J Korean Soc Food Sci Nutr
42(4), 615~620(2013)

한국식품영양과학회지
http://dx.doi.org/10.3746/jkfn.2013.42.4.615

# 전해수 세척 및 저장 온도에 따른 절임배추의 품질변화

박성순 · 성정민 · 정진웅 · 박기재 · 임정호†

한국식품연구원

# Quality Changes of Salted Chinese Cabbages with Electrolyzed Water Washing and a Low Storage Temperature

Seong Soon Park, Jung Min Sung, Jin Woong Jeong, Kee Jai Park, and Jeong Ho Lim†

*Korea Food Research Institute, Gyeonggi 463-746, Korea*

## Abstract

To extend the shelf-life of salted Chinese cabbages, electrolyzed water (EW) was used to wash raw Chinese cabbages before the salting process (to control microbial growth), and different storage temperatures evaluated (0, 4, and 10°C). A tap water washing group (TW) was used for comparison. The initial total bacterial population was 5.36 log CFU/g in the TW treatment and 3.50 log CFU/g in the EW treatment. The EW treatment decreased bacterial numbers by approximately 2 log CFU/g compared to the TW treatment and kept this initial population number for 32 days at 0°C. The salinity had no difference during storage. In general, several factors (pH, reducing sugars, hardness, and transmittance) decreased over time, and decreased slowly with EW treatment and 0°C storage. Overall, the salted Chinese cabbages with EW treatment showed lower bacterial populations compared to TW treatment, and when stored at 0°C, delayed decreases in quality.

**Key words:** electrolyzed water, salted Chinese cabbages, quality change, shelf-life

## 서 론

배추(*Brassica campestris* L. ssp. *pekinensis*)는 십자화과에 속하는 두해살이 잎줄기채소로 우리나라 엽채류 생산액의 절반 정도를 차지하는 주요 농작물 중 하나이다(1). 또한 배추 생산량의 90% 이상이 김치의 원료로 사용되며, 김치는 사계절 내내 우리 식단에 오르는 부식으로서 그 원료가 되는 배추의 공급은 매우 중요하다(2). 배추를 절이는 방법은 소금에 절여지는 과정을 통해 각종 부패균의 성장을 억제할 수 있으며 부피 및 무게가 감소되므로 저장성 연장 및 유통의 편리성을 가질 수 있다(3). 또한 소비자 측면에서도 맞벌이 부부 증가, 소득 증가 등 사회 변화에 따른 식생활의 간편화 추구로 김치를 담글 때 일손을 절약하기 위해 절임배추를 이용하는 비율이 점차 늘어나는 실정이다(4). 절임배추에 관한 연구로는 포장 방법 및 포장재를 이용한 저장(5), 저온저장(6) 등의 저장에 관한 연구와 오존(7), 전기분해수를 적용한 절임배추의 위생 안전성에 관한 연구(8,9)들이 활발히 진행되고 있다.

김치의 제조 공정은 크게 배추의 절임과정, 세척과정, 탈수과정을 거쳐 양념과 합쳐진 후 발효과정을 거치는데, 이 중 김치의 품질요소인 맛, 냄새, 조직감 등에 가장 높은 연관성을 가진 것이 배추의 절임공정으로 보고되었다(10). 또한 Kim 등(11)은 김치를 제조하는 공정별로 미생물 변화를 모니터링 한 결과 배추를 절이는 공정에서 초기 균수의 증가가 일어나며 그 이후 세척 공정에서 미생물 수를 단지 1 log CFU/g 수준 감소하는 것에 그쳐 살균 공정의 필요성에 대해 보고하였다. 김치는 자연 발효를 통해 제조되는 식품으로 원재료에 오염된 미생물에 의해 이상 발효가 일어날 수 있으므로 김치의 품질 유지를 위해서라도 원재료의 위생 확보는 중요하다(9). 수도수에 소량의 식염을 가한 후 전기분해하여 얻은 전기분해수는 처리대상의 제약이 적으며 잔류물이 없고 물 자체의 오염에 따른 2차적인 오염 가능성이 없는 것으로 알려져 있다. 전기분해수의 강력한 살균력은 식품 산업의 현장에 있어서 식중독 원인 미생물의 제거, 식품 소재의 살균 등 식품에 안전성 확보를 위한 유효한 수단으로 인정(12)되어 본 연구에서는 전기분해수를 사용하여 절임배추의 가공 공정에 적용하고자 하였다. 절임배추의 초기 균수가 절임 공정에서 증가한다는 Kim 등(11)의 연구를 토대로 절임 공정 전에 세척 공정을 추가하였으며, 수도수로 세척하여 절인 배추와 전기분해수로 세척하여 절인 배추를 0, 4 및 10°C에 저장하면서 미생물의 제어효과와 그 품질 특성을 살펴보았다.

†Corresponding author. E-mail: jhlim@kfri.re.kr
Phone: 82-31-780-9331, Fax: 82-31-780-9144

## 재료 및 방법

### 재료

본 실험에서 사용한 배추는 춘광 품종으로 실험 당일 경기도 성남 소재 대형 유통점에서 구입하여 사용하였다. 소금은 천일염(순도 70% 이상, 신안, 한국)을 사용하였으며 전해수는 전해수 생성기(Dips-2K, Han Bio, Seoul, Korea)를 이용하여 제조하였다.

### 시료 처리

배추의 절임 공정은 정선, 절단, 1차 세척, 절임, 2차 세척, 탈수의 연속적인 과정으로 진행하였다. 위생적 처리를 위해 1차 세척 과정에서 전해수와 수도수를 각각 사용하였으며 이때 사용된 전해수의 농도는 50 ppm이었고, 5분씩 침지하는 방법으로 이루어졌다. 절임 과정은 8% 염수에 15시간 동안 절였고, 절임이 끝난 배추의 염수를 제거하기 위해 수도수로 3회 세척한 후 채반에서 1시간 동안 자연 탈수하였다. 시판되고 있는 절임배추의 형태를 만들기 위해 PE 재질의 포장재에 2%의 염수를 제조하였고, 절임배추가 잠길 수 있도록 배추 무게의 1.5배 만큼의 염수를 넣고 포장하여 각각 0, 4 및 10°C에 저장하였다.

### 미생물

무균적으로 시료를 10 g 취한 후 멸균된 0.85% saline 용액으로 10배 희석하여 stomacher(Bagmixer R400, Interscience, Saint-Nom-la-Bretèche, France)로 균질화한 후 단계 희석하여 실험을 실시하였다. 시험용액 및 각 단계 희석액 1 mL씩을 멸균 페트리접시에 취하여 총 균은 plate count agar(Difco, Detroit, MI, USA), 대장균군은 chromocult agar(MERCK, Darmstadt, Germany), 젖산균은 MRS agar (Difco)에 pouring culture method로 접종하였다. 총 균과 젖산균은 37°C에서 48시간 배양하였으며, 대장균은 37°C에서 24시간 배양한 후 colony수를 측정하여 colony forming unit(CFU/g)으로 표시하였다.

### pH 및 염도 측정

시료는 전체를 채취하여 blender(KA-2600, Kaiser, Seoul, Korea)로 분쇄하여 거즈로 여과한 후 여과액을 사용하였다. pH는 pH meter(AB 15, Fisher Scientific, Pittsburgh, PA, USA)로 측정하였다. 염도는 Mohr법(13)으로 여과액 5 mL에 10% $K_2CrO_4$를 첨가한 후 0.1 N $AgNO_3$ 용액으로 갈색이 되는 시점을 종말점을 하여 적정하여 측정하였다.

### 환원당

여과액을 20,000 rpm에서 10분간 원심분리한 후 상등액을 시료로 하여 3,5-dinitrosalicylic acid(DNS)에 의한 비색법(14)으로 측정하였다. 여과액을 10배로 희석한 희석액 0.1 mL에 DNS 시약 2 mL를 가하여 잘 교반한 후 끓는 물에서 5분간 반응시켰다. 반응액을 냉각시킨 후 증류수 10 mL를 가하여 이 용액을 분광광도계(V-550, Jasco Co., Tokyo, Japan)를 사용하여 540 nm에서 흡광도를 측정하였으며, 이 측정치를 glucose로 환산하여 표시하였다.

### 경도

절임 배추의 2번째 잎의 잎 끝에서부터 10 cm 부분의 줄기부분을 3×3 cm로 채취하여 측정하였다. Rheometer (Compac-100, Sun Scientific Co., Ltd., Tokyo, Japan)에 직경 2.0 mm인 probe를 장착하고, 60 mm/min의 속도로 압축하였으며 측정시 하중은 10 kg이었다. 측정결과는 rupture strength($g/cm^2$)로 표시하였다.

### 염수투과도

저장기간 동안 염수투과도는 spectrometer(V-550, Jasco, Tokyo, Japan)를 사용하여 540 nm에서의 흡광도를 측정하였고 대조 물질을 증류수로 하여 % 값으로 비교하였다.

### 통계처리

실험 결과는 Statistical Analysis System(version 8.01, SAS, Chicago, IL, USA)을 이용하여 3번 반복 처리하여 평균과 표준편차를 계산하였고, Duncan's multiple range test 방법을 사용하여 0.05% 수준에서 유의성을 분석하였고, 처리구 간의 유의성은 t-test($p<0.05$)를 실시하여 유의성을 비교하였다.

## 결과 및 고찰

### 미생물

전해수 및 수도수로 세척 처리를 달리하여 절인 배추의 저장 온도에 따른 미생물 변화는 Fig. 1과 같다. 수도수로 세척된 절임배추의 절임 직후 총 균수는 5.36 log CFU/g, 전해수로 세척된 절임 배추는 3.50 log CFU/g으로 절임 공정 전에 전해수로 세척할 경우 수도수로 세척한 것보다 1.86 log CFU/g 정도 미생물을 제어하는 것으로 나타났다(Fig. 1A). 10°C에서 저장할 경우 8일째에 두 처리구 모두 약 8 log CFU/g 수준에 도달하다가 감소하였으며, 4°C에서 저장시 16일째에 최대에 도달하다가 그 수가 점점 감소하였다. 또한 두 처리구 모두에서 최고 수준에 도달할 경우 육안으로 확인될 정도로 배추의 갈변이 일어나는 품질 저하가 나타났다. 이는 총 균수가 7 log CFU/g 이상이 되면 절임배추의 변질이 상당히 진행되어 상품으로서 가치가 없다는 Jeong 등(15)의 보고와 유사하였다. 전해수 세척으로 절임 배추의 초기 균수가 제어되어도 저장 온도가 높으면 시간이 경과함에 따른 균의 증식에 있어서 효과가 없는 것으로 나타났다. Shin 등(16)은 김치의 저장 온도가 높을수록 균수가 많았고, 증가 후에 감소하는 경향을 보이는데 이는 생성된 산에 의해 증식된 균이 사멸하는 것으로 보고하였다. 본 연구에서도 미생물이 증식하면서 만들어 내는 산이 균의 감소에 영향을 준 것으로 판단되며, 또한 절임배추 상태로의 저장은 미생물

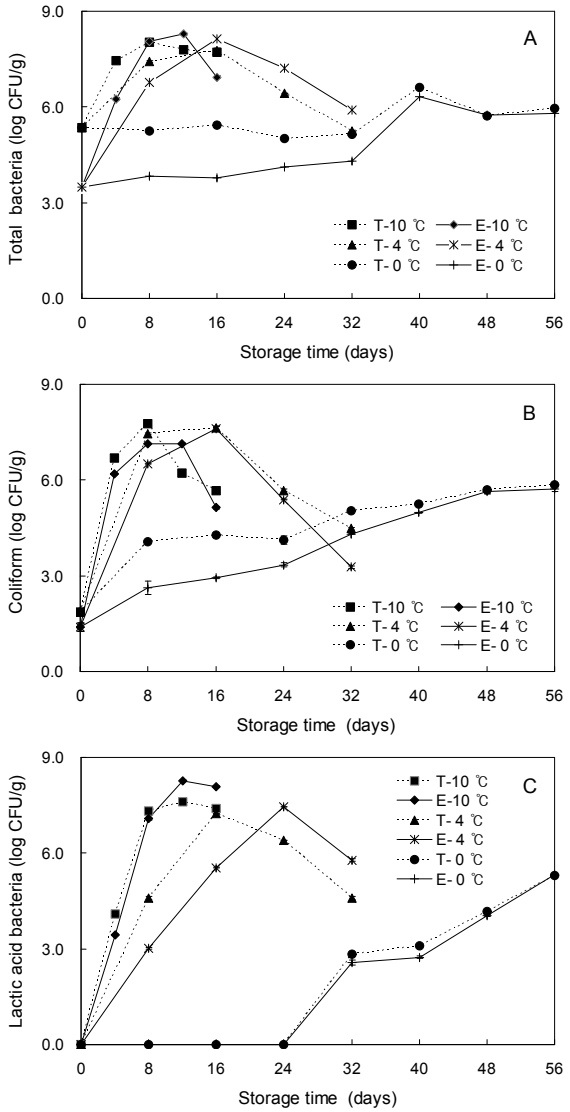


**Fig. 1. Changes in microorganism of salted Chinese cabbages with storage temperature.** A, total bacteria; B, coliform; C, lactic acid bacteria. T, tap water treatment; E, electrolyzed water treatment.

생육에 있어서 영양원이 충분하지 않으므로 균의 감소를 야기한 것으로 사료된다.

0°C에서 저장 시 두 처리구 모두 32일까지는 절임 직후의 초기 균수를 유지하였고 32일째까지는 두 처리구 간에 약 1 log 수준의 차이를 나타냈으며 56일 이후에도 전해수 세척 처리구는 약 6 log CFU/g 이하였다. 총 균수가 적게 증가한다는 것은 내용물의 부패를 지연시켜 주는 효과가 있다고 할 수 있는데 전해수 처리에 의하여 미생물을 제어한 후 0°C에서 저장할 경우 낮은 균수를 유지하여 절임 배추의 저장기간 연장에 유효한 것으로 판단된다.

대장균군의 경우 총 균수와 유사한 경향을 나타내었다(Fig. 1B). 절임 직후의 대장균군의 수는 수도수 처리구가 1.87 log CFU/g, 전해수 처리구가 1.39 log CFU/g이었으며, 10°C에서 저장할 경우 8일, 4°C에서 저장할 경우 16일이 경과 후에 최대 균수로 증식하다가 감소하였다. 저장 온도가 0°C일 경우 48일 이후에는 수도수 처리구와 전해수 처리구의 균수가 유의적으로 차이가 나지 않았으나 전해수 처리구에서의 균의 증식이 수도수 처리구보다 서서히 일어나는 것을 확인할 수 있었다.

발효와 관련된 젖산균수의 증가는 김치의 맛에 있어서는 유리한 조건이지만, 식품 포장의 관점에서 볼 때 젖산균수의 증가는 발효 및 부패를 급격하게 진행시켜 상품으로서의 절임배추의 품질변화에 좋지 않은 영향을 주고 저장성에 나쁜 영향을 미친다(11). 본 연구에서 절임 직후의 젖산균의 수는 1 log CFU/g 이하였다(Fig. 1C). 초기 김치의 발효는 *Leuconostoc mesenteroides*에 의해 주도되는데 *Leuconostoc* 속은 가장 짧은 유도기를 가지고 세대 기간도 짧아서 발효 초기에 잘 증식하지만 산에 대한 내성이 약해서 발효 후기에는 사멸된다(17). 저장 온도가 높을수록 최고 수준에 도달하는 시간은 짧은 것으로 나타났고, 0°C에 저장할 경우 24일까지는 초기 수준을 유지하다가 24일 이후 서서히 증식하였다. 하지만 수도수 및 전해수 처리에 따른 큰 차이는 나타나지 않았다. 따라서 젖산균의 제어에 있어서 전해수 처리보다는 낮은 온도에서 저장 하는 것이 균의 제어에 더 효과적이라고 사료된다.

### pH 및 염도

절임배추의 저장 중 일어나는 가장 큰 변화는 젖산균에 의한 유기산 생성으로 pH가 감소하게 되는데 이러한 유기산의 조성은 저장 온도, 염 농도 등에 따라 달라진다. 이는 환경조건에 따라 생육하는 미생물의 군집이 달라지기 때문이다(6). 세척 처리를 달리한 절임배추의 저장 온도에 따른 pH 및 염도의 변화는 Fig. 2와 같다. 처리구에 따른 절임배추의 pH는 수도수 처리구가 5.94, 전해수 처리구가 5.96 수준이었으며 저장기간이 경과함에 따라 두 처리구의 pH는 유의적으로 감소하는 경향을 나타내었다(Fig. 2A). 저장 온도별 pH의 경우 10°C에서 저장 시 수도수로 세척한 절임배추는 16일째에 4.81로 감소하였고, 전해수로 세척한 절임배추는 5.22 수준으로 감소하였다. 4°C에서 저장한 절임배추는 32일에 4.72~4.97 수준으로 감소되었다. 0°C에서 저장한 경우 두 처리구 모두 초기 pH 수준을 유지하다가 감소되었는데 이는 24일 이후에 젖산균의 증식이 일어나 pH의 감소에 영향을 준 것으로 판단된다.

절임 과정은 삼투작용에 의해 소금이 배추조직 내로 흡수되면서 유해 부패균의 성장을 저지시키는 중요한 과정으로 소금 절임이 적당하지 못하면 품질 저하를 야기할 수 있으며(18), 저장 시에도 일정한 염도로 유지하는 것이 중요하다고 생각된다. 절임 후 배추의 염도는 수도수 처리구가 1.64%, 전해수 처리구가 1.51%였다(Fig 2B). 저장 초기의 염도 변화는 첨가한 소금물과 절임배추 사이의 염 농도가 평형에 도달하면서 일어난 것으로 생각되며 저장 기간 동안 유의적인 차이를 나타내지 않았다. 0°C 저장 시 32일 이후 수도수

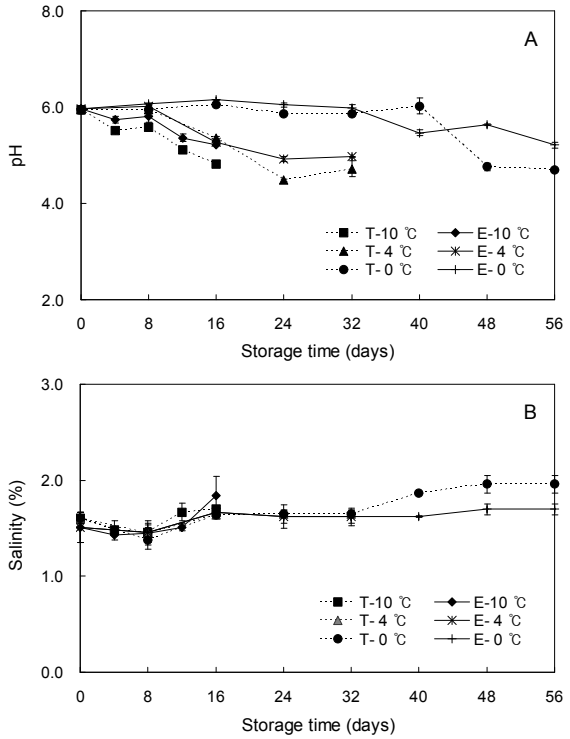


**Fig. 2. Changes in pH and salinity of salted Chinese cabbages with storage temperature.** A, pH; B, salinity. T, tap water treatment; E, electrolyzed water treatment.

처리구에서 염도의 증가는 수도수 및 전해수 처리에 따른 차이라기보다는 배추 개체 차이에 의한 것이라고 판단된다.

### 환원당

김치에서 환원당은 미생물의 탄소원으로 사용되며 그 결과 유기산이 생성되므로 환원당 함량은 미생물 균수 및 pH와 밀접한 관계를 가진다. 또한 김치의 단맛과 신맛에도 영향을 끼친다(19). 세척 처리를 달리한 절임배추의 저장기간에 따른 환원당 함량 변화는 Fig. 3과 같다. 절임배추의 초기 환원당 함량은 수도수 처리구가 2.15 mg%, 전해수 처리구가 1.87 m% 수준으로 전반적으로 저장 기간이 경과함에 따라

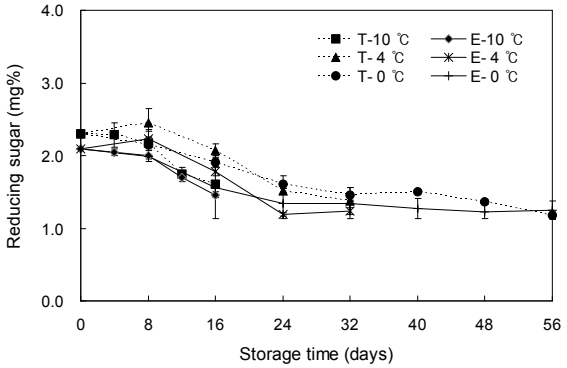


**Fig. 3. Changes in reducing sugar of salted Chinese cabbages with storage temperature.** T, tap water treatment; E, electrolyzed water treatment.

환원당의 함량은 유의적으로 감소되는 것으로 나타났다. 오존 처리된 절임배추의 저장에 관한 연구(7)와 포장 방법에 따른 절임배추의 저장에 관한 연구(20)와 같이 저장 기간이 증가함에 따라 환원당 함량이 감소되어 유사한 경향을 나타냈다. 10°C 저장 시 8일 이후에 급격히 감소하였으며 이는 미생물이 활발하게 증식했던 시기와 유사한 것으로 보아 미생물에 의해 당이 소모되어 그 함량이 낮아진 것으로 사료된다. 0°C 저장 시 두 처리구의 환원당은 서서히 감소하였다.

### 경도

전해수 및 수도수로 세척 처리를 달리한 절임배추의 온도에 따른 경도의 변화는 Table 1과 같다. 전반적으로 저장 기간이 경과함에 따라 경도는 감소하는 것으로 나타났다. 절임 직후의 경도는 수도수 처리구가 295,340 g/cm$^2$, 전해수 처리구가 286,397 g/cm$^2$로 두 처리구의 초기 경도는 유사하였다. 저장 온도가 높을수록 경도의 감소가 빠르게 일어났다. 10°C에서 저장할 경우 16일째에 초기 경도의 50% 이하로 감소되었으며, 4°C 저장 시 32일 이후에 50% 이하로 감소되었다. 0°C에 저장한 절임배추의 경도는 서서히 감소되었으며 두 처리구 간의 경향은 유사하였다. 저장 기간이 경과될수록 조직의 연화가 진행되어 경도가 저하되는 것으로 사

**Table 1. Changes in hardness of salted Chinese cabbages with storage temperature** (g/cm$^2$)

| Days | Treatments[1)] | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | T-10°C | E-10°C | T-4°C | E-4°C | T-0°C | E-0°C |
| 0 | 295,340±20,326$^{A2)}$ | 286,397±18,372$^{A}$ | 295,340±20,326$^{A}$ | 286,397±18,372$^{A}$ | 295,340±20,326$^{A}$ | 286,397±18,372$^{A}$ |
| 4 | 233,473±33,494$^{B}$ | 268,956±14,555$^{A}$ | — | — | — | — |
| 8 | 163,882±11,091$^{C}$ | 182,560±10,505$^{B}$ | 200,650±3,154$^{B}$ | 224,047±7,049$^{B*}$ | 223,230±14,954$^{B}$ | 234,741±19,156$^{B}$ |
| 12 | 165,608±16,440$^{C}$ | 154,373±8,959$^{C}$ | — | — | — | — |
| 16 | 132,138±15,012$^{C}$ | 149,245±8,512$^{C}$ | 171,186±10,508$^{C}$ | 200,637±26,251$^{B}$ | 205,038±21,569$^{CB}$ | 235,898±10,366$^{B}$ |
| 24 | — | — | 166,479±14,856$^{C}$ | 151,358±12,535$^{C}$ | 183,465±22,526$^{CD}$ | 202,716±14,653$^{C}$ |
| 32 | — | — | 140,505±10,732$^{D}$ | 118,377±10,375$^{D}$ | 200,807±14,763$^{CB}$ | 173,264±14,653$^{DE}$ |
| 40 | — | — | — | — | 192,883±8,928$^{CBD}$ | 201,268±20,161$^{DC}$ |
| 48 | — | — | — | — | 160,979±23,831$^{ED}$ | 157,160±2,410$^{E}$ |
| 56 | — | — | — | — | 143,322±5,607$^{E}$ | 180,973±15,728$^{DCE*}$ |

[1)]T, tap water treatment; E, electrolyzed water treatment.
[2)]Means with different letters in column (A-E) are significantly different at $p<0.05$ by Duncan's multiple range test.
*$p<0.05$ compared to tap water treatment.

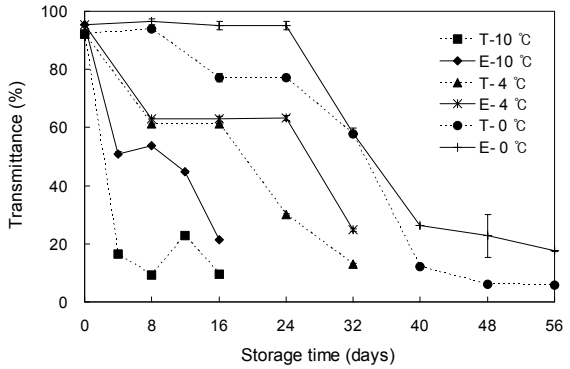


**Fig. 4. Changes in transmittance of salted Chinese cabbage with storage temperature.** T, tap water treatment; E, electrolyzed water treatment.

료된다. 절임배추 조직으로부터 수분 손실 및 미생물에 의한 부패로 저장 중 절임배추의 탄력성이 감소한다고 Kim 등(21)이 보고한 바 있다. 본 연구에서도 절임배추의 저장 온도가 높을수록 세균 증식에 따른 변질 및 조직으로부터 수분 유출 등이 빠르게 일어나 경도의 감소가 빠르게 일어났을 것으로 여겨지며, 0℃에서 저장할 경우 미생물 증식이 지연되어 경도가 서서히 감소된 것으로 판단된다.

### 염수투과도

시판되는 절임 배추와 같은 형태로 포장하기 위해 첨가한 염수의 투과도를 살펴본 결과 Fig. 4와 같다. 증류수의 투과도를 100%로 하여 비교한 결과 초기 염수의 투과도는 수도수 처리구가 92%, 전해수 처리구가 95% 정도였다. 시간이 경과함에 따라 투과도가 감소되는 경향을 나타내었다. 10℃에서 저장 시 수도수 처리구는 4일 만에 급격하게 혼탁해져 투과도가 20% 이하였으며, 전해수 처리구는 16일째에 20% 이하로 떨어졌다. 4℃ 저장 시 16일까지는 두 처리구 모두 유사한 경향으로 감소되었으며, 수도수 처리구는 32일째에 20% 이하가 되었다. Han 등(20)은 절임배추에서 용출된 즙액에 있는 유리성분들과 팩틴 등의 다당류가 미생물의 생육에 의해 다른 물질로 전환되면서 급격히 혼탁해진다고 보고하였다. 0℃ 저장할 경우 전해수 처리구는 24일까지 초기의 투과도 수준을 유지하다가 급격히 감소하여 40일 이후에 투과도 20% 수준으로 혼탁해졌으며, 수도수 처리구는 서서히 감소하다가 40일 이후에 20% 이하의 투과도를 나타냈다. 전해수 처리의 경우 초기 미생물 수준을 유지하는 24일까지는 염수의 투과도 역시 초기 포장 상태를 유지하는 것으로 나타났다.

## 요 약

본 연구에서는 절임배추의 저장 기간을 연장하기 위해 전해수를 배추의 세척에 이용하였다. 절이는 동안 증가하는 절임배추의 초기 미생물을 제어하기 위하여 절이기 직전에 세척 과정을 추가하였으며, 대조구로는 수도수를 사용하였다. 세척한 후 절여진 배추를 0, 4 및 10℃에 저장하면서 그 품질특성을 비교하였다. 절임배추의 총 균수는 수도수 처리구가 5.36 log CFU/g, 전해수 처리구가 3.50 log CFU/g으로 전해수로 세척할 경우 대조구보다 낮은 균수를 보였으며 저장기간이 증가하는 동안에도 대조구보다 낮은 균수를 유지하였다. 특히 0℃에 저장할 경우 초기 균수를 32일 정도 유지하는 것으로 나타났으며, 젖산균의 경우 두 처리구 모두 24일까지 1 log CFU/g 이하의 수준을 유지하였다. 절임배추의 염도는 첨가해 준 염수와의 염 농도 평형에 의해 초기에 다소 감소가 일어났지만 저장 기간 동안 전반적으로 유지되었다. pH, 환원당, 경도 및 염수의 투과도는 시간이 경과함에 따라 감소가 되었으며, 저장 온도가 높을수록 그 속도는 빠르게 일어났다. 0℃에 저장할 경우 초기 미생물의 수가 유지되는 24일째까지 pH, 경도 및 염수투과도의 감소가 서서히 진행되었고 이는 미생물의 증식에 의해 영향을 받은 것으로 사료된다. 따라서 절임배추의 저장 기간을 연장하기 위한 전해수 세척 과정의 첨가는 절임배추의 초기 균수를 낮춰 미생물 증식에 의해 야기되는 품질 변화를 연장시켜줄 수 있을 것으로 판단되며, 전해수가 세척수로서 사용될 경우 농도 및 세척 시간에 관한 추가적인 연구가 요구되는 바이다.

## 문 헌

1. Hwang ES. 2010. Changes in myrosinase activity and total glucosinolate levels in Korean Chinese cabbage by salting conditions. *Korean J Food Cookery Sci* 26: 104-109.
2. Kim MJ. 2000. Effect of washing and packaging conditions on quality of salted Chinese cabbages. *MS Thesis*. Duksung Women's University, Seoul, Korea.
3. Kim YW, Jeong JK, Lee SM, Kang SA, Lee DS, Lim SH, Park KY. 2009. Effect of permeability-controlled polyethylene film on extension of shelf-life of brined Baechu cabbage. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 38: 1767-1772.
4. Park YH, Kim YS, Kim SB. 2009. Consumer preference for salted cabbage in Gyeonggi province. *Food Science and Industry* 42: 28-34.
5. Han ES. 1994. Quality changes of salted Chinese cabbage by packaging methods during storage. *Korean J Food Sci Technol* 26: 283-287.
6. Han ES, Seok MS, Park JH. 1998. Changes of characteristics in salted *baechu* (Chinese cabbage) and its exudate during long term storage. *Korean J Postharvest Sci Technol* 5: 165-169.
7. Lee KH. 2008. Effect of ozone treatment for sanitation of Chinese cabbage and salted Chinese cabbage. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 37: 90-96.
8. Park WP. 2004. Quality characteristics of salted Chinese cabbage treated with electrolyzed-acid water during storage. *Korean J Food Sci Technol* 36: 365-367.
9. Jeong JW, Park SS, Lim JH, Park KJ, Kim BK, Sung JM. 2011. Quality characteristics of chinese cabbage with different salting conditions using electrolyzed water. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 40: 1743-1749.
10. Han ES, Seok MS. 1996. Improvement of salting process of Chinese cabbage in kimchi factory. *Food Industry and Nutrition* 1(1): 50-70.

11. 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.
12. 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.
13. AOAC. 1990. *Official methods of analysis*. 15th ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC, USA. p 644.
14. Miler GL. 1959. Use of dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugar. *Anal Chem* 31: 426-428.
15. 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.
16. Shin DH, Kim MS, Han JS, Lim DK, Park JM. 1996. Changes of chemical composition and microflora in bottled vacuum packed *kimchi* during storage at different temperature. *Korean J Food Sci Technol* 28: 127-136.
17. Ahn SC, Kim TK, Lee HJ, Oh YJ, Lee JS, Kang DO, Oh WK, Mheen TI, Ahn JS. 2001. Fermentation patterns of leek kimchi and Chinese cabbage kimchi. *Korean J Microbiology* 37: 234-238.
18. Ku YS, Kim MK, Kim MJ, Kim MS. 1997. Quality of *kimchi* fermented with various salt concentration. *J Food Sci Technol* 9: 65-69.
19. Park SH, Lee JH. 2005. The correlation of physico-chemical characteristics of *Kimchi* with sourness and overall acceptability. *Korean J Food Cookery Sci* 21: 103-109.
20. Han ES, Seok MS, Park JH, Lee HJ. 1996. Quality changes of salted Chinese cabbage with the package pressure and storage temperature. *Korean J Food Sci Technol* 28: 650-656.
21. Kim SD, Park HD, Kim MK. 1997. Morphological characteristics and composition of cell wall polysaccharides of *Brassica campestris var. perkinensis* (*baechu*). *Korean J Post-Harvest Sci Technol Agri Products* 4: 301-309.

(2012년 11월 6일 접수; 2013년 3월 18일 채택)