨수 처리 시 약알칼리가 계면활성제로서 역할을 하여 조직 내 구연산의 침투 효과를 증대시켜 침투된 구연산은 세포 내 pH 감소 및 효소를 불활성화시켜 미생물의 생육을 저해하기 때문으로 판단된다(24). 이러한 결과를 바탕으로 1% 탄산수소나트륨수 처리 후 1% 구연산수의 단계적 병합 처리 방법이 두 용액을 혼합하여 처리하거나 1% 구연산수 처리 후 1% 탄산수소나트륨수 순서로 처리하는 것에 비해 미생물 제어 효과가 우수한 것으로 판단된다.

**탄산수소나트륨과 구연산의 단계적 병합 처리에 따른 저장온도별 세균수 변화**

탄산수소나트륨수와 구연산수의 단계적 병합 처리에 따

른 저장온도별 미생물 변화를 측정하기 위해 당근 주스를 4°C 및 10°C에 저장 후 세균수의 변화를 Fig. 2에 나타냈다.

식품위생법의 식품 및 식품첨가물의 설정 기준에 따르면 비가열 과채 주스류의 유통기간은 0~10°C에 저장하여 3일이며, 식품공전의 '식품 일반에 대한 공통기준 및 규격'에서 비가열 과채 주스류의 일반 세균수는 1 mL당 5.0 log CFU/mL 이하로 규제하고 있다(25). 이를 기준으로 보면 당근은 일반 세균수 5.07 log CFU/mL로 기준치를 초과하여 비가열 과채 주스 제조에 있어 주의를 기울여야 하는 재료이다. 수돗물 처리구, 차아염소산수 처리구, 단계적 병합 처리구의 일반 세균수는 7일 동안 서서히 증가하였다. 4°C에 저장한 수돗물 처리구는 저장 1일 후, 50 ppm 차아염소산수 처리구



**Fig. 2.** Change in the populations of total aerobic bacteria in carrot juice during storage at (A) 4°C and (B) 10°C. (◆) Tap water, (■) 50 ppm NaOCl, (▲) 1% NaHCO<sub>3</sub> → 1% citric acid.

는 저장 5일 후 식품 기준 규격을 초과하였으나 탄산수소나트륨수와 구연산수의 단계적 병합 처리구는 7일 후 4.55 log CFU/mL를 유지하여 일반 세균수 기준치를 충족시켜 미생물 증식 저해 효과를 유지하는 것으로 나타났다.

각각의 세척수로 처리한 당근 주스를 10°C에 저장한 경우 저장 1일째부터 미생물 수가 급격하게 증가하기 시작하였으며, 수돗물 처리구와 50 ppm의 차아염소산수는 저장 1일 후, 1% 탄산수소나트륨수와 1% 구연산수의 단계적 병합 처리구는 저장 3일 후부터 일반 세균수 5.0 log CFU/mL 기준을 초과하여 1% 탄산수소나트륨수와 1% 구연산수의 단계적 병합 처리가 저장 기간에 미생물 증식 억제 효과가 가장 우수한 것으로 나타났다. 4°C와 10°C에서 저장한 수돗물 처리구, 50 ppm 차아염소산수 처리구와 단계적 병합 처리구의 모든 일반 세균수는 저장 5일 후 최대에 도달했다가 7일째부터 감소하는 경향을 보였는데 이는 균 증식으로 인한 산의 생성으로 증식된 균이 사멸되었기 때문으로 생각된다(26). 1% 탄산수소나트륨수와 1% 구연산수의 단계적 병합 처리구를 4°C 저장 시 7일간 일반 세균수가 1.35 log CFU/mL 증가했지만 10°C 저장 시 3.05 log CFU/mL로 급증하여 저장온도가 미생물 증식에 있어 중요한 요소임을 확인할 수 있었다. Sun 등(27)의 연구에서도 신선 편이 당근을 4°C에서 저장 시 미생물 성장이 저지되는 반면에 10°C에서는 유의적으로 증가한다고 보고하여 본 연구 결과와 일치하였으며, Kubheka 등(28)은 많은 식중독균의 생육온도가 5~46°C로 온도를 4°C 이하로 유지해야만 미생물 증식 억제 및 채소류의 품질을 유지할 수 있다고 보고하였다.

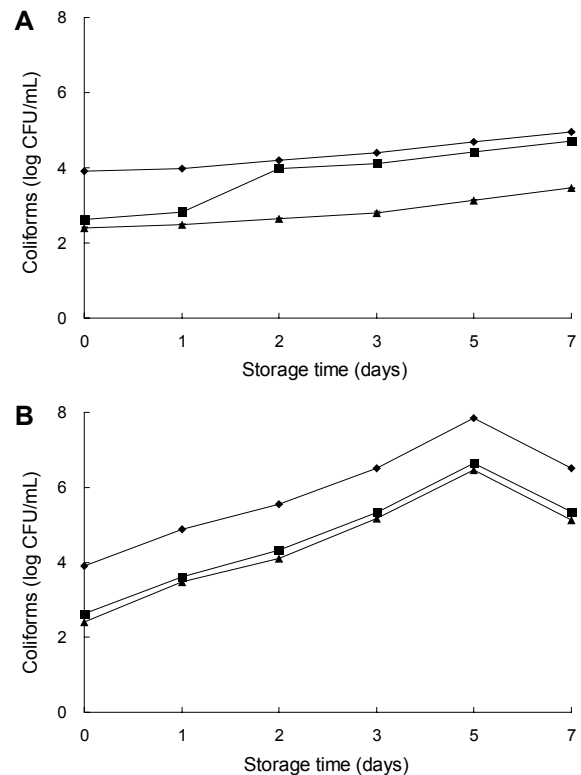
대장균군의 경우에도 일반 세균수와 유사한 경향을 보였으며 당근에 1% 탄산수소나트륨수와 1% 구연산수를 단계적 병합 처리하여 4°C 저장 시 대장균군은 7일간 1.05 log CFU/mL 증가했지만 10°C 저장 시 2.72 log CFU/mL 증가하였다(Fig. 3).

본 연구 결과 1% 탄산수소나트륨수와 1% 구연산수의 단계적 병합 처리는 당근의 초기 미생물 제어가 저장 기간에도 영향을 미쳐 미생물 증식 억제에 도움이 되는 우수한 살균처리 방법으로 생각된다. 또한, 비가열 과채 주스의 저장에 있어서 온도는 미생물 안전성에 중요한 요소로서, 특히 당근 주스와 같이 초기 세균수가 많은 과채 주스의 경우 4°C 이하로 보관해야만 미생물학적 안전성을 확보할 수 있다는 것을 확인하였다.

#### 탄산수소나트륨수와 구연산수의 단계적 병합 처리에 따른 당근 주스 저장 중 품질 변화

1% 탄산수소나트륨수와 1% 구연산수의 단계적 병합 처리 후 착즙한 당근 주스를 7일 동안 저장 온도를 달리하여 당도, 산도, pH, 색도 변화를 조사하였다(Table 3).

탄산수소나트륨수와 구연산수를 단계적 병합 처리한 당근 주스를 4°C 저장하여 7일 동안 관찰한 결과 당도는 7.87°Brix, 산도는 0.11%, pH는 6.34로 나타났으며 저장 기간



**Fig. 3.** Change in the populations of coliforms in carrot juice during storage at (A) 4°C and (B) 10°C. (◆) Tap water, (■) 50 ppm NaOCl, (▲) 1% NaHCO<sub>3</sub> → 1% citric acid.

및 처리구에 따른 유의적인 변화는 없었다.

각각의 세척수로 처리하여 10°C 저장 시 수돗물 처리구, 50 ppm 차아염소산수 처리구, 1% 탄산수소나트륨수와 1% 구연산수의 단계적 병합 처리구의 당도는 모든 군에서 7.83~7.87°Brix에서 7.03~7.13°Brix로 유의적으로 감소하였으나 처리구 간의 차이는 없었다. 이는 사탕수수 착즙액에서 온도가 높아질수록 효소에 의한 당의 가수분해가 증가한다는 연구와 일치하는 결과로 당도에서도 온도는 중요한 요소임을 알 수 있었다(29). 세척수 처리에 따른 당근 주스의 산도는 모든 군에서 10°C 저장 5일째부터 유의적으로 증가하여 pH가 감소하였으며, 이는 저장 중 젖산균에 의한 유기산 생성으로부터 기인한 것으로 생각된다(26,30). 당근 주스의 산도와 pH 또한 저장 기간에 따른 차이는 있으나 처리방법에 따른 차이는 크게 나타나지 않았다. 따라서 채소, 과일 품질 유지에 있어서 세척수의 처리방법보다 저장온도가 더 중요한 요소임을 확인할 수 있었다.

당근에 1% 탄산수소나트륨수와 1% 구연산수의 단계적 병합 처리 후 착즙한 주스 시료의 저장 중 품질 유지 여부를 확인하기 위해 저장온도별 색도를 측정하였다(Table 4). 색도 항목 중 Hunter L은 색의 밝기, a는 적색도, b는 황색도를 나타낸다(31). 색도를 측정한 결과 당근 주스의 Hunter b값은 처리방법과 저장온도에 따른 유의적 차이가 나타나지 않았다. 하지만 Hunter L과 a값은 4°C와 10°C에서 모두 증가

**Table 3.** Change in the quality characteristics of carrot juice during storage at 4°C and 10°C

Quality characteristics	Treatment	Storage time (days)						
		0	1	2	3	5	7	
4°C	Total sugar (°Brix)	Tap water	7.83±0.06 <sup>nsNS2)</sup>	7.83±0.06 <sup>ns</sup>	7.80±0.01 <sup>ns</sup>	7.87±0.06 <sup>ns</sup>	7.83±0.06 <sup>ns</sup>	7.87±0.06 <sup>ns</sup>
		50 ppm NaOCl	7.87±0.06 <sup>NS</sup>	7.83±0.06	7.83±0.06	7.77±0.06	7.87±0.06	7.87±0.06
		Treatment 4 <sup>1)</sup>	7.83±0.06 <sup>NS</sup>	7.83±0.06	7.83±0.06	7.83±0.06	7.80±0.01	7.87±0.06
	Acidity (%)	Tap water	0.11±0.01 <sup>aNS3)</sup>	0.11±0.01 <sup>a</sup>	0.10±0.01 <sup>a</sup>	0.10±0.01 <sup>a</sup>	0.11±0.01 <sup>a</sup>	0.10±0.01 <sup>a</sup>
		50 ppm NaOCl	0.13±0.01 <sup>bNS</sup>	0.14±0.01 <sup>b</sup>	0.14±0.01 <sup>b</sup>	0.13±0.01 <sup>c</sup>	0.14±0.01 <sup>b</sup>	0.14±0.01 <sup>b</sup>
		Treatment 4	0.11±0.01 <sup>aNS</sup>	0.10±0.01 <sup>a</sup>	0.11±0.01 <sup>a</sup>	0.12±0.01 <sup>b</sup>	0.11±0.01 <sup>a</sup>	0.11±0.01 <sup>a</sup>
	pH	Tap water	6.35±0.01 <sup>nsNS</sup>	6.35±0.01 <sup>ns</sup>	6.34±0.02 <sup>ns</sup>	6.35±0.01 <sup>ns</sup>	6.36±0.01 <sup>ns</sup>	6.34±0.02 <sup>ns</sup>
		50 ppm NaOCl	6.35±0.01 <sup>NS</sup>	6.35±0.01	6.35±0.02	6.33±0.01	6.35±0.03	6.35±0.02
		Treatment 4	6.35±0.01 <sup>NS</sup>	6.34±0.01	6.35±0.02	6.35±0.02	6.35±0.01	6.34±0.01
10°C	Total sugar (°Brix)	Tap water	7.83±0.06 <sup>nsD4)</sup>	7.80±0.01 <sup>nsD</sup>	7.87±0.06 <sup>nsD</sup>	7.0±0.10 <sup>nsC</sup>	7.30±0.01 <sup>nsB</sup>	7.10±0.10 <sup>nsA</sup>
		50 ppm NaOCl	7.87±0.06 <sup>C</sup>	7.87±0.06 <sup>C</sup>	7.83±0.06 <sup>C</sup>	7.40±0.10 <sup>B</sup>	7.30±0.10 <sup>B</sup>	7.03±0.06 <sup>A</sup>
		Treatment 4	7.83±0.06 <sup>C</sup>	7.87±0.06 <sup>C</sup>	7.87±0.06 <sup>C</sup>	7.50±0.01 <sup>B</sup>	7.40±0.10 <sup>B</sup>	7.13±0.12 <sup>A</sup>
	Acidity (%)	Tap water	0.11±0.01 <sup>aAB</sup>	0.13±0.01 <sup>abB</sup>	0.11±0.01 <sup>nsAB</sup>	0.10±0.01 <sup>aA</sup>	0.33±0.01 <sup>aC</sup>	0.54±0.01 <sup>aD</sup>
		50 ppm NaOCl	0.13±0.01 <sup>ba</sup>	0.14±0.01 <sup>ba</sup>	0.13±0.01 <sup>A</sup>	0.13±0.01 <sup>ba</sup>	0.41±0.01 <sup>bbB</sup>	0.62±0.01 <sup>bbB</sup>
		Treatment 4	0.11±0.01 <sup>aA</sup>	0.11±0.01 <sup>aA</sup>	0.13±0.02 <sup>A</sup>	0.11±0.01 <sup>abA</sup>	0.34±0.01 <sup>abB</sup>	0.55±0.01 <sup>aC</sup>
	pH	Tap water	6.35±0.01 <sup>nsD</sup>	6.35±0.01 <sup>nsD</sup>	6.24±0.01 <sup>nsC</sup>	6.22±0.02 <sup>nsC</sup>	5.74±0.01 <sup>nsB</sup>	4.31±0.01 <sup>nsA</sup>
		50 ppm NaOCl	6.35±0.01 <sup>D</sup>	6.34±0.01 <sup>D</sup>	6.23±0.02 <sup>C</sup>	6.22±0.02 <sup>C</sup>	5.74±0.01 <sup>B</sup>	4.32±0.02 <sup>A</sup>
		Treatment 4	6.35±0.01 <sup>D</sup>	6.34±0.01 <sup>D</sup>	6.23±0.02 <sup>C</sup>	6.22±0.01 <sup>C</sup>	5.75±0.01 <sup>B</sup>	4.32±0.02 <sup>A</sup>

<sup>1)</sup>Treatment 1% citric acid after 1% NaHCO<sub>3</sub>.

<sup>2)</sup>ns, NS: Not significant.

<sup>3)</sup>Means with different superscripts (a-c) in the same column are significantly different from physicochemical quality and washing treatments at *P*<0.05.

<sup>4)</sup>Means with different superscripts (A-D) in the same row are significantly different from physicochemical quality and storage time at *P*<0.05.

**Table 4.** Change in Hunter L, a, b value of carrot juice during storage at 4°C and 10°C

Hunter's color	Treatment	Storage time (days)						
		0	1	2	3	5	7	
4°C	L*	Tap water	46.48±0.09 <sup>nsNS2)</sup>	46.50±0.03 <sup>ns</sup>	46.50±0.03 <sup>ns</sup>	46.50±0.04 <sup>ns</sup>	46.62±0.03 <sup>ns</sup>	46.78±0.01 <sup>ns</sup>
		50 ppm NaOCl	46.47±0.05 <sup>A</sup>	46.50±0.03 <sup>A</sup>	46.51±0.03 <sup>A</sup>	46.50±0.04 <sup>A</sup>	46.61±0.09 <sup>A</sup>	46.77±0.05 <sup>B</sup>
		Treatment 4 <sup>1)</sup>	46.43±0.08 <sup>A</sup>	46.48±0.05 <sup>AB</sup>	46.50±0.06 <sup>AB</sup>	46.51±0.03 <sup>AB</sup>	46.61±0.03 <sup>B</sup>	46.79±0.03 <sup>C</sup>
	a*	Tap water	13.51±0.05 <sup>nsA</sup>	13.50±0.03 <sup>nsA</sup>	13.46±0.06 <sup>nsA</sup>	13.50±0.06 <sup>nsA</sup>	13.66±0.04 <sup>nsB</sup>	13.85±0.04 <sup>nsC</sup>
		50 ppm NaOCl	13.48±0.04 <sup>A</sup>	13.49±0.05 <sup>A</sup>	13.46±0.04 <sup>A</sup>	13.47±0.04 <sup>A</sup>	13.65±0.04 <sup>B</sup>	13.85±0.03 <sup>C</sup>
		Treatment 4	13.48±0.02 <sup>A</sup>	13.49±0.03 <sup>A</sup>	13.45±0.04 <sup>A</sup>	13.46±0.04 <sup>A</sup>	13.65±0.02 <sup>B</sup>	13.86±0.04 <sup>C</sup>
	b*	Tap water	18.16±0.04 <sup>nsNS</sup>	18.12±0.01 <sup>ns</sup>	18.14±0.01 <sup>a3)</sup>	18.15±0.05 <sup>ns</sup>	18.16±0.02 <sup>ns</sup>	18.15±0.03 <sup>ns</sup>
		50 ppm NaOCl	18.15±0.01 <sup>NS</sup>	18.16±0.03	18.16±0.02 <sup>b</sup>	18.15±0.01	18.18±0.03	18.15±0.01
		Treatment 4	18.17±0.03 <sup>NS</sup>	18.15±0.03	18.16±0.02 <sup>b</sup>	18.16±0.03	18.17±0.01	18.18±0.01
10°C	L*	Tap water	46.48±0.09 <sup>nsA4)</sup>	46.47±0.05 <sup>nsA</sup>	46.47±0.09 <sup>nsA</sup>	46.77±0.06 <sup>nsB</sup>	47.21±0.03 <sup>nsC</sup>	48.21±0.03 <sup>nsD</sup>
		50 ppm NaOCl	46.47±0.05 <sup>A</sup>	46.49±0.03 <sup>A</sup>	46.48±0.07 <sup>A</sup>	46.78±0.03 <sup>B</sup>	47.17±0.04 <sup>C</sup>	48.20±0.04 <sup>D</sup>
		Treatment 4	46.43±0.08 <sup>A</sup>	46.49±0.06 <sup>A</sup>	46.47±0.05 <sup>A</sup>	46.80±0.03 <sup>B</sup>	47.20±0.03 <sup>C</sup>	48.19±0.05 <sup>D</sup>
	a*	Tap water	13.51±0.05 <sup>nsA</sup>	13.47±0.05 <sup>nsA</sup>	13.45±0.03 <sup>aA</sup>	13.74±0.03 <sup>nsB</sup>	14.56±0.03 <sup>nsC</sup>	15.65±0.04 <sup>nsD</sup>
		50 ppm NaOCl	13.48±0.04 <sup>A</sup>	13.50±0.01 <sup>A</sup>	13.43±0.01 <sup>aA</sup>	13.74±0.04 <sup>B</sup>	14.56±0.02 <sup>C</sup>	15.66±0.04 <sup>D</sup>
		Treatment 4	13.48±0.02 <sup>A</sup>	13.47±0.02 <sup>A</sup>	13.48±0.02 <sup>ba</sup>	13.76±0.04 <sup>B</sup>	14.56±0.04 <sup>C</sup>	15.66±0.03 <sup>D</sup>
	b*	Tap water	18.16±0.04 <sup>nsNS</sup>	18.17±0.02 <sup>ns</sup>	18.15±0.03 <sup>ns</sup>	18.15±0.03 <sup>ns</sup>	18.13±0.02 <sup>ns</sup>	18.18±0.02 <sup>ns</sup>
		50 ppm NaOCl	18.15±0.01 <sup>NS</sup>	18.14±0.04	18.13±0.01	18.19±0.01	18.17±0.01	18.16±0.03
		Treatment 4	18.17±0.03 <sup>NS</sup>	18.16±0.03	18.15±0.03	18.15±0.02	18.17±0.03	18.18±0.02

<sup>1)</sup>Treatment 1% citric acid after 1% NaHCO<sub>3</sub>.

<sup>2)</sup>ns, NS: Not significant.

<sup>3)</sup>Means with different superscripts (a,b) in the same column are significantly different from physicochemical quality and storage time at *P*<0.05.

<sup>4)</sup>Means with different superscripts (A-D) in the same row are significantly different from physicochemical quality and washing treatments at *P*<0.05.

하는 경향을 나타냈다. 당근 주스를 10°C 저장 시 모든 처리구의 L값은 46.43~46.48에서 저장 7일 후 48.19~48.21로 증가하였으며, 저장 3일부터 유의적으로 증가하여 저장 기간이 증가함에 따라 수분의 감소와 리그닌화로 인한 백화현상이 진행되어 명도가 증가한다는 보고와 일치하였다(32). 처리방법을 달리한 당근 주스를 10°C에서 7일 동안 저장 시 a값은 13.48~13.51에서 15.65~15.66으로 유의적으로 증가하였으나 처리방법에 따른 유의적 차이는 나타나지 않았다. 따라서 본 연구에서 사용된 1% 탄산수소나트륨과 1% 구연산수의 단계적 병합 처리는 당근 주스의 색도 품질에 영향을 미치지 않았고 저장 중 품질 유지에 있어서도 우수한 방법으로 생각된다. 또한, 채소 과일의 품질 유지에 있어서는 세척 처리방법보다 저장온도에 의한 영향을 더 많이 받는 것으로 조사되었으며, 저장 시 4°C 이하로 유지하는 것이 매우 중요하다는 것을 확인할 수 있었다.

## 요 약

본 연구에서는 당근의 세척에 사용되는 친환경 세척제의 초기 미생물 제어 효과를 향상시키기 위해 탄산수소나트륨과 구연산의 단독 및 병합 처리 조건을 설정하였으며 저장 중 당근 주스의 미생물 수 및 품질 특성 변화를 분석하였다. 친환경 세척제의 단독 처리 방법으로는 0.5, 1, 2% 탄산나트륨수와 0.2, 0.5, 1% 구연산수를 적용하였고, 살균 효과를 비교하기 위해 무처리구, 수돗물 처리구, 50 ppm 차아염소산나트륨 처리구를 사용하였다. 당근의 세척을 위한 병합 처리 방법으로는 단독 처리에서 우수한 살균 효과를 나타낸 1% 탄산수소나트륨수와 1% 구연산수를 이용하였고, 1% 탄산수소나트륨수 처리 후 1% 구연산수로 처리하는 단계적 병합 처리구가 가장 우수한 살균 효과를 나타내었다. 1% 탄산수소나트륨수와 1% 구연산수의 단계적 병합 처리구는 무처리구에 비해 일반 세균수 1.87 log CFU/mL, 대장균군 1.56 log CFU/mL를 감소시켰고, 50 ppm 차아염소산수에 비해서도 일반 세균수 1.07 log CFU/mL, 대장균군 0.22 log CFU/mL의 미생물 감균효과를 나타냈다. 1% 탄산수소나트륨수 처리 후 1% 구연산수의 단계적 병합 처리구를 4°C에서 7일 동안 저장한 결과 수돗물, 50 ppm 차아염소산수나 혼합 병합 처리구, 1% 구연산수 처리 후 1% 탄산수소나트륨 처리구에 비해 미생물 제어 효과가 확실하게 나타났지만, pH, 당도, 산도, 색도에는 유의적인 차이가 나타나지 않았다. 본 연구 결과 1% 탄산수소나트륨과 1% 구연산의 단계적 병합 처리는 당근 세척 시 초기 미생물 제어와 품질 유지에 있어 효과적인 살균처리 방법으로 비가열 당근 주스의 유통기간 동안 미생물 안전기준에 부합하며 주스의 품질을 유지할 수 있는 바람직한 세척방법으로 판단된다.

## REFERENCES

1. Chung HJ. 2012. Comparison of physicochemical properties and physiological activities of commercial fruit juices. *Korean J Food Preserv* 19: 712-719.
2. Kwon SC. 2011. Microbiological evaluation for HACCP system application of green vegetable juice containing lactic acid bacteria. *J Korea Acad Industr Coop Soc* 12: 4924-4931.
3. Wiley RC. 1994. *Minimally processed refrigerated fruits and vegetables*. Chapman & Hall, Inc., New York, NY, USA. p 1-14.
4. Kim JW, Kim SH. 2005. Establishment of washing conditions for salad to reduce the microbial hazard. *Korean J Food Cook Sci* 21: 703-708.
5. Park SS, Sung JM, Jeong JW, Park KJ, Lim JH. 2012. Efficacy of electrolyzed water and aqueous chlorine dioxide for reducing pathogenic microorganism on Chinese cabbage. *Korean J Food Sci Technol* 44: 240-246.
6. Kraybill HF. 1978. Origin, classification and distribution of chemicals in drinking water with an assessment of their carcinogenic potential. In *Water Chlorination*. Jolly RL, ed. Ann Arbor Science, Ann Arbor, MI, USA. Vol 1, p 211-228.
7. Jin Y, Kim TW, Ding T, Oh DH. 2009. Effect of electrolyzed water and citric acid on quality enhancement and microbial inhibition in head lettuce. *Korean J Food Sci Technol* 41: 578-586.
8. Corral LG, Post LS, Montville TJ. 1988. Antimicrobial activity of sodium bicarbonate. *J Food Sci* 53: 981-982.
9. Kim JG, Nimitkeatki H, Choi JW, Lee SG. 2012. The effects of calcinated calcium solution washing and heat treatment on the storage quality and microbial growth of fresh-cut broccoli. *J Bio-Environ Control* 21: 411-418.
10. Rutala WA, Barbee SL, Aguiar NC, Sobsey MD, Weber DJ. 2000. Antimicrobial activity of home disinfectants and natural products against potential human pathogens. *Infect Control Hosp Epidemiol* 21: 33-38.
11. Harris LJ, Beuchat LR, Kajs TM, Ward TE, Taylor CH. 2001. Efficacy and reproducibility of a produce wash in killing *Salmonella* on the surface of tomatoes assessed with a proposed standard method for produce sanitizers. *J Food Prot* 64: 1477-1482.
12. Akbas MY, Ölmez H. 2007. Inactivation of *Escherichia coli* and *Listeria monocytogenes* on iceberg lettuce by dip wash treatments with organic acids. *Lett Appl Microbiol* 44: 619-624.
13. Cutter CN, Dorsa WJ, Siragusa GR. 1997. Parameters affecting the efficacy of spray washes against *Escherichia coli* O157:H7 and fecal contamination on beef. *J Food Prot* 60: 614-618.
14. Ramos B, Miller FA, Brandão TRS, Teixeira P, Silva CLM. 2013. Fresh fruits and vegetables—An overview on applies methodologies to improve its quality and safety. *Innovative Food Sci Emerging Technol* 20: 1-15.
15. Lee HH. 2010. Microbial control of fresh-cut cabbage by various pretreatment and packaging methods. *PhD Dissertation*. Sungshin Women's University, Seoul, Korea.
16. Ministry of Food and Drug safety. 2017. *Korea Food Code*. Ministry of Food and Drug Safety, Cheongju, Korea. p 460-461.
17. Lee S, Moon HK, Lee SW, Moon JN, Lee SH, Kim JK. 2013. Enhanced antimicrobial effectiveness of Omija (*Schizandra chinensis* Baillon) by ClO<sub>2</sub> (chlorine dioxide) treatment. *Korean J Food Preserv* 20: 871-876.



18. Ding T, Rahman SME, Oh DH. 2011. Inhibitory effects of low concentration electrolyzed water and other sanitizers against foodborne pathogens on oyster mushroom. *Food Control* 22: 318-322.
19. Kim NH, Mun SJ, Kim AH, Min JH, Ahn JH, Ha WH, Kim BI. 2011. The antimicrobial and anti-plaque effect of dentifrice containing baking soda and triclosan. *J Korean Acad Oral Health* 35: 10-17.
20. Fong D, Gaulin C, Lê ML, Shum M. 2011. *Effectiveness of alternative antimicrobial agents for disinfection of hard surfaces*. National Collaborating Centre for Environmental Health. Vancouver, Canada. p 1-19.
21. Rahman SME, Ding T, Oh DH. 2010. Inactivation effect of newly developed low concentration electrolyzed water and other sanitizers against microorganisms on spinach. *Food Control* 21: 1383-1387.
22. Chang SK, Lee HH, Hong SI, Han YS. 2010. Effect of organic acid treatment on the quality attributes of buckwheat sprout during storage. *Korean J Food Sci Technol* 42: 190-197.
23. Lee SY. 2004. Microbial safety of pickled fruits and vegetables and hurdle technology. *Int J Food Safety* 4: 21-32.
24. Park BK, Oh MH, Oh DH. 2004. Effect of electrolyzed water and organic acids on the growth inhibition of *Listeria monocytogenes* on lettuce. *Korean J Food Preserv* 11: 530-537.
25. MFDS. 2015. General test methods. In *Korea Food Code*. Ministry of Food and Drug Safety, Sejong, Korea. p 103-105.
26. Park SS, Sung JM, Jeong JW, Park KJ, Lim JH. 2013. Quality changes of salted Chinese cabbages with electrolyzed water washing and a low storage temperature. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 42: 615-620.
27. Sun SH, Kim SJ, Kim GC, Kim HR, Yoon KS. 2011. Changes in quality characteristics of fresh-cut produce during refrigerated storage. *Korean J Food Sci Technol* 43: 495-503.
28. Kubheka LC, Mosupye FM, von Holy A. 2001. Microbiological survey of street-vended salad and gravy in Johannesburg city, South Africa. *Food Control* 12: 127-131.
29. Mao L, Que F, Wang G. 2006. Sugar metabolism and involvement of enzymes in sugarcane (*Saccharum officinarum* L.) stems during storage. *Food Chem* 98: 338-342.
30. Lee SY, Yu HY, Choi DS, Hur SJ. 2013. A study on the types and growth patterns of microorganisms and quality characteristics in cherry tomatoes and head lettuces according to storage period and temperature. *Korean J Food Nutr* 26: 700-705.
31. Torkamani AE. 2011. Impact of PEF and thermal processing on apple juice shelf life. *Iran J Microbiol* 3: 152-155.
32. Li P, Barth MM. 1998. Impact of edible coatings on nutritional and physiological changes in lightly-processed carrots. *Postharvest Biol Technol* 14: 51-60.