

Effects of egg shell calcium treatments on the short-term storage of cut Kimchi cabbage

Gi-Un Seong¹, Hun-Sik Chung², Shin-Kyo Chung^{1,3*}

¹School of Food Science and Biotechnology, Kyungpook National University, Daegu 41566, Korea

²Department of Food Science and Technology, Pusan National University, Miryang 50463, Korea

³Food and Bio-industry Research Institute, Kyungpook National University, Daegu 41566, Korea

난각 칼슘 소재 처리에 의한 절단배추 단기 저장 효과

성기운¹ · 정현식² · 정신교^{1,3*}

¹경북대학교 식품공학부, ²부산대학교 식품공학과, ³경북대학교 식품생물산업연구소

Abstract

This study was conducted to investigate the effects of egg shell calcium treatments on short-term storage of cut Kimchi cabbage. Egg shell ash powder (ESP-2) had the greatest calcium contents. Calcium solubility was greater in citric acid than acetic acid and ascorbic acid. Cut Kimchi cabbages (3×3 cm) were treated with 0.5%, 1.0%, and 2.0% egg shell powder (ESP-1), and egg shell ash powder (ESP-2), and 0.5% citric acid, put inside polyethylene (PE) bags, and stored at 5°C for 6 weeks. Weight loss was about 99.85-99.90%, and the ratio was the lowest upon 0.5% ESP-2 treatment ($p<0.05$). The reduction ratios of soluble solids were 21.3-43.4%, and decreased in the order of 1.0% ESP-2 treatment and 0.5% ESP-1. The L^* values decreased, whereas a^* and b^* values of Hunter colorimetry increased in all treatments. ΔE values were lowest upon 0.5% ESP-2 treatment. 0.5% ESP-2 treatment showed better quality characteristics than other treatments. Thus, egg shell calcium treatments could effectively enhance the shelf-life of cut Kimchi cabbage.

Key words : egg shell, calcium, cut Kimchi cabbage, citric acid, storage

서 론

배추는 국내에서 소비량이 가장 많은 채소로 재배시기에 따라 봄배추, 여름배추, 가을배추로 포기형태에 따라 결구형, 반결구형, 불결구형으로 분류하며, 성분상 특징은 섬유소, 비타민 C 및 칼슘이 비교적 풍부한 것이고, 주로 김치를 비롯한 각종 요리의 재료로 이용된다(1). 배추는 민간과 한방에서 화상 및 감기의 치료, 갈증해소, 소화촉진 등의 효능이 있는 것으로 전해지고 있으며, 근래에 들어서는 배추를 포함한 녹색채소가 뛰어난 항암효과를 가지는 것이

과학적으로 밝혀지고 있다(2,3). 배추의 유통패턴 중 소비자의 요구에 맞추어 신선절단 가공품의 형태가 차지하는 비율이 높아지고 있는 추세이나 이의 품질관리 기술은 아직 미흡하여 고품질 유지를 위한 기술개발이 필요한 실정이다. 신선절단 가공(fresh-cut)이란 원료의 신선미를 가능한 유지하면서 편의성을 부여할 수 있는 세척, 다듬기, 박피, 절단, 이화학적 처리 및 포장 등을 포함하는 일련의 조작이다(4). 이러한 가공처리로 인해서 조직이 손상되어 호흡량, 에틸렌 생성량, 세포막 분해, 효소적 갈변 및 미생물 번식의 증가와 수분 증산 등과 같은 품질저하 유발 현상들이 원형 상태에 비해 비교적 빠르게 나타난다(5,6). 신선절단 가공품의 품질 저하 원인들을 제어하기 위한 화학적 방법으로는 chlorine, chlorine dioxide, organic acids, hydrogen peroxide, calcium salts, ozone, electrolysed water, natural preservatives 등(7,8)이 있으나 천연 소재의 직접 이용에 관한 정보는 부족한 실정이다.

*Corresponding author. E-mail : kchung@knu.ac.kr

Phone : 82-53-950-5778, Fax : 82-053-950-6772

Received 20 September 2016; Revised 16 December 2016;

Accepted 9 January 2017.

Copyright © The Korean Society of Food Preservation. All rights reserved.

최근 식생활이 서구화 되면서 인체 내 무기질 중에서 가장 많은 부분을 차지하고 있는 칼슘의 결핍 증상이 많이 나타나고 있다. 칼슘은 골격과 치아의 구성성분, 혈액응고, 신경흥분의 조절, 세포막의 투과성 조절, 비타민 B12의 흡수, 세포막의 융합 및 분열에 관련되며, 근육 및 신경의 정상적인 기능 유지 역할(9,10), 골다공증, 골 질환, 정상적인 뼈의 성장, 고지혈증, 동맥경화와 같은 여러 질병과 칼슘과의 관련성도 대두되고 있다(11,12). 이러한 문제를 해결하고자 최근에는 칼슘염의 형태나 소뼈분말, 굴피분말, 게 껍질, 굴 껍질 등에서 추출한 칼슘 보충제, 체내 칼슘 이용성 증진물질이 개발되고 있으며, 또한 과실과 채소류의 품질 유지를 위한 선도 유지제도 개발되고 있다(13-15). 한편, 달걀의 부산물인 난각은 일부가 난각 칼슘으로 제조되어 제과 및 면류 제품에서 칼슘보충제로 첨가되고 있다(16). 난각은 95% 이상이 무기질이며(17), 이 외 3%의 단백질과 2%의 수분으로 구성되어 있어서(18), 고온에서 회화하여 천연 칼슘 소재로서 활용되고 있다(19,20).

과채류에 칼슘 처리 시 저장 기간 동안 칼슘함량 증진 효과로 인해 세포벽의 칼슘과 펙틴 함량이 증가되어 과실의 경도 및 품질 유지 효과가 있으며(21,22), 세균 감염에 대한 조직의 저항성을 강화시켜 미생물 성장을 억제 하는 효과가 있다(23). 이처럼 칼슘처리 하여 절단배추의 단기저장 효과를 보고자 하는 논문들 또한 보고되고 있다(24). 국내에서는 천연 칼슘인 난각 칼슘을 이용하여 김치의 숙성(25)과 두부 제조(26), 숙면 제조(27)에 관한 연구가 보고된 바 있다. 그러나 난각 칼슘을 절단채소류의 품질유지와 더불어 칼슘 강화 목적으로 적용한 연구는 거의 찾아 볼 수 없다.

따라서 본 연구에서는 난각 유래 천연 선도 유지제의 제조 및 사용조건을 규명하고, 난각 칼슘 소재 처리가 절단 배추의 저장 중 이화학적 및 관능적 품질특성의 변화에 미치는 영향을 조사하였다.

재료 및 방법

재 료

실험에 사용한 난각(egg shell)은 경북대학교 교내식당에서 수집하여 사용하였으며, 실험에 사용한 결구배추 (*Brassica rapa* L. ssp. *pekinensis*)는 경상북도 영양군에서 재배된 것을 사용하였다. 실험에 사용한 시약으로 citric acid, acetic acid, ascorbic acid, disodium dihydrogen ethylenediamine tetraacetate dihydrate(EDTA), calcium carbonate, sodium hydroxide 등은 Sigma chemical Co.(St. Louis, MO, USA)의 제품을 사용하였다.

난각 칼슘의 제조

난각을 끓는 물에 10분 간 가열하여 1차 살균을 실시하

고, 분쇄기를 이용해 교반 후 난각막이 제거된 침전된 난각을 회수하였다. 회수한 난각을 80℃에서 60분 동안 건조하여 2차 살균을 실시한 후, 다시 분쇄기를 이용하여 건조된 상태의 난각을 분쇄시켰다. 분쇄한 난각분 중 100 mesh 이상의 난각은 egg shell powder(ESP-1), 이를 1,000℃의 회화로(JSMF-45T, JSR Co., Seoul, Korea)에서 60분 간 회화시킨 것을 egg shell ash powder(ESP-2)로 하였다.

칼슘 함량과 용해도 측정

난각 칼슘의 칼슘 함량은 EDTA 적정법을 이용하여 측정하였다(14). ESP-1, ESP-2 0.5 g을 hydrochloric acid로 용해 후, 증류수로 100 mL 정용하였다. 용해된 시료 5 mL에 1 N sodium hydroxide 2 mL, N.N 지시약 200 μ L을 첨가하고 0.01 M EDTA 용액으로 푸른색으로 변할 때까지 적정하였다. Calcium carbonate를 이용한 검량선의 회귀식을 통해 칼슘 함량(%)을 구하였다.

유기산 citric acid, acetic acid, ascorbic acid의 농도에 따라 ESP-1, ESP-2의 용해도를 측정하였으며, 유기산의 농도는 0.02, 0.04, 0.06, 0.08, 0.10 M로 하였다. 각 농도의 유기산에 난각 칼슘 ESP-1과 ESP-2를 5 g/L의 비율로 첨가하여 약 20분 동안 용해시켰다. 이 후 칼슘 용해도는 EDTA 적정법을 이용하여 측정하였다(14).

절단배추의 난각 칼슘 처리와 단기 저장 실험

0.5% citric acid에 ESP-1과 ESP-2를 각각 0.5%, 1.0% 및 2.0%의 농도로 용해시켜 만든 유기산 난각 칼슘 용액에 3×3 cm로 절단한 배추 200 g을 1 분간 침지 후 탈수하였다. 대조구는 유기산 난각 칼슘 용액 대신에 증류수에 침지 처리 후 상기방법과 동일하게 처리하였다. 이후 배추를 polyethylene(PE) 지퍼백(18×20 cm, 0.03 mm)에 넣어 5℃에서 6주 동안 저장하면서 2주 간격으로 이화학적 품질특성을 측정하고 관능검사를 실시하였다.

중량감소율은 처리 조건별로 시료를 취한 후 칭량하여 초기 중량에 대한 이후 측정 시 감량률로 나타내었다. 색차 (L^* , a^* , b^* , ΔE)는 배추의 주맥을 Hunter colorimeter (CM-700d, Minolta Co., Osaka, Japan)로 측정하였으며, 적정산도, pH 및 가용성 고형분은 상법에 따라 분석하였다. 관능검사는 경북대학교 식품공학과 대학원생 10명을 대상으로 외관, 색, 냄새에 대하여 5점 기호척도법(1=매우 싫음, 2=싫음, 3=보통, 4=좋음, 5=매우 좋음)으로 실시하였다.

통계처리

모든 실험은 3회 반복하였으며 SAS(statistical analysis system, 9.4, SAS Institute Inc., Cary, NC, USA)를 이용한 분산분석과 Duncan's multiple range test($p < 0.05$)를 실시하여 유의성을 검정하였다.

결과 및 고찰

난각 칼슘 소재의 칼슘 함량

제조한 난각 칼슘의 외관을 비교하였을 때, ESP-2는 ESP-1보다 입자가 더 곱고 회백색에 가까운 색상을 나타내었다(Fig. 1). ESP-1, ESP-2의 EDTA 적정법을 통한 칼슘 함량은 Table 1과 같다. ESP-1에서는 $26.22 \pm 3.06\%$, ESP-2에서는 $51.86 \pm 0.97\%$ 의 함량을 보였다. ESP-2의 칼슘함량은 ESP-1보다 두 배 가량 높은 함량을 나타냈다. 이러한 결과는 난각 중 대부분의 유기물이 회화처리에 의해 기화되고 칼슘의 이온화도가 높아진 것에 기인된 것으로 사료된다.

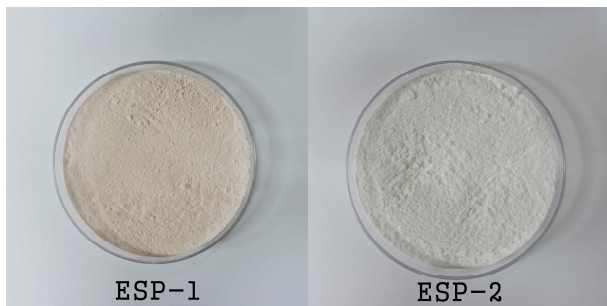


Fig. 1. The photos of egg shell powder (ESP-1) and egg shell ash powder (ESP-2).

Table 1. Calcium contents of egg shell powder and egg shell ash powder

Sample	Calcium contents (%)
Egg shell powder	$26.22 \pm 3.06^{1) b2)}$
Egg shell ash powder	51.86 ± 0.97^a

¹⁾Values are mean \pm SD (n=3).

^{2) a-c}Means followed by the same letters within the column are not significantly different ($p < 0.05$).

유기산에 따른 용해도

난각 칼슘 ESP-1, ESP-2의 유기산 종류와 농도에 따른 칼슘용해도를 측정된 결과는 Fig. 2와 같다. ESP-1과 ESP-2 각각에서 모든 유기산에서 농도가 증가할수록 완만한 증가 경향을 나타냈다. 유기산 종류별로는 citric acid 처리구에서 가장 높은 용해도를 보였고, acetic acid 처리구와 ascorbic acid 처리구 사이에는 큰 차이를 보이지 않았다. 난각 칼슘 간에는 ESP-2가 ESP-1보다 높은 용해도를 나타냈으며, 그 중에서 citric acid 처리구에서 가장 용해도가 높았다. 이로써 난각 칼슘의 용해도 증대에 회화와 citric acid 처리는 유효한 것으로 확인되었다.

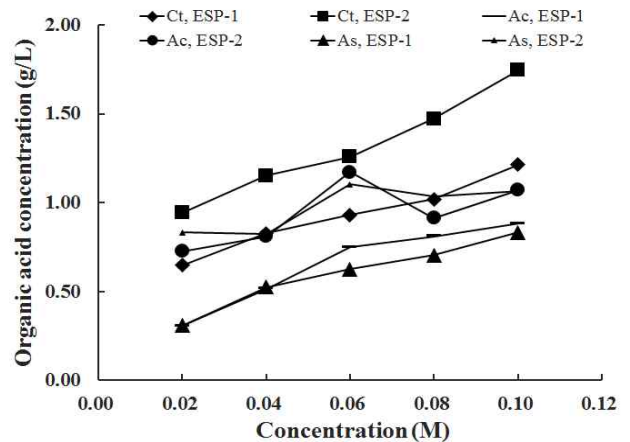


Fig. 2. The solubilities of ESP-1 and ESP-2 depending on the organic acids concentrations.

ESP-1, egg shell powder; ESP-2, egg shell ash powder; Ct, citric acid; Ac, acetic acid; As, ascorbic acid.

저장 중 품질특성 변화

0.5% citric acid에 난각 칼슘(ESP-1, ESP-2)을 0.5%, 1.0%, 2.0% 녹인 용액에 절단배추를 침지하고 5°C에서 6주 동안 저장하였다. 저장 기간 중 절단배추의 이화학적 특성을 측정된 결과는 Table 2와 같다. 저장기간에 따른 중량감소율 결과 저장 2주차에서는 99.85-99.90%의 범위를 나타내었으며, 저장 6주차에서는 2% ESP-2 용액에 침지한 배추의 중량은 초기 중량의 99.58%로서 처리구 중에서 가장 큰 변화를 보였다. 적정산도의 경우 모든 처리구에서 초기산도는 0.06-0.09%의 범위를 나타내었으나, 6주차에서 0.12-0.15%의 범위로 증가 하였다. 저장 기간 중 적정산도의 증가는 당성분이 젖산 등의 유기산으로 발효되기 때문으로 보인다(24). pH값은 저장 기간 동안 소폭 증가 하여 유의적인 것으로 나타났으나 그 영향이 미비 한 것으로 보인다(28). 가용성 고형분 함량은 저장 기간에 따라 초기의 함량보다 모든 처리구에서 감소하였다. 0.5% ESP-2 용액에 침지한 처리구에서 중량감소율 및 적정산도, pH값의 변화가 가장 적게 나타나 신선도 유지에 효과적인 것으로 보인다. 칼슘처리 는 세포벽에서 펙틴사슬과 화학 결합하여 연화와 색 발현을 지연시키고 호흡을 억제하는 식으로 숙성을 조절하여 선도 유지 효과가 있는 것으로 보인다(21).

저장 기간 중 절단배추의 색차를 측정된 결과는 Table 3과 같다. 밝기를 나타내는 L*값은 모든 실험구에서 저장 초기 값에 비해 감소하는 것으로 나타났으며, Con구가 가장 낮았으며, 난각 칼슘 처리구 중에서는 2% ESP-2에서 가장 낮은 73.8을 나타내었다. a*값은 녹색에서 적색을 나타내는 값이며, 황색도를 나타내는 b*값과 함께 저장 기간 동안 증가하는 것으로 나타났다. ΔE 값은 저장 2주차에 2.5-5.9의 범위를 보였으며, 저장 4주차에서는 2.5-7.1의 범위를 나타내었다. ΔE 값이 6.0 이상의 경우 외관적으로 뚜렷한 변화를 보이는 것으로 판단하며(29), Con구에서 외관적인 변화를

Table 2. Changes in the physicochemical properties of cut Kimchi cabbages with egg shell calcium treatment during short-term storage at 5°C

	Weeks	Con ¹⁾	ESP-1			ESP-2		
			0.5%	1.0%	2%	0.5%	1.0%	2%
Weight loss (%)	0	100.00±0.00 ^{2)abA3)}	100.00±0.01 ^{aA}	100.00±0.01 ^{aA}	100.00±0.01 ^{aA}	100.00±0.01 ^{aA}	100.00±0.01 ^{aA}	100.00±0.01 ^{aA}
	2	99.86±0.03 ^{bB}	99.90±0.02 ^{bA}	99.85±0.01 ^{bB}	99.86±0.01 ^{bA}	99.88±0.01 ^{bAB}	99.87±0.02 ^{bAB}	99.87±0.01 ^{bAB}
	4	99.69±0.02 ^{cC}	99.78±0.01 ^{cA}	99.75±0.01 ^{cB}	99.74±0.01 ^{cB}	99.79±0.02 ^{cA}	99.80±0.01 ^{cA}	99.74±0.01 ^{cB}
	6	99.63±0.01 ^{dC}	99.68±0.01 ^{dB}	99.67±0.01 ^{dB}	99.64±0.01 ^{dC}	99.70±0.01 ^{dA}	99.68±0.01 ^{dB}	99.58±0.01 ^{dD}
Titratable acidity (%)	0	0.09±0.01 ^{cA}	0.09±0.01 ^{cA}	0.09±0.02 ^{bA}	0.09±0.02 ^{bAB}	0.08±0.01 ^{cAB}	0.08±0.01 ^{cAB}	0.06±0.01 ^{dB}
	2	0.13±0.01 ^{bA}	0.11±0.01 ^{bcABC}	0.12±0.02 ^{abAB}	0.10±0.01 ^{bC}	0.11±0.01 ^{bABC}	0.10±0.01 ^{bBC}	0.12±0.01 ^{bAB}
	4	0.14±0.01 ^{abA}	0.13±0.01 ^{abB}	0.13±0.00 ^{abAB}	0.11±0.02 ^{bC}	0.13±0.00 ^{abAB}	0.12±0.01 ^{abC}	0.10±0.01 ^{cC}
	6	0.15±0.01 ^{aA}	0.14±0.02 ^{abB}	0.12±0.01 ^{abBC}	0.14±0.01 ^{abB}	0.12±0.01 ^{abC}	0.12±0.01 ^{aC}	0.15±0.02 ^{aA}
pH	0	5.82±0.02 ^{bF}	6.11±0.01 ^{cC}	6.28±0.01 ^{bB}	6.31±0.04 ^{bB}	6.02±0.02 ^{bD}	5.97±0.02 ^{cE}	6.39±0.05 ^{dA}
	2	6.38±0.01 ^{abCD}	6.35±0.03 ^{acD}	6.47±0.07 ^{abC}	6.50±0.06 ^{abB}	6.26±0.03 ^{dD}	6.46±0.05 ^{abC}	6.91±0.14 ^{bA}
	4	6.35±0.06 ^{abB}	6.25±0.07 ^{bBC}	6.39±0.06 ^{abB}	6.26±0.11 ^{bBC}	6.26±0.12 ^{abC}	6.17±0.07 ^{bC}	6.64±0.05 ^{cA}
	6	6.36±0.02 ^{abB}	6.25±0.04 ^{bCD}	6.31±0.07 ^{bBC}	6.28±0.03 ^{bCD}	6.20±0.07 ^{bDE}	6.15±0.04 ^{bE}	7.40±0.02 ^{aA}
Soluble solids (°Brix)	0	1.87±0.06 ^{dE}	2.00±0.10 ^{dD}	2.20±0.00 ^{abB}	2.35±0.05 ^{aA}	2.18±0.08 ^{abC}	2.07±0.06 ^{acD}	2.07±0.06 ^{acD}
	2	1.57±0.15 ^{abAB}	1.47±0.15 ^{bbB}	1.97±0.23 ^{aA}	1.93±0.31 ^{abAB}	1.67±0.15 ^{bbAB}	1.40±0.17 ^{abB}	1.63±0.15 ^{abAB}
	4	1.40±0.20 ^{bcB}	1.67±0.31 ^{abB}	2.03±0.15 ^{aA}	1.47±0.15 ^{cbB}	1.67±0.15 ^{bbB}	1.40±0.17 ^{cbB}	1.63±0.15 ^{bcB}
	6	1.17±0.15 ^{cbB}	1.33±0.12 ^{bbAB}	1.53±0.31 ^{bA}	1.33±0.06 ^{cbAB}	1.53±0.15 ^{bbA}	1.63±0.06 ^{bbA}	1.43±0.25 ^{cbAB}

¹⁾Con, untreated; ESP-1, egg shell powder; ESP-2, egg shell ash powder.

²⁾Values are mean±SD (n=3).

^{3)abc}Means followed by the same letters within the column are not significantly different (p<0.05); ^{A-C}means followed by the same letters within the row are not significantly different (p<0.05).

Table 3. Changes in the color values of cut Kimchi cabbages with egg shell calcium treatment during short-term storage at 5°C

	Weeks	Con ¹⁾	ESP-1			ESP-2		
			0.5%	1.0%	2.0%	0.5%	1.0%	2.0%
L*	0	81.2±3.4 ^{2)abABC3)}	80.8±2.0 ^{abBC}	80.2±1.1 ^{abBC}	79.8±2.1 ^{aC}	80.8±1.2 ^{abABC}	81.6±2.1 ^{aAB}	82.2±3.8 ^{aA}
	2	77.2±2.6 ^{bbB}	78.0±2.0 ^{bbAB}	79.8±3.1 ^{aA}	79.8±2.9 ^{aA}	79.9±2.9 ^{aA}	80.0±7.3 ^{abA}	77.8±1.9 ^{bbAB}
	4	74.9±3.3 ^{bcC}	77.4±4.4 ^{bbB}	79.4±1.7 ^{aA}	78.8±3.3 ^{aAB}	79.8±1.8 ^{aA}	79.9±2.6 ^{abA}	79.3±2.1 ^{bbAB}
	6	67.2±11.1 ^{cC}	77.1±4.1 ^{bbAB}	75.9±1.6 ^{bbAB}	75.1±1.7 ^{bbAB}	78.1±3.7 ^{ba}	77.9±3.4 ^{ba}	73.8±5.5 ^{bbB}
a*	0	-1.1±0.3 ^{cbB}	-0.6±0.0 ^{bcA}	-0.7±0.2 ^{ba}	-1.2±0.5 ^{bcC}	-0.7±0.1 ^{aA}	-0.7±0.1 ^{aA}	-1.1±0.5 ^{cbC}
	2	-0.7±0.2 ^{ba}	-0.7±0.2 ^{ca}	-0.9±0.2 ^{cbB}	-0.8±0.3 ^{abAB}	-0.8±0.2 ^{abAB}	-0.7±0.2 ^{ba}	-0.9±0.2 ^{cbB}
	4	-0.4±0.1 ^{aA}	-0.4±0.5 ^{baA}	-0.8±0.1 ^{bcCD}	-0.7±0.1 ^{bcCD}	-0.7±0.2 ^{abBC}	-0.8±0.3 ^{bd}	-0.6±0.1 ^{bbB}
	6	-0.4±0.3 ^{abAB}	-0.2±0.7 ^{aA}	-0.6±0.2 ^{abC}	-0.8±0.2 ^{bcC}	-0.7±0.1 ^{acC}	-0.7±0.2 ^{bcC}	-0.2±0.4 ^{aA}
b*	0	9.2±1.7 ^{aA}	9.0±2.4 ^{aA}	6.2±1.3 ^{bcD}	6.7±0.6 ^{cd}	7.3±1.0 ^{abBC}	6.5±0.5 ^{bcD}	8.0±0.9 ^{bbB}
	2	8.1±0.8 ^{ba}	6.9±2.4 ^{bcC}	7.1±1.4 ^{abC}	7.3±1.4 ^{abC}	6.8±0.3 ^{abC}	8.0±1.0 ^{abAB}	7.1±0.8 ^{cbC}
	4	7.4±0.9 ^{bcC}	8.1±1.0 ^{abB}	6.7±0.8 ^{cahdE}	8.9±1.3 ^{aA}	6.4±1.8 ^{bdE}	7.0±0.7 ^{bcD}	6.1±0.8 ^{deE}
	6	9.5±1.7 ^{bbB}	6.8±1.6 ^{bdD}	5.7±1.1 ^{ceE}	8.2±0.5 ^{bcC}	6.5±0.7 ^{bdD}	7.9±0.9 ^{acC}	12.0±0.9 ^{aA}
ΔE	2	5.2±3.0 ^{bbAB}	4.7±2.3 ^{abABC}	3.1±2.0 ^{bbC}	4.2±2.1 ^{abABC}	2.5±2.3 ^{bcC}	5.8±6.1 ^{aA}	5.9±2.9 ^{ba}
	4	7.1±4.7 ^{ba}	5.2±4.7 ^{abAB}	2.8±1.2 ^{bcC}	4.3±2.9 ^{abC}	2.5±0.9 ^{bcC}	3.7±2.2 ^{abC}	4.9±2.3 ^{bbB}
	6	15.1±11.0 ^{aA}	5.5±3.8 ^{acC}	4.8±2.1 ^{acC}	5.0±2.1 ^{acC}	4.1±2.4 ^{acC}	4.8±2.9 ^{acC}	10.0±6.7 ^{bbB}

¹⁾Con, untreated; ESP-1, egg shell powder; ESP-2, egg shell ash powder.

²⁾Values are mean±SD (n=3).

^{3)abc}Means followed by the same letters within the column are not significantly different (p<0.05); ^{A-C}means followed by the same letters within the row are not significantly different (p<0.05).

보이는 것으로 보인다. 저장 6주차에서 Con구과 2% ESP-2 구에서 ΔE값이 10.0보다 큰 값으로 외관적인 변화가 심한

것으로 나타났으며, 0.5% ESP-2구의 경우에 가장 낮은 값을 나타내어 외관의 변화가 가장 적게 나타난 것으로 판단

된다.

저장 기간 중 절단배추의 외관, 색, 향기에 대해 5점 척도 법으로 측정된 관능평가 결과는 Table 4와 같다. 모든 처리 구에서 저장 기간이 길어짐에 따라 기호도 값이 낮아지며, 초기에 비해 외관상 가장 큰 상태 변화를 보였던 Con구 및 2% ESP-2구는 부패가 진행되어 대부분의 항목에서 가장 낮은 점수를 얻었다. 외관 및 향기에 대한 관능 평가 결과

중 0.5% ESP-2에 처리한 구의 점수가 가장 좋은 결과를 나타내어 저장 효과가 있는 것으로 보였으나, 통계결과 유의적인 차이가 나타나지 않았다(Fig. 3).

이상의 모든 결과를 종합해 보면, 난각의 칼슘함량은 회화처리에 의해, 난각 칼슘의 용해도는 citric acid에 의해 각각 증가하는 것으로 나타났고, 회화처리 난각 칼슘(ESP-2)과 citric acid의 병용처리가 단기저장 절단배추의

Table 4. Changes in the sensory score of cut Kimchi cabbages with egg shell calcium treatment during short-term storage at 5°C

Property	Weeks	Con ¹⁾	ESP-1			ESP-2		
			0.5%	1.0%	2%	0.5%	1.0%	2%
Appearance	0	5.0±0.0 ^{2(aA3)}	5.0±0.0 ^{aA}	5.0±0.0 ^{aA}	5.0±0.0 ^{aA}	5.0±0.0 ^{aA}	5.0±0.0 ^{aA}	5.0±0.0 ^{aA}
	2	3.6±0.9 ^{bAB}	4.4±0.5 ^{aA}	4.2±0.4 ^{bAB}	4.4±0.9 ^{aA}	4.4±0.5 ^{aA}	4.0±0.7 ^{bAB}	3.2±0.8 ^{bB}
	4	2.8±0.4 ^{cAB}	3.4±0.5 ^{bA}	3.0±1.0 ^{cA}	2.8±0.8 ^{bAB}	3.2±0.4 ^{bA}	3.0±0.7 ^{cA}	2.0±0.7 ^{cB}
	6	1.2±0.4 ^{dA}	1.8±0.8 ^{cA}	1.2±0.4 ^{dA}	1.4±0.5 ^{cA}	1.8±0.8 ^{cA}	1.6±0.5 ^{dA}	1.0±0.0 ^{dA}
Color	0	5.0±0.0 ^{aA}	5.0±0.0 ^{aA}	5.0±0.0 ^{aA}	5.0±0.0 ^{aA}	5.0±0.0 ^{aA}	5.0±0.0 ^{aA}	5.0±0.0 ^{aA}
	2	3.8±0.4 ^{bAB}	4.6±0.5 ^{aA}	3.8±0.4 ^{bAB}	4.4±0.5 ^{bA}	4.0±0.0 ^{bAB}	4.0±0.7 ^{bAB}	3.2±0.8 ^{bB}
	4	3.2±0.4 ^{cAB}	3.6±0.5 ^{bA}	3.2±0.8 ^{bAB}	3.4±0.5 ^{cAB}	2.6±0.5 ^{cB}	2.8±0.4 ^{cAB}	1.6±0.5 ^{cC}
	6	1.4±0.5 ^{dBC}	1.6±0.5 ^{cBC}	1.4±0.5 ^{cBC}	1.2±0.4 ^{dC}	2.4±0.5 ^{cA}	2.0±0.7 ^{dAB}	1.2±0.4 ^{cC}
Flavor	0	5.0±0.0 ^{aA}	5.0±0.0 ^{aA}	5.0±0.0 ^{aA}	5.0±0.0 ^{aA}	5.0±0.0 ^{aA}	5.0±0.0 ^{aA}	5.0±0.0 ^{aA}
	2	3.8±0.4 ^{bA}	4.2±0.8 ^{aA}	3.8±0.8 ^{bA}	3.6±1.1 ^{bA}	4.0±1.0 ^{bA}	3.4±1.1 ^{bA}	3.0±0.7 ^{bA}
	4	1.8±0.8 ^{cCD}	3.2±0.8 ^{bAB}	2.8±0.8 ^{cABC}	2.4±0.9 ^{cBCD}	3.6±0.5 ^{bA}	2.2±0.4 ^{cBCD}	1.6±0.5 ^{cD}
	6	1.6±0.9 ^{cAB}	1.8±0.8 ^{cAB}	1.2±0.4 ^{dB}	1.6±0.5 ^{cAB}	2.2±0.8 ^{cA}	1.2±0.4 ^{dB}	1.2±0.4 ^{cB}

¹⁾Con, untreated; ESP-1, egg shell powder; ESP-2, egg shell ash powder.

²⁾Values are mean±SD (n=3).

^{3)a-c}Means followed by the same letters within the column are not significantly different (p<0.05); ^{A-C}means followed by the same letters within the row are not significantly different (p<0.05).

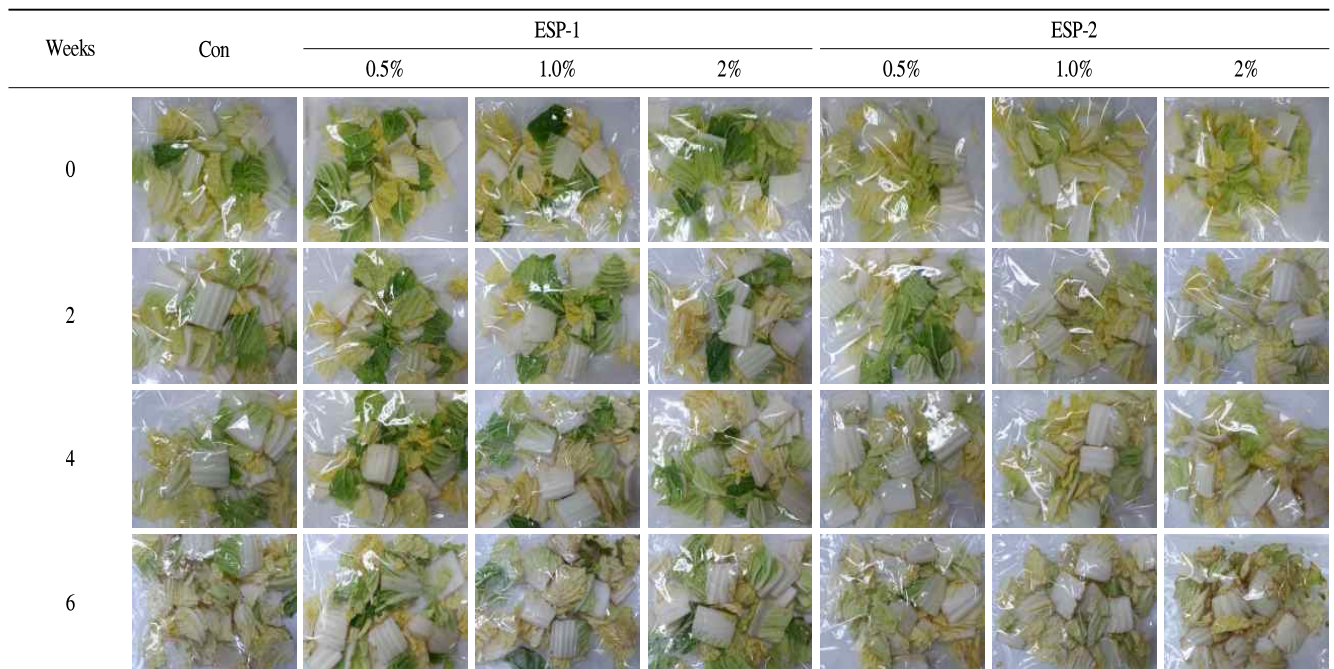


Fig. 3. The photos of cut Kimchi cabbages with egg shell calcium treatment during short-term storage at 5°C.

Con, untreated; ESP-1, egg shell powder; ESP-2, egg shell ash powder.

품질유지에 유효한 방법인 것으로 확인되었다. 앞으로 난각 칼슘 효과의 원인 규명에 대한 추가 연구가 필요한 것으로 생각된다.

요 약

폐기되고 있는 난각을 건조(80°C) 및 회화(1,000°C) 처리하여 칼슘 소제화하고 이의 농도(0.5, 1.0, 2.0%)를 달리하여 절단배추에 처리하여 polyethylene(PE) 지퍼백에 넣어 5°C에서 6주 동안 저장하면서 선도유지 효과를 조사하였다. 난각 칼슘 소재의 칼슘 함량은 회화처리(ESP-2)가 건조처리(ESP-1)보다 2배 가량 높은 값(51.86%)을 나타내었다. 난각 칼슘 소재는 citric acid 수용액에서 높은 용해도를 나타내었으며, ESP-2가 ESP-1보다 용해도가 높았다. 절단배추의 이화학적 품질특성의 측정 결과, ESP-2 0.5% 처리구에서 중량감소율, 적정산도, 가용성 고형분 및 색차의 변화가 가장 적게 나타났다($p < 0.05$). 저장기간에 따른 관능평가 결과 각 처리구의 유의적인 차이는 나타나지 않았다($p < 0.05$). ESP-2 0.5% 처리는 절단배추의 단기 저장 시 선도유지에 효과적인 것으로 사료된다.

References

- Hyun YH, Koo BS, Song JE, Kim DS (2004) Food materials. Hyungseul Publish, Daegu, Korea, p 81-84
- Colditz GA, Branch LG, Lipnick RJ, Willett WC, Rosner B, Posner BM, Hennekens CH (1985) Increased green and yellow vegetable intake and lowered cancer deaths in an elderly population. *Am J Clin Nutr*, 41, 32-37
- Lee YS, Jang WS, Eui MJ, Lee SJ, Jang JJ (1990) Inhibitory effect of Chinese cabbage extract on diethylnitrosamine-induced hepatic foci in Sprague-Dawley rats. *J Korean Cancer Assoc*, 22, 355-359
- Cantwell M (1992) Minimally processed fruits and vegetables. In *Postharvest technology of horticultural crops*. Kader A (Editor), California University, USA, Publ 3311, p 277-281
- Watada AE, Abe K, Yamuchi N (1990) Physiological activities of partially processed fruits and vegetables. *Food Technol*, 44, 116-122
- Toivonen PMA, Brummell DA (2008) Biochemical bases of appearance and texture changes in fresh-cut fruit and vegetables. *Postharvest Biol Technol*, 48, 1-14
- Rico D, Martin-Diana AB, Barat JM, Barry-Ryan C (2007) Extending and measuring the quality of fresh-cut fruit and vegetables: a review. *Trends Food Sci Technol*, 18, 373-386
- Oms-Oliu G, Rojas-Grau MA, Gonzalez LA, Varela P, Soliva-Fortuny R, Hernando MIH, Munuera IP, Fiszman S, Martin-Belloso O (2010) Recent approaches using chemical treatments to preserve quality of fresh-cut fruit: a review. *Postharvest Biol Technol*, 57, 139-148
- Jang SY, Park NY, Jeong YJ (2005) Effects of organic acids on solubility of calcium. *Korean J Food Preserv*, 12, 501-506
- Allen LH (1982) Calcium bioavailability and absorption: a review. *Am J Clin Nutr*, 35, 738-808
- Angus RM, Sambrook PN, Pocock NA, Eisman JA (1988) Dietary intake and bone mineral density. *Bone Miner*, 4, 265-277
- Johnson NE, Smith EL, Freudenheim JL (1985) Effect on blood pressure of calcium supplementation of women. *Am J Clin Nutr*, 42, 12-17
- Lee YS, O JH (1995) Effects of bovine bone ash and calcium phosphate on calcium metabolism in postmenopausal osteoporosis model rats. *Korean J Nutr*, 28, 434-441
- Kim JS, Choi JD, Kim DS (1998) Preparation of calcium-based powder from fish bone and its characteristics. *Agric Chem Biotechnol*, 41, 147-152
- Kang JH, Kim JH, Lee HC (1996) A study on the development of manufacturing process of high grade precipitated calcium carbonate from oyster shell. *J Korea Soc Waste Manag*, 13, 320-327
- Jeon TW, Park KM (2002) Functional properties of egg shell membrane hydrolysate as a food material. *Korean J Food Sci Ani Resour*, 22, 267-273
- Kuh SE, Kim DS (2000) Materialistic characterization of waste egg shell and fundamental studies for its application to wastewater treatment. *J Korean Soc Environ Eng*, 22, 733-742
- McWilliams M (1993) *Foods experimental perspectives*. 2nd ed, Macmillan Publishers Ltd, New York, NY, USA, p 405-437
- Ko MK, No HK (2002) Studies on characteristics of ostrich egg shell and optimal ashing conditions for preparation of calcium lactate. *J Korean Soc Food Sci Nutr*, 31, 236-240
- Shin HS, Kim KH (1997) Preparation of calcium powder from eggshell and use of organic acids for enhancement of calcium ionization. *J Korean Soc Appl Biol*, 40, 531-535

21. Yin KK, Moon BW, Ahn YJ, Choi JS (2005) Effect of postharvest dipping in CaCl₂ solutions with some adjuvants on the fruit quality and calcium concentration of 'Fuji' apples during storage. *Korean J Hort Sci Technol*, 23, 181-187
22. Park HW, Lee SA, Kim YH, Kim YM, Cha HS, Park JD (2007) Effects of calcium chloride treatment and modified atmosphere packaging on the quality change of "Fuji" apple. *Korean J Food Preserv*, 14, 457-461
23. Koh HY, Choi DS (1996) Effect of calcium treatments on storage quality of salted Chinese cabbage. *Korean J Food Preserv*, 3, 1-5
24. Kim SS, Seong GU, Hwang HY, Jeong MC, Chung SK (2014) The short-term storage characteristics of cut kimchi cabbages treated with Ca²⁺. *Korean J Food Preserv*, 21, 157-162
25. Park WP, Yoo JI, Lee MJ (2001) Kimchi quality affected by the addition of acetic acid solution containing calcium. *Korean J Food Preserv*, 8, 151-156
26. Gordon MS, Barthomew GA, Grinnell AD, Jorgensen CB, White FN (1982) *Animal physiology: principles and adaptations*. 4th ed, Macmillan Publishers Ltd, New York, NY, USA, p 26-27
27. Shin HS, Kim KH, Yoon JR (1998) Rheological properties of cooked noodle fortified with organic acids-eggshell calcium salts. *Korean J Food Sci Technol*, 30, 1197-1202
28. Kang KH, Lee SJ, Ha ES, Sung NJ, Kim JG, Kim SH, Kim SH, Chung MJ (2016) Effects of nitrite and nitrate contents of Chinese cabbage on formation of N-nitrosodimethylamine during storage of kimchi. *J Korean Soc Food Sci Nutr*, 45, 117-125
29. Han E (1991) Numerical principle of food color (II). *Bull Food Technol*, 4, 41-44