

배추 피클에서의 염과 당의 침투속도 및 저장 중 발생하는 관능변화에 대한 연구

김희진 · 백무열 · 김병용*
경희대학교 식품생명공학과

Permeation Rate of Salt and Sugar into Cabbage Pickles and Sensory Changes During Storage

Hee-Jin Kim, Moo-Yeol Baik, and Byung-Yong Kim*

Department of Food Science and Biotechnology, Kyung Hee University

Abstract

The rate of salt and sugar into pickled cabbages was determined, and physicochemical characteristics, such as sensory, texture, and pH, of vinegar pickled cabbages during storage were examined at different storage temperatures and vinegar concentrations. The rate of salt and sugar penetration was faster in smaller size and on leaves rather than the stem of cabbage. Also, higher salt and sugar concentration and higher storage temperatures led to increase in salt and sugar permeation rate. As a result of sensory test, lower storage temperature is the most suitable, and 6% vinegar concentration was the mostly appropriate. Hardness and cohesiveness were decreased significantly at the initial 1st week storage time, but storage temperature did not show any significant effect. Addition of vinegar contents enhanced the hardness, but decreased cohesiveness. The pH was lowered with increasing vinegar content, indicated most significant factor on pickled cabbage. In general, salt and sugar contents rather than storage temperature have greater influence on permeation rate, and especially, addition of vinegar affects the texture of pickled cabbage.

Key words: vinegar pickled cabbage, penetration rate, storage temperature, texture, vinegar concentration

서 론

배추는 우리나라에서 가장 많이 소비되는 야채로서 전통 발효식품인 김치로 대부분 이용되고 있다. 그러나 김치는 뛰어난 영양과 기능적인 면에서 뛰어난 식품이지만, 자극적이고 매운 맛으로 인해 세계화에 많은 어려움을 겪고 있다(Jung et al., 2012). 근래에 와서는 배추의 부패를 억제하며 장기간 저장과 유통에 유리한 자극적이지 않은 절임 배추에 관심이 높아지고 있다(Kim et al., 2015). 따라서 점차 서구화되어가는 우리나라 라이프스타일에 맞추어 김치가 아닌 배추 피클과 같은 새로운 식품소재에 대한 연구가 필요한 실정이다.

피클(pickle)은 야채를 소금물에 절여 젖산발효를 일으키

거나, 설탕과 식초 및 향신료에 절여 독특한 맛을 내며 오랜 보존이 가능한 식품이다(Woo et al., 2005). 현재 오이(Jeong et al., 2009), 고추(Lee et al., 2008) 뿐만 아니라 인삼이나 도라지 및 더덕(Kim et al., 2008), 차잎(Park et al., 2014), 야콘(Shim & Choi, 2012) 등을 이용한 피클제조에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다. 피클은 발효과정에서 호기성 박테리아에 의해 미량의 산을 생성하고, 젖산 발효균에 의한 CO₂가 혐기성 조건을 만들어 생성하는 유기산과 피클의 제조 중 첨가한 식초에 의해 피클 특유의 신 맛을 내는 식품이다(Lee & Kim, 2000). 그러나 피클이 장기간 숙성되면 야채의 조직이 연해지고, 맛의 변화가 생겨 품질이 저하되는 문제점을 가지고 있어 제조의 최적화와 더불어 저장중의 변화를 연구할 필요가 있다.

따라서 본 연구에서는 저장기간 중 변화하는 배추 피클의 물성적, 관능적 성질을 확인하고 절임 중 배추로 침투하는 염과 당의 침투를 관찰하여 그 물성학적인 결과를 제시하고자 한다.

*Corresponding author: Byung-Yong Kim, Department of Food Science and Biotechnology, Kyung Hee University, Yongin, Gyeonggi 17104, Korea

Tel: 82-31-201-2627; Fax: 82-31-202-0540

E-mail: bykim@khu.ac.kr

Received August 16, 2018; revised October 12, 2018; accepted November 13, 2018

재료 및 방법

실험재료

배추(*Brassica campestris* ssp. *Pekinensis*)는 해남군(Jeollanam-do, Korea)에서 약 3-4 kg의 배추를 구입하였으며 구입 후 배추는 5°C의 냉장고에 저장하였다. 소금(Shinan, Korea)과 설탕 및 식초(Beksul, Korea)는 시중에서 구입하였다.

소금과 설탕을 이용한 pickling 방법

흐르는 물에 3번 세척 후 실온에 보관한 배추를 3x3과 5x5 cm의 크기로 잎과 줄기로 나누었다. 여러 소금농도(2-8%), 설탕농도(5-20°Bx), 식초농도(0-9%)의 범위를 pickling 공정에 이용하였다. Pickling한 각각의 배추는 배추와 물의 1:8(w/w) 비율로 섞어 여러 저장온도(5, 10, 25°C)에 저장하였다.

소금, 설탕 및 식초함량의 측정

절임액에 침지된 배추를 세척하고 물기를 제거한 후, 배추를 증류수와 함께 1:3 비율로 희석하여 blender로 1분간 마쇄 후, 2 mL의 시료를 채취하여 염도계(Pocket Refractometer PAL-03S, Atago, Tokyo, Japan)와 당도계(Pocket Refractometer PAL-01, Atago, Tokyo, Japan)를 사용하여 염도와 당도를 3회 반복 측정하였다. 염과 당의 침투속도는 절임 시작 후 12시간 동안 증가한 염도와 당도를 이용하여 다음과 같은 식의 추세선 함수의 기울기를 통하여 결정하였다.

$$C = a \cdot \ln T + C_0$$

여기서, C = 배추의 염(%)나 설탕농도(°brix), a = 배추로 염이나 설탕의 침투속도(%/h, °brix/h), T = 온도(°C), t = 시간(h), C₀ = 시간 t=0에서 배추의 염과 설탕의 pseudo 농도(% , °brix)

배추 피클의 저장을 위한 절임방법

배추 피클에 사용되는 식초 절임액은 Kim et al. (2015)의 식초절임 배추의 최적배합비의 연구에서 제시된 배합비를 이용하여 제조하였다(식초 8.94%, 소금 1.88%, 설탕 18.18%). 배추와 절임액의 비율은 1:8(w/w)로 제조하여 세가지의 다른 온도(5, 15, 25°C)에서 저장하였다. 또한, 일정 소금과 설탕의 농도에서 식초의 농도에 따른(0, 3, 6, 9%, v/v) 관능검사와 물성 및 pH의 변화를 5°C에서 1주일 간격으로 관찰하였다. pH의 경우, 세척한 배추를 증류수로 10배 희석하여 blender로 1분간 마쇄한 배추의 여액을 pH meter (Orion 710+, Thermo Electron Co., Marietta, GA, USA)를 사용하여 일주일 간격으로 pH를 3회 반복하여 측정하였다.

관능검사 및 기계적 조직감 분석

관능검사는 관능교육을 받은 경희대학교 대학원생 중 선정된 20명을 대상으로 실시하였으며, 배추 피클의 풍미(flavor), 맛(taste), 식감(texture), 전반적인 선호도(overall preference)의 4가지의 특성에 대하여 9점 검사법을 이용하여 1점(매우 좋지 않다)에서 9점(매우 좋다)까지의 기호도 점수를 부여하도록 하였다.

배추의 물성측정을 위해 줄기의 두께가 6-7 mm인 배추를 선별하였고, Rheometer (CR-200D&CR-150, Sun Scientific Co., Tokyo, Japan)를 사용하여 Texture profile analysis (TPA)를 진행하였다. 측정 조건은 300 mm/min의 crosshead speed와 300 mm/min의 chart speed으로 하여 경도(hardness)와 응집성(cohesiveness)을 측정하였다. 모든 시료에 대해 5번 반복 측정하였다.

통계처리

각 실험에서 얻은 결과값의 통계처리는 SPSS (Statistical Package for Social Science, ver. 22, SPSS Inc., Chicago, IL, USA) 통계 프로그램을 사용하여 분산분석(AVOVA)를 실시하였으며, Duncan's multiple range test로 5% 유의수준에서 각 시료간의 차이를 검정하였다.

결과 및 고찰

절임액의 농도 및 저장 온도에 따른 절임액의 침투율

일반적으로 사용하는 저장온도(25°C)에서 절임액의 농도, 부위, 크기가 다른 배추의 염도와 당도의 변화를 측정할 결과, 시간에 따라 염도와 당도의 증가량이 감소하고 점차 평형을 이루는 로그함수의 형태에 따라 변화하였다. 이에 따라 로그함수의 추세선을 통해 배추로 침투하는 염과 당의 침투속도 구하였고 Table 1에 나타내었다. 3x3 cm로 자른 줄기의 경우 절임액의 농도에 따라 0.27-1.43 %/h이었고 잎의 경우는 0.49-1.44 °Brix/h를 나타내었으며, 5x5 cm로 자른 줄기의 경우 0.46-0.92 %/h, 잎의 경우는 0.19-1.34 °Brix/h를 나타내었다(Table 1A). 따라서 잎이나 줄기 모두 염의 농도가 높을수록 더 빠른 침투속도를 보여주었으며, 배추 잎과 같이 얇은 조직에서는 두터운 줄기보다 더 빠르게 침투하였다. 큰 줄기의 경우에는 초기 염의 농도가 낮은 경우에는 작은 줄기보다 높은 침투력을 보였으나 염의 농도가 커질수록 더 낮은 염 침투력을 보였다.

당의 침투속도도 염과 유사한 경향을 보였으나 염의 경우보다 좀 더 낮은 침투속도를 보여주었다(Table 1B). 이는 설탕에 비해 작은 분자량의 소금이 조직 안으로 침투가 더 용이하기 때문으로 사료된다. 본 연구는 배추에서 일어나는 침투는 침입하는 입자의 농도가 높을수록, 침투되는 거리가 작을수록 입자의 확산속도가 빨라진다는 일반적인 확산이론(Crank, 1979)에 따랐으며, 배추 절임액의

Table 1. Salt (A) and sugar (B) penetration rate into stems and leaves of cabbage cut into 3x3, and 5x5 cm during storage in different concentrations of solutions at 25°C

(A)					
Sample	Conc. (%)	3×3 cm		5×5 cm	
		Penetration rate (%/h)	R ²	Penetration rate (%/h)	R ²
Stem	2	0.27±0.00 ^d	0.68	0.46±0.04 ^c	0.79
	4	0.47±0.00 ^c	0.92	0.67±0.06 ^b	0.95
	6	0.80±0.06 ^b	0.98	0.72±0.04 ^b	0.93
	8	1.43±0.15 ^a	0.99	0.92±0.04 ^a	0.98
Leaf	2	0.49±0.00 ^c	0.84	0.19±0.09 ^c	0.49
	4	1.02±0.10 ^b	0.99	0.87±0.08 ^b	0.96
	6	1.31±0.26 ^{ab}	0.95	1.02±0.10 ^b	0.93
	8	1.44±0.01 ^a	0.97	1.34±0.03 ^a	0.96

(B)					
Sample	Conc. (°Bx)	3×3 cm		5×5 cm	
		Penetration rate (°Bx/h)	R ²	Penetration rate (°Bx/h)	R ²
Stem	5	0.18±0.08 ^c	0.68	0.09±0.13 ^b	0.77
	10	0.50±0.19 ^b	0.89	0.07±0.02 ^b	0.66
	15	0.75±0.01 ^b	0.93	0.29±0.08 ^b	0.87
	20	1.17±0.05 ^a	0.97	0.77±0.08 ^a	0.99
Leaf	5	0.55±0.00 ^c	0.77	0.24±0.06 ^c	0.77
	10	0.70±0.09 ^c	0.90	0.38±0.13 ^c	0.86
	15	1.39±0.00 ^b	0.97	0.95±0.12 ^b	0.99
	20	1.63±0.18 ^a	0.99	1.52±0.08 ^a	0.99

^{a-c} Value with the different superscript within a column are significantly different ($p < 0.05$)

농도가 증가함에 따라 조직 내부로 침투하는 염의 양이 증가하고, 절임시간이 증가하면서 염의 침투속도가 점차 완만해진다는 연구(Kim et al., 1987)와 유사한 결과를 나타내었다.

일정 농도의 절임액에서 절인 배추를 여러 온도(5, 10, 25°C)에서 저장한 배추로 침투하는 염과 당의 속도를 측정하였다(Table 2). 5-25°C에서의 염 침투속도는 3×3 cm로 자른 줄기와 잎에서 각각 1.26-1.43 %/h와 1.43-1.44 %/h이고, 5×5 cm로 자른 줄기와 잎에서 0.74-0.92 %/h와 1.29-1.34 %/h로 모든 크기의 줄기와 잎에서는 5°C와 10°C에서는 유의적인 차이를 보이지 않았으며, 25°C 사이에서 염의 침투속도는 줄기에서 유의적인 차이가 보였다(Table 2A). 당의 침투속도는 3×3 cm로 자른 줄기와 잎에서 0.81-1.17 °Brix/h와 1.43-1.63 °Brix/h이고, 5×5 cm로 자른 줄기와 잎에서 0.57-0.77 °Brix/h와 1.34-1.51 °Brix/h으로 잎은 염과 마찬가지로 저장온도에 따라 침투속도의 유의적인 차이를 보이지 않았고, 줄기의 경우에 두 냉장온도와 25°C 사이의 침투속도의 유의적인 차이를 보였다(Table 2B). 따라서 저장온도가 침투속도에 끼치는 영향은 잎보다 줄기에서 더 큰 것을 보였다. 8-25°C 사이의 절임 온도에서 염의 침투 속도에는 유의적인 차이가 없다는 보고가 있으나(Lee et al., 2009), 4-12°C에서는 배추줄기로의 염의 침투 속도가

큰 차이를 보이지 않았지만, 25°C에서는 큰 차이를 보였다는 연구결과도 있다(Kim et al., 1988).

배추 피클의 저장 온도 및 절임 식초에 의한 관능변화

초절임 식품의 저장 시 당류, 아미노산, 비타민 등의 성분이 변화하거나 펙틴 분해효소로 인해 세포벽 붕괴 같은 조직변화가 일어나 품질변화를 일으킨다(Oh et al., 1990). 3×3 cm로 자른 배추 피클의 줄기와 잎의 풍미와 맛, 식감과 전반적인 선호도를 실시하였고 그 결과를 Table 3에 나타내었다. 일반적으로, 저장온도가 높을수록 관능적으로 낮은 결과를 보였으며, 배추 줄기의 경우 저장 2주차에서 높은 풍미, 맛, 기호도를 보였으나, 잎에서는 대부분 모든 관능적인 결과가 저장기간에 따라 감소하였다. 저장 3주차 이후부터는 저장온도나 부분에 상관없이 계속적으로 관능적인 결과가 감소됨을 보여주었다(Table 3A).

배추 피클은 저장기간 및 저장온도가 증가할수록, 기호도가 감소하는 경향을 보였다(Table 3B). 저장온도가 5°C에 경우에는 저장기간에 따라 기호도에 유의적인 차이를 보이지 않았으나 25°C의 저장온도에서는 기호도는 초기부터 급격한 감소를 보여주었다. 이는 저장시간이 길어짐에 따라 이취와 이미가 발생하며, 조직연화와 같은 품질변화의 결과로 보여지며, 저장온도에 따른 차이는 배추 조직

Table 2. Salt (A) and sugar (B) penetration rate into stems and leaves of during storage in 8% salt and 20 brix sugar solutions at different storage temperatures

(A)					
Sample	Temp. (°C)	3×3 cm		5×5 cm	
		Penetration rate (%/h)	R ²	Penetration rate (%/h)	R ²
Stem	5	1.26±0.09 ^b	0.97	0.74±0.10 ^b	0.96
	10	1.28±0.08 ^b	0.99	0.74±0.04 ^b	0.88
	25	1.43±0.15 ^a	0.99	0.92±0.04 ^a	0.98
Leaf	5	1.43±0.16 ^a	0.97	1.29±0.04 ^a	0.99
	10	1.40±0.07 ^a	0.98	1.33±0.07 ^a	0.97
	25	1.44±0.01 ^a	0.97	1.34±0.03 ^a	0.96

(B)					
Sample	Temp. (°C)	3×3 cm		5×5 cm	
		Penetration rate (°Bx/h)	R ²	Penetration rate (°Bx/h)	R ²
Stem	5	0.81±0.15 ^b	0.99	0.57±0.04 ^b	0.97
	10	0.90±0.13 ^b	0.97	0.63±0.10 ^{ab}	0.97
	25	1.17±0.07 ^a	0.97	0.77±0.09 ^a	0.99
Leaf	5	1.43±0.14 ^a	0.98	1.34±0.25 ^a	0.98
	10	1.49±0.19 ^a	0.96	1.42±0.08 ^a	0.98
	25	1.63±0.22 ^a	0.99	1.51±0.09 ^a	0.99

^{a-b} Value with the superscript within a column are not significantly different ($p < 0.05$)

Table 3. Results of sensory test of vinegared stems and leaves of cabbage at different temperatures (A) and vinegar contents (B) during storage

(A)						
	Temp (°C)	Time (wk)				
		1	2	3	4	
Flavor	Stem	5	4.65±1.93 ^{ab}	5.35±1.64 ^{Aa}	4.95±1.67 ^{Aab}	4.00±1.53 ^b
		15	4.95±1.47 ^{Aa}	4.70±1.35 ^{Aa}	4.75±1.72 ^{Aa}	4.05±1.40 ^a
		25	4.65±1.76 ^{Aa}	4.85±1.54 ^{Aa}	3.65±1.73 ^{Bb}	3.30±0.98 ^b
	Leaf	5	5.30±1.81 ^{Aa}	4.75±1.52 ^{Aa}	5.25±1.69 ^{Aa}	4.70±1.42 ^{Aa}
		15	5.55±1.44 ^{Aa}	4.70±1.81 ^{Aab}	4.25±1.21 ^{Ab}	4.25±1.41 ^{Ab}
		25	5.30±1.50 ^{Aa}	4.45±1.71 ^{Aa}	3.05±1.51 ^{Bb}	2.55±1.40 ^{Bb}
Taste	Stem	5	4.50±2.14 ^{Aa}	5.30±1.72 ^{Aa}	5.25±1.62 ^{Aa}	4.35±1.47 ^{Aa}
		15	4.80±1.58 ^{Aa}	4.85±1.57 ^{Aa}	4.75±1.62 ^{Aa}	4.45±1.64 ^{Aa}
		25	4.95±1.91 ^{Aa}	4.90±1.52 ^{Aa}	3.55±1.61 ^{Bb}	3.25±2.00 ^{Bb}
	Leaf	5	5.30±2.06 ^{Aa}	5.10±1.89 ^{Aa}	5.30±1.93 ^{Aa}	4.95±1.71 ^{Aa}
		15	5.70±1.46 ^{Aa}	4.35±1.70 ^{Aa}	4.25±1.87 ^{ABb}	4.15±1.35 ^{ABb}
		25	5.25±1.69 ^{Aa}	4.25±1.49 ^{Aab}	3.30±1.79 ^{Bb}	3.20±2.15 ^{Bb}
Crispy	Stem	5	6.30±1.81 ^{Aa}	5.30±1.63 ^{Aa}	6.25±1.41 ^{Aa}	5.20±1.58 ^{Aa}
		15	5.90±1.78 ^{Aa}	5.80±1.44 ^{Aab}	5.15±1.82 ^{Bab}	4.70±1.87 ^{Ab}
		25	6.10±2.03 ^{Aa}	5.65±1.57 ^{Aa}	4.35±1.79 ^{Bb}	3.40±1.91 ^{Bb}
	Leaf	5	5.95±1.77 ^{Aa}	5.80±1.40 ^{Aa}	5.55±1.36 ^{Aa}	5.15±1.93 ^{Aa}
		15	5.70±1.46 ^{Aa}	4.90±1.66 ^{Aa}	4.80±1.71 ^{ABa}	4.80±1.86 ^{ABa}
		25	5.85±1.82 ^{Aa}	5.15±1.67 ^{Aa}	3.85±2.14 ^{Bb}	3.65±1.67 ^{Bb}
Overall preference	Stem	5	5.15±2.01 ^{Aa}	5.85±1.50 ^{Aa}	5.30±1.50 ^{Aa}	4.70±1.76 ^{Aa}
		15	5.05±1.74 ^{Aa}	5.60±1.61 ^{Aa}	4.85±1.14 ^{Aa}	4.65±1.76 ^{Aa}
		25	5.05±1.94 ^{Aa}	5.30±1.81 ^{Aa}	3.55±1.28 ^{Bb}	3.35±1.67 ^{Bb}
	Leaf	5	5.30±1.98 ^{Aa}	5.55±1.51 ^{Aa}	5.65±1.31 ^{Aa}	5.25±1.49 ^{Aa}
		15	5.45±1.71 ^{Aa}	5.00±1.56 ^{Aa}	4.95±1.36 ^{Aa}	4.45±1.80 ^{Aa}
		25	5.40±1.85 ^{Aa}	4.70±1.76 ^{Aa}	3.25±1.56 ^{Bb}	2.80±1.44 ^{Bb}

^{a-c} Value with the different superscript within a same row are significantly different ($p < 0.05$).

^{A-C} Value with the different superscript within a same column are significantly different ($p < 0.05$).

Table 3. Results of sensory test of vinegared stems and leaves of cabbage at different temperatures (A) and vinegar contents (B) during storage (continued)

		(B)				
		Conc. (%)	Time (wk)			
			1	2	3	4
Flavor	Stem	0	3.95±1.50 ^{Ba}	3.30±1.63 ^{Ca}	3.25±1.71 ^{Ba}	3.50±1.79 ^{Ca}
		3	4.30±1.63 ^{Ba}	4.90±2.00 ^{Ba}	4.85±1.76 ^{Ba}	4.70±1.38 ^{Ba}
		6	5.55±1.47 ^{Aa}	6.25±1.94 ^{Aa}	5.25±1.92 ^{Aa}	5.85±1.90 ^{Aa}
		9	6.00±1.49 ^{Aa}	5.80±1.74 ^{ABa}	5.60±1.88 ^{Aa}	6.10±1.62 ^{Aa}
	Leaf	0	3.75±1.65 ^{Ca}	3.85±1.84 ^{Ba}	3.40±1.57 ^{Ba}	3.65±1.93 ^{Ba}
		3	5.15±1.42 ^{Ba}	5.20±1.94 ^{Aa}	4.60±2.16 ^{ABa}	4.10±1.55 ^{Ba}
		6	6.50±1.28 ^{Aa}	5.90±1.74 ^{Aa}	5.85±1.84 ^{Aa}	5.70±1.66 ^{Aa}
		9	6.65±1.42 ^{Aa}	5.75±1.86 ^{Aa}	5.25±2.22 ^{Aa}	5.20±1.64 ^{Aa}
Taste	Stem	0	3.60±1.39 ^{Ba}	3.30±1.84 ^{Ca}	2.95±1.54 ^{Ba}	3.45±1.93 ^{Ba}
		3	4.05±1.85 ^{Ba}	5.00±1.86 ^{Ba}	4.85±1.50 ^{Aa}	4.75±1.55 ^{Aa}
		6	5.45±1.93 ^{Aa}	6.35±2.13 ^{Aa}	5.50±2.09 ^{Aa}	5.80±2.07 ^{Aa}
		9	6.35±1.39 ^{Aa}	5.65±1.93 ^{ABa}	5.95±2.09 ^{Aa}	5.80±1.79 ^{Aa}
	Leaf	0	3.55±1.90 ^{Ca}	3.80±1.54 ^{Ba}	2.95±1.79 ^{Ba}	3.25±2.10 ^{Ba}
		3	4.95±1.61 ^{Ba}	5.05±2.19 ^{Aa}	4.45±2.39 ^{Aa}	3.95±1.43 ^{Ba}
		6	6.10±0.72 ^{Aa}	5.80±1.85 ^{Aa}	5.85±2.03 ^{Aa}	5.60±1.76 ^{Aa}
		9	6.15±0.93 ^{Aa}	5.50±2.12 ^{Aa}	5.20±2.28 ^{Aa}	5.25±1.48 ^{Aa}
Crispy	Stem	0	5.10±1.74 ^{Ba}	4.30±1.98 ^{Ba}	3.90±1.71 ^{Ba}	3.85±2.08 ^{Ba}
		3	5.35±1.79 ^{Ba}	6.15±1.69 ^{Aa}	5.65±1.42 ^{Aa}	5.00±2.05 ^{ABa}
		6	6.10±1.41 ^{ABa}	6.55±1.64 ^{Aa}	5.50±2.01 ^{Aa}	5.85±1.79 ^{Aa}
		9	7.05±1.10 ^{Aa}	6.65±2.01 ^{Aa}	6.10±2.10 ^{Aa}	6.20±1.61 ^{Aa}
	Leaf	0	5.15±1.98 ^{Ca}	5.15±1.50 ^{Aa}	4.25±1.65 ^{Ba}	4.20±2.35 ^{Ba}
		3	5.35±1.42 ^{BCa}	5.30±2.11 ^{Aa}	4.80±2.07 ^{ABa}	4.30±1.78 ^{Ba}
		6	6.15±1.09 ^{ABa}	5.80±1.74 ^{Aa}	5.65±2.08 ^{Aa}	5.75±1.62 ^{Aa}
		9	6.35±0.73 ^{Aa}	5.55±1.61 ^{Aa}	5.60±2.14 ^{Aa}	5.25±1.86 ^{Aa}
Overall preference	Stem	0	4.00±1.52 ^{Ba}	3.55±1.82 ^{Ba}	3.15±1.39 ^{Ba}	3.60±1.85 ^{Ba}
		3	4.60±1.35 ^{Ba}	5.15±2.01 ^{Aa}	5.10±1.41 ^{Aa}	5.00±1.38 ^{Aa}
		6	5.75±1.52 ^{Aa}	6.30±1.87 ^{Aa}	5.45±1.99 ^{Aa}	5.95±1.96 ^{Aa}
		9	6.50±1.28 ^{Aa}	6.15±1.76 ^{Aa}	6.15±1.76 ^{Aa}	6.10±1.65 ^{Aa}
	Leaf	0	3.90±1.86 ^{Ca}	4.40±1.60 ^{Ba}	3.45±1.85 ^{Ba}	3.70±1.95 ^{Ba}
		3	5.35±1.14 ^{BCa}	5.20±2.14 ^{ABa}	4.60±2.14 ^{ABab}	3.95±1.43 ^{Bb}
		6	6.15±1.09 ^{ABa}	5.85±1.79 ^{Aa}	5.85±1.93 ^{Aa}	5.90±1.74 ^{Aa}
		9	6.25±1.04 ^{Aa}	5.35±1.90 ^{ABa}	5.65±2.18 ^{Aa}	5.15±1.60 ^{Aa}

^{a-c} Value with the different superscript within a same row are significantly different ($p < 0.05$).

^{A-C} Value with the different superscript within a same column are significantly different ($p < 0.05$).

내부에 존재하는 여러 효소의 활성화에 영향을 주어 생기는 결과로 사료된다.

저장 중 식초 함량에 따른 배추 피클의 관능평가를 실시한 결과를 Table 3B에 나타내었다. 배추 줄기의 경우, 저장 1주차부터 4주차까지 모든 항목에서 9% 식초의 기호도가 가장 높았고, 잎의 경우에는 저장시간이 경과함에 따라 모든 항목에서 6% 식초의 결과가 가장 우수했다. 대체적으로 잎과 줄기의 기호도는 저장기간이 짧을수록 높았지만, 1주일 이후에는 저장시간에 따른 유의적인 차이를 보이지 않았으며, 제조 1주차부터 식초의 농도가 증가할수록 모든

항목의 기호도가 유의적으로 증가하는 것을 확인하였다. 방울토마토 피클에서는 최적 기호도는 식초의 최적 함량이 7.64%라고 보고된 바 있다(Koh et al., 2012). 식초 첨가량은 대조군의 경우, 모든 항목에서 가장 낮은 관능값을 나타내었다.

저장 중 절임배추의 조직감 및 pH 변화

배추 피클의 저장 중 저장온도에 따른 배추 줄기의 경도(hardness)와 응집성(cohesiveness)을 측정된 결과를 Fig. 1에 나타내었다. 모든 저장온도에서 저장한 초절임 배추의

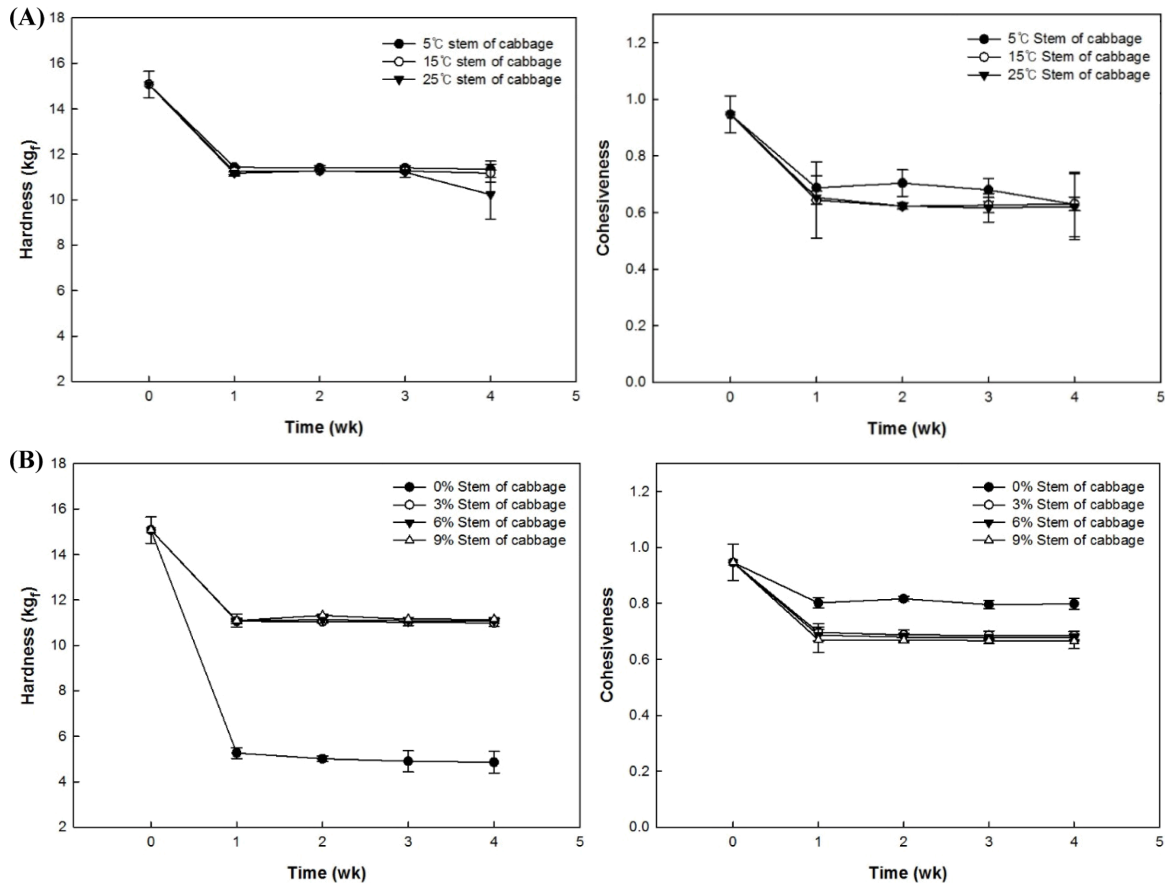


Fig. 1. Hardness and cohesiveness of vinegared stems of cabbage according to different temperature (A) and vinegar content (B) during storage.

경도는 초기 15.07 kg에서 1주까지 11.17-11.43 kg으로 급격히 감소하였으나 이후 4주까지 저장시간 및 저장온도에 따른 유의적인 차이를 보이지 않았다(Fig. 1A). 배추의 응집성 또한 1주차의 모든 저장온도에서 저장한 경우, 초기 0.95에서 1주차까지 0.64-0.69으로 급격히 감소하였지만 이후 4주차까지 시간 및 온도에 따른 유의적인 변화를 보이지 않았다. 즉, 배추 피클의 경도나 응집성은 절임 초기에 영향을 받았으나, 저장온도에는 영향을 받지 않았다. 이는 절임액의 삼투압에 의한 수분의 이동으로 인한 배추 조직의 파괴가 주원인으로 사료되며 수분이동은 온도에 크게 영향을 받지 않은 것으로 사료된다. 저장 중 경도가 초기 감소되는 경우는 오이피클(Kim & Yoo, 2015), 차 잎(Park et al., 2014), 오이고추(Jeong et al., 2009), 순무(Oh et al., 2003) 등에서도 같은 경향을 보였다.

저장 중 첨가한 식초의 농도에 따른 조직변화는 Fig. 1B에 나타내었다. 식초를 첨가하지 않고 저장한 배추의 경우 1주차에 경도가 15.07에서 5.26 kg로 급격히 떨어졌다. 식초를 3-9% 첨가한 배추의 경우 경도는 11.07-11.09 kg로 떨어졌으나 상호 유의 차는 없었다. 응집성의 경우 (Fig. 1B), 식초 무첨가의 경우 1주차에 0.802로 떨어졌

나 이후에는 변화가 없었다. 3-9% 식초첨가 시 1주차에 0.670-0.697로 더 떨어졌으며, 역시 이후에는 변화가 없었다. 따라서 첨가한 식초에 의해 식초를 첨가 시 경도는 증가하나 응집성이 무첨가보다 더 떨어지는 것을 확인할 수 있었다. 식초를 첨가한 경우, pectin을 분해하는 효소가 낮은 pH 조건하에서 활성이 감소하여 물성적인 특성에 차이가 생기는 것이라고 사료된다(Oh et al., 1990; Jeon et al., 1999).

5°C에서 저장 중 일정농도의 절임액에서(염 1.88%, 설탕 18.18%) 식초 농도에 따른 조절임 배추의 줄기와 잎의 pH의 변화를 Fig. 2에 나타내었다. 식초를 무첨가한 줄기의 경우, 초기 pH 5.39에서 최종 5.17로 pH의 감소가 거의 없었으나, 식초 3-9% 실험군에서는 1주까지 pH가 2.83-3.58으로 급격히 감소였고 그 이후에는 상호 유의적인 차이를 나타내지 않았다(Fig. 2A). 잎의 경우에도 초기 pH 5.77에서 저장 1주차까지 식초 농도에 따라 pH 2.74-3.15로 급격히 낮아지고 4주차에도 pH가 2.78-3.12로 유지되었다(Fig. 2B). 배추의 줄기와 잎 모두 절임액의 식초 농도가 증가할수록 pH가 감소하는 경향을 보였고, 1주차까지 급격히 감소하다가 이후 평형을 이루는 것을 확인할 수 있었다. 절

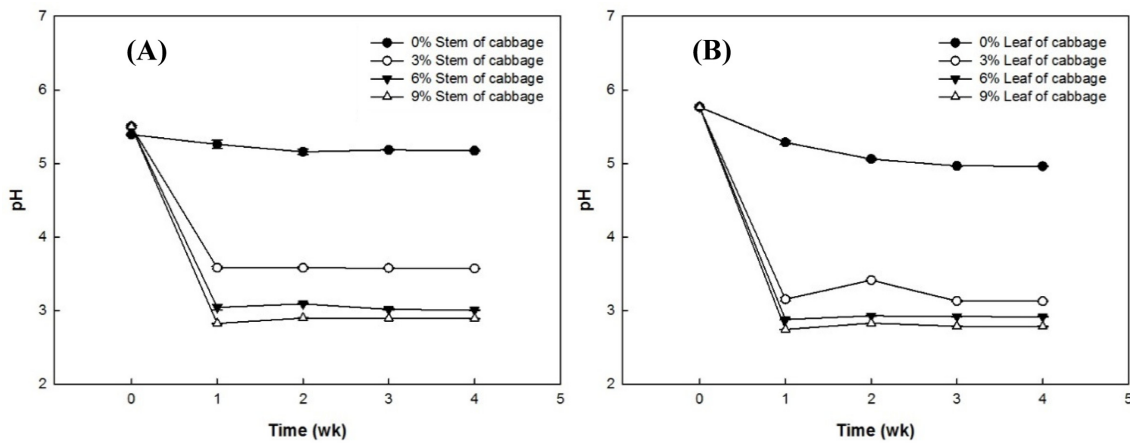


Fig. 2. Change in pH of stems (A) and leaves (B) of cabbage according to vinegar content during storage at 5°C.

임 1주 후 pH의 완만한 감소는 여러 피클에서도 나타났으며(Kim & Yoo, 2015; Lee et al., 2015), 식초의 농도가 높을수록 pH의 감소폭이 더 크게 나타남을 보였다(Park et al., 2014).

요 약

저장 중 배추의 부위, 크기, 저장온도와 절임액의 농도에 따라 배추에 침투하는 염과 당의 침투속도를 알아보고자 하였고 그에 따른 물성변화도 관찰하였다. 그 결과 배추의 크기가 작을수록, 절임액의 농도가 높을수록 배추로 침투하는 염과 당의 속도가 빨랐으며, 배추의 줄기보다 잎에서 비교적 빠른 침투속도를 보였다. 저장온도가 증가함에 따라 배추의 줄기로 침투하는 염과 당의 침투속도는 증가하였지만 잎의 경우 유의적인 차이를 보이지 않았다. 저장기간에 따른 배추 줄기와 잎의 풍미, 맛, 식감, 전반적인 선호도 등의 모든 항목에서 5°C 저장온도에서 저장한 배추만이 시간에 따른 기호도의 유의적인 차이를 보이지 않았고, 저장 3주차부터 저장온도가 높아질수록 기호도가 유의적으로 감소하였다. 또한 절임액의 식초함량이 높을수록 줄기와 잎에서의 모든 항목의 기호도가 유의적으로 증가하였으나 잎의 경우 시간이 경과함에 따라 식초 6%에서 더 우수한 기호도를 나타내었다. 경도와 응집성은 모든 저장온도에서 1주차까지 급격히 감소한 이후 큰 변화를 나타내지 않았고, 식초의 농도에 따른 유의적인 차이를 나타내지 않았으나, 식초를 첨가하지 않은 대조군 경우 실험군보다 경도의 감소폭이 더 크고, 응집성의 감소폭이 더 작게 나타났다. pH의 경우 식초가 첨가된 실험군에서 식초의 농도가 높을수록 더 낮은 값을 나타내었다. 따라서 염 절임 배추에서 저장온도보다는 투입하는 염이나 당의 농도가 더 영향을 미쳤으며 첨가하는 식초함량이 조직변화에 많은 영향을 미침을 보여주었다.

References

- Crank J. 1979. The Mathematics of Diffusion. Oxford University Press, London, UK. pp. 47-50.
- 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.
- Jeong JE, Shin JE, Hwang KJ, Lee JW, Kim SI. 2009. Changes in the components and acceptability of cucumber-hot pepper pickles during storage. Korean J. Food Cookery Sci. 25: 345-349.
- Jung EH, Ryu JP, Lee S. 2012. A study on foreigner preferences and sensory characteristics of *Kimchi* fermented for different periods. J. Korean Soc. Dietary Cult. 27: 346-353.
- Kim AJ, Han MR, Cho JC, Park WJ, Han CW, Chang KH. 2008. Physiological evaluation of Korea *Ginseng*, *Deoduk* and *Doragi* pickles. Korean J. Food Nutr. 21: 443-447.
- Kim HT, Kang BS, Baik MY, Kim BY. 2015. Characteristics of different vinegars manufactured from different region of Korean cabbages and optimal mixing ratio of regional vinegared Korean cabbages. Korean J. Food Eng. Prog. 19: 385-391.
- Kim JM, Kim IS, Yang HC. 1987. Storage of salted Chinese cabbages for *Kimchi* - I. Physicochemical and microbial changes during salting of Chinese cabbages. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 16: 75-82.
- Kim NG, Yoo S. 2015. Preference and quality characteristics of pickled cucumber depending on pickling temperature. Korean J. Culin. Res. 21: 281-296.
- Kim WJ, Ku KH, Cho HO. 1988. Changes in some physical properties of *Kimchi* during salting and fermentation. Korean J. Food Sci. Technol. 20: 483-487.
- Koh JH, Shin HH, Kim YS, Kook MC. 2012. Properties of immature green cherry tomato pickles. Korean J. Food Nutr. 25: 77-82.
- Lee HJ, Kim JG. 2000. The changes of components and texture out of carrot and radish pickles during the storage. Korean J. Food Nutr. 13: 563-569.
- Lee HY, Park KS, Joo OS, Hwang CE, Ahn MJ, Jeong YS, Hong SY, Kwon OK, Kang SS, Yuk HJ, Kim HR, Park DS, Cho KM.

2015. Changes in quality characteristics and antioxidant activity of bitter melon (*Momordica charantia* L.) pickle during ageing. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 44: 401-411.
- Lee SW, Cho SR, Han SH, Rhee C. 2009. Effects of the low temperature and low salt solution on the quality characteristics of salted Chinese cabbage. Korean J. Food Nutr. 22: 377-386.
- Lee YS, Lee SY, Kim SJ. 2008. Development of processing technology for domestic consumption of pickling pepper (*Capsicum annuum*). Korean Soc. Horticult. Sci. 26: 53-53.
- Oh SH, Oh YK, Park HH, Kim MR. 2003. Physicochemical and sensory characteristics of turnip pickle prepared with different pickling spices during storage. Korean J. Food Preserv. 10: 347-35.
- Oh YA, Lee MJ, Kim SD. 1990. Changes in the pectic substances during ripening of salted cucumber pickle. J. Korean Soc. Food Nutr. 19: 143-150.
- Park B, Park JJ, Hwang IG, Han HM, Shin M, Shin DS, Yoo SM. 2014. Quality and antioxidant activity characteristics during storage of tea leaf pickles with different vinegar contents. Korean J. Food Cookery Sci. 30: 402-411.
- Park ML. 2008. A study on the characteristics of pine-tree mushroom (*Tricholoma matsutake* sing.) pickle for the standard recipe. Culin. Sci. Hosp. Res. 14: 55-66.
- Shim KH, Choi OJ. 2012. Quality characteristics of low-salted yacon pickles with leaf-mustard and pepper. Korean J. Food Sci. Technol. 44: 545-552.
- Woo NRY, Chung HK, Kang MH. 2005. Properties of Korean traditional pepper pickle made by different preheating temperature treatments. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 34: 1219-1225.