

저장용기에 따른 김치의 품질 특성 변화

임재운 · 문주수 · 김현덕 · 나두종* · †손종연

한경대학교 식품생물공학과 식품생물산업연구소, *대스캡피시엠(주)

Changes Quality Characteristics of *Kimchi* by Storage Containers

Jae-Woon Lim, Joo-Soo Moon, Hyun-Duk Kim, Doo-Jong Na* and †Jong-Youn Son

Institute of Food Industry and Biotechnology, Department of Food and Biotechnology Graduate School,

Hankyong National University,

**Descabpcm. Co., Ltd.*

Abstract

This study was performed to provide basic quality characteristics data of *Kimchi* by storage containers that will be applied for *Kimchi* storage container development of new material. In all storage containers, pH was decreased with increased storage days, while acidity was increased with increased storage days. The changes of pH and acidity by storage containers were alumina < stainless < bio < plastic. Salt content was same to all containers. In all storage containers, reducing sugars of *Kimchi* at first were 22.65 ± 0.04^a mg/mL. But as these of alumina, stainless, bio and plastic at storage after 31 days were 11.18 ± 0.15^a mg/mL, 5.39 ± 0.02^b , 3.74 ± 0.10^c , and 3.14 ± 0.02^d mg/mL, respectively. The hardness, cohesiveness and gumminess of *Kimchi* by storage containers decreased with increased storage days. And the changes ratio of these were alumina < stainless < bio < plastic. The desirable organoleptic characteristic such as sourness, fresh cabbage taste and firmness were long time maintained at alumina container. A significant evidence was detected that the alumina container showed less quality change than that of bio, stainless and plastic containers as storage days increased.

Key words : *kimchi*, alumina, quality characteristics, storage containers.

서 론

김치는 단기간에 발효, 숙성되어 풍미가 저하되는 특성때문에 김치의 숙성을 지연시키고 저장성에 관한 연구는 많이 이루어지고 있으나 아직 실용화 할 만한 방법은 거의 없으며 현재로서는 김치 냉장고와 같은 저온 저장에 의한 김치의 산패를 억제하는 것이 가장 효과적인 방법으로 알려져 있다¹⁾. 김치의 맛은 재료와

담그는 방법, 보관 온도에 주로 의존하나 보관하는 용기에 의해서도 크게 좌우되는 것으로 알려져 있어 새로운 김치 저장용기의 개발이 시급한 실정이다²⁾. 전통적인 김치 저장 용기로는 항아리를 이용하였지만 현재에는 김치 저장용기가 다양하게 개발되어 보관되는 장소, 즉 냉장고의 기능성에 맞게 디자인되고 있다. 현재 가정에서 사용되는 김치용기로는 플라스틱 용기(PE, polyethylene), 김치 냉장고용 바이오 용기(PP,

† Corresponding author : Jong-Youn Son, Institute of Food Industry and Biotechnology, Department of Food and Biotechnology Graduate School, Hankyong National University, 67, Sukjung-dong, Ansong-si, Kyonggi-do 456-749, Korea.

Tel : 82-31-670-5155, Fax : 82-31-677-0990, E-mail : nawin98@chol.com

polypropylene), 스텐레스 용기 등이 사용되고 있다. 그러나 플라스틱이나 바이오 용기는 김치의 저장 중 발생하는 젖산과 유기산 등에 의해 시간이 경과하면서 일부 수지 성분이 용해, 용출된 성분이 다시 화학 변화를 일으켜 다이옥신, 환경호르몬 등의 오염을 유발시킬 수 있는 가능성을 가지고 있고 스텐레스 용기는 내부식성과 열전도도가 플라스틱보다 우수한 반면 매끄러운 표면은 기능성 효과나 각종 영양소의 장기간 보존 효과가 없는 것으로 알려져 있다³⁾.

한편, 알루미늄 용기는 가볍고, 내부식성, 열전도성이 우수하며 재활용이 가능한 환경친화적인 소재이나 식품용기로 사용할 경우 발생할 수 있는 알루미늄 용출에 관한 문제점 때문에 그대로는 식품저장 용기로서의 사용이 제한되어져 왔다. 이러한 문제점을 보완하기 위해 알루미늄을 산화피막 처리하여 생산된 알루미늄 용기는 알루미늄의 장점을 살리고 표면에 다공질 표면 처리를 해줌으로서 원적외선 효과를 갖는 것으로 알려져 있다. 하지만 알루미늄 용기에 대한 김치 및 식품 저장에 적용한 사례는 거의 없어 이에 대한 연구가 필요한 실정이다.

따라서 본 연구에서는 알루미늄, 바이오, 스텐레스 및 플라스틱 등의 저장용기에 따른 김치의 품질 특성을 비교, 분석하여 새로운 소재의 김치 저장용기 개발에 필요한 기초자료를 제공하고자 하였다.

재료 및 방법

1. 재 료

본 실험에 사용된 김치는 맛김치로서 품미식품에서 구입하여 사용하였다. 저장에 사용된 용기로는 PE 재질의 플라스틱 용기, PP재질의 김치냉장고용 바이오 용기, 스텐레스 용기로 경동시장에서 구입하여 사용하였고 알루미늄을 산화피막을 처리하여 생산된 알루미늄 용기는 대스캡피시엠(주)에서 제공받아 사용하였다. 저장용기의 크기는 가로 27 cm×세로 20 cm×높이 20 cm 크기의 용기로 거의 동일한 것을 사용하였으며 parafilm으로 뚜껑 부분을 감싸주어 저장된 김치가 공기로부터 노출되는 것을 최소화하여 실험하였다. 김치는 제조한 직후 각각의 용기에 나누어 담아 4±1℃ 항온기(JS-BOD-2500, Johnsam Corporation, Korea)에서 저장하면서 경시적으로 품질변화를 측정하였다.

2. pH, 산도 및 염도 측정

김치시료 200 g을 녹즙기(엔유씨 비타 녹즙기 PLUS, (주)엔유씨전자, Korea)를 이용하여 착즙한 후,

착즙된 즙액을 시료로 사용하였다. pH는 pH meter (Istek 720P, Istek, Inc., Korea)로 측정하였고 산도는 시료 10 g을 취하여 0.1 N NaOH로 pH 8.1이 될 때까지 적정하여 소비된 NaOH의 소비량을 구한 후 lactic acid(% w/w)로 환산하였다. 염도는 시료 5 g을 취하여 전자염도계(TM-30D, Takemura Electric Works Ltd., Japan)로 측정하였다.

3. 환원당 측정

환원당의 측정은 Dinitrosalicylic acid(DNS)법⁴⁾으로 546 nm에서 흡광도(UV-1201, Shimadzu, Japan)를 측정하였고 glucose의 검량선에 의하여 산출하였다.

4. 조직감 측정

김치의 조직감은 두께 5 mm 내외의 김치를 5개씩 채취하여 4×4 cm의 크기로 절단한 후 Rheometer(Compac-100, Sun Scientific Co. Ltd., Japan)를 사용하여 Mastication Test를 실시, 한 시료당 각기 다른 곳을 3회 측정하여 통계처리하였다.

5. 관능검사

김치의 신맛, 생배추의 맛 및 아삭아삭한 정도에 대하여 예비실험을 통해 미리 훈련시킨 10명의 관능검사요원을 대상으로 9점 척도법에 의하여 실시하였다.

6. 통계처리

실험결과는 SAS package(release 8.01)를 이용하여 실험 용기별로 평균±표준편차로 표시하였고, 실험 용기별 평균치의 통계적 유의성은 $p < 0.05$ 수준에서 Duncan's multiple range test⁵⁾에 의해 검정하였다.

결과 및 고찰

1. 저장용기에 따른 김치의 pH, 산도 및 염도의 변화

저장용기에 따른 김치의 pH의 변화를 측정된 결과 (Fig. 1), 저장기간이 증가함에 따라 모든 저장용기에서의 pH는 감소하는 경향을 보였다. 즉, 모든 저장용기에서 저장 초기의 pH는 4.97이었으나 저장 31일째 후의 pH는 플라스틱 용기에서 4.17, 바이오 용기에서 4.27, 스텐레스 용기에서 4.29, 알루미늄 용기에서 4.34로 플라스틱 용기에서 가장 낮은 pH 값을 보였으며 알루미늄 용기에서 가장 높았다. 김치는 숙성 중 각종 효소와 미생물에 의해 생성된 유기산들은 김치 특유의 신선한 신맛을 주게 되며, 생성된 유기산들에 의해 김치의 pH는 감소하고 산도는 증가하여 김치 품질지표

에 중요하게 작용한다⁶⁾. 일반적으로 김치의 최적 pH는 4.30으로³⁾ 저장용기별 최적 pH에 도달하는 저장일수는 스텐레스 28.5일, 바이오 28일, 플라스틱 11일이었으며 알루미늄은 35일에나 도달할 것으로 예상되어 알루미늄 용기에서 최적 pH 상태로 가장 오랜 기간 저장됨을 알 수 있었다.

저장용기에 따른 김치의 산도 변화를 측정된 결과(Fig. 2), 모든 저장용기에서 저장기간이 증가함에 따라 김치의 산도가 증가하는 것으로 나타났다. 모든 저장용기에서 저장 초기의 산도는 0.29%이었으나 저장 11일째에는 알루미늄 용기 0.48%, 바이오 용기 0.49%, 스텐레스 용기 0.49%, 플라스틱 용기에서 0.58%로 플라스틱 용기에서 가장 크게 증가했다. 저장 26일째에는 알루미늄, 바이오, 스텐레스 및 플라스틱 용기에서 각각 0.63, 0.76, 0.77 및 0.85%로 알루미늄 용기에 저장한 김치가 가장 적게 증가하는 것으로 나타났다. 이는 저장용기에 따른 pH 변화와 비교하여 볼 때 pH가 완만히 감소된 알루미늄 용기에서 산도의 증가가 완만하였으며 pH의 감소가 가장 큰 플라스틱 용기에서

산도의 증가가 가장 빠르게 나타났다. 즉, 저장용기에 따른 산도의 변화로 김치의 저장성을 비교해 볼 때 알루미늄 용기에서 가장 우수한 것으로 나타났다.

저장용기에 따른 김치의 염도 변화를 측정된 결과(Fig. 3), 저장 초기와 저장 후기의 큰 변화는 없었으며 저장용기별로도 큰 차이를 보이지 않았다.

2. 저장용기에 따른 김치의 환원당 변화

저장용기에 따른 김치의 환원당 변화를 측정된 결과(Fig. 4), 모든 저장용기에서 저장초기의 환원당 함량은 22.7 mg/mL이었으나 저장 20일째부터 급격히 감소하여 31일째에는 알루미늄, 바이오, 스텐레스 및 플라스틱 용기에서 각각 11.1, 3.7, 5.4 및 3.1 mg/mL로 나타났다. 이러한 결과는 김치발효가 진행됨에 따라 김치의 환원당 함량이 계속적으로 감소한다는 김 등⁷⁾의 보고와 일치하였다. 김치속의 당은 발효에 관여하는 각종 미생물의 영양분으로 이용되어 여러 성분들을 생성하고 김치 특유의 맛과 향을 가지게 한다. 당의 변화를 조사함으로써 김치의 숙성정도 및 향미의 변

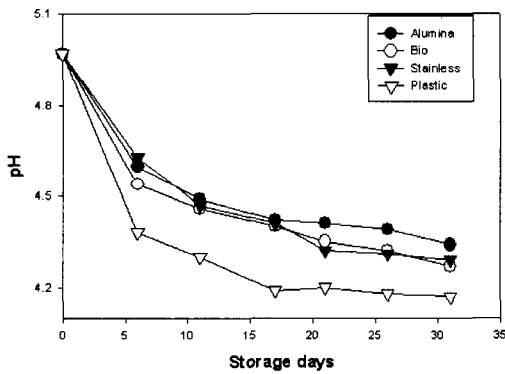


Fig. 1. Change in pH of Kimchi stored at 4±1 °C in different containers.

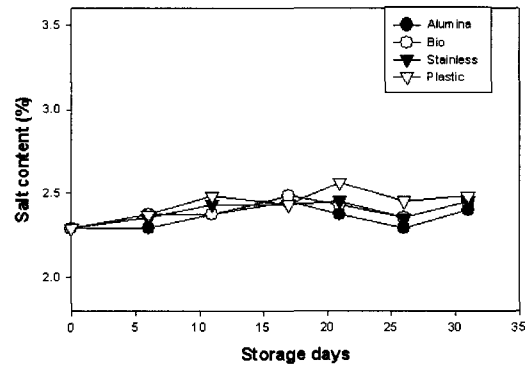


Fig. 3. Change in Salt content of Kimchi stored at 4±1 °C in different containers.

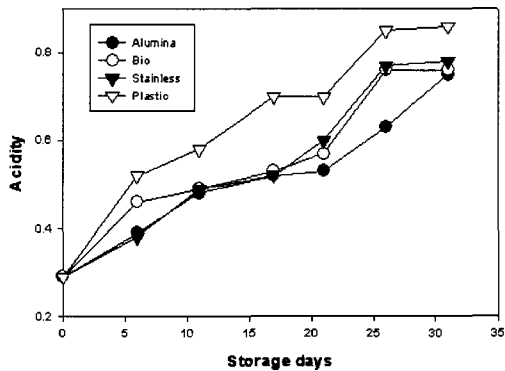


Fig. 2. Change in acidity of Kimchi stored at 4±1 °C in different containers.

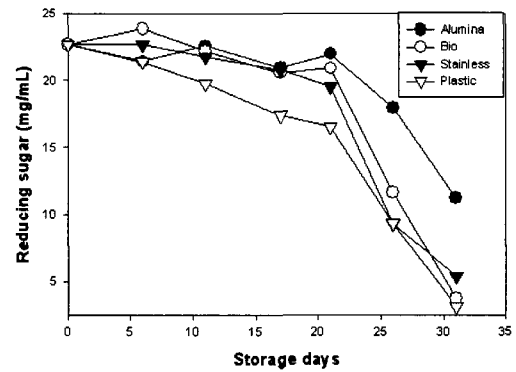


Fig. 4. Change in reducing sugar of Kimchi stored at 4±1 °C in different containers.

화에 관한 평가가 가능하다⁶⁾. 알루미늄 용기에 저장 중인 김치의 환원당 함량은 다른 저장용기의 김치에 비해 가장 높게 나타나 김치의 저장성이 가장 좋은 것으로 나타났으며 플라스틱 용기에서는 가장 적은 값을 보여 김치의 숙성이 빨리 진행된 것을 알 수 있었다.

3. 저장용기에 따른 조직감의 변화

저장용기별 저장기간에 따른 김치의 조직감 변화를 측정한 결과(Table 1), 모든 저장용기에서 김치의 견고성은 저장초기에 73707 g/cm² 이었으나 저장 31일 후에는 알루미늄 용기에서 48257 g/cm², 바이오 용기에서 44806 g/cm², 스테레스 용기에서 44827 g/cm² 이었고 플라스틱 용기에서 39223 g/cm²로 플라스틱 용기의 김치가 가장 큰 변화를 보이거나 유의적인 차이는 보이지 않았다. 이에 반해 알루미늄 용기의 김치는 다른 저장용기에 비해 견고성의 변화가 적어 김치의 숙성 중에도 조직감이 유지되는 것으로 나타났다.

응집성의 경우에도 모든 저장용기에서 저장초기에 비해 저장후기로 갈수록 점차 감소하는 경향을 보였으며 저장 31일째 각각의 용기별 응집성의 감소율은 알루미늄 < 바이오 < 스테레스 < 플라스틱 용기로 나타났으나 유의적인 차이는 없었다($p < 0.05$).

점착성도 모든 저장용기에서 저장기간에 따라 감소하는 경향을 보였는데 저장 초기 김치의 점착성은 모든 용기에서 1326 g으로 나타났다. 저장 31일째 알루미늄, 바이오, 스테레스 및 플라스틱 용기에 저장 중인 김치의 점착성은 각각 1010, 963, 858 및 839 g으로 점차 감소하였다.

이 등⁸⁾은 김치의 조직감을 결정하는 요인으로 배추의 품종, 수확시기, 부위 등의 재료 본래의 요인과 염장 방법, 발효온도와 시간, 숙성축진 및 지연제의 사용여부, 연부미생물의 발생 여부 등의 가공적인 요인으로 구분할 수 있다고 보고하고 있다. 저장기간이 경과함에 따라 조직이 연화되어 hardness는 점차 감소하는데

Table 1. Change in texture of *Kimchi* stored at 4±1°C in different containers

Texture	Storage days	Storage containers			
		Alumina	Bio	Stainless	Plastic
Hardness	0	73707±20461 ^a	73707±20461 ^a	73707±20461 ^a	73707±20461 ^a
	6	68763±17845 ^a	54123±9869 ^a	63440±15895 ^a	58191±15642 ^a
	11	66579±19359 ^a	52871±13045 ^a	63361±20152 ^a	55189±16714 ^a
	17	59082±11430 ^a	50035±17124 ^a	58087±13870 ^a	52469±16561 ^a
	21	57369±17851 ^a	48903±18432 ^a	49877±13862 ^a	50115±17519 ^a
	26	53744±11752 ^a	46575±9553 ^a	48346±10867 ^a	44309±16044 ^a
	31	48257±16498 ^a	44806±14482 ^a	44827±11503 ^a	39223±12632 ^a
Cohesiveness	0	348±101 ^a	348±101 ^a	348±101 ^a	348±101 ^a
	6	330±52 ^a	329±53 ^a	326±43 ^a	321±57 ^a
	11	328±25 ^a	322±37 ^a	319±63 ^a	320±74 ^a
	17	311±54 ^a	305±82 ^a	308±75 ^a	302±105 ^a
	21	308±82 ^a	305±41 ^a	302±51 ^a	302±41 ^a
	26	307±84 ^a	298±78 ^a	282±71 ^a	274±47 ^a
	31	289±69 ^a	278±75 ^a	277±44 ^a	264±23 ^a
Gumminess	0	1326±410 ^a	1326±410 ^a	1326±410 ^a	1326±410 ^a
	6	1298±320 ^a	1241±341 ^a	1218±232 ^a	1208±339 ^a
	11	1262±383 ^a	1222±248 ^a	1178±460 ^a	1107±382 ^a
	17	1241±371 ^a	1179±673 ^a	1169±334 ^a	1068±496 ^a
	21	1116±332 ^a	1088±509 ^a	1091±636 ^a	1034±678 ^a
	26	1107±506 ^a	1073±635 ^a	1032±401 ^a	957±594 ^a
	31	1010±399 ^a	963±414 ^a	858±190 ^a	839±320 ^a

^{a-c} Means with the different letters in same column are significantly different ($p < 0.05$) by Duncan's multiple test.

이러한 연화 현상은 protopectinase, polygalacturonase, pectin methyl esterase 등의 효소의 작용에 의해 펙틴질의 성장변화가 주 요인으로 알려져 있다^{9,10)}.

이상의 조직감의 변화에서 견고성, 응집성, 점착성 모두 알루미늄 용기의 김치가 가장 적은 변화를 보여 김치의 조직감이 가장 길게 유지되는 것으로 나타났고 다음으로는 바이오, 스텐레스, 플라스틱 용기 순으로 나타났다.

4. 저장용기에 따른 관능특성 변화

김치저장용기별 저장기간에 따른 김치의 관능특성 변화는 Table 2와 같다. 모든 저장용기에서 김치의 신맛은 저장기간이 길어질수록 증가하는 경향을 보였다. 저장 0일째에는 모든 저장용기에서 1.4로 “아주 약하다”라는 반응이었으나 저장 6일째에서 17일째까지는

5.1~6.0으로 “적당하다”라는 반응을 보였다. 하지만 저장 26일째에는 알루미늄, 바이오, 스텐레스 및 플라스틱 용기의 김치는 신맛이 7.9, 8.2, 8.1 및 8.7로 “아주 강하다”에 가까운 반응을 보였으며 저장 31일째에는 관능평가가 불가능하였다.

생배추맛에 대한 관능검사 결과, 저장 11일째의 알루미늄, 스텐레스 용기의 김치는 각각 4.3, 4.2인데 비해 바이오, 플라스틱 용기의 김치는 3.7로 낮게 평가되었다. 저장 26일째에는 알루미늄, 스텐레스, 바이오 및 플라스틱 용기에서 각각 2.1, 2.0, 1.8 및 1.7로 생배추의 맛은 거의 나타나지 않은 것으로 평가되었다.

김치의 아삭아삭한 정도는 숙성기간에 따라 점차 감소하는데¹¹⁾ 생배추맛에 대한 결과와 같은 경향을 보였다. 저장 0일째에는 모든 용기에서 7.9로 “강하다”라는 평가이었으나 저장 6일만에 3.8~4.2로 감소했고

Table 2. Change in sensory of Kimchi stored at 4±1°C in different containers

Texture	Storage days	Storage Containers			
		Alumina	Bio	Stainless	Plastic
Degree of sourness	0	1.4 ¹⁾ ±0.7 ^a	1.4±0.7 ^a	1.4±0.7 ^a	1.4±0.7 ^a
	6	5.1±1.0 ^a	5.4±1.0 ^a	5.1±1.3 ^a	5.2±1.3 ^a
	11	5.4±1.1 ^a	6.2±1.2 ^a	5.9±1.1 ^a	6.6±1.6 ^a
	17	5.5±1.6 ^a	6.6±2.0 ^a	6.0±2.0 ^a	6.9±1.7 ^a
	21	6.4±1.4 ^a	6.9±0.9 ^a	6.4±1.6 ^a	7.6±1.0 ^a
	26	7.9±0.6 ^b	8.2±0.8 ^{ab}	8.1±0.6 ^b	8.7±0.5 ^a
	31	- ²⁾	-	-	-
Degree of fresh cabbage taste	0	7.7±1.4 ^a	7.7±1.4 ^a	7.7±1.4 ^a	7.7±1.4 ^a
	6	4.3±1.3 ^a	4.0±1.6 ^a	4.5±1.6 ^a	4.1±1.5 ^a
	11	4.3±2.1 ^a	3.7±1.8 ^a	4.2±2.3 ^a	3.7±2.1 ^a
	17	3.4±2.0 ^a	3.1±3.6 ^a	3.6±1.6 ^a	3.2±1.9 ^a
	21	2.6±1.4 ^a	2.3±1.1 ^a	2.0±0.7 ^a	2.4±1.1 ^a
	26	2.1±1.4 ^a	1.8±0.9 ^a	2.0±1.3 ^a	1.7±0.9 ^a
	31	-	-	-	-
Degree of firmness	0	7.9±1.3 ^a	7.9±1.3 ^a	7.9±1.3 ^a	7.9±1.3 ^a
	6	4.0±1.5 ^a	3.8±1.5 ^a	4.2±1.6 ^a	4.1±1.2 ^a
	11	4.4±1.5 ^a	3.9±1.0 ^a	4.9±1.4 ^a	4.2±1.5 ^a
	17	4.1±1.9 ^a	3.8±1.2 ^a	4.3±1.8 ^a	3.6±1.6 ^a
	21	2.7±1.2 ^a	2.3±1.2 ^a	2.4±1.1 ^a	2.7±1.5 ^a
	26	2.2±1.2 ^a	2.0±1.2 ^a	1.9±1.3 ^a	1.7±0.8 ^a
	31	-	-	-	-

¹⁾ 1: very weak, 5: moderate, 9: very strong.

²⁾ not analyzed.

^{a-c} Means with the different letters in same column are significantly different ($p<0.05$) by Duncan's multiple test.

17일까지는 3.6~4.3로 아삭아삭함이 어느 정도 유지되는 것으로 평가되었다. 이후 계속 감소하여 저장 26 일째에는 알루미늄, 바이오, 스텐레스 및 플라스틱 용기에서 각각 2.2, 2.0, 1.9 및 1.7로 평가되었다. 이상의 결과로 볼 때 김치의 관능 특성은 알루미늄 용기에서 가장 좋은 것으로 나타났으며 김치의 저장성 및 신선도 유지에 가장 우수한 것으로 나타났다.

요 약

본 연구는 알루미늄, 바이오, 스텐레스 및 플라스틱 등의 저장용기에 따른 김치의 품질 특성을 비교, 분석하여 새로운 소재의 김치 저장용기 개발에 필요한 기초자료를 제공하고자 하였다. 저장용기에 따른 김치의 pH 및 산도의 변화는 알루미늄 용기에서 가장 적었으며 스텐레스, 바이오, 플라스틱 용기 순으로 나타났다. 저장용기에 따른 김치의 염도 변화는 저장 초기와 저장 후기에서의 큰 변화는 없었으며 저장용기별로도 큰 차이를 보이지 않았다. 모든 저장용기에서 환원당의 함량은 저장초기에 22.7 mg/mL이었으나 저장 20일째부터는 급격히 감소하여 31일째에는 알루미늄, 바이오, 스텐레스 및 플라스틱 용기에서 각각 11.1, 3.7, 5.4 및 3.1 mg/mL로 감소하였다. 저장용기별 김치의 견고성, 응집성 및 점착성은 저장기간에 따라 점차 감소하였으며 감소되는 정도는 알루미늄 < 바이오 < 스텐레스 < 플라스틱 용기순으로 알루미늄 용기의 김치가 가장 조직감의 변화가 적었다. 저장용기별 김치의 신맛에 대한 관능적 특성은 알루미늄 용기에서 가장 오랜 기간 “적당하다”라는 반응을 보였으며 생배추의 맛이나 아삭삭한 정도의 특성도 다른 용기의 김치에 비해 오랫동안 지속되었다. 이상의 결과로 김치 저장용기별 pH, 산도, 염도, 환원당, 조직감, 관능특성의 변화를 비교해 볼 때, 김치의 신선도 유지에 가장 우수한 저장용기는 알루미늄 > 바이오 ≥ 스텐레스 > 플라스틱 용기의 순으로 나타났다.

참고문헌

1. Jo, J.S. : Studies on *Kimchi*, Yurim-munhwasa, Seoul, Korea p. 301(2000)
2. 안명수, 이진영 : 김치 저장 용기 개발에 관한 연구, *한국조리과학회지*, **12(4)**, 499~505(1996)
3. 송주은, 김명선, 한재숙 : 저장용기 및 저장온도에 따른 김치의 품질변화, *동아시아식생활학회지*, **5(2)**, 39~48(1995)
4. Miller, G.L. : Use of dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugar, *Anal. Chem.*, **31**, p.426(1959)
5. SAS : SAS/STAT guide for personal computer. version 6th ed., SAS Institute Inc. Cary, North Carolina, p.60(1987)
6. 하재호, 허우덕, 김영진, 남영중 : 김치숙성 중 유리당의 변화, *한국식품과학회지*, **21(5)**, 633~638 (1989)
7. 김미경, 김소연, 우철주, 김순동 : 밀폐용기에서의 김치숙성에 관한 연구, *한국영양과학회지*, **23(2)**, 268~273(1994)
8. 이철호, 황인주, 김정교 : 김치제조용 배추의 구조와 조직감 측정에 관한 연구, *한국식품과학회지*, **20(6)**, 742~748(1988)
9. 이용호, 이혜수 : 김치의 숙성과정에 따른 펙틴질의 변화, *한국조리과학회지*, **2**, 54~58(1994)
10. 이종미, 김희정 : 전통적 통배추김치 제조시 최적 절임조건 및 저장기간 설정에 관한 연구, *한국식생활문화학회지*, **9**, 87~93(1994)
11. 강근옥, 손현주, 김우정 : 동치미의 발효중 화학적 및 관능적 성질의 변화, *한국식품과학회지*, **23**, 267~271(1991)

(2004년 2월 11일 접수)