포장재에 따른 양배추 김치의 품질특성

서해정 · 한서영 · 최혜선 · 한귀정 · 박혜영[†]

농촌진흥청 농식품자원부

Quality Characteristics of Cabbage Kimchi by Different Packaging materials

Hae-Jung Seo, Seo-Young Han, Hye-Sun Choi, Gwi-Jung Han and Hye-Young Park[†]

Department of Agrofood Resources, Rural Development Administration

Abstract

In this study, cabbage (*Brassica oleracea* var. *capitata*) Kimchi was made packed into four kinds of packaging materials, PET vessel, PP tray, OPP/AL/PE film and Nylon/PE/LLDP film, and the effects of these packaging materials on Kimchi quality characteristics, such as lactic acid bacteria counts, salinity, sugar contents, pH, total acidity, electron donating ability were examine as well as their effects on the sensory qualities after storage at a temperature of 4°C. The pH change ranged from pH 6.24 to 6.43 shortly after manufacture, and did not significantly change until 7 days of storage. However, it began to decrease rapidly after 14 days. On the 35th day of storage, the acidity was 0.79% in the PET vessel and 0.83% in OPP/AL/PE. Therefore, the PET vessel and OPP/AL/PE were considered appropriate packaging materials for Kimchi storage. The salinity did not change significantly during the storage period, and the sugar content generally increased in the four kinds of packaging materials, but decreasing after the 7th day of storage. After 14 days of storage, the Kimchi stored in the OPP/AL/PE film showed the highest lactic acid bacteria counts. Although the electron donating ability was the highest after proper time for fermentation, it decreased in all the packaging materials after the proper time for fermentation. However, the OPP/AL/PE film had an antioxidant potential of up to 93.18%. In the sensory evaluation, fermented Kimchi was found to be superior unfermented Kimchi. In addition, the Kimchi stored in the OPP/AL/PE film for 14 days showed the high score of 6.70 and 6.60 in overall preference. Therefore, the results of this study provide basic knowledge on the fermentation level and packaging material's condition for commercialization of small packed cabbage Kimchi. Henceforth, industrialization must include a variety of studies under these conditions to increase the merchantability.

Key words : Cabbage, *kimchi*, packaging, quality changes, storage

I. 서 론

한국의 전통 발효식품인 김치는 주식인 쌀밥과 함께 두루 애용되고 있으며 상차림에서도 밥, 국, 김치는 첩 수와 상관 없는 기본음식으로 한국인의 식생활에 있어서 매우 중요한 부분을 차지하고 있다(Cho IT와 Lee JM 2005, Kim YS와 Shin DH 2008). 이러한 김치는 과거에 가족구성원의 섭취를 목적

으로 주로 가정 내에서 제조하였으나, 현재는 여성의 사회참여 증가 및 외식산업 발달 등 사회구조변화에 따라 상품화된 김치를 구입하거나 전처리된 재료를 이용하는 경우가 늘어나고 있다(Moon SW 등 2003). 2008년 김치시장규모 조사에서 총 시장규모 22,608억 원 중 상품김치가 11,228억 원으로 50%를 차지해 지난 2005년 43%에 비해 크게 증가되었음을 보여주었다(식품저널 2009). 최근 상품김치 산업은 절임 배추 시장의 정착, 김치 온라인 판매 급증과 함께 대용량 포기김치보다 소용량 맛김치의 구매를 더 선호하는 추세이다. 포장김치 구매기준으로 최근 4~5년 10% 수준으로 유지되던 소용량 포장김치 비중이 2008년에 15%로 약 50%정도 급증한 것은 소포장 상품김치 시장이 전반적 김치산업의 중요한 부분을 차지하게 되었음을 보여주고 있다(식품저널 2009). 이에 따라

[†]Corresponding author: Hye-Young Park, Department of Agrofood Resources, Rural Development Administration
Tel: 031-299-0583
Fax: 031-299-0554
E-mail: phy0316@korea.kr

최근 김치제품은 핵가족화, 식단의 편이화 및 간편화, 다양한 소비층 구성 등 소비 목적이 적용된 다양한 포장단위를 구성하게 되었고 최근에는 다양한 기능성을 가진 재료를 배추김치에 활용하는 개발 연구(Moon YJ 등 2003, Park BH 등 2004, Cho SH 등 2005, Yang YJ 등 2005, Kim EJ와 Hahn YS 2006, Park BH와 Cho HS 2006, Shin SM 등 2007, Park GS 등 2008, Kwak HJ 등 2009, Kim GR 등 2010, Mo EK 등 2010)가 많이 보고되고 있다. 한편 식품 저장을 위한 포장재는 그 원료물질에 따라 유리, 금속, 종이, 플라스틱 등으로 나뉘며, 다양한 구조, 화학구성, 물리적 성질을 가진 유기 고분자 플라스틱종류가 김치의 포장필름이나 용기로 많이 이용된다(박현진과 이철호 2008). 현재 국내 김치산업체에서 많이 사용하고 있는 주요 포장 재료들을 보면 polyethylene(PE), polypropylene(PP), polyvinyl chloride(PVC), polyvinylidene chloride(PVDC), polyethylene terephthalate(PET), nylon(Ny), polycarbonates(PC), polystyrene(PS) 등의 플라스틱 필름들이 있으며 이외에 aluminium(AL), 유리(병), 주석(can) 등이 있다. 이중 플라스틱 필름계열이 많이 이용되고 있으며 특히 적층 필름인 PET+PE, Ny+PE, PET+AL+PE 등이 가스투과성, 수분차단성, 내화학성, 투명성, 광차단성 등의 특성에 맞게 활용되고 있다. 대체로 소포장 김치는 100~500 g의 포장단위로 플라스틱 필름, Al-foil 적층필름, 유리병 또는 플라스틱 용기, can 등으로 포장하며 맛김치 상품과 깍두기 등이 상품화되고 있다(최홍식 2005).

양배추(*Brassica oleracea* L.)는 겨자(평지)과의 1년 또는 2년생 채소로 원산지는 지중해 연안이며 현재의 품종은 400여 종이지만, 종류는 보통의 양배추(white cabbage), 자주색 양배추(red cabbage), 오르라기 양배추(savoy cabbage)의 세 가지이다. 양배추는 수분 94.3% 이외에 당질이 많은 채소로 당질 조성은 설탕(sucrose) 0.5%, 과당(fructose) 2.1%, 포도당(glucose) 1.8%로 양배추는 씹었을 때 감미를 띤다. 그 외 식생활에서 부족 되기 쉬운 리신(lysine, 68 mg%)은 식물성 단백질로 양배추에 많이 포함되어 있고 K, Ca이 풍부하다(채범석과 김을상 1998). 특히 위궤양에 효능을 나타내는 함황성분 S-methyl methionine과 sulforaphane 함량이 가장 많이 함유된 채소로 알려져 있다(Han YB 등 1987). 따라서 본 연구는 퓨전김치의 개발 및 소포장 김치 상품화를 위한 기반지식으로 활용하고자 어느 곳에서나 쉽게 구할 수 있는 양배추를 이용하여 양배추 김치를 제조하였으며 전 연구(Park HY 등 2011)를 통해 조사된 4가지 포장재를 적용하여 양배추 소포장김치의 저장기간에 따른 품질 특성을 살펴보았다.

II. 재료 및 방법

1. 재료

본 실험에서 사용한 양배추(중량 1~1.5 kg), 파, 마늘, 생강, 실파, 찹쌀가루, 고춧가루(전북 고창 태양초), 멸치액젓((주)하선정종합식품) 그리고 소금((주)사조해표, 꽃소금)은 서

울 양재동 농협 하나로마트에서 제조 전날 구입하여 사용하였다. 찹쌀 풀은 찹쌀가루와 물을 1:4의 비율(20%농도)로 섞어 만들었다.

2. 양배추 김치의 제조

양배추는 신선한 부분을 일정하게 선택하여 4×4 cm 크기로 자른 다음 양배추 무게의 3%에 해당되는 소금에 1시간 절인 후 맑은 물로 3번 수세하고, 30분 동안 방치하여 잔여 수분을 제거하였다. 다음 Table 1과 같이 절인 양배추에 양념으로 파, 마늘, 생강, 실파, 찹쌀풀, 고춧가루, 멸치액젓, 소금을 버무려 양배추 김치를 제조하였다(Park BH와 Cho HS 2006).

Table 1. Formula of cabbage Kimchi

Ingredient	(g)
Salted cabbage	1000
Red pepper powder	35.3
Glutinous rice paste	30.0
Garlic	14.0
Green onion	14.0
Anchovy juice(24% of NaCl content)	7.9
Ginger	6.0
added NaCl	2.3

3. 양배추 김치의 포장 및 저장

양배추 김치의 저장을 위한 포장은 소단위포장 가능한 재료 중 PET vessel, PP tray, OPP/AL/PE 그리고 Ny/PE/LLDP를 선별하여 포장용기로 사용하였으며 각 포장재의 크기와 외관은 Table 2와 같다. 국민 1인당 섭취하는 김치의 하루 소비량(질병관리본부 2009)을 참고로, 포장 단위는 100 g으로 정하였으며 균일한 김치 포장을 위하여 양배추 김치조각이 두꺼운 것과 얇은 것을 골고루 취하여 개별 포장하였다. PP tray 용기는 양배추 김치를 담고 덮개 필름을 열 접합 한 상압포장 하였으며, OPP/AL/PE와 Ny/PE/LLDP는 다층필름으로서 내부의 공기를 충분히 탈기 시킨 후 sealing moulder를 사용하여 열 접합 하였다. 각각의 포장용기에 담긴 양배추 김치는 4℃에서 49일간 저장하면서 일정시간대별로 채취하여 분석에 사용하였다.

4. 양배추 김치의 저장기간별 품질분석

1) pH 및 산도 측정

시료를 분쇄기(Braun, MR5550MCA, Poland)로 마쇄하여 거즈 2겹으로 여과한 후, 그 여액으로 산도와 pH를 측정하였다. 산도계(SCHTT, TitroLine easy, England)를 이용하여 pH 8.3까지 소비되는 0.1 N NaOH 소비량을 lactic acid로 환산하여 측정하였으며, pH는 산도계로 동일하게 3번 반복 측정하였다.

$$\text{산도(\%)} = \frac{0.9 \times 0.1 \text{ N NaOH(mL)} \times F^* \times \text{희석배수}}{\text{시료(mL)}} \times 100$$

* F; 0.1 N NaOH의 Factor

2) 염도 및 당도 측정

산도측정을 위한 김치의 전처리와 동일하게 2겹의 거즈로 여과한 여액을 사용하였으며, 염도계(ATAGO, PAL-ES2, Japan)와 당도계(ATAGO, PAL-1, Japan)를 사용하여 각각 3번 반복 측정하였다.

3) 젖산균수 측정

양배추 김치를 무균적으로 채취하여 멸균 생리식염수에 단위 회석($10^1 \sim 10^8$) 한 후, MRS agar(Merck, Germany)에 도말하여 37℃에서 48±2시간 각각 배양한 뒤 나타난 집락을 계수하였다. 미생물수 측정은 각 시료 당 3회 반복하였으며 집락 수는 log 값으로 환산하여 나타내었다.

4) 전자공여능 측정

전자공여작용(electron donating ability)은 각종 화학물이 α , α -diphenyl- β -picryl hydrazyl(DPPH)에 대한 전자공여 효과로 화합물의 환원력을 측정하였다. 양배추 김치를 마쇄하여 거즈 2겹으로 여과한 여과액을 2,150×g에서 15분간 원심분리 후, 그 상등액 50 μ L와 물 150 μ L에 16 mM DPPH 용액(absolute ethanol에 용해)을 800 μ L를 가하여 vortex mixer로 10초간 혼합하고, 37℃에서 10분간 반응시킨 다음 517 nm에서 흡광도 차를 대조구의 흡광도로 나눈 값을 백분율로 나타내었다.

5) 관능평가

포장재와 김치의 익은 정도에 따른 양배추 김치의 기호도 특성을 조사하기 위하여 20명의 패널을 대상으로 관능검사를 실시하였으며, 평가항목은 색(color), 맛(taste), 향(smell), 질감(texture) 및 전반적 기호도(overall acceptability)를 점수로 표

시하도록 하였다. 평가대상 시료는 4종류의 포장재 중 소포장재 적합성이 뛰어났던 PET vessel 과 OPP/AL/PE에 포장된 양배추 김치의 발효정도를 달리하는 저장 1일과 14일 경과된 것을 대상으로 하였다. 각 평가항목의 강도는 9점 척도로, 각 특성에 대한 기호도 강도가 높은 것이 높은 점수가 되도록 평가하였다. 즉, 색을 평가함에 있어 진할수록 높은 점수가 아닌, 개인적 기호도에 따라 밝은 색의 김치를 좋아하는 사람이라면, 진한색의 김치에서도 낮은 점수를 줄 수 있음을 충분히 이해시킨 후 평가에 임하였고, 시료는 물과 함께 제시하여 각 시료마다 평가 시에 미지근한 물로 행군 다음 평가하도록 하였다.

6) 통계분석

본 실험의 모든 통계처리는 statistical package for social sciences(SPSS, 12.0)을 사용하여 평균값과 표준편차를 산출하였으며, one-way ANOVA test 및 Duncan's multiple range test를 통하여 각 처리구간에 유의적인 차이를 $p < 0.05$ 에서 분석하였다.

III. 결과 및 고찰

1. pH와 산도의 변화

김치는 발효 숙성 시 원재료에 함유된 각종 효소와 미생물의 작용에 의해 구성성분이 분해 및 발효되는데, 탄수화물의 분해 및 발효로 여러 가지 유기산이 생성되고 pH가 감소하며 산도가 증가하여 김치 고유의 신선한 맛을 갖게 되므로 pH와 산도는 김치의 주요 품질 지표라고 할 수 있다(Kim MK 등 1994). 일반적인 배추김치의 경우 pH 4.2~4.6, 산도 0.50~0.75%가 가장 맛있는 김치로 알려져 있으며, 이는 김치 재료 및 부재료의 첨가, 숙성온도 등 여러 가지 인자에 따라 약간씩 다르게 나타날 수 있다고 한다(Park SK 등 1995). 본 실험에서 양배추 김치의 전반적인 pH 변화(Fig. 1)는 담금 직후 pH 6.24~6.43 범위로 저장 7일째까지 큰 변화를 보이지 않았으나 저장 14일째부터 pH 5.34~4.26 범위로 급격히 낮아지기 시작하였다. 4가지의 각각 다른 포장재에 저장된 양배추 김치의 pH 변화를 살펴보면 저장 14일째 PET vessel과 OPP/AL/PE 포장재에 저장된 김치는 pH 값이 각각 4.37 ± 0.25 과 4.26 ± 0.32 를 나타내어, PP tray와 Ny/PE/LLDP에 저장된 pH 값 5.34 ± 2.40 와 4.54 ± 0.29 와 비교하여 유의적으로 낮은 값을 보였다. 그 이후 저장 49일째까지 점차적으로 감소하는 경향을 보였으며, PET vessel과 OPP/AL/PE에 저장된 양배추 김치가 일반적인 김치의 최적기 범위와 일치함을 확인할 수 있었다.

한편, Hong SI 등 (1995)은 10℃저장 중 4가지 소포장한 배추김치의 품질변화를 살펴본 결과 발효에 따라 저장 4일 이후 모든 포장재에서 급격히 감소하다가 11일째부터 약 4.0 수준으로 감소함을 보여 본 연구와 저장온도에 따른 시기 차

Table 2. Characteristics of various packaging material

Package material	Size	Appearance
Ny/PE/LLDP film	thickness 50 μ m width 17 $\times$ length 15 cm
OPP/AL/PE film	thickness 95 μ m width 11.5 $\times$ length 13 cm
PP tray	volume 250 mL width 10.5 $\times$ length 6 cm $\times$ height 4.5 cm
PET vessel	volume 120 mL diameter 7 $\times$ height 4 cm

Fig. 1. Changes of pH value in packaged cabbage Kimchi during storage at 4°C.

- PET vessel packaged cabbage Kimchi, ○ PP tray packaged cabbage Kimchi, ▼ OPP/AL/PE packaged cabbage Kimchi, ▽ Ny/PE/LLDP packaged cabbage Kimchi

이를 보였으며, 포장재에 따른 pH 변화는 유의적 차이를 보이지 않았다고 보고한 바 있다.

산도의 변화(Fig. 2)를 살펴보면 전반적으로 저장기간이 지속되면서 증가하는 경향을 확인 할 수 있었다. 양배추 김치의 담금 직후 산도는 0.29%를 나타내었고, 저장 35일째부터는 PP tray와 Ny/PE/LLDP에 포장되었던 양배추 김치가 PET vessel 과 OPP/AL/PE 포장재보다 다소 낮은 산도를 보였다. 반면 PET vessel 과 OPP/AL/PE는 앞서 말한 두 가지 포장재

와 유의적 차이를 보이며 각각 $0.79 \pm 0.15\%$ 와 $0.83 \pm 0.30\%$ 를 나타내었고 PET vessel 과 OPP/AL/PE 두 군간의 유의적인 차이는 보이지 않았다. OPP/AL/PE와 같은 특수 처리한 적층필름의 경우 빠른 산도의 증가를 보였으나 김치의 유기산이나 소금농도에 따라 영향을 받을 수 있는 부식현상을 막아주는 소재로 이루어져 있는 것으로 보아 pH와 산도에 있어서 김치의 맛있는 적기를 유지하는데 큰 역할을 하고 있다고 여겨진다. Park BH와 Cho HS (2006)는 다양한 젓갈을 적용한 양배추 김치의 연구를 통해 젓갈 첨가와 종류에 따른 산도는 무첨가, 새우젓, 멸치액젓, 토하액젓 순서로 총산도가 증가함을 제시하였고, 양배추 김치는 포장재나 젓갈 첨가 종류에 따라 산도차이가 있음을 알 수 있었다고 보고 하였다.

2. 염도와 당도 변화

양배추 김치의 저장 중 염도의 변화는 Fig. 3에서 볼 수 있듯이 담금 직후부터 0.86%로 일반적 김치에 비하여 낮은 염도를 보였으며 저장이 진행됨과 동시에 조금 증가하는 변화를 확인할 수 있었다. 이와 같은 염도의 변화가 비교적 적은 이유는 발효초기에 수분함량이 높은 양배추의 조직 내로 소금이 확산되어 탈수와 침투를 반복하기 때문이며 발효 속성이 진행되면서 이러한 현상을 반복하면서 양배추 조직 사이에 소금 농도의 평형이 이루어졌기 때문으로 여겨진다. 국민건강영양조사(2009)를 통한 나트륨 섭취량의 주요 급원식품 30가지에 배추김치, 총각김치 등 6가지의 김치가 포함되었으며 소포장 김치의 소비가 함께 이루어지는 라면도 포함되어 향후 소포장 김치의 상품화는 저염 김치로 만들어야 할 필요성을 제시하였다. 따라서 본 실험에서 일반 배추김치와 비교하여 양배추 소포장 김치의 염도를 낮게 조정하여 염 함량이 비교적 높은 즉석 면류나 기타 간식과 함께 섭취 시에도 높은 한국인의 나트륨 섭취량을 조금이나마 줄일 수 있을 것으로 기대된다.

양배추 김치의 당도변화 결과는 Fig. 4와 같다. 담금 직후 당 농도는 7.5 °Brix였으며, 저장기간의 차이는 다소 있으나 4종류의 포장재 모두 일반 배추김치의 당 변화와 유사한 경향으로 증가를 하다가 다시 감소하는 경향을 보였다. 저장 35일째의 결과를 보면 PET vessel과 OPP/AL/PE에 저장된 양배추 김치는 7.0 °Brix로 동일한 값을 보였고 반면 PP tray와 Ny/PE/LLDP에 저장된 양배추 김치는 각각 6.4와 6.0 °Brix로 유의적인 차이를 보이면서 감소하는 것을 확인 할 수 있었다. PP tray는 Table 2에 제시된 바와 같이 용적이 250 mL로서 다른 포장재에 비해 비교적 큰 것에 대한 영향으로 용기 내 공기 잔존량이 높았을 것으로 추정된다. 따라서 젖산균 외에 다양한 호기성 미생물의 생육이 가능하며 미생물의 생육에 대한 당소모량의 증대로 당도에도 영향을 받았을 것으로 추정된다. 한편, Ny/PE/LLDP는 OPP/AL/PE film과 비교하여 광차단성, 가스투과성 등으로 인한 기능이 떨어져 같은 적층필름이지만 포장재에서 오는 특성 차이로 당 함량의 차이를 보이고, 이에 따른 영향으로 당도저하가 빠르게 진행되었

을 것으로 추측된다. 또한 양배추 김치는 제조 시 찹쌀풀이 들어감으로써 저장 14일차 이후 처리구별 차이가 더욱 크게 나타난 것으로 보인다. Lee HO 등(1994)에 의하면 찹쌀풀 및 새우젓 첨가량 증가에 따라 김치 발효 중 환원당 함량이 크게 저하되었으며 이 두 가지 인자가 미생물의 생육 촉진인자로 작용하는 것을 제시한 바 있다. 따라서 본 실험에서 양배추 김치 제조시 들어간 찹쌀풀의 영향으로 찹쌀풀에서 유래하는 전분 함량이 많았으며 저장기간 동안 가수분해현상에 의해 당의 함량이 증가하다가 계속되는 발효과정에서 미생물의 당 성분 이용으로 다시 급격한 감소가 이루어졌을 것으로 추측된다.

Fig. 2. Changes of total acidity in packaged cabbage Kimchi during storage at 4°C.

● PET vessel packaged cabbage Kimchi, ○ PP tray packaged cabbage Kimchi, ▼; OPP/AL/PE packaged cabbage Kimchi, ▽ Ny/PE/LLDP packaged cabbage Kimchi

Fig. 3. Changes of salinity in packaged cabbage Kimchi during storage at 4°C.

● PET vessel packaged cabbage Kimchi, ○ PP tray packaged cabbage Kimchi, ▼; OPP/AL/PE packaged cabbage Kimchi, ▽ Ny/PE/LLDP packaged cabbage Kimchi

Fig. 4. Changes of soluble solid content in packaged cabbage Kimchi during storage at 4°C.

● PET vessel packaged cabbage Kimchi, ○ PP tray packaged cabbage Kimchi, ▼; OPP/AL/PE packaged cabbage Kimchi, ▽ Ny/PE/LLDP packaged cabbage Kimchi

Fig. 5. Changes of lactic acid bacteria in packaged cabbage Kimchi during storage at 4°C.

● PET vessel packaged cabbage Kimchi, ○ PP tray packaged cabbage Kimchi, ▼; OPP/AL/PE packaged cabbage Kimchi, ▽ Ny/PE/LLDP packaged cabbage Kimchi

3. 젖산균수의 변화

김치발효를 유도하는 미생물은 여러 종류의 젖산균이며, 이러한 젖산균이 다른 양념들과 조화를 이루어 신맛을 내며 고유하고 독특한 맛을 형성한다. 김치의 발효초기와 후기에 관여하는 젖산균은 각각 다르게 다양한 미생물들이 관여하고 있는데 이러한 미생물들이 발효과정동안 젖산과 CO₂를 생성하여 김치 내용을 산성화 및 혐기상태로 해주어서 호기성균의 생육을 억제하여 줌으로써 김치가 시어지는 것을 막고 김치의 맛있는 맛을 지속될 수 있게 하는 중요한 역할을 한다. 양배추 김치 발효와 맛을 유도하는 가장 기본적인 미생물인 젖산균수의 변화를 살펴본 결과(Fig. 5), 담금 직후 5.25 log

Table 3. Sensory evaluation¹⁾ score of packaged cabbage Kimchi during storage at 4°C

Packaging materials	Storage days	Color	Texture	Smell	Taste	Overall
PET	1	6.50±1.46	6.20±2.09	6.20±2.09	5.35±1.75 ^{bc}	6.05±2.01 ^{ab}
	14	6.45±1.53	6.30±1.30	5.80±1.76	6.05±1.98 ^{ab}	6.30±2.05 ^{ab}
OPP/AL/PE	1	5.65±1.49	5.75±1.51	6.05±1.73	4.60±1.46 ^c	5.20±2.01 ^b
	14	6.50±1.35	6.60±1.78	6.35±1.63	6.70±1.83 ^a	6.60±1.53 ^a

¹⁾Sensory test by 20 experienced persons. As the values increase from 1 to 9 the intensity of sensory characteristics increases. abc Different superscripts within a column indicate significant differences ($p < 0.05$).

CFU/mL이었으며, PP tray에 저장된 양배추 김치의 경우 저장 기간 동안 젖산균수가 가장 낮았다. PET vessel의 경우 저장 기간이 지속되면서 젖산균수가 감소하지 않고 점차적으로 증가하는 모습을 보이는 반면 Ny/PE/LLDP 경우는 점차적으로 감소하는 모습을 보였다. PET 재질의 계열은 기계적 강도와 안전성, 내수성 그리고 차단성이 우수하여 유용한 미생물들이 생존하는데 큰 도움이 되는 재질로 여겨진다. OPP/AL/PE에 저장되었던 양배추 김치는 저장 7일째 가장 높은 $9.76 \pm 0.12 \log$ CFU/mL로 유의적인 차이를 보였고, 젖산균수 증대에 대한 영향으로 유기산 생성량이 증대하였으며 이로 인한 총산도의 증가와 pH 감소에 영향을 주는 것으로 알려진 보고와 일치하였다.

4. 전자공여능 변화

DPPH(α , α -diphenyl- β -picryl hydrazyl)는 free radical 화합물로서 분자내의 비공유 전자에 의해 보라색으로 발색되는 물질이다. 항산화물질이 DPPH와 radical을 포획하면 DPPH가 갖고 있던 보라색이 소실되는 원리를 이용하여 양배추 김치를 포장재별로 저장하면서 전자공여능을 측정하였다. 측정결과(Fig. 6) 저장기간 동안 전자공여능의 증가와 감소가 포장재별로 다소 차이를 보였으며, 저장 14일째 PET vessel와 OPP/AL/PE 포장된 양배추 김치의 경우는 각각 92.86%와 93.18%로 높은 전자공여능을 나타내었다. 대부분의 포장재는 Fig. 2에서 나타냈던 발효 적기에 가장 우수한 항산화능을 보였고 이를 기점으로 점차 감소하는 경향을 보였다. 반면, OPP/AL/PE에 저장되었던 양배추는 저장 49일째까지도 높은 전자공여능을 유지함으로써 가장 우수한 항산화능을 나타냈다. 김치는 다양한 재료를 사용하여 만들어지며 여러 미생물 및 효소가 관여하는 복잡한 발효과정을 거치면서 많은 종류의 생리활성물질을 생성한다. 이러한 생리활성물질 중 하나인 항산화물질은 활성산소 및 유리라디칼을 제거하거나 활성을 소거시키는 역할을 한다고 알려져 있다.

5. 관능적 특성

본 연구의 관능평가 목적은 포장재와 발효정도를 달리하는

양배추 소포장 김치에 대한 소비자들의 기호적 특성을 살펴보는 것으로 기존에 알려진 양배추김치는 대부분 겉절이로 섭취되는 형태가 많아, 실제 익은 김치에 대한 상품 적합성의 검토와 포장재에 따라 기호도에 어떤 영향을 주는지 함께 알아보았다. 4종류의 포장재별 저장기간에 따른 양배추 김치의 품질변화 분석 결과를 바탕으로 양배추 소포장 김치의 적합성이 높았던 PET 포장재와 OPP/AL/PE 포장재를 사용한 양배추 김치에 대해서 기호도 특성변화를 조사하였다(Table 4). 그 결과, 포장재와 발효정도에 따라 색, 조직감, 그리고 냄새에서는 모두 유의적인 차이가 없는 결과를 보였으나 맛과 종합 기호도에서 유의적 차이를 나타냈다. 여기서 평가된 맛은 짭짤이나 단맛 등의 특정한 맛이 아니고 평가자들이 느끼는 종합적 맛의 기호도로 대부분의 사람들은 포장재와 상관없이 잘 익은 양배추 소포장김치를 선호하는 것으로 나타났다. PET 포장재의 경우 발효초기김치는 5.35 ± 1.75 를 보인 반면, 발효된 김치는 6.05 ± 1.98 를 나타내었고, OPP/AL/PE 포장재는 발효초기 4.60 ± 1.46 였으나 발효된 김치는 6.70 ± 1.83 으로 큰 차이를 보였다. 이는 양배추 소포장 김치의 상품성은 적절하게 익었을 때 더 높게 평가될 수 있음을 의미하며 소포장김치의 생산조건에 이러한 김치의 품질을 적용시킬 수 있는 공정개발이 필요할 것으로 생각된다. 또한 종합 기호도에서도 이와 유사하게 발효되어 익은 김치가 높게 나타나 PET 포장재는 6.30 ± 2.05 를 나타냈고 OPP/AL/PE 포장재는 6.60 ± 1.53 로 발효되어 익은 김치가 종합적 기호도에서 높게 나타났다. 이러한 결과는 색, 질감, 냄새 등의 결과에서 포장재나 김치의 익은 정도에 대한 유의적 차이를 보이지 않았던 반면, 유의적 차이를 나타내었던 맛의 의존도가 전반적 기호도를 평가하는데 가장 큰 영향을 주었을 것으로 생각되며, 포장재는 PET보다 OPP/AL/PE가 높은 기호도를 보였고 발효정도에서는 제조 후 14일 된 익은 김치가 높은 기호도를 나타내었다. 향후 양배추 소포장김치의 이러한 관능특성을 적용하여 중·대형 포장김치와 달리 짧은 유통회전을 특징으로 하는 소포장 김치의 상품화 기술이 개발되어야 할 것이다.

Fig. 6. Changes of DPPH radical scavenging in packaged cabbage Kimchi during storage at 4°C.

- PET vessel packaged cabbage Kimchi, ○ PP tray packaged cabbage Kimchi, ▲ OPP/AL/PE packaged cabbage Kimchi, ▽ Ny/PE/LLDP packaged cabbage Kimchi

IV. 요약

양배추 김치를 직접 제조하여 PET vessel, PP tray, OPP/AL/PE 그리고 Nylon/PE/LLDP 4가지 포장재에 소포장하여 4°C 저장온도에서 김치 품질 특성을 결정하는 젖산균수, 염도, 당도, pH, 산도, 전자공여능 그리고 관능특성 변화를 살펴보았다. pH 변화는 담금 직후 pH 6.24~6.43 범위로 저장 7일째까지 큰 변화를 보이지 않았으나 7일부터 14일까지 급격히 낮아졌으며 산도는 저장 35일째까지 계속 증가하여 PET vessel는 0.79%, OPP/AL/PE는 0.83%로 나타났고 그 이후 큰 변화를 보이지 않았다. 염도는 저장기간 중에 큰 변화를 보이지 않았으며 당도는 전반적으로 4종류의 포장재 모두 증가하다가 저장 7일째를 기준으로 그 이후 감소하는 경향을 보였다. 젖산균수는 OPP/AL/PE에 저장되었던 양배추 김치가 저장 14일째 이후 가장 높게 나타났으며 전자공여능은 발효 적기에 가장 높았다가 발효적기를 지나면서 모든 포장재가 감소하는 경향을 보였으나 OPP/AL/PE는 최고 93.18%이후에도 높은 수준의 항산화능을 나타냈다. 관능특성은 생김치보다 익은 김치가 우수하였으며, OPP/AL/PE 14일째의 양배추 김치는 맛과 종합기호도에서 6.70과 6.60을 나타내 OPP/AL/PE 포장재가 양배추 소포장김치의 상품화를 위해 가장 적절한 포장재로 판단된다. 향후 양배추 소포장 김치의 산업화를 위해서는 배추김치나 중대형포장과 비교하여 원료에 따른 특성과 소포장이라는 차이를 고려하여 차별적인 제조 공정이 개발되어야 할 것이다.

V. 감사의 글

본 연구는 농촌진흥청 공동연구사업(과제번호 PJ007174)과 국립농업과학원 기관고유사업(과제번호 PJ008646) 지원에 의한 연구결과의 일부이며, 이에 깊은 감사를 드립니다.

참고문헌

- 식품저널. 2009. 식품유통연감. 서울
- 박현진, 이철호. 2008. 식품저장학. 고려대학교출판부, 서울
- 질병관리본부. 2009. 국민건강통계 국민건강영양조사
- 채범석, 김을상. 1998. 영양학사전. 아카데미서적. 서울
- 최홍식. 2005. 김치의 담금과 가공저장. 도서출판 효일. 서울
- Cho IT, Lee JM. 2005. The quality changes of less salty kimchi prepared with extract power of root of ginseng and *Schinus molle* juice. Korean J Food Culture 20(3):305-314
- Cho SH, Lee SC, Park WS. 2005. Effect of botanical antimicrobial agent-citrus product on the quality characteristics during Kimchi fermentation Korean J Food Preserv 12(1):8-16
- Chung DO, Park ID, Kim JO. 2002. Quality changes of rosemary-onion Kimchi by packaging materials during storage. Korean J Food Sci Technol 34(6):1043-1047
- Han YB, Kim MR, Han BH, Han YN. 1987. Studies on anti-oxidant component of mustard leaf and seed. Korean J Pharmacogn 18(1):41-49
- Hong SI, Park JS, Park NH. 1995. Quality changes of commercial Kimchi products by different package methods. Korean J Food Sci Technol 27(1):112-118
- Kim EJ, Hahn YS. 2006. Preparation of tomato Kimchi and its characteristics. Korean J Food Cookery Sci 22(4):535-544
- Kim GR, Park LY, Lee SH. 2010. Fermentation and quality characteristics of Kimchi prepared using various types of Maesil (*Prunus mume Sieb. et Zucc.*). Korean J Food Preserv 17(2):214-222
- Kim MK, Kim SY, Woo CJ, Kim SD. 1994. Effect of air controller fermentation on Kimchi quality. J Korean Soc Food Nutr 23(3):268-273
- Kim YS, Shin DH. 2008. Hygienic superiority of Kimchi. J Fd Hyg safety 23(2):91-97
- Kwak HJ, Jang JS, Kim SM. 2009. Quality characteristics of Kimchi with added *Houttuynia cordata*. Korean J Food & Nutr 22(3):332-337
- Lee HO, Lee HJ, Woo SJ. 1994. Effect of cooked glutinous rice flour

- and soured shrimp on the changes of free amino acid, total vitamin C and ascorbic acid contents during Kimchi fermentation, Korean J Soc Food Sci 10(3):225-231
- Mo EK, Kim SM, Yang SA, Jegal SA, Choi YS. 2010. Properties of Baechu Kimchi treated with black rice water extract, Korean J Food Preserv 17(1):50-57
- Moon SW, Shin HK, Gi GE. 2003. Effects of xylitol and grapefruit seed extract on sensory value and fermentation of Baechy Kimchi, Korean J Food Sci Technol 35(2): 246-253
- Moon YJ, Park S, Sung CK. 2003. Effect of ethanolic extract of *Schizandra chinensis* for the delayed ripening Kimchi preparation, Korean J Food & Nutr 16(1):7-14
- Park BH, Cho HS. 2006. Physicochemical characteristics of cabbage Kimchi during fermentation, Korean J Food Cookery Sci 23(5):600-608
- Park BH, Cho HS, Oh BY. 2004. Physicochemical characteristics of onion Kimchi prepared with Jeot-kal and chitosan, Korean J Food Cookery Sci 20(4):358-364
- Park GS, Kim GS. 2008. Quality characteristics of *Allium victorialis* Mul-Kimchi during fermentation, Korean J Food Cookery Sci 24(6):829-836
- Park HY, Ahn JA, Seo HJ, Choi HS. 2011. Quality characteristics of small package Kimchi according to packing material and storage temperature, Korean J Food Cookery Sci 27(1):63-73
- Park SK, Cho YS, Park JR, Moon JS, Lee YS. 1995. Changes in the contents of sugar, organic acid, free amino acid and nucleic acid related compounds during fermentation of mustard leaf Kimchi, J Korean Soc Food Nutr 24(1):48-53
- Shin SM, La SH, Choi MK. 2007. A study on the quality characteristics of Kimchi with mulberry leaf powder, Korean J Food & Nutr 20(1):53-62
- Yang YJ, Han JS. 2005. Effect of the beet addition on the quality of American preferred Kimchi during fermentation, J Korean Soc Food Sci Nutr 34(4):538-543