

## 포장재와 저장온도에 따른 소포장 김치의 품질특성

박혜영 · 안지아 · 서해정 · 최혜선 †  
농촌진흥청 농식품자원부

### Quality Characteristics of Small Package Kimchi according to Packing Material and Storage Temperature

Hye-Young Park, Ji-A Ahn, Hae-Jung Seo and Hye-Sun Choi †  
Department of Agrofood Resources, Rural Development Administration

#### Abstract

Cabbage (*Baechu*) Kimchi in its truncated form was placed in four different packing materials, Ny/PE/LLDP, OPP/AL/PE, PP and PET, and quality changes were observed during storage. Changes in pH and total acidity showed an x-shaped cross-curve as pH decreased and total acidity increased during storage. PP tray showed the slowest change at 5°C with time. The pH was initially 6.25, but decreased to 4.12~4.16 at 20 days, and total acidity showed a 4 to 4.8-fold increase after 20 days of storage compared to the initial value. During storage at 5°C, total bacterial count and lactic acid bacterial count rapidly increased after 4 days. The total bacterial quantity decreased after a period of time and there were differences according to packaging material; OPP/AL/PE packaging showed the most dramatic decrease. Change in microbial count mostly followed a similar pattern to that of total acidity for all packaging materials. Changes in the color of Kimchi liquid, when examined by color index in L·b/a form, rapidly decreased over time, similar to pH. Small Ny/PE/PP and OPP/AL/PE packages of Kimchi were examined for changes in free volume inside the packaging. After 13 days of storage at 5°C, the volume was 243 mL, but storage at 20°C resulted in a volume of 372 mL, a more than 1.5-fold increase in free volume. There were changes in the quality characteristics of small package Kimchi according to storage temperature and packaging material, and large changes in pH, total acidity, and microbial count were evident upon storage at 5°C for 8 days, which was the optimum palatability period. Mostly, PP treatment showed the slowest quality changes upon storage at 5°C. However, due to small package Kimchi's fast consumption system, the appropriate choice of packaging material must consider the product's turnover ratio. Further, the varieties of small package Kimchi should be diversified according to different consumer preferences by offering Kimchi with different maturity levels. Further, since the leading consumer base ranges in age from the teens to thirties, the development of various products targeting such consumers is necessary.

Key words : Kimchi, packaging, quality changes, storage

#### 1. 서론

김치는 한국의 대표적인 젓산발효 채소식품으로(Kim YS와 Shin DH 2008) 한국인의 식생활에 있어서 중요한 위치를 차지하고 있다. 배추김치는 국민건강통계에서 백미 다음 2번째

다소비 식품으로 나타났으며 남자는 95.6 g/일, 여자는 63.1 g/일 섭취하여 조식유 섭취량의 주요급원으로 조사되었다(질병관리본부 2009). 그러나 2009년 국내 배추생산량 감소와 경기 침체로 인한 외식 수요 부진으로 1인당 배추소비량은 2008년 보다 6% 감소하였으며, 김치의 1인당 소비량도 배추 소비량과 함께 4~5년을 주기로 증가와 감소를 반복하고 있

다(한국 농촌경제연구원 2010). 최근, 사회구조의 변화에 따라 여성의 사회 참여 증가와 외식산업의 발달 등으로 김치도 기업적 생산의 필요성이 요구되고 있으며(Moon SW 등 2003) 과거에는 주로 가정에서 제조하여 소비하던 김치가 점차 산업화 및 핵가족화 등에 따른 사회변화로 이제는 김치를 사먹는 것이 흔한 일이 되었다. 이러한 김치 시장은 사회변화에 부응하여 빠르게 확대되어 왔으며 2000년에는 상품화된 김치의 소비비율이 30%에 이르렀고 앞으로 70% 이상 계속 증가할 것으로 보인다. 현재 김치의 판매 단위는 주로 가정에서 일주일 이상 소비를 목적으로 하는 중·대형 포장 김치와 학생 혹은 20·30대의 젊은 직장인이 주 소비층인 소포장 김치 등으로 다양해졌다. 소포장 김치는 주로 편의점, 슈퍼마켓 등에서 판매되며 제품용량은 80, 150, 200 g 등이고, 중·대형포장 김치는 가정배달, 단체급식소 및 외식업체에 공급되는 제품으로 1, 2, 3, 4, 5, 10, 20 kg 등 다양한 제품용량이 판매되고 있다. 최근에는 편의점에서 1회 먹을 수 있는 60~80 g의 미니컵 제품이 용기라면과 함께 인기를 끌고 있다(Song YO 등 1995, 박현진 1999). 한편 현재 국내 김치 산업체에서 많이 사용하고 있는 주요 포장재를 보면, polyethylene(PE), polypropylene(PP), polyvinyl chloride(PVC), polyvinylidene chloride(PVDC), polyethylene terephthalate(PET), nylon(Ny)등의 플라스틱 필름들이 있으며 이외에 aluminium foil(Al), 유리(병), 주석(can) 등이 있다. 이들 중 플라스틱 필름계열이 많이 이용되고 있으며 특히 적층필름(laminated film)인 PET+PE, Ny+PE, PET+Al, PVC+PE, PET+Al+PE, PVDC+PP+PE 등이 많이 활용되고 있다. 실제 김치의 포장재 업계에서는 외층, 차단층, 밀봉층으로 구성된 적층필름이 많이 이용되고 있으며 김치 소포장에 추천되는 것은 알루미늄 파우치 진공포장백으로 다층 필름 백이나 플라스틱 컨테이너인 Ny/PE/LLDP, OPP/AL/PE, PP/EVOH/PP 등을 들 수 있다(박현진 1999). 일반적으로 PE 계열은 수분 차단성이 좋으며 내화학성 및 가격이 저렴한 것이 장점이며 Ny계열은 가스투과성이 낮고 질기고 유연성이 좋다. PET계열은 기계적 강도, 내수성, 내화학성 질감성이 우수하고 PP계열은 우수한 방습성, 투명도, 광택도, 내열성이 있으며 탄산칼슘과 같은 무기물이 첨가된 열성형 tray 용기로 많이 사용된다(최홍식 2005).

소포장이나 중·대형 포장에서 대부분 플라스틱 적층 필

름을 쓰거나 금속용기나 플라스틱 용기 내 필름포장을 사용하고 있는데 이러한 방법에 의하여 포장된 김치 상품에서 가장 큰 문제는 유통 중에 일어나는 김치발효문제이다. 원인은 산패의 진행과 함께 생성되는 가스이며 주로 CO<sub>2</sub>가 문제가 된다(Hong SI 등 1994, Kim YJ 등 1994, Hong SI 등 1996, Lee DS 등 1999, Lee DS 등 2001). 이로 인하여 팽창 현상이 심하게 일어나 파열되거나 파손되며 팽창 중에 용기 내부의 김치가 걸도는 현상과 함께 내용물이 용기 밖으로 나와 냄새가 나는 등 심각하게 상품성이 저하된다(최홍식 2005). 지금까지 이러한 문제점을 해결하기 위해 포장필름에 특수처리를 하거나(Lee MY 등 2003) 항균물질이 함유된 포장필름 개발(Kim SD 등 1998, Park WS 등 2005), PETG(Polyester G)+PS(Polystyrene)+PETG 3층으로 된 새로운 용기를 개발(Ahn MS와 Lee JY 1996)하는 등 포장재에 대한 연구가 수행 되었으며 열처리하여 황 함유성분을 감소시키거나(Ko YT와 Baik IH 2002), 보존성을 높이기 위한 레도트트 파우치 적용성에 대한 연구(Pyun YR 등 1983) 등이 수행 되었다. 그러나 이러한 김치 포장의 일반적인 문제점은 중 포장(1~5 kg), 대형포장(5 kg 이상)에서 주로 많이 나타나며 소포장 김치에서는 설정된 유통기한 보다 짧은 기간에 판매가 이루어지고 바로 소비되므로 소포장 김치의 상품성 향상을 위해서는 먼저 포장재별 품질변화에 대한 연구가 선행되어야 하겠다. 따라서 본 연구에서는 다양한 포장재로 김치를 포장하여 5와 20℃에 각각 저장하면서 품질변화를 살펴 포장재에 따른 품질특성을 밝히고 소포장김치에 적합한 포장재를 제시하고자 하였다.

## II. 재료 및 방법

### 1. 김치의 제조

시중에 유통되는 김치로 시험구를 제조하기 위하여 김치 제조업체(주, 한성김치)로부터 김치를 주문 제조하였으며, 제조한 김치의 재료와 배합비율은 Table. 1에 나타내었다. 50 kg 단위로 한꺼번에 제조한 절단 김치(맛 김치)를 냉장 상태로 유지하며 실험실로 옮겨왔으며 제조당일 즉시 포장하였다.

Table 1. Formula of small packaging Kimchi

Ingredient	Ratio Component (%)
Salted cabbage	61.6
Radish	20.0
Dried red pepper powder	4.0
Garlic	2.9
Paste of glutinous rice	2.3
Salted anchovy	2.0
Salted shrimp	1.6
Leaf mustard	1.4
Pear	1.4
Sugar	1.1
Shallot	0.7
Extract of kelp	0.3
Onion	0.3
Ginger	0.1
powdered taffies	0.1
Red pepper	0.1
Salt	0.1
Total	100

## 2. 포장 및 저장

김치 포장에 사용된 포장재는 현재 많이 이용되고 있는 적층필름 Ny/PE/LLDP와 OPP/AL/PE, 용기형 포장재 PP tray와 PET vessel를 사용하였으며 각 포장재의 크기와 소포장한 후의 외관은 Table 2와 같다. 국민 1인당 섭취되는 김치의 소비량을 참고로 포장 단위는 100 g으로 정하였으며 가스 흡수제는 사용하지 않고 균일한 김치 포장을 위하여 즐기와 앞을 골고루 취하여 포장하였다. Ny/PE/LLDP, OPP/AL/PE는 시료를 넣은 후 조직이 상하지 않게 손으로 눌러 내부의 공기를 충분히 탈기 시킨 후 PP tray와 함께 sealing moulder로 1분간 열 접합 하였다. PET vessel은 시료를 용기에 담아 조직사이로 공기가 들어가지 않게 조직이 상하지 않을 정도로 눌러 담아 포장하였다. 포장이 완료된 소포장 김치는 저온저장 조건  $5 \pm 2^\circ\text{C}$  (RH 60%), 상온저장 조건  $20 \pm 2^\circ\text{C}$  (RH 60%)에서 저장하면서 일정 시간대별로 채취하여 분석에 사용하였다.

Table 2. Characteristics of various packaging material

Package material	Size	Appearance
Ny/PE/LLDP film	thickness 50 $\mu\text{m}$ width 16 $\times$ length 10 cm	
OPP/AL/PE film	thickness 95 $\mu\text{m}$ width 11.5 $\times$ length 13 cm	
PP tray	volume 250 mL width 10.5 $\times$ length 6 $\times$ height 4.5 cm	
PET vessel	volume 120 mL diameter 7 $\times$ high 4 cm	

## 3. 시료액 제조

김치 100 g을 70% 에틸알코올로 소독한 분쇄기에 넣고 1분간 파쇄한 후 멸균된 거즈를 3겹으로 하여 여과한 여액으로 pH, 총산, 총균수, 젖산균수 및 색도를 측정하였다.

## 4. pH 및 총산도 측정

pH는 시료액을 일정양 취하여 pH meter(SevenEasy pH, PSM11R-090)로 실온에서 3회 반복 측정하였고 총산도는 시료액 10 mL를 취하여 0.1 N NaOH를 가하여 pH 8.3이 될 때까지 3회 반복 적정하여 그 소비된 mL를 젖산 함량(%)으로 환산하여 적정산도로 나타내었다.

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

F; 0.1 N NaOH의 Factor

## 5. 총균수 및 젖산균수 측정

시료액을 무균적으로 채취하여 0.85% NaCl에 단계적으로 희석한 후, plate count agar(Difco Lab., USA)와 MRS agar(Difco Lab., USA)를 이용하여 측정하였다.  $10^1$ ~ $10^8$ 까지 희석하여 도달한 후 30°C에서 48시간 배양하여 생긴 colony를 계측하여 log CFU/mL 값으로 나타내었다.

## 6. 색도 및 자유용적

색도는 시료액 5 mL을 cell에 담아 Color meter(Color-Eye 3100, Macbeth, USA)를 이용하여 측정하였고 측정값은 Hunter L(lightness), a(redness), b(yellowness)값으로 나타내었다. 포장 내 자유용적은 메스실린더에 일정량의 물을 채워 넣은 후, 포장구를 침수시켜 늘어난 부피를 측정하였다.

## 7. 통계처리

실험결과에 대한 통계분석은 statistical package for social sciences(SPSS, 10.0)를 이용하여 one way ANOVA 분석을 하였으며, 시료 간 유의성은 Duncan's multiple range test로  $p < 0.05$  수준에서 비교하였다.

# III. 결과 및 고찰

## 1. pH와 총산도의 변화

포장재를 달리한 소포장 김치를 5와 20°C에 저장하면서 pH와 총산도의 변화를 측정하였다. 먼저 5°C 저장의 경우 김치를 제조한 0일차에 pH는 6.25를 나타냈으나 저장 1일차가 되면서 초기 발효가 진행되어 pH는 감소하기 시작하였으며 Ny/PE/LLDP, OPP/AL/PE, PP, PET 처리구에서 각각 pH가 5.93, 5.88, 6.05, 5.65를 나타내어 PP tray에서 pH 감소가 가장 느리게 일어났다(Fig. 1). 또한 저장 2~4일을 경과하면서 pH는 더 급격하게 감소되어 모든 소포장 김치가 pH 4.38~4.58로 초기 pH보다 매우 낮은 수준을 나타냈다. 이는 다른 연구에 나타난 김치의 pH 변화와 비교했을 때(Hong SI 등 1995, Lee MY 등 2003, Mo EK 등 2010) 매우 빠른 진행을 보인 것으로, 본 연구의 김치는 소포장 김치이며 포기김치가 아닌 절단 형태(맛김치)로 김치를 제조하는 과정에서 김치 표면적이 크기 때문에 발효의 진행이 빨랐던

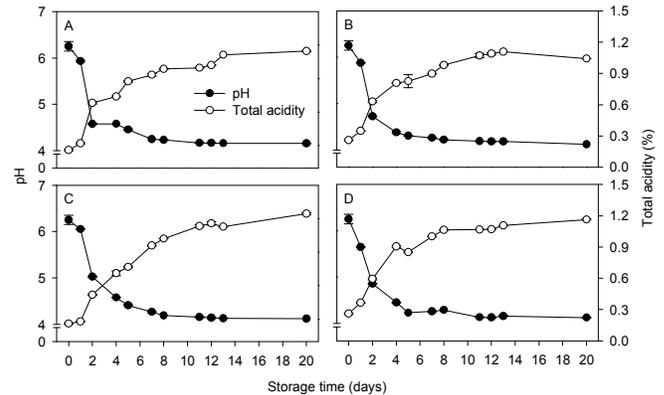


Fig. 1. Changes in pH and titratable acidity of Kimchi products by different packaging material during the storage at 5°C for 20 days  
A; Ny/PE/LLDP film, B; OPP/AL/PE film, C; PP tray, D; PET vessel

것으로 생각된다. 이러한 pH의 변화와는 달리 총산도의 변화는 반대의 경향을 보였다. 초기 0.26%였던 소포장 김치는 1~8일까지 급격한 증가를 보였고 그 이후 서서히 증가하여 저장 20일 경과 시에 1.04~1.25%를 나타냈다. pH의 변화가 완만했던 PP tray 처리구에서 총산도의 증가도 완만하게 일어났으며 pH와 산도의 교차지점도 늦게 나타났다. 반면 Ny/PE/LLDP 시험구는 pH와 총산도의 급격한 변화로 교차지점이 가장 먼저 나타났다. 김치 적숙기의 총산도는 0.3~0.8로 알려졌으며(최홍식 2004) 본 연구의 소포장 김치가 적정 산도를 나타낸 저장기간은 1~5일로 PP tray에서 적정 산도 기간이 가장 길게 나타났다.

또한 20°C에 저장하며 pH와 총산도의 변화를 살펴본 결과 5°C저장과 동일하게 pH와 총산도는 X자형 교차선을 나타냈으며 저장온도가 높아 모든 처리구에서 pH 감소와 총산도 증가가 빠르게 진행되었다(Fig. 2). 이는 Jung JI 등(2009)의 연구와 동일한 결과로 저장환경 중 온도가 가장 중요한 조절인자가 될 수 있음을 보여주었다. 초기 pH는 6.25를 나타냈으나 저장 1일 이후 pH는 4.1 수준으로 급격히 감소하였으며 발효 5일 이후에는 pH 3.6을 유지하였다. PP tray 포장구는 5°C 저장 때와는 다르게 빠른 pH 감소와 산도 증가가 나타났고 Ny/PE/LLDP에서는 약간 느린 진행을 보였으나 저장 5~7일 경과 시 pH는 3.6까지 감소하여 저장 13일까지 지속되었다. 또한 총산도의 최대값이 1.25%였던 5°C저장과는 달리 20°C저장에서 산도는 지속적으로 증가하여 저장 13일차에 1.95~2.11%를 나타내어 5°C 저장보다 2

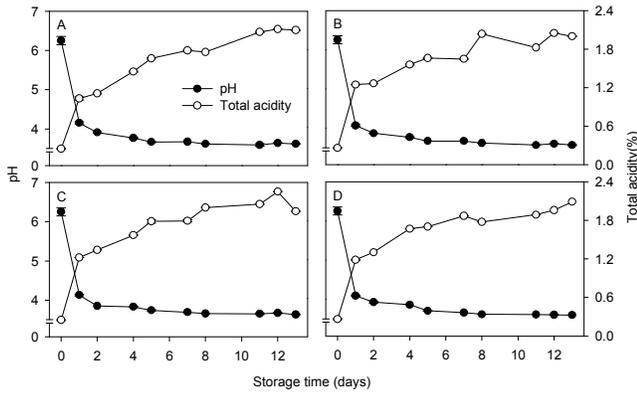


Fig. 2. Changes in pH and titratable acidity of Kimchi products by different packaging material during the storage at 20°C for 13 days A; Ny/PE/LLDP film, B; OPP/AL/PE film, C; PP tray, D; PET vessel

0°C 저장에서 1.7배 이상의 증가를 보였다.

따라서 저장 온도에 따른 소포장 김치의 pH와 총산도의 변화는 큰 차이를 보였으나 포장재에 따른 차이는 매우 작았다. 모든 처리구가 pH와 총산도의 변화를 나타내는 경향은 유사하게 나타났으며 소포장 김치의 품질특성을 살펴본 Hong 등(1995)의 연구와 같은 결과를 보였다.

## 2. 총균수 및 젖산균수의 변화

김치는 채소류를 주재료로 하여 야생의 미생물에 의해 발효되는 자연발효식품으로 김치 발효의 특성은 단계성을 지닌다. 이러한 각 단계별 미생물학적 특성은 김치의 품질에 매우 중요한 영향을 주기 때문에 김치의 처리나 저장기간에 따른 균수의 변화를 살펴보는 것은 매우 중요하다고 할 수 있다(최홍식 2005). 따라서 포장재에 따른 소포장 김치를 제조하여 5와 20°C에 각각 저장하면서 총균수와 젖산균수의 변화를 살펴보았다. 먼저 5°C저장의 경우 저장 4일까지 급격한 총균수의 증가가 일어났으며 13일까지 일정하게 유지되다가 다시 20일까지 감소를 보였다(Fig. 3). 이러한 경향은 발효초기에 진행된 젖산 생성에 의한 pH 감소와 총산도 증가에 의해 유산균 증식이 감소되어 나타나는 현상(Mheen TI와 Kwon TW 1984)으로 Fig. 1에 나타난 총산도의 최고시기와 균수의 저하시기가 일치하는 것을 관찰할 수 있었다. 또한 저장 20일에는 OPP/AL/PE 처리구에서 가장 급격한 균수 저하를 가져왔고 PP 처리구는 완전한 감소를 나타내어 포장

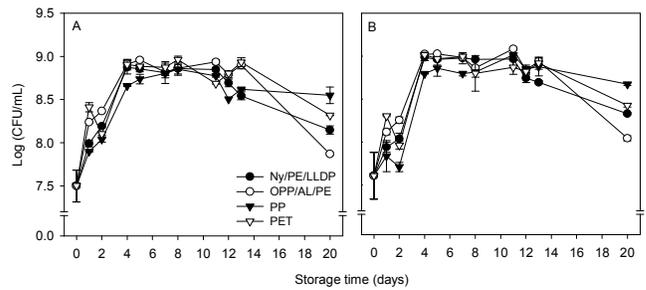


Fig. 3. Changes in total aerobic bacteria (A) and lactic acid bacteria (B) of Kimchi products by different packaging material during the storage at 5°C for 20 days

●-●; Ny/PE/LLDP film, ○-○; OPP/AL/PE film, ▼-▼; PP tray, ▽-▽; PET vessel

재 처리구별 차이를 확인할 수 있었다. 이는 Hong 등(1995)의 연구에서 포장단위나 저장온도는 다르나 PP tray에 덮개 필름을 열 접합한 상압포장(AP)군에서 젖산균의 저하가 가장 느리게 일어난 결과와 유사하였다.

또한 20°C에서 포장재 처리구에 따른 저장기간별 균수의 변화를 살펴 본 결과(Fig. 4), 5°C 저장과는 다르게 총균수의 변화는 2~7일, 젖산균수는 2~11일에 처리구간의 큰 차이를 나타냈다. 총균수와 젖산균수 모두 저장초기에 급격한 증가를 보였고 총균수는 PP 처리구에서 10.6 log(CFU/mL)로 가장 높았고 젖산균수는 PET에서 10.3 log(CFU/mL)이었다. 균수의 최고값은 저장 7일차부터 다시 감소하였으며 일정시간 경과 후에 다시 증가하는 경향을 보였다. 이러한 결과는 김치발효에 미치는 온도에 관한 연구(Mheen TI와 Kwon TW

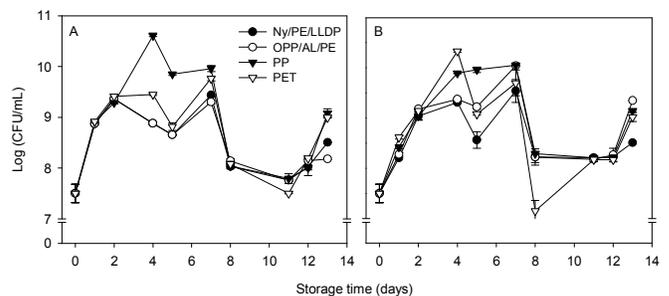


Fig. 4. Changes in total aerobic bacteria (A) and lactic acid bacteria (B) of Kimchi products by different packaging material during the storage at 20°C for 13 days

●-●; Ny/PE/LLDP film, ○-○; OPP/AL/PE film, ▼-▼; PP tray, ▽-▽; PET vessel

Table 3. Changes in Hunter color of packaged kimchi during storage at 5°C

Color	Storage days	Sample				F-value <sup>1)</sup>
		Ny/PE/PP	OPP/AL/PE	PP	PET	
L	0	14.27±0.23	14.27±0.23	14.27±0.23	14.27±0.23	-
	1	16.70±0.77a <sup>2)</sup>	15.03±0.22b	16.14±0.40a	14.97±0.13b	10.660*
	2	14.77±0.38b	9.71±0.59c	19.88±0.13a	20.55±0.35a	485.376*
	4	18.59±0.24b	19.60±0.06a	16.15±0.10c	15.01±0.52d	161.049*
	5	15.41±0.19c	18.75±0.19b	19.69±0.31a	19.29±0.31a	151.943*
	7	17.25±0.65b	19.94±0.25a	19.51±0.31a	17.36±0.31b	35.643*
	8	19.97±0.10b	15.07±0.06d	17.52±0.64c	25.32±0.20a	492.873*
	11	19.03±0.08a	13.73±0.10c	17.13±0.29b	17.10±0.09b	540.986*
	12	14.99±0.04d	18.23±0.09b	18.51±0.18a	17.08±0.11c	542.115*
	13	12.12±0.05c	8.63±0.06d	13.86±0.04b	15.40±0.03a	12388.648*
20	15.90±0.02c	21.54±0.03a	15.28±0.07d	16.59±0.04b	11569.405*	
a	0	0.52±0.17	0.52±0.17	0.52±0.17	0.52±0.17	-
	1	4.31±0.52a	3.10±0.25b	2.48±0.20c	3.13±0.08b	18.411*
	2	1.18±0.09b	8.75±0.27a	1.37±0.15b	0.66±0.11c	1515.871*
	4	3.15±0.31c	4.55±0.18a	3.87±0.21b	4.92±0.48a	17.980*
	5	4.86±0.18a	3.93±0.32b	4.34±0.26b	3.83±0.27b	9.476*
	7	5.64±0.37a	3.33±0.18c	3.56±0.19c	4.47±0.15b	58.662*
	8	4.10±0.01b	6.29±0.06a	3.89±0.45b	0.93±0.02c	286.642*
	11	4.11±0.18b	5.62±0.09a	4.11±0.23b	5.35±0.15a	67.337*
	12	6.40±0.10a	4.79±0.27b	4.81±0.15b	6.38±0.02a	94.387*
	13	8.58±0.15b	12.47±0.15a	7.23±0.28c	6.16±0.12d	660.496*
20	7.07±0.08a	5.47±0.07c	5.04±0.14d	6.09±0.09b	234.917*	
b	0	19.79±0.63	19.79±0.63	19.79±0.63	19.79±0.63	-
	1	23.32±0.53a	21.38±0.47b	21.83±0.13b	21.27±0.17b	19.733*
	2	41.90±0.21a	15.64±0.96c	22.45±0.45b	21.99±0.12b	1300.461*
	4	24.75±0.49b	27.40±0.27a	23.47±0.27c	22.60±0.54d	77.128*
	5	23.11±0.43c	25.31±0.28b	26.48±0.40a	27.09±0.45a	58.426*
	7	25.61±0.44bc	26.37±0.42a	25.86±0.20ab	25.17±0.09c	7.180*
	8	27.20±0.20a	22.99±0.15c	24.71±0.69b	17.95±0.09d	333.892*
	11	26.45±0.13a	21.09±0.20d	24.06±0.87c	25.24±0.37b	66.669*
	12	23.00±0.20b	26.37±0.27a	26.66±0.46a	25.69±0.30b	80.539*
	13	19.16±0.15c	14.59±0.14d	21.20±0.08b	23.21±0.14d	2304.512*
20	24.09±0.23c	30.60±0.30a	22.67±0.41d	24.93±0.16b	439.098*	

1) Significance as determined by ANOVA test according to packaging materials(p&lt;0,001)

2) Different letters within a row indicate significant difference by Duncan's range test at p&lt;0,05, n=3

Table 4. Changes in Hunter color of packaged kimchi during storage at 20°C

Color	Storage days	Sample				F-value <sup>1)</sup>	
		Ny/PE/PP	OPP/AL/PE	PP	PET		
L	0	14.27±0.23	14.27±0.23	14.27±0.23	14.27±0.23	-	
	1	24.80±0.64a <sup>2)</sup>	18.64±0.09c	18.18±0.44c	19.67±0.37b	150.299**	
	2	22.18±0.16d	22.41±0.05c	23.30±0.05b	24.25±0.06a	312.793**	
	4	20.43±0.05a	20.06±0.02a	18.69±0.45b	18.84±0.32b	28.812**	
	5	20.68±0.15a	20.31±0.09a	19.20±0.39b	19.39±0.14b	30.505**	
	7	19.30±0.19a	15.99±0.11c	17.96±0.16b	17.93±0.24b	170.415**	
	8	16.81±0.05b	18.59±0.23a	16.39±0.13c	14.81±0.12d	337.736**	
	11	16.16±0.11b	19.38±0.10a	16.24±0.19b	19.53±0.02a	755.471**	
	12	18.07±0.07b	15.50±0.17c	14.97±0.19d	19.97±0.04a	903.576**	
	13	18.95±0.03a	8.32±0.02c	6.59±0.03d	12.91±0.05b	67698.759**	
	a	0	0.52±0.17	0.52±0.17	0.52±0.17	0.52±0.17	-
		1	4.35±0.07c	5.14±0.14a	4.93±0.13a	4.35±0.24b	256.748**
		2	3.10±0.23	3.51±0.07	2.96±0.05	3.10±0.04	1.056*
4		3.90±0.02b	4.38±0.11a	3.49±0.40b	3.90±0.26b	7.567**	
5		3.24±0.15ab	3.49±0.05a	2.82±0.42b	3.24±0.12ab	4.527**	
7		3.31±0.19	6.77±0.04	4.81±0.13	3.31±1.96	11.529	
8		7.23±0.05a	4.31±0.16c	5.23±0.15b	7.23±0.24a	240.320**	
11		4.47±0.11a	5.27±0.21a	3.83±0.39b	4.47±0.11b	31.407**	
12		4.01±0.07c	6.96±0.25a	5.02±0.38b	4.01±0.19c	80.590**	
13		8.57±0.03d	12.75±0.14a	11.78±0.28b	8.57±0.06c	3569.716**	
b		0	19.79±0.63	19.79±0.63	19.79±0.63	19.79±0.63	-
		1	21.61±0.74c	26.55±0.62a	25.35±0.33b	26.93±0.31a	62.530**
		2	26.99±0.33a	26.70±0.18a	25.04±0.29b	25.60±0.38b	27.451**
	4	27.53±0.05a	27.66±0.05a	25.76±0.45b	25.65±0.31b	46.470**	
	5	26.23±0.18	26.59±0.21	24.73±0.21	26.80±0.51	28.817	
	7	26.06±0.40a	24.77±0.37b	26.10±0.21a	25.97±0.40a	9.761**	
	8	25.93±0.16b	26.67±0.19a	24.34±0.04c	23.05±0.40d	139.280**	
	11	24.25±0.38c	28.49±0.29a	23.34±0.37d	27.79±0.32b	166.207**	
	12	25.61±0.31b	24.00±0.25c	22.52±0.26d	26.92±0.28a	144.839**	
	13	26.59±0.14a	14.03±0.03c	10.91±0.28d	20.45±0.28b	4287.944**	

1) Significance as determined by ANOVA test according to packaging materials(\*p<0.05, \*\*P<0.001)

2) Different letters within a row indicate significant difference by Duncan's range test at p<0.05, n=3

1984)에서 저장 온도가 증가할수록 균수의 증가와 감소를 반복하는 본 연구결과와 일치함을 보였고 특히 유산균 중에서 *Leu. mesenteroides*는 총균수와 유사한 변화와 균수를 나타냈다.

### 3. 색도 및 색차의 변화

김치액의 색변화는 김치의 재료, 채취방법, 배합비를 및 발효조건 등의 변화요인에 의해 크게 달라질 수 있다(Hong

등 1995). 따라서 포장재를 달리한 소포장 김치의 저장기간 중 색도의 변화를 살펴 포장재나 저장기간, 저장온도에 따른 변화를 살펴보고자 하였다(Table 3). 5℃ 저장의 L값(명도)은 8.63~21.54를 나타냈으며 특별한 경향을 보이지 않았다. 저장동안 포장재에 따라 유의적 차이를 나타냈으며 특히, 저장 8일 이후 저장기간이 증가할수록 F값도 증가하여 포장재 처리구간의 유의적 차이를 분명하게 나타냈다. 한편 각 저장동안 포장재에 따른 a값과 b값은 0일 저장과 비교하여 대체적으로 증가된 값을 나타냈다. 그러나 L값과 동일하게 각 저장일 마다 포장재별 유의성이 동일한 경향을 보이지는 않았다. 따라서 색도에 대한 차이는 포장재에 따른 차이보다는 개체별 차이로 생각된다. 유사한 다른 연구에서 김치액의 색도를 측정된 결과 L값은 숙성기간 중 저장온도에 관계없이 변화를 나타내지 않았으나 a값은 서서히 증가하였고 b값은 증가 후 감소하는 결과를 나타냈다(No HK 등 1992). 또 다른 연구에서 4주 동안 L 값은 꾸준한 증가를 보였고 a값과 b값은 특별한 경향을 보이지 않아(Bae MS와 Lee SC 2008) 연구마다 색도변화에 대한 차이를 보였다. 저장온도 20℃에서 L, a, b값은 5℃저장과 큰 차이를 보이지 않았으나 L값은 PP 포장재 처리구를 제외한 나머지 세 개의 처리구에서 같은 저장일에 5℃ 저장보다 20℃ 저장 소포장 김치의 색도가 다소 높게 나타났다(Table 4). 또한 20℃ 저장시의 L, a, b값의 F값이 유의적으로(P<0.001) 포장재별 차이가 나타났다.

한편 저장기간 및 포장재에 따른 색도 변화가 김치의 숙성과 어떠한 연관이 있나 살펴보기 위하여 색도 측정값을  $L \cdot b/a$  형태의 색지수로 표시하여 Fig. 5에 나타내었다. 그림에 나타낸 바와 같이 두 가지 저장온도에서 유사한 경향을 보이며 저장기간에 따라 초기 급격한 감소를 보였고 저장일이 경과할수록 점차 낮아졌다. 5℃ 저장에서는 2일차와 8일차에 포장재에 따른 큰 차이를 보였으나 그 외에는 처리구별 차이가 20℃보다 작게 나타났다. 이러한 결과는 Hong 등 (1995)의 연구결과에서 급격한 감소는 아니었지만, 저장기간이 경과할수록 점차 감소하는 것과 일치함으로써 발효에 따른 변화에서 L, a, b값과는 달리  $L \cdot b/a$ 값은 특징적인 경향을 나타냈다.

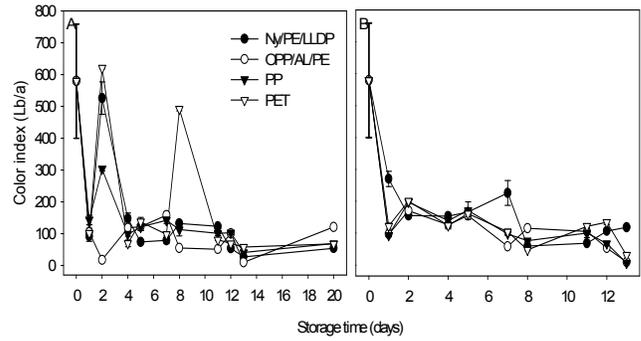


Fig. 5. Changes in color index of Kimchi products by different packaging material during the storage at 5 (A) and 20°C (B)

●-●; Ny/PE/LLDP film, ○-○; OPP/AL/PE film, ▲-▲; PP tray, ▽-▽; PET vessel

#### 4. 포장내 자유용적의 변화

포장내 자유용적의 변화는 포장김치의 팽창정도를 나타내는 주요 지표로서 0~20℃에서 저장한 용기의 내부압력은 sigmoid 곡선형으로 증가하는 것으로 알려져 있다(한국식품개발연구원 1994). 따라서 본 연구에서는 Ny/PE/PP와 OPP/AL/PE 소포장 김치의 발효진행에 따른 포장 내 자유용적의 변화를 살펴보았다(Fig. 6). 그 결과 저장 13일 경우, 5℃저장에서는 243 mL의 용적을 나타낸 반면 20℃ 저장에서는 372 mL를 용적을 나타내어 저장온도 증가에 따라 1.5배 이상의 자유용적 증가를 보였다. 또한 저장 13일차까지 Ny/PE/LLDP의 용적증대율이 더 크게 나타났으나 14일 이후에는 OPP/AL/PE가 더 크게 나타났다. 관련 연구로서 Hong 등 (1995)의 연구에서는 핀홀포장이나 진공포장이 상압포장과 배기포장 보다 낮은 용적 증대율을 보여 기체투과성을 갖는 김치 포장재보다 미세기공을 통해 기체통로를 제공해주는 핀홀포장이나 초기 포장내부의 용적율을 최대한 감소시킨 진공포장이 더 우수하였음을 제시하였다. 그러나 소포장 김치의 포장재 선정은 작은 판매단위에 따른 경제성이나 소포장에 따른 내부 기체 용적율을 최소화 하는데 제한적이어서 이를 해결하기 위해서 발효온도 조절, 적합한 배추품종 선택, 김치국물에 충분히 김치를 침수시켜 발생하는 CO<sub>2</sub>를 김치국물에 흡수시키기, 소포장 김치의 CO<sub>2</sub> 발생시기를 고려한 유통기한 설정 등 새로운 접근이 있어야 하겠다.

소포장 김치는 작은 포장용적에 발효식품을 담고 있어 저

장온도와 포장재에 따라서 품질변화를 나타냈으며 특히 5°C 저장에서 최적 식미기간 이었던 8일 이전에 pH, 산도, 균수의 변화가 크게 나타났다. 대체적으로 유통 저장조건인 5°C에서 품질의 변화로 보았을 때 PP 처리구 변화 속도가 가장 느리게 나타났으나 소포장 김치의 빠른 소비유통구조에 따라 적합한 포장재의 선택은 상품의 유통 회전율을 고려한 선택이 필요하다고 생각된다. 시중 유통 소포장 김치의 유통 및 저장온도에 따른 품질특성연구에서 소포장 김치는 구매 후 즉시 소비되는 반면 중·대형 포장김치는 구매 후 일정기간 저장하며 소비하는 이용형태를 보였고 제품형태에서도 절단형태와 포기형태로 큰 차이점을 보였다. Choi KC 등 (1995)의 연구에서 제품형태에 따라 저장기간 중 김치 품질변화를 살펴본 결과, 절단형태(맛김치)가 비 절단 형태(포기김치)보다 3~10일정도 발효가 빠르게 진행되었으며 저장온도가 높고 저장기간이 길어질수록 그 차이는 더 크게 나타났다. 따라서 소포장제품은 모두 맛김치 형태로 제품화되어 있어 중·대형포장보다는 발효가 빠르게 진행되어 김치가식기간이 짧으며 짧을 것으로 예상된다. 기존 유사한 연구로 Kim YJ 등 (1994)의 연구는 포장재에 따른 김치의 품질변화에 미치는 영향을 500g 단위포장으로 살펴보았을 때 포장재에 따른 품질변화에 큰 차이를 보이지 않았던 반면, Kang 등(1997)의 연구에서는 포장재 PE film의 두께에 따라 품질특성 차이를 보였으며 0.06 mm에서 상미한계점이 연장되는 등 우수한 결과를 나타냈다. 그 외 제품포장시기에 대한 조사에서 소포장김치는 구매즉시 소비되는 이용형태를 고려하여 2~3일간의 숙성기간을 거쳐 포장을 하였으며 제품출하일 기준으로 10°C저장에서 최적발효시기 도달시간이 2일로 매우 짧게 나타났다. 이것은 소포장김치에서 볼 수 있는 특징으로 소비자의 이용 시기를 고려한 차별적 상품화기술이라고 할 수 있겠다. 따라서 본 연구의 결과로 소포장김치 상품화를 고려한다면 총산도 도달시간이 짧으며 포장재 단가와 내용물의 광 차단이 가능한 OPP/AL/PE이 적합할 것으로 생각된다. 이와 더불어 단기 유통제품인 소포장 김치는 선택 다양성을 증대시키기 위하여 김치 숙성도를 달리한 제품 다양화가 이루어져야 하며 소포장 김치의 주 소비층이 10~30대로 젊은 소비자층을 고려하여 다양한 식재료를 이용한 상품개발과 소포장에 따른 김치 품질변화를 적용한 포장재 개발 및 선택이 이루어져야 하겠다.

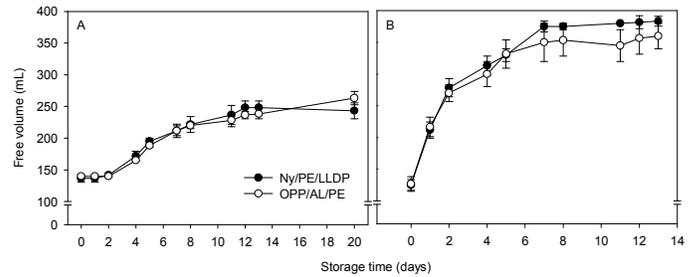


Fig. 6. Changes in free volume inside the package of kimchi with various packaging methods during storage at 5°C(A) and 20°C(B)

●-●; Ny/PE/LLDP film, ○-○; OPP/AL/PE film

#### IV. 요약 및 결론

최근 김치소비의 편의성을 위한 소포장 단위의 김치제품이 많이 증가하고 있으나 기존의 중·대형포장과 차별성이 같은 포장재와 유통기한을 설정하고 있어 이에 대한 검토가 필요한 실정이다. 따라서 현재 이용되는 포장재 중 김치 소포장재로 적합한 Ny/PE/LLDP, OPP/AL/PE, PP, PET 4가지 포장재에 김치를 소포장하여 저장기간 중 품질변화를 살펴보고 소포장김치의 품질특성과 적합한 포장재를 제시하고자 하였다.

저장온도와 상관없이 저장기간이 경과할수록 pH는 감소하고 총산도는 증가하는 X자형 교차곡선을 나타냈다. 5°C저장에서 저장기간 경과에 따라 PP tray에서 가장 느린 변화를 나타냈으며 초기 pH는 6.25였으나 20일차에 4.12~4.16까지 감소하였고 총산도는 저장 20일 경과 시에 1.04~1.25%를 나타내 저장 0일과 비교하여 4~4.8배의 증가를 보였다. 한편 20°C 저장에서도 5°C와 비슷한 X자형 교차곡선을 나타냈으나 초기의 변화가 더 빠르게 나타났고 최대 총산도가 5°C저장과 비교하여 1.7배 이상의 증가를 보였다. 저장기간 중 미생물의 변화는 5°C저장에서 총균수와 젖산균수 모두 4일까지 급격한 증가를 보였으며 다시 일정기간 후 감소하였고 이때 포장재별 차이를 보여 OPP/AL/PE 처리구가 가장 급격한 감소를 보였다. 이러한 미생물의 변화는 모든 포장재에서 대부분 pH와 총산도 변화와 거의 일치하는 것으로 나타났다. 또한 20°C 저장에서 미생물 균수는 저장기간 경과에 따라 큰 변화를 나타냈고 5°C 저장과는 다르게 12일 이후 급격한 증가를 보였다. 김치액의 색변화는 저장온도와 저장

기간에 따른 차이를 보이지 않았으나 포장재 처리구에 따라 유의적 차이를 보였다. 이러한 차이는 저장기간 마다 다른 경향을 나타내어 다시  $L \cdot b/a$  형태의 색지수에 의한 변화를 살펴본 결과, pH의 변화와 유사한 저장기간 경과에 따른 감소 그래프를 나타냈다. 포장내 자유용적의 변화는  $N_y/PE/PP$ 와  $OPP/AL/PE$  소포장 김치를 살펴보았다. 저장온도별 큰 차이를 보여 저장 13일차에 5℃ 저장에서는 243 mL의 용적을 나타낸 반면 20℃ 저장에서는 372 mL를 용적을 나타내어 저장온도 증가에 따라 1.5배 이상의 자유용적 증가를 보였다.

김치 포장용량이나 제품의 특성 및 경제성을 고려하여 적합한 포장재의 선택이 달라질 수 있으나 특히 소포장 김치의 포장재는 즉석에서 전량을 소비하는 특성에 맞게 제품이 판매시기에 최적화된 상품성을 갖춰야한다. 본 연구 결과를 종합해 볼 때  $OPP/AL/PE$ 가 가장 적절한 포장재로 보이며 향후 소비자의 다양한 요구를 충족시킬 수 있는 발효단계별 제품개발과 유통기간에도 계속되는 발효식품의 특징을 고려하여 정확한 유통기한의 설정이 이루어져야 하겠다.

## V. 감사의 글

본 연구는 농촌진흥청 공동연구사업(과제번호 PJ007174)과 국립농업과학원 기관과유사업(과제번호 PJ007519) 지원에 의한 연구결과물의 일부이며, 이에 깊은 감사를 드립니다.

## 참고문헌

- 박현진. 1999. 김치의 과학과 기술, 부산대학교 김치연구소, 제9회 부산대학교 김치연구소 심포지움, 부산. pp 118-120
- 질병관리본부. 2008 국민건강통계 국민건강영양조사 제4기 2차년도. Available from: <http://knhanes.cdc.go.kr/>. Accessed January 13, 2011
- 최홍식. 2004. 김치의 발효와 식품과학. 효일. 서울. pp 212
- 최홍식. 2005. 김치의 담금과 가공 저장. 효일. 서울. pp 38, 294-297
- 한국농촌경제연구원. 2010. 농업전망 2010. 서울. pp 851-853
- 한국식품개발연구원. 1994. 김치의 종합연구. 과학기술처보고서
- Anh MS, Lee JY. 1996. A study on the development of facilities for preservation of kimchi, Korean J Soc Food Sci 12(4):499-505
- Bae MS, Lee SC. 2008. Preparation and characteristics of Kimchi with added *Styela clava*, Korean J Food Cookery Sci 24(5):573-579
- Choi KC, Kim MY, Jung SK. 1995. Quality changes and shelf-life of cut cabbage kimchi under various storage temperatures and packing materials, Korean J Food Preserv 2(2):277-284
- Hong SI, Park JS, Park NH. 1994. Relationships between fermentative gas pressure and quality changes of packaged kimchi at different temperatures, Korean J Food Sci Technol 26(6):770-775
- Hong SI, Park JS, Park NH. 1995. Quality changes of commercial kimchi products by different packaging methods, Korean J Food Sci Technol 27(1): 112-118
- Hong SI, Park NH, Park WS. 1996. Packaging techniques to prevent winter kimchi from inflation, Korean J Food Sci Technol 28(2):285-291
- Jung JI, Hong EY, Kim MK, Jung JW. 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(5):612-617
- Kang MJ, Yoon KY, Lee KH, Youn KS, Kim KS. 1997. Shelf-life of kimchi on the different packaging materials I. J. Food Sci Technol CUTH 9:129-136
- Kim SD, Kim MH, Kim MK. 1998. Packaging and storage of kimchi with polyethylene film contained raw ore, Korean J Postharv Sci Technol 5(4):355-362
- Kim YJ, Hong SI, Park NH, Chung TY. 1994. Effect of packaging material on quality of kimchi during storage, Korean J Food Sci Technol 26(1):62-67
- Kim YS, Shin DH. 2008. Hygienic superiority of kimchi, J Fd Hyg Safety 23(2):91-97
- Ko YT, Baik IH. 2002. Changes in pH, sensory properties and volatile odor components of kimchi by heating, Korean J Food Sci Technol 34(6):1123-1126
- Lee DS, Cheigh HS, Park WS. 1999. Analysis of variables influencing the pressure build-up and volume expansion of kimchi package, J Korean Soc Food Sci Nutr 28(2):429-437
- Lee DS, Shin DH, Lee DU, Kim JC, Cheigh HS. 2001. The use of physical carbon dioxide absorbents to control pressure build up and volume expansion of kimchi packages, J Food Eng 48(1):183-188
- Lee MY, Kim MK, Kim SD. 2003. Effects of surface treatment with polyethylene film on shelf-life of packaged kimchi, Korean J Food Preserv 10(2):136-141

- Mheen TI, Kwon TW. 1984. Effect of temperature and salt concentration on Kimchi fermentation. Korean J Food Sci Technol 16(4):443-450
- 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 baechu kimchi. Korean J Food Sci Technol 35(2):246-253
- No HK, Lee MH, Lee MS, Kim SD. 1992. Quality evaluation of Korean cabbage Kimchi by instrumentally measured color values of Kimchi juice. Korean Soc Food Nutr 21(2): 163-170
- Park WS, Lee SC, Chung SK, Cho SH. 2005. Quality change of fermented kimchi aged in the antimicrobial packaging film bags. J Agri Life Sci 39(2):29-35
- Pyun YR, Shin SK, Kim JB, Cho EK. 1983. Studies on the heat penetration and pasteurization conditions of retort pouch kimchi. Korean J Food Sci Technol 15(4):414-420
- Song YO., Kim EH, Kim M, Moon JW. 1995. A survey on the children's notion in kimchi(II); children's opinions for kimchi and their actual consuming behavior. J Korean Soc Food Nutr 24(5):765-770