

전기분해수를 이용한 절임 조건에 따른 배추의 품질 특성

정진웅 · 박성순 · 임정호 · 박기재 · 김범근 · 성정민[†]

한국식품연구원

Quality Characteristics of Chinese Cabbage with Different Salting Conditions Using Electrolyzed Water

Jin-Woong Jeong, Seong-Soon Park, Jeong-Ho Lim, Kee-Jai Park,
Bum-Keun Kim, and Jung-Min Sung[†]

Korea Food Research Institute, Gyeonggi 463-746, Korea

Abstract

The microbial reduction and quality characteristics of salted Chinese cabbage using electrolyzed water were investigated. The electrolyzed water was used to control the microbes in the processes of primary washing, salting, and secondary washing. The total bacteria, lactic acid bacteria, coliform, pH, salinity, vitamin C, and total sugar were analyzed. After primary washing by electrolyzed water, the total bacteria populations were reduced to 2.78 log cfu/g, and the coliform populations were similarly reduced. After secondary washing by electrolyzed water, the total bacteria population of Chinese cabbage was reduced to a maximum of 1.5 log cfu/g. The salinity of Chinese cabbage and salting solutions increased rapidly over three hours, and then increased slowly. The sterilization effect of electrolyzed salting water could not last beyond 3 hours, because the OHCl concentration of electrolyzed water was reduced by over 90% at the third hours of the salting process. Vitamin C was reduced and total sugar did not change regardless of treatments during the salting process. Consequently, electrolyzed water was effective to remove microbes from salted Chinese cabbages.

Key words: salted Chinese cabbage, electrolyzed water, total bacteria, salinity, vit C

서 론

배추(*Brassica campestris* L. ssp. *pekinensis*)의 원산지는 중국 북부이며 십자화과에 속하는 두해살이 잎채소로 우리나라 엽채류 생산의 절반 이상을 차지하는 주요 농작물이다(1,2). 배추는 전국에서 골고루 재배되나 강원, 경기, 전남, 전북 지역에서 주로 재배된다. 봄배추는 김해, 해남 등지에서, 여름 배추는 강원도에서, 김장(가을)배추는 당진, 화성, 양주, 서산, 청원 등에서 주로 생산된다(3). 배추의 생산량은 연간 41만 톤(2008년)이며 이 중 가공되는 양은 30만 톤으로 이는 전체 원료의 75%에 달한다(4). 절임 배추 가공률은 전체 배추 가공률의 12%를 차지한다. 김치의 제조공정은 크게 배추의 절임과정, 세척과정, 탈수과정을 거쳐 양념과 합쳐져 발효과정을 거치는데, 이 중 김치의 품질요소인 맛, 냄새, 조직감 등에 가장 높은 연관성을 가진 것이 배추의 절임공정으로 보고되었다(5,6).

절임 배추는 생배추일 때보다 무게와 부피가 줄게 되어 운반 및 보관의 편의성을 확보할 수 있게 해줄 뿐만 아니라, 김치를 담는데 과정을 단축할 수 있는 편의성을 제공해 준다

(7). 현대 사회는 맛벌이 부부의 증가, 소득 증가 등 사회 변화에 따른 식생활 간편화 추구로 김치를 담글 때 일손을 절약하기 위해 절임 배추를 이용하는 비율이 점점 늘어가고 있다. 2007년 기준 국내 절임배추 시장 규모는 약 150억 원 정도 추정하고 있으며 국내 김치 소비량이 연 100만 톤 정도(약 2조원)임을 감안했을 때 앞으로 절임배추 시장의 성장 가능성이 클 것으로 보고되었다(8). 하지만 절임배추의 주재료인 배추는 재배되는 지역과 계절에 따라 각각의 특성을 가지고 있으며 보통 재배 및 수확시기에 따라 봄배추(5~7월 수확), 여름 고랭지배추(7~9월 수확) 그리고 월동배추(10~4월 수확)로 구분하나 고온다습한 여름철은 배추 재배가 적합하지 않고, 가을부터 재배되는 월동배추가 대부분을 차지한다. 또한 작황의 풍흉에 따라 가격 변동 폭이 심한 농산물로 연중 일정한 가격과 양의 배추김치를 생산하기 위해 안정적인 공급이 필요하다(7). 또한 우리나라 대표적인 발효식품인 김치는 살균처리를 하지 않고 자연발효를 통해서 제조되기 때문에 품질 유지를 위해서 원부재료의 위생성은 반드시 이루어야 한다. 배추 제조공정 중 미생물을 분석한 연구에서도 배추의 절임 공정에서 총 균수가 증가하여 절임공정에

[†]Corresponding author. E-mail: jmsung421@hotmail.com
Phone: 82-31-780-9150, Fax: 82-31-780-9144

대한 살균 대책의 강구가 필요하다고 보고하였으며(9), 급식용 절임배추 이용에 대한 설문조사 결과 절임배추 구입 시 가장 중요하게 생각하는 요인이 배추의 원산지이며 그 다음으로 위생 및 안전성을 고려한다고 하여 중요한 품질 항목으로 조사되었다(10).

전해수는 미생물에 대한 항균력으로 의약품, 치과용, 농업, 양식업, 식품산업 등의 다양한 범위에 이용되고 있다(11). 세척 및 살균의 주요 성분은 차아염소산으로 염화나트륨이나 염산을 전기분해하여 생성된다. 희석된 NaCl은 전해수 장치 내부의 양극과 음극을 통과하여 전기분해를 통해 살균 유효 성분인 차아염소산수를 생성한다. 전기분해 시 증류수에 용해된 NaCl은 음성의 Cl⁻와 양성의 Na⁺로 분해되며 동시에 OH⁻, H⁺ 이온도 생성된다. Cl⁻와 OH⁻와 같은 음이온은 전자를 잃고 양극으로 이동하여, O₂기체, Cl₂기체, OCl⁻ 이온, HOCl과 염산을 생성하며 H⁺와 Na⁺ 같은 양이온은 전자를 얻어 음극으로 이동하여, H₂, NaOH를 생성하게 된다(12). 식품 중 미생물 제어를 위한 전해수 적용에 관한 다양한 연구가 진행되고 있으며, 살균에 효과적인 것으로 보고되고 있다(13-16).

본 연구에서는 위생적인 김치 생산뿐만 아니라 절임배추의 저장성을 증진시키기 위해 전해수를 이용하여 김치의 주재료인 배추의 미생물을 제어하며 품질에 변화를 조사하고자 한다. 절임배추의 가공공정에서 미생물 제어가 가능한 1차 세척, 절임, 2차 세척 공정에 전해수를 적용하여 미생물 제어 효과와 이화학적 특성 및 성분을 분석하였다.

재료 및 방법

재료

본 실험에서 사용한 배추는 춘광 품종으로 서울 소재 농수산물시장에서 구입하여 사용하였다. 소금은 천일염(순도 70% 이상, 신안, 한국)을 구입하여 실험에 사용하였다. 전해수는 생성기(Dips-2K, Han Bio, Seoul, Korea)를 이용하여 50 ppm의 농도로 사용하였다.

시료 처리

배추의 절임공정은 정선, 절단, 1차 세척, 절임, 2차 세척,

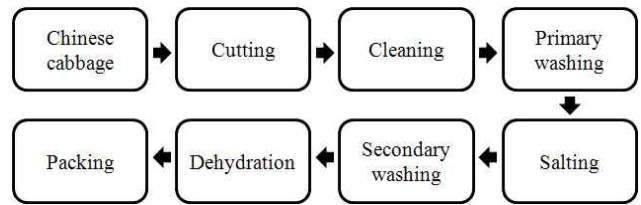
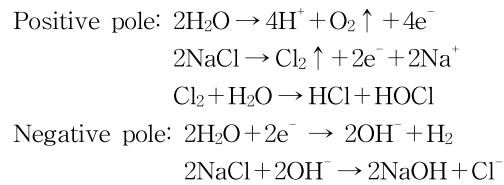


Fig. 1. Manufacturing process of salted Chinese cabbage.

탈수로 일련의 연속적인 과정으로 구성되었다(Fig. 1). 위생적 처리를 위해 1차 세척, 절임 및 2차 세척공정에서 전해수를 사용하였다. 절임공정 및 처리 조건은 Table 1과 같다. 1차 세척에서는 무세척과 전해수 세척으로 이루어졌으며 절임처리에서 수도수와 전해수로 비교하였고, 2차 세척에서도 수도수와 전해수로 달리하였다. 절임처리에서는 1.5배의 8% 소금물에 잠기도록 하여 절였으며 3시간 간격으로 분석하였다. 절임 및 세척에 사용되어진 전해수의 조건은 pH 8.99, ORP 765 mV이며, 농도는 50.02 ppm이었다. 전해수 생성 원리는 다음과 같다.



미생물

무균적으로 시료를 10 g 취한 후 멸균된 0.85% saline 용액으로 10배 희석하여 stomacher(Bagmixer R400, Interscience, Saint Nom, France)로 균질화한 후 단계 희석하여 실험을 실시하였다. 시험용액 및 각 단계 희석액 1 mL씩을 멸균 페트리접시에 무균적으로 취하여 agar를 약 15 mL를 분주하여 pouring culture method로 접종한 다음 일반세균과 젖산균은 37°C에서 48시간 배양하며 대장균은 37°C에서 24시간 배양한 후 colony 수를 측정하여 colony forming unit (cfu/g)으로 표시하였다. 사용한 배지는 일반세균은 plate count agar(Difco, Detroit, MI, USA), 대장균균은 chromocult agar(MERCK, Darmstadt, German)을 젖산균은 MRS agar(Difco)이었다.

Table 1. Manufacturing conditions of salted Chinese cabbage

		Process		
Cutting	Primary washing	Salting	Secondary washing	Dehydration
Four lengthwise pieces	No washing (PwN)	Tw ¹⁾	Tw (PwN-ST-T)	For 2 hr
		(PwN-ST)	EW (PwN-ST-E)	
	EW washing (PwE)	EW ²⁾	Tw (PwN-SE-T)	
		(PwN-SE)	EW (PwN-SE-E)	
EW washing (PwE)	EW washing (PwE)	Tw	Tw (PwE-ST-T)	
		(PwE-ST)	EW (PwE-ST-E)	
		EW	Tw (PwE-SE-T)	
		(PwE-SE)	EW (PwE-SE-E)	

¹⁾Tw: tap water. ²⁾EW: electrolyzed water.

산화-환원 전위(ORP) 및 차아염소산(OHCl) 농도

산화환원전위는 ORP(oxidation-reduction potential) meter(RE-12P, TOA Electronics, Kobe, Japan)를 사용하여 측정하였으며, 차아염소산 함량은 식품공전에 따라 전해수 50 mL에 KI 2 g, acetic acid 10 mL와 전분지시약을 몇 방울 가하여 흑갈색이 되도록 한 후 0.1 N Na₂S₂O₃ 용액으로 흑갈색의 용액이 투명해질 때까지 적정하여 농도를 측정하였다.

pH 및 염도

시료는 100 g을 부위별로 채취하여 blender(KA-2600, Kaiser, Seoul, Korea)로 분쇄하여 cheese close 거즈로 여과한 후 여과액을 사용하였다. pH는 pH meter(AB 15, Fisher Scientific, Pittsburgh, PA, USA)로 측정하였다. 염도는 Mohr법(17)으로 여과액 5 mL에 10% K₂CrO₄를 첨가한 후 0.1 N AgNO₃ 용액으로 갈색이 되는 종말점을 적정하였다.

총당

시료는 100 g을 부위별로 채취하여 blender(KA-2600, Kaiser)로 분쇄하여 cheese close 거즈로 여과한 후 여과액을 사용하였다. 희석된 여과액을 시험관에 0.6 mL 넣고 5% (v/v) phenol(Shinyo Pure Chemicals Co., Ltd., Osaka, Japan) 용액 0.36 mL를 첨가한다. 여기에 95% 황산(Deajung Chemicals & METALS Co., Ltd., Siheung, Korea) 2.16 mL를 가하고 5~10초간 강하게 혼합한 후 30분 동안 상온에 방치하였다. Spectrometer(V-530, Jasco Co., Tokyo, Japan)를 이용하여 480 nm에서 흡광도를 측정하였다. 표준곡선 검량선을 작성하기 위해 1 mM 농도의 포도당 용액을 0.1~0.6 mL를 넣고 동일한 방법으로 측정하여 총당을 계산하였다(18).

비타민 C 함량

비타민 C 함량은 식품공전(19)에 의한 방법으로 배추 여과액을 HPLC에 주입하여 분석하였으며 표준물질은 L-ascorbic acid(Sigma Chemical Co., St. Louis, MO, USA)를 사용하였다. Column은 Agilent Eclipse XDB-C₁₈(4.6×250 mm, 5 μm)를 사용하였고, solvent 조건은 water 1 L에 methanol, acetic acid를 각각 10 mL씩, 1-hexane sulfate sodium을 1 g 첨가하였다. Flow rate는 0.8 mL이었으며 UV 조건은 254 nm, injection volume은 20 μL이었다.

통계처리

실험 결과는 Statistical Analysis System(SAS, Chicago, IL, USA)를 이용하여 3번 반복처리 하여 평균과 표준편차를 계산하였고, Duncan's multiple range test 방법을 사용하여 0.05% 수준에서 유의성을 분석하였다.

결과 및 고찰

미생물

절임 및 세척 조건에 따른 절임배추의 미생물 결과는 Fig.

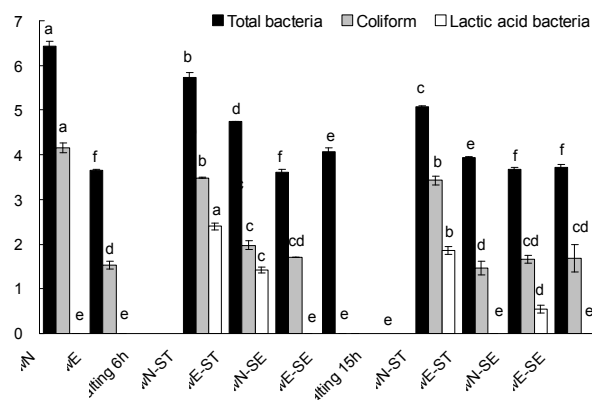


Fig. 2. Changes in microorganism of salted Chinese cabbage with different conditions. PwN-ST, salting in tap water after no washing; PwE-ST, salting in tap water after electrolyzed water washing; PwN-SE, salting in electrolyzed water after no washing; PwE-SE, salting in electrolyzed water after electrolyzed water washing. Values with different letters in each process(a-f) at same microbe indicate the significant difference at p<0.05 by Duncan's multiple range test.

2에 나타내었다. 초기 생배추의 총 균수는 6.44 log cfu/g 수준이었으며 전해수로 1차 세척 후 3.66 log cfu/g 수준으로 유의적으로 감소하였으며, 대장균군수 또한 1차 세척 후 초기에 비해 2.61 log cfu/g 수준 감소하였다(p<0.05). Lee의 연구(20)에서 오존에 의한 절임배추의 살균 후 초기에 비해 45% 감소하였다고 보고하여 전해수 처리가 오존 처리에 비해 높은 살균효과가 있는 것으로 나타났다. 전해수는 물에 소량의 소금을 첨가하여 전기분해에 의해 얻어지는 것으로 최근에 과일과 채소의 신선도 유지를 위한 살균기술로 연구되고 있다. 전해수는 미생물, 유기물과 접촉하여 살균효과를 발휘한 다음 염소, 산소 등 휘발성 기체와 물로 되어 유해한 잔유물이 생기지 않고 인체에도 전혀 해를 미치지 않는다는 장점이 있으며(21,22), 양배추, 알파파, 배, 토마토, 딸기 등에 전해수를 적용한 연구에서 미생물 저감 효과가 있다고 보고하였다(23-25).

배추의 미생물 결과는 1차 세척을 하지 않은 처리구 중 PwN-ST는 5.07~5.73 log cfu/g이었으며 PwN-SE는 3.62~3.68 log cfu/g으로 1차 세척 없이도 전해수에 절임을 할 경우 미생물의 감소 효과가 있는 것으로 나타났다. 1차 전해수 세척을 한 처리구의 경우 절임 시 수돗물을 사용한 처리구와 전해수를 사용한 처리구간의 큰 차이를 보이지 않았다. 대장균군수의 결과도 총 균수와 비슷하였으며 PwN-ST 처리구를 제외하고 2 log cfu/g 이상의 감소 효과를 보였다. 초기 배추의 젖산균수는 10 이하로 절임공정에서 PwN-ST의 경우 1.85~2.40 log cfu/g 수준으로 증가하였으며 PwE-SE 처리구는 검출되지 않아 전해수 처리가 젖산균 제어에 효과가 있는 것으로 나타났다. 절임 시 젖산균이 증식하는 이유는 소금이 배추조직으로부터 수분을 용출될 때 세포벽이 손상되어 영양물질이 세포외로 유출되어 미생물 번식하여 발효가 이루어지기 때문이다(26). 젖산균은 김치 발효에

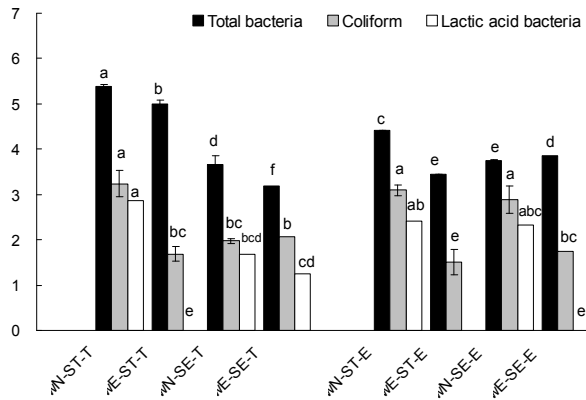


Fig. 3. Changes in microorganism of salted Chinese cabbage after secondary washing. PwN-ST-T, secondary washing in tap water after PwN-ST treatment; PwN-SE-T, secondary washing in tap water after PwN-SE treatment; PwE-ST-T, secondary washing in tap water after PwE-ST treatment; PwE-SE-T, secondary washing in tap water after PwE-SE treatment; PwN-ST-E, secondary washing in electrolyzed water after PwN-ST treatment; PwN-SE-E, secondary washing in electrolyzed water after PwN-SE treatment; PwE-ST-E, secondary washing in electrolyzed water after PwE-ST treatment; PwE-SE-E, secondary washing in electrolyzed water after PwE-SE treatment. Values with different letters in each process(a-f) at same microbe indicate the significant difference at $p < 0.05$ by Duncan's multiple range test.

중요한 역할을 하고 유기산, bacteriocin 등의 항균성 물질을 생산하여 유해한 세균들의 증식을 억제하는 등 중요한 역할을 하지만, 이들의 증식이 계속되면 산도는 증가하고 조직이 연화되며 부패취 생성으로 여러 가지 문제점이 발생하게 된다(27).

2차 세척 후 절임배추의 미생물 결과는 Fig. 3에 나타나 있다. 기존 공정으로 처리한 PwN-ST-T 처리구는 5.38 log cfu/g 수준으로 초기 배추에 비해 1.06 log cfu/g 감소하였으며 PwN-ST-E 처리구는 4.41 log cfu/g으로 초기에 비해 2.03 log cfu/g 감소하여 2차 세척 시에도 전해수 세척이 수도수 세척보다 1 log scale 정도 미생물 제어가 되는 것으로 나타났다. 하지만 전해수에 절인 처리구 PwN-SE-T, E와 PwE-SE-T, E 처리구의 경우, 총 균수는 3.18~3.86 log cfu/g으로 수도수 처리구 3.66~3.76 log cfu/g과 전해수 처리구 3.18~3.86 log cfu/g은 큰 차이를 나타내지 않았다. 대장균균수의 경우 전해수 세척과 수도수 세척 간에 차이를 나타내지 않았다. 젖산균수의 경우 절임공정과 세척공정에서 전해수를 사용한 처리구에서 검출되지 않아 전해수 처리가 젖산균을 제어할 수 있을 것으로 판단된다. Kim 등(9)은 김치를 제조하는 공정 별로 미생물 변화를 모니터링 한 결과, 배추 절임공정에서 초기 균수가 증가하며 그 이후 세척 공정에서 미생물 수를 단지 1 log cfu/g 수준 감소하는 것에 그쳐 살균공정의 필요성에 대해 보고하였다. 1차 세척 시 전해수를 사용한 PwE의 총 균수는 3.66 log cfu/g이며 절임 공정에서 전해수를 사용한 PwN-SE의 총 균수는 3.62~3.68 log cfu/g으로 초기에 비해 2.5 log cfu/g 이상의 감소효과를

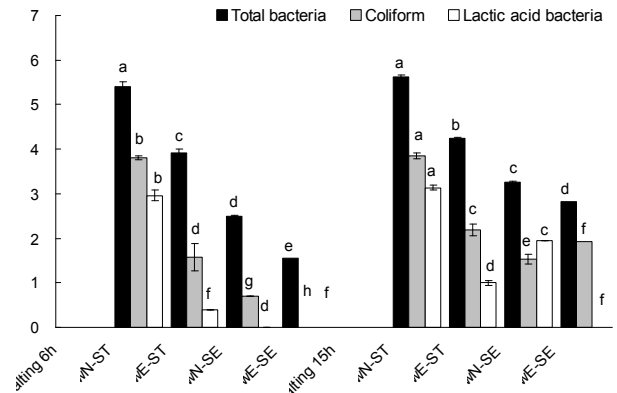


Fig. 4. Changes in microorganism of salt solution with different conditions. PwN-ST, salting in tap water after no washing; PwE-ST, salting in tap water after electrolyzed water washing; PwN-SE, salting in electrolyzed water after no washing; PwE-SE, salting in electrolyzed water after electrolyzed water washing. Values with different letters in each process(a-g) at same microbe indicate the significant difference at $p < 0.05$ by Duncan's multiple range test.

나타냈으며, 2차 세척공정에서 전해수를 사용한 PwN-ST-E는 4.41 log cfu/g으로 2 log cfu/g 수준 감소하여 전해수 처리가 절임배추의 미생물 제어에 효과적임을 알 수 있었다.

절임수의 미생물 결과는 Fig. 4에 나타나 있다. 절임 6시간 후 PwN-ST 절임수의 총 균수와 대장균균수는 각각 5.39 및 3.80 log cfu/g으로 절임배추의 미생물수와 비슷한 경향을 보여 배추의 미생물 오염이 절임수에 영향을 미치는 것으로 나타났다. 처리구들 간에 미생물 결과는 PwN-ST의 총 균수가 5.39 log cfu/g인 것에 비해 PwE-SE는 1.56 log cfu/g으로 약 4 log scale 정도 차이를 나타내었다. 절임 6시간째 PwN-ST 처리구 절임수의 젖산균은 2.96 log cfu/g으로 절임배추에서와 비슷한 수준을 보였으며 절임 15시간째 3.14 log cfu/g 수준으로 증가하였다. 김치의 발효과정 중 생성되는 *Pediococcus*속은 식염에 대한 저항성이 있어 식염농도 10%에서도 생육이 가능하며, *Lactobacillus plantarum*이나 *Lactobacillus brevis* 또한 식염농도 6.0%에서도 생육이 가능하기 때문에(28) 절임공정에서 절임수의 미생물 증식에 영향을 줄 수 있는 온도나 시간과 같은 요인들의 조절이 필요할 것으로 생각된다. 또한 현재 절임배추와 김치 제조 공정에서 절임수를 반복하여 사용하기 때문에 미생물 수는 지속적으로 증가할 것으로 예측되며, 본 실험에서도 절임시간이 증가하면서 절임수의 미생물 수도 증식하는 경향을 보여 절임배추의 원료인 배추뿐만 아니라 절임수 관리도 필요한 것을 사료된다.

pH, 염도 및 절임수의 물성

절임 시 절임배추의 pH 및 염도의 변화는 Fig. 5에 나타나 있다. 초기 배추의 pH는 6.35~6.53 수준이었으며 절임시간이 경과할수록 감소하는 경향을 보였다. 절임 15시간째 5.92~6.01 수준으로 감소하였으며 Shim 등의 연구(29)에서도 10% 염도에서 6시간 이후 pH 6.0 이하로 감소한 것으로 보

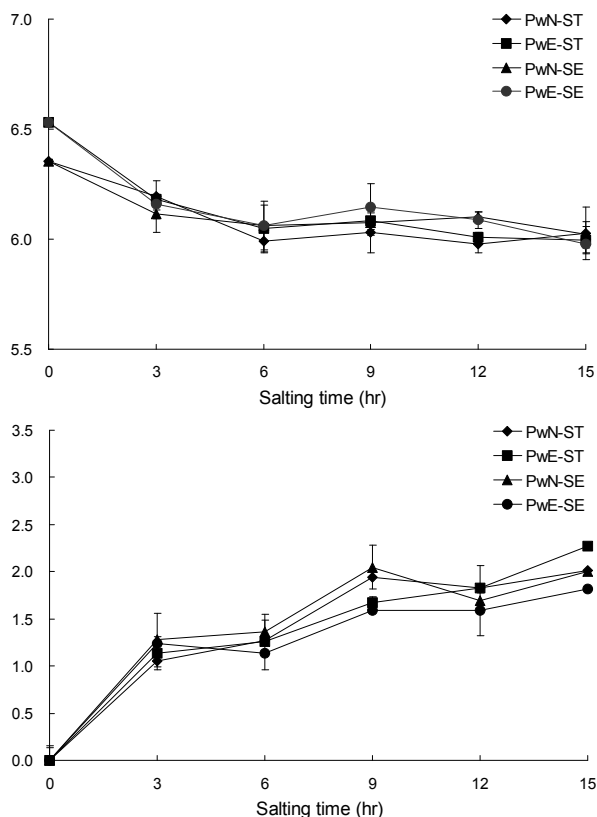


Fig. 5. Changes in pH and salinity of salted Chinese cabbage with different conditions. PwN-ST, salting in tap water after no washing; PwE-ST, salting in tap water after electrolyzed water washing; PwN-SE, salting in electrolyzed water after no washing; PwE-SE, salting in electrolyzed water after electrolyzed water washing.

고하였다. 이러한 pH 변화는 젖산균의 증식과 밀접한 관련이 있는 것으로 보고되고 있다(28). 절임 동안 처리구들간의

유의적인 차이를 보이지 않았다. 탈염 후 pH는 5.99~6.07 수준으로 절임 15시간째의 pH에 비해 조금 증가하는 경향을 나타내었다. 염도는 절임 3시간째 1.05~1.28%로 급격하게 증가하였으며 그 이후 완만하게 감소하는 경향을 보였다. Park 등의 연구(30)에서도 절임 초기에 빠른 염 침투를 보인 후 완만하여진다고 보고하였다. 저장 9시간째 1.59~2.05% 수준으로 증가하였으며 그 이후 유의적인 차이를 보이지 않았다. Shim 등의 연구(29)에서 절임 9시간째 2~2.5% 수준에 달하였다고 보고하여 본 연구와 비슷한 경향을 보였다. 15시간 절임 후 최종 염도는 1.82~2.27% 수준이었으며 탈염 후 1.46~1.77% 수준으로 감소하여 절임시의 염도에 비해 약 20% 수준 감소한 것으로 나타났다.

절임 및 세척 조건에 따른 절임수의 물리화학적 변화는 Table 2에 나타내었다. 초기 수도수의 pH는 8.04였으며 전해수는 9.28로 차이를 보였으나 절임 3시간째 6.07~6.13으로 급격히 감소하였으며 처리구들 간에 유의적인 차이를 보이지 않았다. 이는 절임배추 pH가 절임 3시간째 급격하게 감소한 것과 비슷한 경향을 나타내었다. 염도 또한 3시간째 가장 급격한 감소를 나타내었으며 그 이후에는 점진적으로 감소하였다. 전해수의 차아염소산 농도는 초기 46.12 ppm 수준이었으며 저장 3시간째 4.26 ppm 수준으로 90% 이상 감소하는 경향을 보였다. 이는 절임수로 전해수를 사용할 경우 살균 효과가 3시간 이상 지속되지 못함을 의미하며 Fig. 3의 결과에서도 전해수를 이용한 절임수의 총 균수가 6시간째 1.56~2.50 log cfu/g에서 15시간째 2.83~3.26 log cfu/g 수준으로 시간의 경과에 따라 미생물 수가 증가하는 결과로 확인할 수 있었다.

비타민 C 및 총당

배추를 절이는 과정에서 소금이 배추의 표피에 접촉하여

Table 2. Changes of physicochemical characteristics of salt solution during salting of Chinese cabbage

Treatments ¹⁾		Salting time (hr)					
		0	3	6	9	12	15
pH	PwN-ST	8.04±0.15 ^{Ba2)}	6.13±0.01 ^b	5.92±0.18 ^{bc}	5.73±0.01 ^{ABcd}	5.58±0.01 ^{Cd}	5.66±0.03 ^d
	PwN-SE	8.04±0.15 ^{Ba}	6.12±0.02 ^b	6.01±0.25 ^b	5.72±0.01 ^{Bc}	5.59±0.01 ^{BCc}	5.64±0.01 ^c
	PwE-ST	9.28±0.03 ^{Aa}	6.07±0.05 ^b	5.93±0.18 ^{bc}	5.76±0.01 ^{Ac}	5.62±0.01 ^{Bcd}	5.65±0.06 ^d
	PwE-SE	9.28±0.03 ^{Aa}	6.13±0.01 ^b	5.94±0.08 ^c	5.72±0.01 ^{Bd}	5.65±0.01 ^{Ad}	5.68±0.01 ^d
Salinity (%)	PwN-ST	7.84±0.00 ^a	6.49±0.08 ^b	6.00±0.04 ^c	5.88±0.12 ^{Ac}	5.44±0.00 ^{Cd}	5.38±0.08 ^d
	PwN-SE	7.84±0.00 ^a	6.32±0.00 ^b	5.76±0.04 ^{bc}	6.17±0.37 ^{ABcd}	5.70±0.12 ^{Bcd}	5.65±0.29 ^d
	PwE-ST	7.48±0.00 ^a	7.14±0.83 ^{ab}	6.70±0.54 ^{bc}	5.53±0.12 ^{Bd}	6.00±0.12 ^{Ac}	5.65±0.12 ^d
	PwE-SE	7.48±0.00 ^a	6.08±0.08 ^{bc}	5.85±0.08 ^b	5.91±0.08 ^{ABbc}	5.44±0.00 ^{Cbc}	5.62±0.33 ^c
ORP (mV)	PwN-ST	765.00±31.11 ^a	646.50±38.89 ^{Ab}	489.00±1.41 ^{Ac}	266.00±1.41 ^{Bd}	261.00±4.24 ^{Ad}	305.50±2.12 ^{Ad}
	PwN-SE	814.50±2.12 ^a	590.00±9.90 ^{ABb}	481.50±9.19 ^{Ac}	278.50±0.71 ^{Ae}	248.00±2.83 ^{Bd}	303.00±1.41 ^{Af}
	PwE-ST	467.00±0.00 ^b	526.00±26.87 ^{BCa}	387.00±2.83 ^{ABc}	232.00±2.83 ^{Cd}	219.50±2.12 ^{Ce}	303.50±7.78 ^{Ae}
	PwE-SE	467.00±0.00 ^b	517.00±8.49 ^{Ca}	315.50±84.15 ^{Bc}	235.50±0.71 ^{Ccd}	209.00±2.83 ^{Dcd}	283.00±8.49 ^{Bd}
HOCl (ppm)	PwN-ST	—	—	—	—	—	—
	PwN-SE	—	—	—	—	—	—
	PwE-ST	46.12±0.00 ^a	4.26±0.00 ^b	2.84±1.00 ^c	1.42±0.00 ^d	1.42±0.00 ^d	1.42±0.00 ^d
	PwE-SE	46.12±0.00 ^a	4.26±0.00 ^b	3.55±0.00 ^c	1.42±0.00 ^d	1.42±0.00 ^d	1.42±0.00 ^d

¹⁾PwN-ST, salting in tap water after no washing; PwN-SE, salting in electrolyzed water after no washing; PwE-ST, salting in tap water after electrolyzed water washing; PwE-SE, salting in electrolyzed water after electrolyzed water washing.

²⁾Means with different letters in column (A-D) and row (a-f) are significantly different at p<0.05 by Duncan's multiple range test.

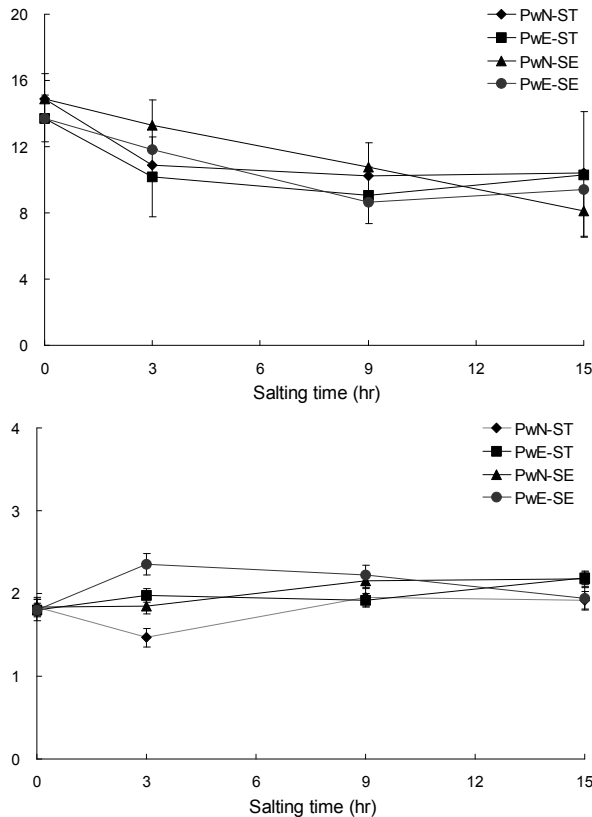


Fig. 6. Changes in vit C and total sugar of salted Chinese cabbage with different conditions. PwN-ST, salting in tap water after no washing; PwE-ST, salting in tap water after electrolyzed water washing; PwN-SE, salting in electrolyzed water after no washing; PwE-SE, salting in electrolyzed water after electrolyzed water washing.

내부로 확산되어 세포내의 비타민 C, 당, 황 함유물질, 유리 아미노산 등의 가용성 물질이 용출되어 김치의 맛에 큰 영향을 주는 것으로 알려져 있다(31,32). 1차 세척, 절임, 2차 세척 공정에서 절임배추의 비타민 C와 총당의 변화는 Fig. 6, 7에 나타내었다. 초기 비타민 C 함량은 13.7~14.9 mg% 수준으로 1차 세척을 한 처리구가 무세척구에 비해 낮게 나타내었는데 이는 세척으로 수분 함량이 증가한 때문으로 사료된다. 절임 3시간째 10.87~13.31 mg%로 초기에 비해 18.7~31.6% 정도 감소하였으며 절임 동안 감소하는 경향을 나타내었다. 세척 후 비타민 C의 함량은 7.4~11.5 mg% 수준으로 15시간 절임 배추와 비슷한 수준을 나타내었으며 생배추의 비타민 C 함량에 비해 22.8~45.9% 감소하여 수용성인 비타민 C가 용출되어 나오는 것을 알 수 있었다. Lee 등의 연구(18)에서도 절임 후 비타민 C가 34% 정도 감소한다고 보고하였다. 생배추의 총당 함량은 1.8 mg% 수준이었으며 절임 3시간째 1.46~2.35 mg%로 처리구들의 차이가 있었으나 이는 처리구간의 차이가 아니라 실험 개체간의 차이에 의한 것으로 사료된다. 절임 동안 큰 변화를 세척 후에도 1.77~2.13 mg% 수준으로 절임에서와 마찬가지로 큰 변화를 보이지 않은 성분인 것을 알 수 있었다. Jeon 등(33)은 초기 당 함량이 낮은

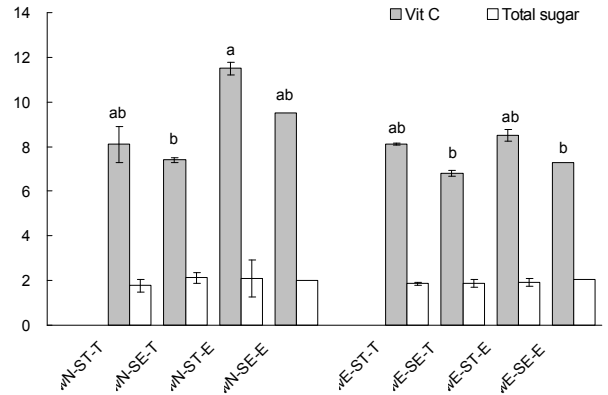


Fig. 7. Vit C and total sugar contents of salted Chinese cabbage after secondary washing. PwN-ST-T, secondary washing in tap water after PwN-ST treatment; PwN-SE-T, secondary washing in tap water after PwN-SE treatment; PwE-ST-T, secondary washing in tap water after PwE-ST treatment; PwE-SE-T, secondary washing in tap water after PwE-SE treatment; PwN-ST-E, secondary washing in electrolyzed water after PwN-ST treatment; PwN-SE-E, secondary washing in electrolyzed water after PwN-SE treatment; PwE-ST-E, secondary washing in electrolyzed water after PwE-ST treatment; PwE-SE-E, secondary washing in electrolyzed water after PwE-SE treatment. Values with different letters in each process (a-g) at same microbe indicate the significant difference at $p < 0.05$ by Duncan's multiple range test.

배추가 숙성과정 중 다소 높은 산도를 보였다고 하여 배추 자체의 당 함량이 김치의 품질에 영향을 미치는 것으로 보고 하였다. 본 연구 결과 당 함량은 절임이나 세척에 큰 영향을 받지 않는 것으로 나타났으며 Lee의 연구(20)에서 절임 중 오존처리와 환원당 함량에 영향을 주지 않았다고 보고한 연구의 결과와 일치하였다.

요 약

본 연구는 절임배추의 저장성을 연장하기 위해 전기분해수를 이용하여 초기 미생물 제어효과를 살펴보았다. 절임배추 공정 중 미생물 제어 가능한 1차 세척, 절임, 2차 세척공정에 전해수를 이용하였으며, 총균, 젖산균, 대장균군, pH, 염도, 비타민 C 및 총당을 분석하였다. 미생물 결과 1차 세척한 처리구의 총 균수는 초기에 비해 2.78 log cfu/g 수준 감소하였으며 대장균군수도 비슷한 수준으로 감소하였다. 탈염과정인 2차 세척공정 후 전해수 처리구가 수도수 처리구에 비해 최대 1.5 log cfu/g 감소하였다. 염수의 경우 배추의 오염에 영향을 받은 것으로 나타났으며, 수도수 처리구에 비해 전해수 처리구의 미생물수가 낮았으며, 저장 6시간째에 비해 15시간째 높게 나타나 절임은 동안 미생물이 증가하는 것으로 나타났다. 염도는 절임 동안 증가하는 경향을 나타냈으며 절임 3시간째 증가율이 가장 높았다. 처리구들 간에 큰 차이를 보이지 않았다. 절임수의 염도는 배추와 비슷한 경향을 보였으며 절임 3시간째까지 급격하게 증가하였으며 그 이후 점진적으로 감소하였다. 절임은 동안 전해수의 차아염

소산 농도는 3시간째 90% 이상 감소하여 절임수로 전해수를 이용할 경우 살균효과가 절임시간 동안 지속될 수 없음을 알 수 있었다. 비타민 C는 절임 동안 감소하였으며 총당은 절임에 큰 영향을 받지 않는 것으로 나타났다. 결과적으로 전해수의 사용은 절임배추의 미생물을 효과적으로 제어하여 품질을 향상시킬 수 있을 것으로 판단된다.

문 헌

- Higdonm JV, Delage B, Williams DE, Dashwood RH. 2007. Cruciferous vegetables and human cancer risk: epidemiologic evidence and mechanistic basis. *Pharmacol Res* 55: 224-236.
- Hwang ES. 2010. Changes in myrosinase activity and total glucosinolate levels in Korean Chinese cabbages by salting conditions. *Korean J Food Cookery Sci* 26: 104-109.
- Park RS. 2005. *Food materials*. Kyomunsa, Seoul, Korea. p 65.
- Ministry for Food, Agriculture, Forestry and Fisheries. 2010. Statistics of vegetables production amount. <http://library.mafaff.go.kr>.
- Han ES, Seok MS. 1996. Improvement of salting process of Chinese cabbage in kimchi factory. *Food Ind Nutr* 1: 50-70.
- Lee MH, Lee GD, Son KJ, Yoon SR, Kim JS, Kwon JH. 2002. Changes in organoleptic and rheological properties of Chinese cabbage with salting condition. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 31: 417-422.
- Kim YW, Jung JK, Cho YJ, Lee SJ, Kim SH, Park KY, Kang SA. 2009. Quality changes in brined *Baechu* cabbage using different types of polyethylene film, and salt content during storage. *Korean J Food Preserv* 16: 605-611.
- Cha SM, Han GJ, Lee SR, Park YH. 2010. A study on the use of salted cabbage and the purchasing promotion in school foodservice. *Korean J Food Culture* 25: 198-206.
- Kim JS, Yun SK, Cho SK, Kim JE, Kim BS, Han NS. 2010. Microbial analysis of *Baechu-kimchi* during automatic production process. *Korean J Food Sci Technol* 42: 281-286.
- Cha SM, Han GJ, Lee SR, Park YH. 2010. A study on the use of salted cabbage and the purchasing promotion in school food service. *Korean J Food Culture* 25: 198-206.
- Huang YR, Hung YC, Hsu SY, Huang YW, Hwang DF. 2008. Application of electrolyzed water in the food industry. *Food Control* 19: 329-345.
- Kim YS, Park IS, Ha SD. 2009. Application sanitizer for the control of microorganisms in food. *Food Science and Industry* 42: 26-51.
- Fabrizio KA, Cutter CN. 2005. Application of electrolyzed oxidizing water to reduce *Listeria monocytogenes* on ready-to-eat meats. *Meat Sci* 71: 327-333.
- Iwasawa A, Nakamura Y. 1993. Antimicrobial activity of aqua oxidizing water. *Clinical Bacteriology* 20: 469-473.
- Kim C, Hung YC, Brackett RE, Lin CS. 2003. Efficacy of electrolyzed oxidizing water in inactivating *Salmonella* on alfalfa seeds and sprouts. *J Food Prot* 66: 208-214.
- Koseki S, Itoh K. 2001. Prediction of microbial growth in fresh-cut vegetables treated with acidic electrolyzed water during storage under various temperature conditions. *J Food Prot* 64: 1935-1942.
- AOAC. 1990. *Official methods of analysis*. 15th ed. Association of Official Analyzed Chemists, Washington, DC, USA. p 644.
- Lee HS, Kim BS, Cha HS, Kwon KH. 2010. Quality evaluation of ginger dried using a molecular press dehydration method or employing a dehydration liquid. *Korean J Food Preserv* 17: 478-486.
- KFDA. 2008. *Food code*. Korean Food and Drug Administration. p 4-1-2.
- Lee KH. 2008. Effect of ozone treatment of sanitation of Chinese cabbage and salted Chinese cabbage. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 37: 90-96.
- Sung JM, Kwon KH, Kim JH, Jeong JW. 2011. Effect of washing treatments on pesticide residues and antioxidant compounds in *Yuja*. *Food Sci Biotechnol* 20: 767-773.
- Heang YR, Hung YC, Hsu SY, Huang YW. 2008. Application of electrolyzed water in the food industry. *Food Control* 19: 329-345.
- Koseki S, Yoshida K, Kamitani Y, Isobe S, Itoh K. 2004c. Effect of mild heat pre-treatment with alkaline electrolyzed water on the efficacy of acidic electrolyzed water against *Escherichia coli* O157:H7 and *Salmonella* on lettuce. *Food Microbiol* 21: 559-566.
- Izumi H. 1999. Electrolyzed water as a disinfectant for fresh-cut vegetables. *J Food Sci* 64: 536-539.
- Kim C, Hung YC, Brackett RE, Lin CS. 2003. Efficacy of electrolyzed oxidizing water in inactivating *Salmonella* on alfalfa seeds and sprouts. *J Food Prot* 66: 208-214.
- Oh YA, Kim SD. 1997. Changes in enzyme activities of salted Chinese cabbage and kimchi during salting and fermentation. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 26: 404-410.
- Jeong JK, Park SE, Lee SM, Choi HS, Kim SH, Park KY. 2011. Quality changes of brined *baechu* cabbage prepared with low temperature stored *baechu* cabbages. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 40: 475-479.
- Hahn YS. 2003. Effect of salt type and concentration on the growth of lactic acid bacteria isolated from kimchi. *Korean J Food Sci Technol* 35: 743-747.
- Shim YH, Ahn GH, Yoo CH. 2003. Characteristics of salted Chinese cabbage in relation to salt content, temperature and time. *Korean J Soc Food Cookery Sci* 19: 210-215.
- Park WS, Lee IS, Han YS, Koo YJ. 1994. *Kimchi* preparation with brined Chinese cabbage and seasoning mixture stored separately. *Korean J Food Sci Technol* 26: 231-238.
- Han KY, Noh BS. 1996. Characterization of Chinese cabbage during soaking in sodium chloride solution. *Korean J Food Sci Technol* 28: 707-713.
- Rhee HS, Lee CH, Lee GJ. 1987. Changes in the chemical composition and textural properties of Korean cabbage during salting. *Korean J Soc Food Sci* 3: 64-70.
- Jeon YS, Kye IS, Cheigh HS. 1999. Changes of vitamin C and fermentation characteristics of kimchi on different cabbage variety and fermentation temperature. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 28: 773-779.

(2011년 9월 1일 접수; 2011년 10월 6일 채택)