

양상추의 관능적 및 미생물학적 특성에 전해수 및 염소수가 미치는 영향

이승현* · 장명숙
단국대학교 식품영양학과

Effects of Electrolyzed Water and Chlorinated Water on Sensory and Microbiological Characteristics of Lettuce

Seung-Hyun Lee* and Myung-Sook Jang
Department of Food Science and Nutrition, Dankook University

Abstract

This study was conducted to investigate the effects of various kinds of electrolyzed and chlorinated waters on the sensory and microbiological qualities of fresh-cut lettuce and to determine the most suitable electrolyzed water for the vegetable dishes, without heat treatment, at institutional foodservices.

The sensory evaluation resulted in higher scores on the 1st-day of storage for the EW-1 (diaphragm type 1) and EW-3 (non-diaphragm type) compared to that for EW-2 (diaphragm type 2), with regard to their appearance, discoloration, texture, taste and overall acceptability characteristics. However, over time, EW-3 ranked highest, with a score of 8.00 (very like), on the 4th-day of storage, which maintained the highest level up to the 7th-day of storage, at which time the score was 7.00 (fairly like). The CW (chlorinated Water) had a significantly lower score, due to the smell of chlorine, although there was no concern with relation to chlorine residue from the electrolyzed waters.

Microbial examinations of the total plate count revealed that immersing lettuce into EW-3 brought about 1/3,000 to 1/30,000 reductions in the microbial counts of the TW treatment or untreated samples for up to seven days of storage. The CW treatment gave a 1/10 reduction in the microbial counts compared with the TW (tap water) treatment. The coliform bacterial counts also showed similar trends to those of the total plate count values. With regards to the psychotropic bacterial count, EW-3 was able to result in as much as a 1/30,000 reduction in the initial counts.

As vegetable dishes, such as salad, can not be heat-sterilized, the utilization of EW-3 for the preparation of vegetable dishes without heat treatment will be an excellent choice to improve the critical control point in production state as a new effective means for sanitizing management.

Key words : electrolyzed water, chlorinated water, lettuce, sensory evaluation, microbiological quality

1. 서 론

단체급식소에서 제공되는 식단 중 가열 공정 없이 그대로 제공되는 생채소류는 다량의 미생물이나 식중독균에 오염되었을 경우 심각한 식품 안전성의 위협이 될 수 있다¹⁾. 일반적으로 생채소류에서 발견되

는 미생물의 수는 $10^3 \sim 10^9$ CFU/g에 이르며²⁾ 생채소류는 원부재료의 일반세균수가 조리 후 음식의 일반세균수 및 대장균군수와 비슷하여 생채소류의 조리 특성상 원부재료의 위생상태가 그대로 전이되므로 원부재료의 위생상태가 매우 중요하다³⁾.

과채류의 표면에 오염되어 있는 대부분의 위해 요소들은 수도수를 이용한 간단한 세척과정으로는 거의 제거되지 않기 때문에⁴⁾ 현재 대부분의 급식소에서는 생채소류의 초기 미생물의 오염을 최소화하기 위한 방안으로 100~200 ppm의 고농도 염소수를 사

Corresponding author: Seung-Hyun Lee, Dankook University, San 8, Hannam-dong, Yongsan-ku, Seoul, 140-714, Korea
Tel : 02-709-2429(010-4743-9150)
Fax : 02-792-7960
E-mail : hyun9292@hanmail.net

용하고 있다⁵⁾. 염소 용액의 항균작용은 그 광범위성이나 속효성에서 인정받고 있으나 너무 높은 농도나 장시간 사용 시 이미, 이취에 의한 관능적 품질의 저하, 과채류의 손상 및 잔류염소에 의한 2차적 위해요소의 큰 문제점을 초래할 수 있으므로 반듯이 여러 번의 헹굼 과정을 거쳐 염소농도를 식수와 동일한 수준으로 낮추어야만 한다^{4,6)}.

한편 소량의 식염을 수도수에 첨가하여 전기분해하는 것으로 얻어지는 전해수에 대한 연구가 이미 1992년 일본에서 공적 연구과제로 진행되어 왔으며⁷⁾ 국내에서도 정 등⁸⁾에 의하여 채소류의 세정 및 살균 등에서 뛰어난 살균효과가 있음이 확인되었다. 전해수를 살균에 사용할 때의 이점은 순수한 물을 사용하며, NaCl 이외에는 다른 화학물질이 사용되지 않아 환경에 어떠한 해도 입히지 않는다는 데에 있다. 특히 매우 폭넓은 항균 스펙트럼을 가지면서도 세정 후 잔류염소가 거의 없어 인체에 무해한 장점을 갖고 있으므로⁹⁻¹³⁾ 단체급식소에서 현재 사용되고 있는 염소수를 대체할 수 있는 좋은 대안으로 생각되어진다.

이에 본 연구는 생채소류에 적용하기에 최적인 전해수를 선정하기 위하여 채소 샐러드의 기본 재료로 쓰이는 양상추를 생산조건에 따른 여러 가지 전해수와 단체급식소에서 일반적으로 사용하는 염소수로 세정 처리한 후 저장 중의 관능적 및 미생물학적 품질변화를 살펴보고, 단체급식소에서 합리적인 위생관리 체계를 확립하기 위해 전해수를 실용화하는 방안의 기초를 모색하고자 하였다.

II. 재료 및 방법

1. 재료

본 실험에 사용한 양상추(*Lactuca sativa* var. *cappitata*)는 crisphead형의 New Lakes 품종으로 서울

가락동 농수산물 도매시장에서 구입한 것이며 구경 15 cm, 중량 1.8 kg 정도의 것을 사용하였다. 양상추의 세척에 쓰인 전해수는 한국식품개발연구원에서 개발한 전기분해수 제조 시스템을 이용하였고 전해수 제조에 쓰인 첨가 NaCl 용액의 농도는 예비실험을 통해 결정된 최적 농도인 20%(w/w)로 만들어 사용하였다. 염소수는 현재 대부분의 급식소에서 일반적으로 사용되고 있는 염소용액(4% 차아염소산나트륨 용액)을 희석하여 사용하였다.

2. 실험처리구

실험 처리구는 세척수의 종류에 따라 모두 5가지이며, 이 중 전해수는 제조조건에 따라 EW-1 (Electrolyzed water produced by diaphragm type 1), EW-2 (Electrolyzed water produced by diaphragm type 2) 및 EW-3(Electrolyzed water produced by non-diaphragm type)이고 나머지 처리구는 염소수 CW (100 ppm NaClO solution), 대조구 TW(Tap water)로 하였는데, 처리구별 각 처리수의 특성은 Table 1과 같다.

3. 세정 및 저장방법

양상추는 구입 즉시 결구 외엽은 1매만 남기고 모두 제거한 뒤, 잎이 상하지 않도록 조심스럽게 하나 하나 벗겨서 균질하게 sampling 하였다. 세정방법은 냉각조(100×90×70 cm)에서 10±1.0℃로 처리한 처리구별 세정수를 사용하여, 침지수량은 시료 중량 15배, 침지시간은 5분간 처리한 후 채반에 받쳐 15분간 자연탈수 하였으며 100±5 g 단위로 sterile sampling bag(Whire-Pak, Nasco, USA)에 개별 포장한 후 5℃ 냉장고에 보관하면서 사용하였다.

4. 관능적 특성 평가

양상추를 5℃에 7일간 저장하면서 오후 3시에 한

Table 1. Chemical properties of the treatment water used for head lettuce

Treatments	pH	ORP ⁶⁾ (mV)	HClO(ppm)
TW ¹⁾	7.6±0.0	516.5±6.4	0.6±0.1
CW ²⁾	9.4±0.1	381.5±5.0	105.1±4.5
EW-1 ³⁾	2.6±0.0	1137.2±0.5	54.7±1.2
EW-2 ⁴⁾	2.3±0.0	1163.0±1.7	145.2±1.5
EW-3 ⁵⁾	8.5±0.0	838.0±0.0	169.3±1.8

¹⁾Tap water

²⁾100 ppm NaClO solution

³⁾Electrolyzed water produced by diaphragm type 1

⁴⁾Electrolyzed water produced by diaphragm type 2

⁵⁾Electrolyzed water produced by non-diaphragm type

⁶⁾Oxidation-Reduction Potential

국식품개발연구원의 선발된 관능요원 25명을 대상으로 9점 평점법¹⁴⁾으로 기호도 검사를 실시하였으며, 9점은 매우 좋음으로 1점은 매우 나쁨으로 나타내었다. 검사 시료는 각 저장일(0, 1, 2, 4, 7일차)에 1회 5개씩, 같은 접시(흰색, 직경 20 cm)에 담아 제시하였으며 평가항목은 외관(appearance), 변색의 정도(discoloration), 깨끗한 정도(cleanness), 염소취(smell of chlorine), 텍스처(texture), 맛(taste), 전체적 기호도(overall acceptability)로서 3회 평가하였다.

5. 미생물학적 특성 분석

1) 총균수

무균적으로 양상추 10 g을 취한 뒤 90 mL의 멸균된 0.85% saline을 가하여 stomacher (Laboratory Blender Stomacher 400, Sward)로 1분간 균질화 시킨 후, 각각의 시료액을 1 mL씩 취하여 9 mL의 멸균된 0.85% saline으로 단계 희석하였다. 시험용액 1 mL와 각 단계 희석액 1 mL씩을 멸균된 페트리접시 2매 이상씩에 무균적으로 취하여 약 43~45°C로 유지한 Plate count agar(PCA, Difco Lab. USA) 약 15 mL를 무균적으로 분주하여 pouring culture method로 접종한 다음, 35±1°C에서 48~72시간 배양시킨 후 1평판당 30~300개의 colony를 생성한 평판을 택하여 colony수를 측정하여 colony forming unit(CFU/g)으로 표시하였다¹⁵⁾.

2) 대장균군수

총균수 검사와 동일한 방법으로 시료를 전처리한 후 시험용액 1 mL와 각 단계 희석액 1 mL씩을 멸균 페트리접시 2매 이상씩에 무균적으로 취하여 약 43~45°C로 유지한 Chromocult agar(CM, Merck Co. Germany) 약 15 mL를 무균적으로 분주하여 pouring culture method로 접종한 다음 35±1°C에서 48~72시간 배양시킨 후 1평판당 30~300개의 colony를 생성한 평판을 택하여 colony수를 측정하여 colony forming unit(CFU/g)으로 표시하였다¹⁵⁾.

3) 저온성균수

총균수 검사와 동일한 방법으로 시료를 전처리한 후 시험용액 1 mL와 각 단계 희석액 1 mL씩을 멸균 페트리접시 2매 이상씩에 무균적으로 취하여 약 43~45°C로 유지한 Tryptic soy agar(TSA, Difco Lab. USA) 약 15 mL를 무균적으로 분주하여 pouring culture method로 접종한 다음, 7±1°C에서 7일간 배

양시킨 후 1평판당 30~300개의 colony를 생성한 평판을 택하여 colony수를 측정하여 colony forming unit(CFU/g)으로 표시하였다¹⁶⁾.

6. 통계처리

SAS(Statistical Analysis System, version 8.1, SAS Institute Inc. USA)를 이용하여 관능검사 항목에 대하여 ANOVA 및 Duncan의 다범위 검정(Duncan's multiple range test)을 통하여 5% 수준에서 각 시료간의 유의적인 차이를 검증하였다¹⁷⁾.

III. 결과 및 고찰

1. 관능적 특성 평가

저장기간 중의 관능적인 특성에 대해 통계처리 한 결과는 Table 2에 나타내었다. 각 관능적 특성별로 처리구간에는 저장일(처리직후, 1, 2, 4, 7일)에 따라 유의적인 차이를 나타내었다($p<0.05$, $p<0.01$, $p<0.001$). 각 처리구별로 저장일이 지남에 대부분의 관능적 특성평가에서 처리직후에서 7일까지 유의한 차이를 보였다($p<0.05$, $p<0.01$, $p<0.001$).

먼저, 양상추의 외관은 저장일에 따라 각 처리구간에 유의한 차이를 보였는데($p<0.01$, $p<0.001$) EW-3는 8.1의 값으로 저장 4일째까지 유의적인 변화를 보이지 않다가 저장 7일째에 7.5로 약간 감소하였으나 여전히 높은 기호도를 유지하였다. 다른 처리구는 저장기간에 따라 유의적으로 낮은 값을 보였다($p<0.001$). TW는 초기 8.5의 높은 값이 저장 1일째에 6.9로 감소하였으며 저장 7일째에는 2.9로 매우 낮은 점수를 받았다. CW는 처리직후부터 저장 4일째까지 8.3~6.5으로 비교적 완만하게 그 값이 감소하였다. EW-1은 초기 9로 가장 높은 점수를 받았고 저장 4일째부터 유의적으로 그 값이 감소하기 시작하였으나 7일째까지 5.9의 대체로 높은 점수를 유지하였고 EW-2는 처리직후부터 6.1의 다소 낮은 값을 얻었으며 저장기간이 길어짐에 따라 꾸준히 그 값이 감소하였다.

각 처리구별로는 저장일에 따라 모두 유의적인 차이를 보였는데($p<0.001$), 처리직후부터 저장 4일째까지 EW-2는 6.1~4.8로 가장 낮은 값을 얻었는데 이것은 EW-2의 특성으로 2.3의 매우 낮은 pH값과, 145.2 ppm의 매우 높은 차아염소산 함량의 영향을 받은 것으로 생각되었다.

변색의 정도는 처리 직후 EW-2만이 6으로 유의적으로 낮은 값을 보였으며($p<0.001$) TW는 저장 1일째

(continued)

Table 2. Sensory characteristics of lettuce with different rinses during storage at 5°C

Sensory characteristics	Treat-ments ¹⁾	Storage time(day)					F-value
		0	1	2	4	7	
Appearance	TW	8.5±1.0 ^{aA2)3)}	6.9±1.6 ^{cB}	5.3±0.5 ^{cC}	5.7±0.9 ^{cC}	2.9±0.7 ^{cD}	36.14 ^{***}
	CW	8.3±0.7 ^{aA}	7.6±1.2 ^{bA}	7.6±0.9 ^{bA}	6.5±1.4 ^{bB}	3.2±1.3 ^{cC}	43.91 ^{***}
	EW-1	9.0±0.5 ^{aA}	8.5±0.6 ^{aA}	8.5±1.3 ^{aA}	6.7±0.8 ^{bB}	5.9±1.1 ^{bC}	32.27 ^{***}
	EW-2	6.1±0.4 ^{bA}	5.7±0.9 ^{dAB}	4.9±0.5 ^{cBC}	4.7±0.8 ^{dC}	3.6±1.3 ^{cD}	11.81 ^{***}
	EW-3	8.5±1.2 ^{aA}	8.4±1.1 ^{aA}	8.3±0.6 ^{aA}	8.1±0.4 ^{aA}	7.5±0.7 ^{aB}	4.25 ^{**}
	F-value	50.89 ^{***}	39.59 ^{**}	25.62 ^{***}	20.64 ^{**}	32.03 ^{***}	
Discoloration	TW	8.6±1.3 ^{aA}	6.9±1.2 ^{bB}	6.9±0.9 ^{bB}	5.3±1.0 ^{cC}	2.6±1.7 ^{cD}	29.06 ^{***}
	CW	8.1±1.5 ^{aA}	8.0±1.5 ^{aA}	7.4±1.1 ^{abA}	6.4±1.3 ^{bB}	3.1±0.8 ^{cC}	55.39 ^{***}
	EW-1	8.4±0.8 ^{aA}	8.3±0.5 ^{aA}	8.3±1.1 ^{aA}	5.9±0.8 ^{cB}	5.4±0.3 ^{bB}	36.98 ^{***}
	EW-2	6.0±1.1 ^{bA}	5.3±0.4 ^{cAB}	4.6±1.0 ^{cBC}	4.2±0.8 ^{dCD}	3.5±1.6 ^{cD}	9.01 ^{**}
	EW-3	8.7±1.0 ^{aA}	8.4±1.2 ^{aA}	8.1±0.5 ^{aA}	8.2±0.8 ^{aA}	7.2±0.7 ^{aB}	6.97 ^{**}
	F-value	42.26 ^{***}	35.24 ^{***}	24.56 ^{***}	19.07 ^{***}	28.93 ^{***}	
Clearness	TW	8.5±1.5 ^{bA}	8.5±1.5 ^{bA}	8.5±0.8 ^{bA}	8.6±0.5 ^{bA}	8.0±0.4 ^{aB}	4.23 ^{**}
	CW	8.8±0.7 ^{aA}	8.5±0.7 ^{bB}	8.6±1.4 ^{aAB}	8.7±1.4 ^{aAB}	8.8±1.6 ^{aA}	2.51 [*]
	EW-1	9.0±0.8 ^{aA}	9.0±0.8 ^{aA}	8.8±0.6 ^{aA}	8.8±0.8 ^{aA}	8.3±0.7 ^{aB}	3.11 ^{**}
	EW-2	8.5±0.9 ^{bB}	8.8±0.9 ^{aA}	8.7±0.1 ^{aA}	8.9±1.1 ^{aA}	8.5±0.5 ^{aAB}	2.45
	EW-3	9.0±0.5 ^{aA}	8.9±1.4 ^{aA}	8.7±1.3 ^{aB}	8.8±1.7 ^{aA}	8.8±0.3 ^{aA}	2.33
	F-value	5.27 [*]	3.82 [*]	2.15	1.95	1.14	
Smell of chlorine	TW	9.0±0.0 ^{aA}	9.0±0.1 ^{aA}	9.0±0.1 ^A	9.0±0.0 ^{aA}	9.0±0.0 ^{aA}	-
	CW	8.3±0.3 ^{bB}	8.6±0.2 ^{bAB}	8.6±0.2 ^{AB}	8.7±0.4 ^{bAB}	9.0±0.1 ^{aA}	1.35
	EW-1	9.0±0.1 ^{aA}	9.0±0.0 ^{aA}	9.0±0.1 ^A	9.0±0.0 ^{aA}	9.0±0.0 ^{aA}	-
	EW-2	8.8±0.7 ^{aA}	8.9±0.5 ^{aA}	9.0±0.2 ^A	8.9±0.3 ^{aA}	9.0±0.1 ^{aA}	1.16
	EW-3	8.9±1.1 ^{aA}	8.9±0.3 ^{aA}	9.0±0.2 ^A	9.0±0.1 ^{aA}	9.0±0.0 ^{aA}	0.75
	F-value	1.98	1.98	3.81 [*]	3.22 [*]	2.61 [*]	

¹⁾TW : Immersed in tap water

CW : Immersed in chlorine water made by sodium chlorite

EW-1 : Immersed in Electrolyzed water produced from diaphragm type 1

EW-2 : Immersed in Electrolyzed water produced from diaphragm type 2

EW-3 : Immersed in Electrolyzed water produced from non-diaphragm type

²⁾Means with the same superscripts in a column(a~d) are not significantly different from each other at $\alpha=0.05$ as determined by Duncan's multiple range test.³⁾Means with the same superscripts in a row(A~D) are not significantly different from each other at $\alpha=0.05$ as determined by Duncan's multiple range test.NS not significant, * $p<0.05$, ** $p<0.01$, *** $p<0.001$

부터 완만하게 감소하였으나 저장 7일째에는 2.6으로 그 값이 크게 감소하였다. 한편, EW-3는 저장기간 내내 가장 높은 점수를 얻었으며 저장 7일째에도 7.2의 높은 점수를 유지하여 거의 변색이 일어나지 않은 것으로 나타났다. CW는 저장 2일째부터 유의적으로 감소하였으나 저장 4일째까지 6.4의 대체로 높은 점수를 유지하였다.

세정에 의한 이물질 제거 정도를 나타내는 깨끗한 정도는 저장기간과 처리구 별로 모두 8 이상의 높은 점수를 얻었으며 처리구별로 유의적인 차이를 보이기도 하였으나 뚜렷한 경향을 찾아 볼 수는 없었다.

염소냄새는 TW와 EW-1이 전 기간에 걸쳐 9의 점수를 얻었으며 염소처리구인 CW가 저장 4일째까지 8.3~8.7의 유의적으로 낮은 값을 보였고($p<0.05$)

EW-2와 EW-3는 저장 1일째까지 8.8~8.9로 다른 처리구에 비하여 조금 낮은 값을 보였으나 유의적인 수준은 아니었으므로 전해수 처리에 의한 염소취 잔류 우려는 없는 것으로 판단되었다.

정 등¹⁸⁾은 저온처리 전해수를 이용하여 2분간 3회 다단 침지방식으로 세정한 쇠고기와 케일의 저장 중 품질변화를 검토한 결과, 관능검사에서도 모든 패널이 염소취를 느낄 수 없었다고 보고한 바 있다. 이러한 결과는 酒井重男⁹⁾가 전해수에 함유된 활성염소는 유기물이나 자연광선에 닿으면 급격하게 분해, 휘발되어 기존의 염소수(차아염소산나트륨 용액)에 비해 잔류성이 현저히 낮다고 보고한 것과 일치한 것이다.

텍스처는 저장기간에 따라 각 처리구가 유의적으

Table 2. Sensory characteristics of lettuce with different rinses during storage at 5°C

Sensory characteristics	Treat-ments ¹⁾	Storage time(day)					F-value
		0	1	2	4	7	
Texture	TW	8.9±0.4 ^{aA}	7.8±0.6 ^{bAB}	5.9±0.9 ^{cB}	4.3±1.0 ^{dBC}	3.2±1.5 ^{cC}	10.30 ^{**}
	CW	8.1±0.5 ^{bA}	7.7±0.8 ^{bAB}	7.4±0.9 ^{bB}	7.1±1.2 ^{bB}	4.0±1.4 ^{cC}	47.04 ^{***}
	EW-1	8.9±0.9 ^{aA}	8.6±0.3 ^{aA}	8.6±1.5 ^{aA}	7.0±0.7 ^{bB}	5.5±0.6 ^{bC}	34.41 ^{***}
	EW-2	6.0±1.2 ^{cA}	5.5±1.4 ^{cA}	4.8±0.4 ^{cA}	5.3±0.7 ^{cA}	3.3±0.8 ^{cB}	7.03 ^{**}
	EW-3	8.6±1.0 ^{abA}	8.5±1.1 ^{aA}	8.3±0.3 ^{abA}	8.1±0.5 ^{aAB}	7.5±0.4 ^{ab}	3.42 [*]
	F-value	31.97 ^{***}	35.02 ^{***}	30.53 ^{***}	15.80 ^{***}	19.27 ^{***}	
Taste	TW	8.6±0.9 ^{aA}	7.9±1.0 ^{abAB}	5.9±0.3 ^{cB}	4.7±1.1 ^{cBC}	3.4±0.8 ^{cC}	10.30 ^{**}
	CW	8.4±0.5 ^{aA}	8.0±0.3 ^{abAB}	7.4±0.8 ^{bB}	7.1±1.5 ^{bB}	4.1±0.7 ^{cC}	46.14 ^{***}
	EW-1	8.5±1.1 ^{aA}	8.6±0.5 ^{aA}	8.5±0.8 ^{aA}	7.1±0.9 ^{bB}	5.4±1.3 ^{bC}	34.41 ^{***}
	EW-2	7.0±0.6 ^{bA}	7.0±0.5 ^{bA}	5.1±0.5 ^{cA}	4.9±0.4 ^{cA}	3.4±1.5 ^{cB}	7.03 ^{**}
	EW-3	8.7±0.9 ^{aA}	8.3±1.6 ^{aA}	8.2±1.2 ^{aA}	8.2±1.0 ^{aAB}	7.6±0.4 ^{ab}	3.42 [*]
	F-value	12.98 ^{**}	28.45 ^{***}	38.42 ^{***}	33.95 ^{***}	18.35 ^{***}	
Overall acceptance	TW	8.7±1.6 ^{aA}	7.4±0.6 ^{bB}	5.1±1.3 ^{cC}	5.0±1.5 ^{cC}	2.8±0.5 ^{dD}	64.62 ^{***}
	CW	8.4±0.5 ^{aA}	8.4±0.8 ^{aAB}	7.3±1.0 ^{bB}	6.5±1.7 ^{bC}	3.1±1.0 ^{dD}	64.49 ^{***}
	EW-1	8.8±0.8 ^{aA}	8.7±0.5 ^{aA}	8.5±0.6 ^{aA}	6.9±0.9 ^{bB}	5.3±1.0 ^{bC}	43.9 ^{***}
	EW-2	6.1±1.1 ^{bA}	5.7±0.5 ^{cA}	4.8±0.9 ^{cB}	4.6±0.8 ^{cB}	3.2±0.6 ^{cC}	21.39 ^{***}
	EW-3	8.8±0.9 ^{aA}	8.7±1.0 ^{aAB}	8.6±0.2 ^{aAB}	8.3±0.8 ^{ab}	7.8±0.6 ^{ac}	8.20 ^{**}
	F-value	67.63 ^{***}	62.14 ^{***}	44.75 ^{***}	27.52 ^{***}	47.44 ^{***}	

¹⁾ TW : Immersed in tap water

CW : Immersed in chlorine water made by sodium chlorite

EW-1 : Immersed in Electrolyzed water produced from diaphragm type 1

EW-2 : Immersed in Electrolyzed water produced from diaphragm type 2

EW-3 : Immersed in Electrolyzed water produced from non-diaphragm type

²⁾ Means with the same superscripts in a column(a~d) are not significantly different from each other at $\alpha=0.05$ as determined by Duncan's multiple range test.

³⁾ Means with the same superscripts in a row(A~D) are not significantly different from each other at $\alpha=0.05$ as determined by Duncan's multiple range test.

^{NS} not significant, * $p<0.05$, ** $p<0.01$, *** $p<0.001$

로 그 값이 감소하였으며($p<0.05$, $p<0.01$, $p<0.001$) 처리구간에도 각 저장일 별로 유의적인 차이가 있었다($p<0.001$). 처리 직후 EW-2만이 6으로 유의적으로 낮은 값을 보였고($p<0.001$), TW는 처리 직후 8.9로 처리구간 가장 높은 점수를 얻었으나 점차 감소하여 저장 4일째부터 4.3의 낮은 값으로 나타났다. 한편 CW는 저장 2일째부터 유의적으로 감소하였으나 저장 4일째까지 7.1의 높은 점수를 유지하다가 저장 7일째에는 4의 낮은 값으로 크게 감소하였다. EW-1은 저장 4일째까지 7의 높은 점수를 유지하였고 7일째에는 5.5로 그 값이 낮아졌으나 보통이상의 점수를 얻었고 EW-3는 저장기간 내내 가장 높은 점수를 얻었으며 저장 7일째에도 7.5의 높은 점수를 얻어 아삭아삭한 텍스처를 그대로 유지한 것으로 나타났다.

맛은 다른 항목과 마찬가지로 EW-2가 처리 직후부터 7로 다른 처리구에 비하여 유의적으로 다소 낮은 값을 보였으며($p<0.01$) TW는 처리 직후 8.6에서 점차 감소하여 저장 4일째에는 4.7의 낮은 값을 얻었고 CW는 저장 1일째부터 유의적으로 감소하였으나 저장 4일째까지 7.1의 높은 점수를 유지하다가

저장 7일째에는 4.1의 낮은 값으로 크게 감소하였다. 이에 비하여 EW-3는 저장 7일째에도 7.6의 높은 점수를 얻었다.

전반적인 기호도는 각 처리구 모두 저장기간이 길어짐에 따라 차츰 감소하였는데, 유의수준 $p<0.01$ 과 $p<0.001$ 에서 차이가 있었다. TW는 저장 4일째에 5로 EW-2는 저장 2일째에 4.8로 보통 이하의 기호도를 나타낸 반면, EW-1과 EW-3는 저장 7일째까지 각각 5.3과 7.8로서 보통 이상의 높은 기호도를 유지하였으며 CW는 저장 4일째까지 6.5의 높은 점수를 유지하다가 저장 7일째에는 3.1의 낮은 값으로 급격히 감소하였다.

2. 미생물학적 특성

1) 총균수

5가지의 세정수로 5분간 침지 처리한 양상추의 총균수와 수세 전 양상추의 총균수와 비교는 Fig. 1에 나타난 바와 같으며 수세처리 후 양상추의 저장기간 중 총균수의 변화는 Table 3에서 보는 바와 같다. 수세처리 전, 양상추의 총균수는

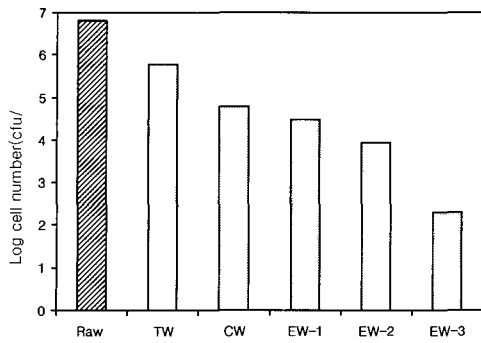


Fig. 1. Total plate counts in lettuce with different kinds of rinses on the starting day of storage.

TW : Immersed in tap water

CW : Immersed in chlorine water made by sodium chlorite

EW-1 : Immersed in Electrolyzed water produced from diaphragm type 1

EW-2 : Immersed in Electrolyzed water produced from diaphragm type 2

EW-3 : Immersed in Electrolyzed water produced from non-diaphragm type

6.83 $\times 10^6$ 였으며 처리 직후의 총균수는 각각 5.92 $\times 10^5$ (TW), 6.21 $\times 10^4$ (CW), 3.04 $\times 10^4$ (EW-1), 8.91 $\times 10^3$ (EW-2), 2.03 $\times 10^2$ (EW-3) CFU/g이었다.

대조구는 초기균 수에 대하여 1 log cycle 정도의 균 수만 감소하였으나 EW-3는 처리 전 양상추 및 수도수 처리구에 비하여 1/3,000~1/30,000 수준으로 매우 낮은 값을 보였으며 저장 7일째까지 비슷한 수준을 유지하였다. 다음으로 EW-1과 EW-2는 처리 직후 대조구의 1/20~1/66 수준으로 감소하였으며 저장 4일째까지 처리직후의 대조구 수준을 유지하였다.

한편, 염소수 처리구는 초기에 총균수 6.21 $\times 10^4$ CFU/g으로 대조구의 1/10 수준이었으며 저장기간에 따라 그 수는 꾸준히 증가하여 저장 7일째에는 3.79 $\times 10^6$ CFU/g으로 처리 전 양상추의 총균수와 거의 같은 값을 나타냈다.

각 처리구 별 세정 직후, 총균수의 차이가 나는 것은 각 세정수의 특성의 영향을 받은 것으로 보여지며, 특히 EW-3는 제균 효과가 더욱 우수하였는데 이것은 모든 처리구 중 차아염소산의 함량이 169.33 ppm으로 가장 높았기 때문으로 생각된다.

한편, CW는 차아염소산 함량이 105.1 ppm으로 EW-1의 54.66 ppm보다 약 2배 가까이 높았음에도 불구하고 오히려 초기 제균효과가 EW-1의 50% 수준밖에 되지 않았는데, 이것은 같은 수준의 염소농도일 경우 일반 염소수 보다 전해수의 살균효과가

더 높았다는 연구보고¹⁹⁾와 비슷한 결과를 보여준 것이었다.

전해수 자체가 갖는 살균력은 기체 수화상태로 녹아있는 염소이온의 산화력 이 외에도 높은 산화-환원 전위력, 용존산소 등에 의한다는 연구가 주로 발표되고 있으나 정확한 기작은 아직 밝혀져 있지 않은 상태이다^{5,11,13)}.

2) 대장균군 수

5가지의 세정수로 5분간 침지 처리한 양상추와 수세 전 양상추의 대장균군 수와의 비교는 Fig. 2에 나타난 바와 같으며, 수세 처리한 양상추의 저장기간 중 대장균군 수의 변화는 Table 4에서 보는 바와 같다.

수세처리 전, 양상추의 대장균군 수는 4.44 $\times 10^4$ CFU/g이었으며 처리직후의 대장균군 수는 각각 5.52 $\times 10^3$ (TW), 3.25 $\times 10^2$ (CW), 2.55 $\times 10^2$ (EW-1), 1.03 $\times 10^2$ (EW-2), 2.32 $\times 10^1$ (EW-3) CFU/g이었다. 대장균군의 경우도 총균수와 유사한 경향을 나타내어 침지 직후, EW-3는 초기균 수에 대하여 약 1/2,000 수준으로 크게 감소하였으며 저장 7일째에도 수도수 처리구의 초기값과 비슷한 수준을 유지하였다. EW-1과 EW-2는 처리직후 대조구의 1/20~1/50 수준으로 감소하였으며 저장 3일째까지 처리직후의 대조구 수준을 유지하였고 염소수 처리구는 초기에 6.21 $\times 10^5$

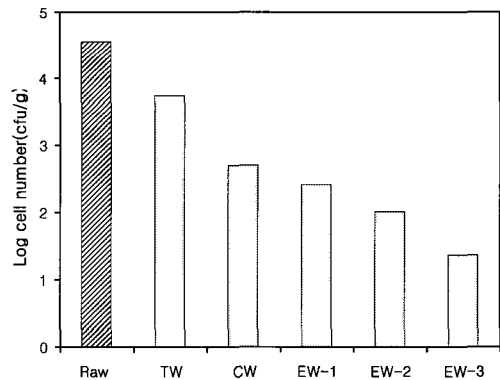


Fig. 2. Coliform counts in lettuce with different kinds of rinses on the starting day of storage.

TW : Immersed in tap water

CW : Immersed in chlorine water made by sodium chlorite

EW-1 : Immersed in Electrolyzed water produced from diaphragm type 1

EW-2 : Immersed in Electrolyzed water produced from diaphragm type 2

EW-3 : Immersed in Electrolyzed water produced from non-diaphragm type

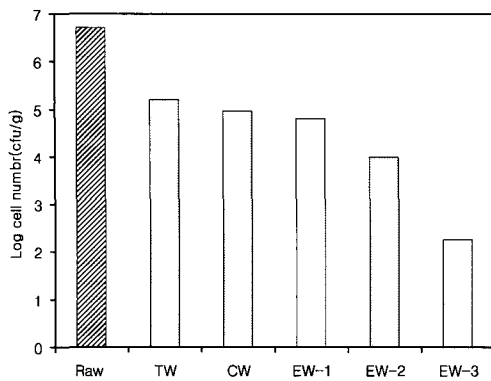


Fig. 3. Psychrotrophic counts in lettuce with different kinds of rinses on the starting day of storage.

TW : Immersed in tap water
 CW : Immersed in chlorine water made by sodium chlorite
 EW-1 : Immersed in Electrolyzed water produced from diaphragm type 1
 EW-2 : Immersed in Electrolyzed water produced from diaphragm type 2
 EW-3 : Immersed in Electrolyzed water produced from non-diaphragm type

CFU/g로 대조구의 1/17 수준이었으며 저장기간이 지남에 따라 다른 처리구와 비슷한 수준으로 나타났다.

3) 저온성균수

5가지의 세정수로 5분간 침지 처리한 양상추와 수세 전 양상추의 저온성균 수와의 비교는 Fig. 3에 나타난 바와 같으며 수세처리 후 양상추의 저장기간 중 저온성균 수의 변화는 Table 5에서 보는 바와 같다. 수세처리 전, 양상추의 저온성균 수는 5.26×10^6 CFU/g였으며 처리 직후의 저온성균 수는 각각 1.58×10^3 (TW), 9.13×10^4 (CW), 7.99×10^4 (EW-1), 9.94×10^3 (EW-2), 1.84×10 (EW-3)² CFU/g이었다.

저온성 세균의 존재는 식품의 냉장 저장 시 식품 부패와 관련이 되는 것으로²⁰⁾ 침지 직후, EW-3는 초기균 수에 대하여 약 1/30,000 수준으로 크게 감소하였으며 저장 7일째에도 처리 직후 대조구의 1/10 수준을 유지하였다. 한편, EW-1, EW-2 및 CW는 처리 직후 대조구의 1/2 ~ 1/16 수준으로 감소하였으며 저장 2일째부터 EW-1과 CW는 대조구와 비슷한 수준

Table 3. Changes of total plate counts in lettuce with different kinds of rinses during storage at 5°C (CFU/g)

Treatments ¹⁾	Storage time(day)				
	0	1	2	4	7
TW	5.92×10^5	6.76×10^5	1.35×10^6	3.52×10^7	8.78×10^7
CW	6.21×10^4	6.51×10^4	7.74×10^4	7.26×10^5	3.79×10^6
EW-1	3.04×10^4	4.56×10^4	1.17×10^5	2.77×10^5	4.21×10^6
EW-2	8.91×10^3	9.42×10^3	3.03×10^4	8.24×10^5	9.44×10^6
EW-3	2.03×10^2	2.79×10^2	4.79×10^2	1.06×10^3	7.28×10^3

¹⁾TW : Immersed in tap water
 CW : Immersed in chlorine water made by sodium chlorite
 EW-1 : Immersed in Electrolyzed water produced from diaphragm type 1
 EW-2 : Immersed in Electrolyzed water produced from diaphragm type 2
 EW-3 : Immersed in Electrolyzed water produced from non-diaphragm type

Table 4. Changes in coliform counts of lettuce with different kinds of rinses during storage at 5°C (CFU/g)

Treatments ¹⁾	Storage time(day)				
	0	1	2	4	7
TW	5.52×10^3	5.04×10^3	4.55×10^4	5.93×10^5	7.51×10^7
CW	3.25×10^2	4.23×10^2	2.95×10^3	5.00×10^4	1.05×10^6
EW-1	2.55×10^2	4.56×10^2	2.36×10^3	1.05×10^4	2.75×10^6
EW-2	1.03×10^2	5.26×10^2	3.17×10^3	1.50×10^5	6.49×10^6
EW-3	2.32×10^1	3.51×10^1	1.42×10^2	5.64×10^3	8.21×10^3

¹⁾TW : Immersed in tap water
 CW : Immersed in chlorine water made by sodium chlorite
 EW-1 : Immersed in Electrolyzed water produced from diaphragm type 1
 EW-2 : Immersed in Electrolyzed water produced from diaphragm type 2
 EW-3 : Immersed in Electrolyzed water produced from non-diaphragm type

Table 5. Changes in psychrotrophic counts in lettuce with different kinds of rinses during storage at 5°C (CFU/g)

Treatments ¹⁾	Storage time(day)				
	0	1	2	4	7
TW	1.58×10^5	2.60×10^5	3.78×10^5	5.21×10^5	1.63×10^6
CW	9.13×10^4	1.03×10^5	2.42×10^5	3.17×10^5	1.55×10^6
EW-1	7.99×10^4	9.98×10^4	1.56×10^5	3.08×10^5	8.97×10^5
EW-2	9.94×10^3	1.21×10^4	2.00×10^4	5.54×10^5	6.21×10^5
EW-3	1.84×10^2	2.31×10^2	4.77×10^2	5.05×10^2	9.65×10^3

¹⁾TW : Immersed in tap water

CW : Immersed in chlorine water made by sodium chlorite

EW-1 : Immersed in Electrolyzed water produced from diaphragm type 1

EW-2 : Immersed in Electrolyzed water produced from diaphragm type 2

EW-3 : Immersed in Electrolyzed water produced from non-diaphragm type

으로 나타나 총균이나 대장균군에 비하여 제균효과가 다소 떨어지는 결과를 보였다.

IV. 요약 및 결론

생채소류에 적용하기에 최적의 전해수를 선정하기 위하여 여러 가지 전해수(EW-1, EW-2, EW-3)와 일반 급식업소에서 사용하는 염소수(CW) 및 수도수(TW)를 이용하여 양상추를 세정 처리한 후 7일간 저장하였으며, 저장기간 동안의 관능적, 및 미생물학적 특성 변화를 살펴본 결과는 다음과 같다.

관능검사 결과 처리직후에는 EW-2를 제외한 모든 처리구가 각 항목에서 비슷한 값을 나타내었으나 저장 1일째부터는 외관, 변색, 조직감, 맛과 전반적 기호도에서 EW-1과 EW-3이 유의적으로 가장 높은 값을 보였으며 저장 4일째부터는 EW-3만이 각 항목별로 8(상당히 좋음)이상의 높은 점수를 나타내었으며 저장 7일째까지도 7(좋음)의 점수를 유지하였다. 염소취 등의 이취여부에서는 CW가 유의적으로 낮은 값을 보였고 전해수 처리에 의한 염소취 잔류 우려는 없는 것으로 판단되었다. 따라서 EW-3는 채소의 세정뿐만이 아니라 최소가공 채소류의 유통에 있어서도 저장기간 연장에 의한 상품적 가치를 충분히 가질 수 있을 것으로 사료되었다.

총균수는 침지후 초기에 EW-3가 2.03×10^2 CFU/mL으로서 처리전의 양상추 및 TW에 비하여 1/3,000~1/30,000수준으로 매우 낮은 값을 보였으며 저장 7일째까지 비슷한 수준을 유지하였다. CW는 초기에 수도수 처리구의 1/10 수준이었으며 꾸준히 증가하여 저장 7일째에는 처리 전 양상추의 총균수와 거의 같은 값을 나타냈다. 대장균군의 경우도 총균수와 유사한 경향을 나타내었는데 EW-3는 처리

전 양상추의 1/2,000 수준이었다. 한편, 저온성 세균의 경우 침지 직후 EW-3는 초기균 수에 대하여 약 1/30,000 수준으로 크게 감소하였으나 EW-1, EW-2 및 CW는 처리직후 대조구의 1/2~1/16 수준으로서 총균이나 대장균군에 비하여 제균효과가 다소 감소하였다.

이상의 결과로 볼 때, EW-3(무격막 전해수)가 다른 처리구에 비하여 총균수, 대장균군 수 및 저온성균 수 모두에서 매우 높은 제균효과를 보여주었고 관능적 품질에서도 좋은 점수를 얻었기에 생채소류의 초기 미생물 오염을 최소화하기 위한 세정처리에 가장 효과적인 것으로 나타났으며 향후, 단체급식소에서 합리적인 위생관리 체계를 확립하기 위해 전해수를 적용시 EW-3(무격막 전해수)가 적합할 것으로 보인다.

참고문헌

- Kim, HY and Cha, JM : A study for the quality of vegetable dishes without heating in foodservice establishments. Korean J. Soc. Food Sci., 18(3): :309~318, 2002
- Harris, LH, Beuchat, LR, Kajs, TM, Ward, TM and Taylor, CH : 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, 2001
- You, HC, Park, HK and Kim, KL : Microbiological assessment for the menu of institutional food service and raw ingredients. Korean J. Dietary Culture, 15(2): 123~137, 2000
- Beuchat, LR, Harris, LR, Linda, J, Ward, TE and Kajs, TM : Development of a processed standard method for accessing the efficacy of fresh produce sanitizers, J. Food Prot., 64 : 1103~1109, 2001
- Kim, C, Hung, YC and Robert, EB : Roles of oxidation reduction potential in electrolyzing and chemically

- modified water for the inactivation of food-related pathogens, *J. Food Prot.*, 63(1) : 19~24, 2000
6. Holliday, SL, Scouten, AJ and Beychat, LR : Efficacy of chemical treatments in eliminating *Salmonella* and *Esherichia coli* 0157:H7 on scarified and plished alfalfa seeds, *J. Food Prot.*, 64:1489~1495, 2001
 7. 농림부 : 저온처리 전해산화수를 이용한 과채류의 선도 유지 기술개발. 농림수산 특정연구사업 보고서, G0114-9902, p.19, 1999
 8. Jung, SW, Park, KJ, Park, KJ, Park, BI, and Kim, YH : Surface sterilization effect of electrolyzed acid-water on vegetable., *Korean J. Food Sci. Technol.*, 28(6) : 1045~1051, 1996
 9. 酒井重男 : 機能水の開發と應用の現況. *食品工業*, 38(8) : 35~41, 1995
 10. 米安 實 : 食品加工における電解處理水 應用. *食品加工技術*, 14(4) : 332~342, 1994
 11. 堀田國元 : 強酸性電解水の殺菌機構と應用. *食品と開發*, 33(3) : 5~14, 1999
 12. Hotta, K : Acidic electrolyzed saline solution-Its antimicrobial activity and factors, and practical applications. *International symposium on biotechnology-Current Status & Prospects*(Korea University), p.3, 1997
 13. 小宮山 : 電解水の安全性. *食品と開發*, 33(3) : 8~9, 1999
 14. Kim, KO, Kim, SS, Saung, NK and Lee, YC : Sensory evaluation methods and applications. pp.161~175, 207~217, Sinkang Press, Inc., Seoul, 1993
 15. 농림부 : 초저온수 제조 및 처리에 의한 신선 과채류의 초기 품질유지 기술개발, 농림수산특정 연구사업보고서, GA 0261-0169, pp.26~29, 2001
 16. American Public Health Association : Compendium of methods for the microbiological examination of food. 3rd ed., p.126, American Public Health Association, Washington DC, 1992
 17. 송문섭, 이영조, 조신섭, 김병천 : SAS를 이용한 통계자료 분석. pp.61~84, 자유아카데미, 1989
 18. Jeong, JW, Park, NH, Lee SH and Jung, SW : Changes in quality of crown daisy and kale washed with cooled electrolyzed acid water during storage. *Korean J. Postharvest Sci. Technol.*, 6(4): 417~423, 1999
 19. Food and Drug Administration : 1995 Food Code, Washington D.C., 1995
 20. Jeong, DK and Lyu, ES : The microbiological evaluation of environments and facilities at food service operations in elementary school, *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, 31(2) : 216~220, 2002
-
- (2004년 9월 23일 접수, 2004년 12월 15일 채택)