

The short-term storage characteristics of cut kimchi cabbages treated with Ca^{2+}

Sang-Seop Kim¹, Gi-Un Seong¹, Hee-Young Hwang¹, Moon-Cheol Jeong²,
Shin-Kyo Chung^{1*}

¹School of Food Science and Biotechnology, Kyungpook National University, Daegu 702-701, Korea

²Korea Food Research Institute, Seongnam 463-746, Korea

Ca^{2+} 처리 절단배추의 소포장 단기 저장 특성

김상섭¹ · 성기운¹ · 황희영¹ · 정문철² · 정신교^{1*}

¹경북대학교 식품공학부, ²한국식품연구원

Abstract

To enhance the commercialization of fresh cut kimchi cabbage, the short-term storage effect of cut kimchi cabbage treated with Ca^{2+} was studied. Cut kimchi cabbages (3×3 cm) were treated with 2% calcium chloride (Ca), ascorbic acid (As), citric acid (Ct), and calcium chloride and citric acid (Ca/Ct), were put inside LDPE bags, and stored at 5°C for 6 weeks. The weights reduced about 0.13~0.72%, and the ratio was the lowest in the Ca/Ct treatment. The reduction ratios of soluble solids were 18.85~35.00%, and were the lowest in the Ca/Ct treatment. The titratable acidity decreased in all the treatments. The L values decreased, but a and b values of Hunter colorimeter increased in all the treatments. The preference for Ca/Ct treatment was the highest among all the treatments in the sensory evaluation. The marketing shelf-life of cut kimchi cabbage can be prolonged by the combination treatment of Ca^{2+} and citric acid.

Key words : cut kimchi cabbages, short-term storage, Ca^{2+} , shelf-life, citric acid

서 론

배추(*Brassica rapa* L. ssp. *pekinensis*)는 십자화과에 속하는 두해살이 잎채소로 우리나라에서 생산 및 소비가 높은 채소 중에 하나로서, 식이섬유, 각종 비타민 성분과 칼슘을 비롯한 무기질 성분이 풍부하여 김치 외에도 다양한 요리의 주재료 및 부재료로 쓰이고 있다(1,2).

국내의 배추는 연평균 채소 소비량의 25%를 차지하고 있으며, 약 34,000 ha의 면적에 2,100천 톤 정도가 생산(3)되나 수급이 불안정하여 가격 등락이 심하므로 장기저장법의 개발과 한식의 주재료로서 수요를 더욱 확대하고 증가할 수 있는 방안이 마련되어야 한다.

이에 따른 배추 저장성 개선을 위해 배추 저장온도 개선(4) 및 보존용액 침지처리, 개별포장(5), 가스치환 포장(6)

등에 관한 연구들이 보고되고 있다.

식품의 저온 유통체제가 국내에서도 구비되고 단체급식의 증가와 주부의 가사노동의 비중이 점점 적어짐으로 조리 편의성과 신속성을 도모하기 위하여 당근, 양배추, 상추, 피망 등의 절단야채와 사과, 배 등의 최소가공 과일의 유통과 소비가 증가하고 있다(7). 이는 식품의 소비추세가 건강과 편리성을 중시하게 되면서 제품을 곧바로 세척, 절단과정 없이 섭취하는 신선편이(fresh-cut) 식품에 대한 수요가 증가하고 있기 때문이다(8).

그러나 신선편이 채소류는 신선함과 편의성을 제공하지만 가공을 위해 절단을 했을 경우 여러 가지 생리적인 변화 속도를 빠르게 하고 미생물에 대한 저항성을 저하시켜서 가공하지 않은 그대로의 채소에 비하여 호흡율이 증가하며 품질의 열화가 빠르고 유통기한이 짧아지는 단점이 있어(9), 안전유통과 shelf-life 연장을 위하여 적절한 기술 개발이 요구된다(10).

*Corresponding author. E-mail : kchung@knu.ac.kr
Phone : 82-53-950-5778, Fax : 82-53-950-6772

채소를 절단한 후 여러 가지 생리적 변화속도를 낮추고 저장수명을 연장하기 위해서는 냉장온도에서 유통시켜야 하며(11), 주로 citric acid, ascorbic acid, calcium chloride 등을 포함한 품질보존제(12), 저온저장, 적당한 열처리 등을 통한 효소의 불활성화, controlled atmosphere(CA)/modified atmosphere(MA) 저장 환경, pH의 조절 등이 필요하다(9,11).

이처럼 신선편이형의 채소를 다양한 품질 보존제로 처리하여 수명연장효과 및 관능적인 특성에도 좋은 효과를 유도하고자하는 논문들이 보고되고 있다(5).

칼슘은 식물체내에서 성숙과 노화를 지연시키며, 과실품질의 향상, α -amylase 활성의 증가, 광합성, 세포분열 및 세포 신장을 촉진한다(13). 또한 과실이나 채소의 조직은 세포벽이 붕괴됨으로써 연화가 일어나며, 세포벽 성분 중에서 펙틴 사슬에 칼슘이 이온결합을 하게 되면 세포벽 붕괴가 억제되어 연화가 지연되게 된다(14).

본 연구에서는 신선편이 제품화 방안의 일환으로 김치 및 샐러드 용도의 크기로 배추를 절단하고 Ca^{2+} 등의 품질 보존제를 처리하여 단기간 필름 저장하면서 그 선도유지 효과를 조사하였다.

재료 및 방법

실험 재료

실험에 사용된 배추는 경상북도 영양군에서 2013년 수확한 고랭지 여름배추를 구입하였으며, 배추를 절단(3×3 cm)한 후 각 2% calcium chloride(Ca), ascorbic acid(As), citric acid(Ct), 2% calcium chloride와 2% citric acid를 1:1(v/v) 혼합한 용액(Ca/Ct)에 1분간 침지 후 꺼내어 수동 탈수기를 이용하여 배추 표면의 수분을 1분간 탈수처리한 후, 150 g씩 low density polyethylene(LDPE) 지퍼백(18×20 cm, 0.03 mm)에 넣어 5°C에서 6주간 저장하였다.

중량 감소율 측정

절단 배추의 중량 감소율은 처리 조건별로 시료를 취한 후 칭량하여 초기 중량에 대한 이후 측정 시 감량률로 나타내었다.

가용성 고형분 측정

배추 시료의 가용성 고형분 측정은 시료 20 g에 증류수 20 mL를 가하여 마쇄하고 여과한 여과액을 굴절 당도계(Master-a, Atago Co., Tokyo, Japan)를 이용하여 측정하였다.

적정산도 측정

적정산도는 AOAC 표준시험법에 준하여, 배추 시료 20

g에 증류수 20 mL를 가하여 마쇄하고 여과한 후 여과액 1 mL를 취하여 증류수 99 mL에 희석한 후, automatic titrator(TitroLine easy, SI Analytics GmbH, Mainz, Germany)를 이용하여 0.01 N NaOH로 pH 8.3이 될 때까지 적정한 후 소비된 NaOH의 양을 측정하였다.

색차 및 갈변도 측정

절단 배추의 색차는 배추의 주맥 3조각을 표준 백색판(L=97.79, a=-0.38, b=2.05)으로 보정된 Hunter 색차계(CM-700d, Minolta Co., Osaka, Japan)를 사용하여 처리당 10회 반복하여 총 30회를 측정 후 평균값을 구한 L(lightness), a(redness), b(yellowness), $\Delta E = \sqrt{L^2 + a^2 + b^2}$ 값을 측정하여 나타내었다.

관능검사

관능검사는 경북대학교 식품공학과 학부 및 대학원생을 대상으로 외관, 색, 냄새 및 전반적 기호도에 대하여 5점 기호척도법(1=매우 싫음, 2=싫음, 3=보통, 4=좋음, 5=매우 좋음)으로 실시하였다.

통계처리

모든 실험 결과는 3 반복 후 그 결과 값을 SAS program(Statistical Analysis System, SAS Institute, Inc., Cary, NC, USA)을 이용하여 Duncan's multiple range test ($p < 0.05$)를 실시하였다.

결과 및 고찰

중량 감소율의 변화

각 처리구에 따른 저장 중 배추의 중량 감소율을 측정 한 결과는 Fig. 1과 같다. 중량은 6주에 걸쳐 주차별로 측정하

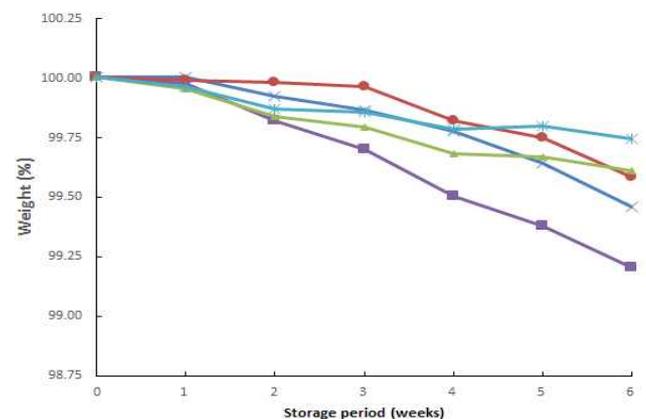


Fig. 1. Changes in the weight ratios of cut kimchi cabbages with preservative dips during short-term storage at 5°C.

Cut cabbages are dipped for 1 min in control(x), 2% ascorbic acid(◆), 2% calcium chloride (▲), 2% citric acid(●), and 2% citric acid + 2% calcium chloride(1:1 V/V, ■).

였으며 배추 처리구의 종류에 따라 상이한 중량 감소의 양상을 나타내었다. 저장 2주차까지는 대부분의 처리구가 99.8~99.9%의 비슷한 중량 감소 양상을 보였으나, 2~6주차 동안 중량 감소율은 점점 커졌으며, ascorbic acid 처리구(As)를 제외한 모든 처리구는 대조구보다 낮은 중량 감소율을 보였다. 또한 저장기간 동안 외관상 가장 양호한 상태를 보였던 2% calcium chloride : 2% citric acid 혼합 처리구(Ca/Ct)에서는 중량 감소율이 가장 낮게 나타났다. 과채류의 저장 중 전처리 방법에 따른 중량 감소율은 As구가 가장 높았으며, 대조구와 calcium chloride 처리구(Ca), citric acid 처리구(Ct)가 비슷한 감소율을 나타내었고, Ca/Ct구가 가장 낮은 감소율을 나타내어 중량 감소율의 변화가 가장 적은 것을 확인하였다. 중량감소는 주로 증산작용에 의한 것으로서 품질에 영향을 준다고 알려져 있다(15).

가용성 고형분 및 적정산도의 변화

저장 중 배추의 가용성 고형분 함량 변화를 측정된 결과는 Table 1과 같이 측정결과 모든 처리구에서 함량이 감소하는 것을 알 수 있었다. 대조구와 Ca/Ct구의 함량 감소율이 (1주차 대비 0.3 °Brix감소)로 가장 낮았으며, Ca구와 Ct구가 유사한 감소를 보였으며 As구(1주차 대비 0.7 °Brix감소)

가 가장 낮은 감소를 나타내었다. 가용성 고형분의 함량은 저장기간 중 호흡 기질로 사용되어 소실된다고 한다(16).

저장기간 동안 각 구의 적정산도 변화를 측정된 결과는 Table 2와 같이 저장기간에 따라 유의적인 차이를 보이며 증가하는 것으로 나타났다. 배추의 저장 기간 중 적정산도의 증가는 젖산균에 의한 것으로, 유기산이 생성되어 pH는 저하되고, 산도는 증가하게 되는 것으로 이는 배추 내의 당분이 젖산 등의 유기산으로 발효되기 때문인 것으로 보고되었다(17).

색차 및 갈변도 변화

각 처리구에 따른 저장 중 배추의 Hunter 색차계를 이용한 색차 값을 통한 갈변도 변화 결과는 Table 3과 같다. 일반적으로 제품의 색은 선호도를 판단하는 가장 기본적인 품질요소가 되므로 절단배추의 색차 변화는 매우 중요하다(18). ΔE값과 L값의 경우 모든 처리구에서 값이 낮아졌으며, Ca구와 Ct구는 대조구와 비슷한 결과를 보였고, Ca/Ct구는 저장기간이 경과하여도 가장 낮은 감소를 보였다. 이때 L값의 감소는 배추의 절단면에 갈변이 진행됨을 의미하며(19,20), ΔE값의 변화에 따른 처리구별 효과는 Ca/Ct구가 갈변 저해에 긍정적인 영향을 미치는 것으로 생각된다.

Table 1. Changes in the soluble solid of cut kimchi cabbage with preservative dips during short-term storage at 5°C

(°Brix)

Treatment ¹⁾	Storage period (weeks)					
	1	2	3	4	5	6
Con	1.7±0.06 ^{2)cb}	1.6±0.00 ^c	1.8±0.00 ^{da}	1.6±0.00 ^c	1.7±0.06 ^{cb}	1.4±0.00 ^{bd}
As	2.0±0.00 ^{ba}	1.8±0.00 ^{bb}	1.6±0.06 ^c	1.6±0.00 ^c	1.4±0.00 ^d	1.3±0.00 ^{de}
Ca	1.9±0.00 ^c	2.0±0.00 ^{bb}	2.1±0.06 ^a	1.4±0.00 ^d	1.4±0.00 ^d	1.4±0.00 ^{bd}
Ct	2.1±0.00 ^a	1.9±0.00 ^b	1.4±0.06 ^e	1.9±0.00 ^{bb}	1.5±0.00 ^{bd}	1.6±0.06 ^{bc}
Ca/Ct	2.0±0.06 ^{ba}	2.0±0.00 ^{ba}	2.0±0.00 ^{ba}	1.7±0.00 ^{bb}	2.0±0.00 ^a	1.7±0.05 ^{ab}

¹⁾Con; control, As; 2% ascorbic acid, Ca; 2% calcium chloride, Ct; 2% citric acid, Ca/Ct (2% calcium chloride:2% citric acid, 1:1).

^{2)ab}Means followed by the same letters within the row of each kimchi cabbages are not significantly different (p<0.05); ^{ABC}means followed by the same letters within the column per parameter are not significantly different (p<0.05).

Table 2. Changes in the titratable acidity of cut kimchi cabbage with preservative dips during short-term storage at 5°C

(%)

Treatment ¹⁾	Storage period (weeks)					
	1	2	3	4	5	6
Con	0.19±0.01 ^{2)ab}	0.15±0.01 ^{bd}	0.17±0.00 ^c	0.13±0.00 ^{cdE}	0.26±0.01 ^{ba}	0.15±0.00 ^{cd}
As	0.16±0.00 ^b	0.12±0.00 ^c	0.13±0.00 ^c	0.12±0.00 ^{cd}	0.18±0.01 ^{cd}	0.23±0.04 ^{da}
Ca	0.16±0.00 ^{bbC}	0.16±0.01 ^{ab}	0.13±0.01 ^{cd}	0.12±0.00 ^{bd}	0.18±0.01 ^{da}	0.15±0.01 ^{bc}
Ct	0.14±0.00 ^b	0.13±0.01 ^{cd}	0.12±0.00 ^c	0.14±0.01 ^{bc}	0.15±0.00 ^{ef}	0.17±0.01 ^{bc}
Ca/Ct	0.15±0.03 ^{baB}	0.13±0.00 ^{cd}	0.15±0.00 ^{bABC}	0.14±0.01 ^{bcdBC}	0.17±0.00 ^{da}	0.16±0.00 ^{bcA}

¹⁾Con; control, As; 2% ascorbic acid, Ca; 2% calcium chloride, Ct; 2% citric acid, Ca/Ct (2% calcium chloride:2% citric acid, 1:1).

^{2)ab}Means followed by the same letters within the row of each kimchi cabbages are not significantly different (p<0.05); ^{ABC}means followed by the same letters within the column per parameter are not significantly different (p<0.05).

Table 3. Changes in the Hunter color value of cut kimchi cabbage with preservative dips during short-term storage at 5°C

	Storage period (weeks)	Treatment ¹⁾				
		Con	As	Ca	Ct	Ca/Ct
ΔE	1	82.48±2.91 ^{cdA}	81.64±1.61 ^{cdA}	83.9±2.87 ^{abA}	83.72±1.56 ^{ba}	84.48±2.52 ^{abA}
	2	82.26±2.71 ^{bcdB}	79.98±1.64 ^{cb}	80.9±3.34 ^{deB}	80.82±2.19 ^{dc}	82.98±1.89 ^{abcB}
	3	78.21±2.55 ^{deD}	76.57±1.96 ^{efD}	75.35±6.99 ^{fc}	82.15±1.64 ^{bcB}	81.14±2.40 ^{bcC}
	4	84.95±1.51 ^{aA}	78.54±1.79 ^{cc}	81.76±4.42 ^{caB}	82.88±2.44 ^{bcAB}	82.24±1.42 ^{bcB}
	5	79.98±2.13 ^{bcdC}	75.39±3.65 ^{cd}	75.81±4.39 ^{fc}	80.95±4.00 ^{abc}	82.20±2.98 ^{abcB}
	6	80.92±1.23 ^{cc}	76.30±2.57 ^{cd}	77.62±1.69 ^{dc}	81.31±3.84 ^{bc}	82.07±1.58 ^{bcB}
L	1	82.24±2.94 ^{1ba}	81.39±1.61 ^{ba}	83.69±2.89 ^{aA}	83.47±1.52 ^{aA}	84.26±2.52 ^{aA}
	2	82.03±2.77 ^{bcB}	79.70±1.67 ^{db}	80.59±3.37 ^{cdB}	80.47±2.18 ^{cdC}	82.8±1.88 ^{abB}
	3	77.79±2.45 ^{deD}	76.22±1.95 ^{efD}	75.04±6.96 ^{fc}	81.75±1.78 ^{bcB}	80.95±2.39 ^{bcC}
	4	84.68±1.48 ^{aA}	78.15±1.84 ^{cc}	81.51±4.38 ^{ca}	82.61±2.48 ^{bcAB}	82.04±1.40 ^{bcB}
	5	79.70±2.16 ^{bcC}	74.58±4.01 ^{de}	75.33±4.59 ^{dc}	80.68±4.01 ^{abc}	81.98±2.95 ^{abcB}
	6	80.67±1.23 ^{abcC}	75.48±2.80 ^{cd}	77.33±1.68 ^{cc}	81.05±3.85 ^{bc}	81.84±1.60 ^{bcB}
a	1	-0.64±0.10 ^{cdC}	-0.59±0.05 ^{bcd}	-0.44±0.32 ^{abB}	-0.69±0.12 ^{dc}	-0.76±0.05 ^d
	2	-0.45±0.22 ^{cb}	-0.25±0.28 ^{bb}	-0.42±0.31 ^{cb}	-0.47±0.11 ^{cb}	-0.66±0.05 ^{cd}
	3	-0.73±0.35 ^c	0.01±0.28 ^{ba}	0.01±0.23 ^{ba}	-0.65±0.20 ^c	-0.60±0.04 ^{cb}
	4	-0.54±0.19 ^{cb}	-0.22±0.31 ^{bb}	0.01±0.15 ^{aA}	-0.50±0.12 ^{cb}	-0.60±0.06 ^{cb}
	5	-0.18±0.19 ^{abA}	-0.40±0.31 ^{cc}	0.02±0.34 ^{aA}	-0.16±0.54 ^{abA}	-0.61±0.09 ^{cb}
	6	-0.17±0.21 ^{abcA}	-0.06±0.31 ^{abA}	-0.11±0.39 ^{abcA}	-0.44±0.13 ^{deB}	-0.50±0.06 ^a
b	1	6.22±0.71 ^{cdB}	6.28±0.61 ^{cdD}	5.87±0.18 ^{cd}	6.40±0.64 ^{bcC}	6.01±0.27 ^{deA}
	2	6.00±0.99 ^{db}	6.61±0.72 ^{cd}	7.03±0.64 ^{bcB}	7.30±1.77 ^{baB}	5.46±0.48 ^B
	3	7.63±2.93 ^{abA}	7.27±1.25 ^{abcBE}	6.84±1.13 ^{bcdBC}	7.71±2.07 ^{aA}	5.53±0.21 ^B
	4	6.69±0.55 ^{cdB}	7.80±0.72 ^{ab}	6.46±0.79 ^{dc}	6.70±0.49 ^{cdBC}	5.65±0.48 ^B
	5	6.57±0.40 ^{cdB}	10.71±2.23 ^{aA}	8.25±1.49 ^{ba}	6.54±0.85 ^{cdC}	5.96±0.76 ^{deA}
	6	6.36±0.53 ^{dB}	10.89±2.16 ^{aA}	6.62±0.76 ^{dbc}	6.50±0.54 ^{dc}	6.00±0.83 ^{dA}

¹⁾Con; control, As; 2% ascorbic acid, Ca; 2% calcium chloride, Ct; 2% citric acid, Ca/Ct (2% calcium chloride:2% citric acid, 1:1).

^{2)ab}Means followed by the same letters within the row of each kimchi cabbages are not significantly different (p<0.05); ^{ABC} means followed by the same letters within the column per parameter are not significantly different (p<0.05).

과채류 중 chlorophyll의 손실 정도와 관계가 있는 green color(21)를 나타내는 a(-)값의 경우 모든 처리구에서 증가하는 경향을 보였으며, As구에서 증가율이 가장 컸고(1주차 대비 0.53증가), Ca/Ct구에서 증가율이 가장 낮았다. 이때 신선편이 과일과 채소류에서는 갈변이 진행됨에 따라 절단표면의 a값이 증가하는 것으로 알려져 있다(20). Yellow color의 변화를 나타내는 b(+)값의 경우 모든 처리구에서 증가하는 결과를 보였으며, As구는 다른 처리구에 비하여 높은 증가율을 보였고, Ca/Ct구에서 증가율이 가장 낮았다. 위 결과를 미루어 보아 Ca/Ct구가 색차변화가 가장 적었음을 알 수 있었다. 또한 육안으로 관찰하였을 때도 Ca/Ct구에서는 4주차 까지 배추 본래의 색상을 가장 선명히 유지하는 결과를 나타내었다(Fig. 2).

관능검사

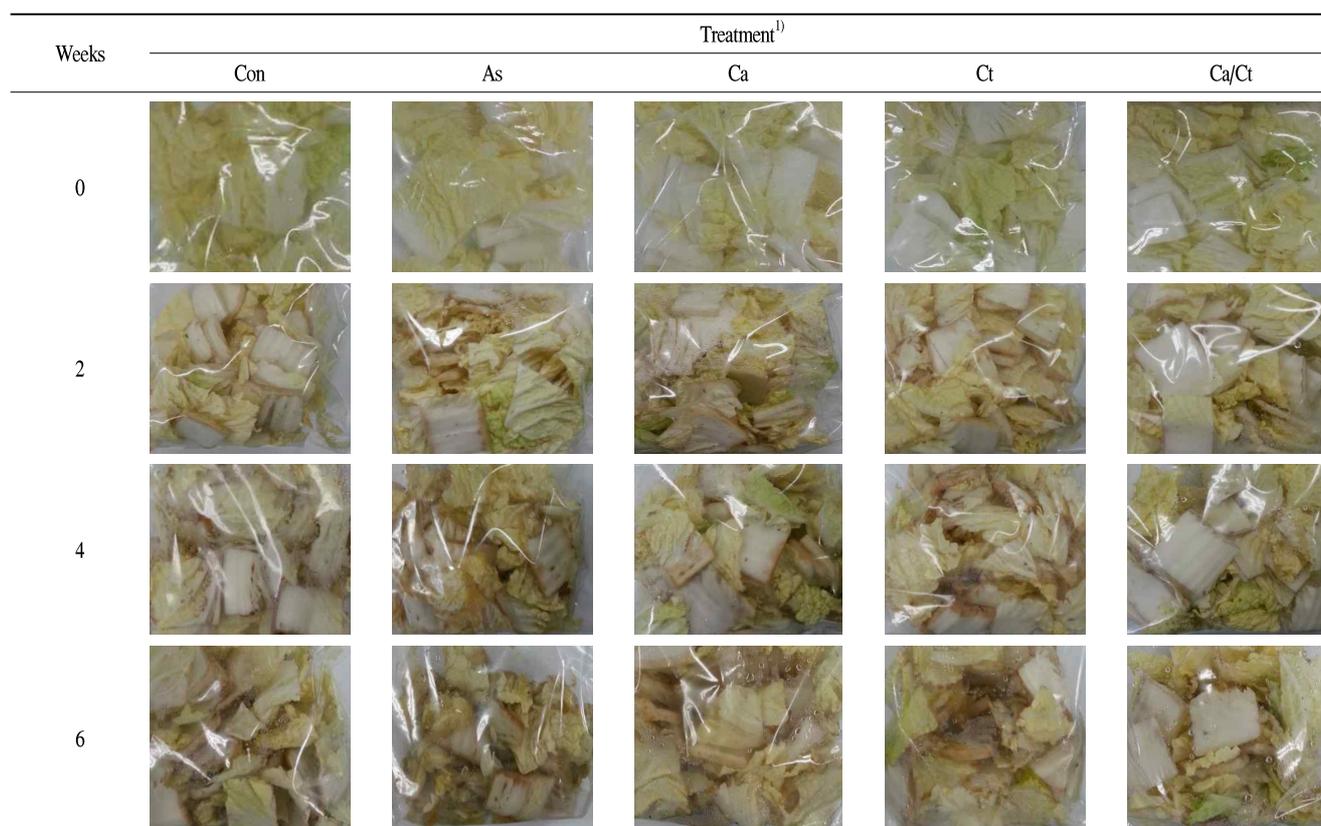
절단배추의 저장 중 외관, 색도, 이취에 대하여 5점 척도로 측정된 결과는 Table 4와 같다. 저장 1주차까지는 처리구 별로 유의적인 차이를 보이지 않았으나, 2주차 이후 차이를 보이기 시작하였다. 초기에 비해 외관상 가장 큰 상태 변화를 보였던 ascorbic acid 처리구(As)의 경우 4주차 이후 배추가 물러지고, 5주차에서는 부패가 진행되어 대부분의 항목에서 가장 낮은 점수를 얻었다. Ca구, Ct구는 대조구에 비해 높은 점수를 얻었으며, Ca/Ct구의 경우 5주차까지도 초기와 비슷한 정도의 신선도를 나타내었다. 즉, calcium chloride와 citric acid의 병용 처리가 다른 처리구에 비하여 저장성이 우수하다고 판단된다.

Table 4. Changes in the sensory evaluation scores of cut kimchi cabbage with preservative dips during short-term storage at 5°C

Property ¹⁾	Storage period (weeks)						
	1	2	3	4	5	6	
Appearance	Con	5.0±0.00 ^{2aA}	4.2±0.00 ^{abB}	3.4±0.45 ^{bcC}	2.8±0.55 ^{bcD}	1.8±0.40 ^{DE}	2.2±0.40 ^{bdE}
	As	4.3±0.45 ^{baA}	3.8±0.45 ^{ba}	2.8±0.00 ^{cb}	1.6±0.55 ^{cc}	1.0±0.00 ^{cd}	1.0±0.00 ^{cd}
	Ca	5.0±0.00 ^{aA}	4.2±0.84 ^{abB}	4.0±0.00 ^{abB}	3.0±0.00 ^{bc}	2.0±0.00 ^{cd}	2.0±0.00 ^{bd}
	Ct	5.0±0.00 ^{aA}	4.4±0.45 ^{abB}	3.8±0.55 ^{bcC}	3.0±0.00 ^{bd}	2.6±0.49 ^{dDE}	2.4±0.49 ^{bdE}
	Ca/Ct	5.0±0.00 ^{aA}	4.8±0.45 ^{aA}	4.4±0.00 ^{aA}	4.4±0.00 ^{aA}	4.4±0.49 ^{aA}	3.0±0.00 ^{ab}
Color	Con	5.0±0.00 ^{aA}	4.0±0.55 ^{bcB}	3.2±0.45 ^{bcC}	2.6±0.45 ^{bcD}	2.0±0.00 ^{DE}	2.4±0.49 ^{bdE}
	As	5.0±0.00 ^{aA}	3.8±0.55 ^{bcB}	3.2±0.00 ^{bcC}	1.2±0.45 ^{cd}	1.0±0.00 ^{cd}	1.0±0.00 ^{cd}
	Ca	5.0±0.00 ^{aA}	3.8±0.55 ^{bcB}	4.0±0.00 ^{ab}	3.0±0.00 ^{bc}	2.2±0.40 ^{cd}	2.2±0.40 ^{bd}
	Ct	5.0±0.00 ^{aA}	4.2±0.55 ^{abB}	3.4±0.45 ^{bcC}	3.0±0.45 ^{bcD}	2.6±0.49 ^{cd}	2.8±0.40 ^{abd}
	Ca/Ct	5.0±0.00 ^{aA}	4.8±0.00 ^{aA}	4.0±0.55 ^{ab}	4.0±0.55 ^{ab}	4.0±0.00 ^{ab}	3.0±0.00 ^{aC}
Flavor	Con	5.0±0.00 ^{aA}	4.4±0.84 ^{ab}	2.8±0.89 ^{bc}	2.2±0.45 ^{cd}	1.4±0.49 ^{de}	2.0±0.00 ^{bd}
	As	5.0±0.00 ^{aA}	3.6±0.45 ^{bb}	3.0±0.45 ^{bc}	1.2±0.55 ^{cd}	1.0±0.00 ^{cd}	1.0±0.00 ^{cd}
	Ca	5.0±0.00 ^{aA}	4.6±0.84 ^{ab}	4.0±0.00 ^{abC}	3.0±0.00 ^{cd}	2.2±0.40 ^{de}	2.0±0.00 ^{bdE}
	Ct	5.0±0.00 ^{aA}	4.6±0.55 ^{aa}	3.8±0.45 ^{bcB}	3.8±0.00 ^{bb}	2.6±0.49 ^{bc}	2.2±0.40 ^{bc}
	Ca/Ct	5.0±0.00 ^{aA}	5.0±0.45 ^{aA}	4.6±0.55 ^{aA}	4.6±0.55 ^{aA}	4.0±0.00 ^{ab}	3.0±0.00 ^{aC}

¹⁾Con; control, As; 2% ascorbic acid, Ca; 2% calcium chloride, Ct; 2% citric acid, Ca/Ct (2% calcium chloride:2% citric acid, 1:1).

^{2)ab}Means followed by the same letters within the row of each kimchi cabbages are not significantly different ($p<0.05$); ^{ABC}means followed by the same letters within the column per parameter are not significantly different ($p<0.05$).

**Fig. 2. Changes in the color of cut kimchi cabbages with preservative dips during short-term storage at 5°C.**

¹⁾Con; control, As; 2% ascorbic acid, Ca; 2% calcium chloride, Ct; 2% citric acid, Ca/Ct (2% calcium chloride:2% citric acid, 1:1).

요 약

배추의 신선편이 제품화를 위하여 Ca^{2+} 용액을 처리하여 소포장 단기 저장 특성을 조사하였다. 배추를 절단(3×3 cm) 하여 2% calcium chloride(Ca), ascorbic acid(As), citric acid(Ct), 2% calcium chloride와 2% citric acid 용액(Ca/Ct)에 침지하여 LDPE 백(18×20 cm)에 넣어 5°C에서 6주간 저장하였다. 중량은 0.13~0.72% 감소하였으며, Ca/Ct구의 감소율이 가장 낮았다. 가용성 고형분 함량은 18.85~35.00% 감소하였으며, Ca/Ct구의 감소율이 가장 낮았다. 적정산도는 모든 처리구에서 감소하는 결과를 보였다. Hunter 색차계에 의한 L값은 감소하였으며, a값과 b값은 증가하였다. 관능검사 결과는 Ca/Ct구의 기호도가 가장 높았다. Ca^{2+} 과 citric acid 처리에 의하여 절단배추의 단기저장 시 선도가 연장되는 효과를 얻을 수 있었다.

감사의 글

본 연구는 농림축산식품부 첨단생산기술개발사업에 의해 이루어진 것임.

References

- Jung JI, Hong EY, Kim MK, Jung JW, OH JY, Kwon MS, Lee KP, Kim GH (2009) Changes in total glucosinolates levels and physico-chemical properties of kimchi using korean chinese cabbage of harvest time according to various storage conditions. *Korean J Food Preserv*, 16, 612-617
- Fenwick GR, Mullin WJ (1983) Glucosinolates and their breakdown products in food and food plants. *Food Sci Nutr*, 18, 123-201
- Ministry of Agriculture and Forestry (MAF) (2012), Statistics of vegetables production amount, MAF (<http://www.mifaff.go.kr>)
- Kim BS, Klieber A (1997) Quality maintenance of minimally processed chinese cabbage with low temperature and citric acid dip. *J Sci Food Agric*, 75, 31-36
- Kim GH, Kang JK, Park HW (2000) Quality maintenance of minimally processed chinese cabbage for kimchi preparation. *J Korean Soc Food Sci*, 29, 218-223
- Yang YJ, Pek UH (1996) Effect of CA storage on postharvest quality and color changes of chinese cabbage grown in spring. *J Korean Soc Hort Sci*, 37, 662-665
- Choi KC, Kim MY, Chung SK (1995), Quality changes and shelf-life of cut cabbage kimchi under various storage temperatures and packing materials. *Korean J Post-Harvest Sci Technol*, 2, 277-284
- Ahvenainen R (1996) New approaches in improving the shelf life of minimally processed fruit and vegetables. *Trends Food Sci Technol*, 7, 179-186
- Kim BS (1996) Fresh-cut products (minimal processing). *Postharvest Hort*, 3, 46-47
- Jeong CS, Park JN, Kyoung JH (2006) Effect of high CO_2 short-term treatment on the respiration characteristics and quality of brocoli. *Korean J Hortsci Technol*, 24, 447-451
- Lee SW (1987) A review on kimchi history. *Korean J Food Nutr*, 8, 17-19
- Huxoll CC, Bolin H R, King Jr AD (1989) Physiological changes and treatment for lightly processed fruit and vegetables. In: *Quality Factors of Fruits and Vegetables, Chemistry and Technology*, ACS Symp. Series 405, ed Jen J J. American Chemical Soc, Washington DC, USA, p 203-215
- Poovaiah, BW (1985) Role of calcium and calmodulin in plant growth and development. *Hortsci*, 20, 347-351
- Park SW (1999) Effects of calcium on cell wall metabolism and ripening of horticultural products. *J Korean Soc Hort Sci*, 17, 377-380
- Park WP, Kim CH, Cho SH (2006) Quality characteristics of cherry tomato and unshiu orange packed with box incorporated with antimicrobial agents. *Korean J Food Preserv*, 13, 273-278
- Jorg A, Monica F, Renato A (1992) Changes in sugars, acids, and amino acids during ripening and storage of apples(cv. Glockenapfel). *J Agric Food Chem*, 40, 1131-1134
- Han ES, Seok MS, Park JH (1998) Quality changes of salted baechu with packaging methods during long term storage. *Korean J Food Sci Technol*, 30, 1307-1311
- Gil MI, Gomy JR, Kader AA (1998) Responses of 'Fuji' apple slices to ascorbic acid treatments and low-oxygen atmospheres. *Hortsci*, 33, 205-209
- Mondy Ji, Munshi CB (1993) Effect of maturity and storage on ascorbic acid and tyrosine concentrations and enzymatic discoloration of potatoes. *J Agric Food Chem*, 41, 1868-1871
- Monsalve-gonzalez A, Barbosa-Canovas GV, Cavalieri RP, Mcevely AJ, Iyengar R (1993) Control of browning during storage of apple slices preserved by combined methods. 4-hexylresorcinol as anti-browning agent. *J Food Sci*, 58, 797-800
- Wang SS, Haard NF, Dimarco GR (1971) Chlorophyll degradation during controlled-atmosphere storage of asparagus. *J Food Sci*, 36, 657