

## 충진율에 따른 포장 김치의 품질 변화

홍석인 · 박진숙 · 박노현  
한국식품개발연구원

### Effect of Filling Ratio on the Quality Changes of Packaged *Kimchi*

Seok-In Hong, Jin-Sook Park and Noh-Hyun Park  
Korea Food Research Institute

#### Abstract

*Kimchi* packed in PP tray was stored at 10°C to investigate the effect of filling ratio on the quality changes. The quality of *Kimchi* studied were gas composition in the package, pH, titratable acidity, color, growth of lactic acid bacteria and sensory properties. As the filling ratio increased, there was more O<sub>2</sub> consumption and CO<sub>2</sub> evolution measured. Titratable acidity and pH were not significantly affected by the filling ratio. Color change of crushed *Kimchi* juice was also little affected by the filling ratio. During the storage, L and b values were decreased exponentially, but a value s remained constant. The growth of lactic acid bacteria and sensory scores showed no significant difference according to the filling ratio. Therefore, the filling ratio in packaging of *Kimchi* seemed to have little influence on the quality changes of *Kimchi*.

Key words: *Kimchi*, packaging, quality, gas composition

## 서 론

최근 김치가 국제적인 식품으로서 관심이 높아지고 국내에서도 시장구입의 경향이 증가하면서 대량생산에 의한 포장김치의 시장공급이 활발해지고 있는 추세이다<sup>(1)</sup>. 이에 따라 김치의 유통과정 중 특히, 비교적 유통기간이 긴 소포장 제품에 있어서 팽창 및 파손에 의한 상품성 저하를 방지할 수 있는 대책 개발이 절실히 필요하다.

한편 김치 제조산업을 활성화하고 국제 식품화하는데 있어서 김치의 보존성을 높이는 것은 무엇보다 중요하다고 인식되어 여러 측면에서 이를 위한 연구가 진행되어 왔다. 현재까지 이루어진 김치의 저장성 향상에 관한 연구는 통조림 제조<sup>(2)</sup>, pH 조절 및 효소파괴에 의한 장기저장<sup>(3,4)</sup>, 방부제 첨가<sup>(5)</sup>, 방사선 조사<sup>(6-8)</sup>, 김치액즙의 순간가열살균<sup>(9)</sup> 등이 있으나, 김치의 유통과 포장 측면에서의 연구는 매우 미진하여 김치의 포장과 저장방법에 관해 연구한 이와 양<sup>(10)</sup>, 포장재질이 김치의 품질변화에 미치는 영향을 조사한 김 등<sup>(11)</sup>의 보고 외에는 거의 찾아보기 힘든 실정이다.

이에 본 연구에서는 김치의 포장시 충진율(filling ratio)을 달리하여 저장하면서 포장내 기체조성, pH, 산도,

김치여액의 색도, 젖산균수의 변화를 측정하고 관능검사를 병행하여 충진율이 김치의 품질에 미치는 영향을 조사하므로써 김치포장의 기초자료로 삼고자 하였다.

## 재료 및 방법

### 김치재료

김치제조에 사용한 재료는 분당에 위치한 슈퍼마켓에서 1994년 4월에 구입하였다. 본 실험에 사용한 재료로는 결구형 봄배추, 고추가루(농협안동청결고추가루), 마늘, 생강, 멸치액젓(하선정식품) 및 천일염(영진염업사)이었다.

### 김치제조

배추는 4절로 절단한 후 천일염을 배추무게의 1/4배, 절임수는 소금의 5배를 사용하여 5시간 동안 절인 다음 흐르는 물에서 3회 씻어 4°C에서 하룻밤 동안 물빼기를 하였다. 절인배추를 4~5cm로 잘라서 부재료를 넣고 잘 버무린 후 포장하였다. 부재료의 배합비는 절임배추 100g당 파 3.1g, 고추가루 2.3g, 마늘 1.5g, 생강 0.4g, 멸치액젓 3.0g이었다.

### 포장

김치포장에 사용한 포장재는 시판제품에 많이 사용되고 있는 내용적 625 ml의 PP tray(일광산업)로서 cup sealing moulder를 사용하여 두께 38 μm의 Ny/PP lid

Corresponding author: Seok-In Hong, Korea Food Research Institute, San 46-1, Baekhyun-dong, Bundang-ku, Seongnam-si, Kyonggi-do 463-420, Korea

film을 열접합하였으며, 포장단위는 500g, 375g, 250g으로 충진율을 각각 0.8, 0.6, 0.4로 조절하였다.

$$\text{충진율} = \frac{\text{김치의 무게(g)}}{\text{용기의 부피(ml)}}$$

**저장조건**

포장된 김치는 10±2℃ (86% RH)로 유지되는 저온실에 10일 동안 저장하면서 기간별로 채취하여 분석에 사용하였다.

**포장내 기체조성**

포장 내부의 기체조성은 GC(Shimadzu GC-14A, Japan)로 측정하였다. GC의 분석조건은 detector : TCD, column : Carbosieve S-II(80/100 mesh), column temp. : 35℃ (6 min)-rate 32℃ /min-225℃ (6 min), injection temp. : 230℃, detector temp. : 250℃, carrier gas : He(35 ml/min)로 하였다. Gas-tight syringe를 이용하여 각 포장 시료에서 채취한 기체를 200 μl씩 GC injector에 주입한 다음 이로부터 얻은 크로마토그램으로 기체조성을 분석하였다.

**pH 및 산도측정**

포장김치 250g을 분쇄기(금성다용도분쇄기 GFM-350 B)로 2분 30초간 마쇄하고 gauze 4겹을 사용해서 여과한 후 그 여과액을 pH 및 산도측정에 이용하였다. 여과액 30 ml를 취하여 pH meter(Corning 220, USA)로 pH를 측정하였고, 산도는 0.1 N NaOH로 pH 8.3이 될 때까지 적정할 후 소비된 NaOH 부피를 췌산으로 환산하여 표시하였다.

**색도측정**

분쇄한 김치여과액을 일정한 크기의 도가니에 담아 Chroma Meter(Minolta CR-200, Japan)로 측정하였으며, 측정값은 Hunter L, a, b 값으로 표시하였다.

**젖산균수의 측정**

김치액 1 ml를 무균적으로 취하여 멸균 peptone 수로 단계적으로 희석한 후, 1 ml씩 pouring culture method로 0.02% sodium azide와 0.01% bromocresol purple을 함유하는 MRS agar 배지에 도말하였다<sup>12)</sup>. 이들 배지를 37℃에서 48시간 동안 정치시켜 배양한 다음 형성된 colony를 계수하였다.

**관능검사**

김치에 대한 관능적 품질평가는 색깔, 신맛, 조직감, 냄새 및 전체기호도를 특성항목으로 하여 9점척도법<sup>13)</sup>으로 측정하였으며, 점수가 높을수록 특성이 강해지는 것을 나타내도록 하였다. 관능검사는 사전 경험에 있는 요원 7~8명을 선정하여 실험의 취지를 인식시킨 후

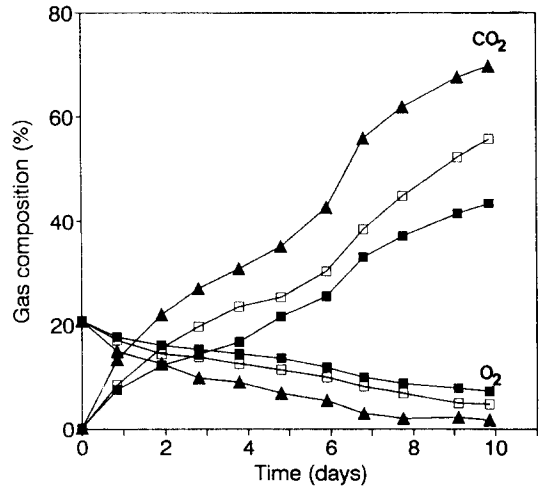


Fig. 1. The changes in O<sub>2</sub> and CO<sub>2</sub> concentration of package of Kimchi with various filling ratio(F) during storage at 10°C

■—■; F=0.4, □—□; F=0.6, ▲—▲; F=0.8

실시하였으며, 실험결과는 SAS program<sup>14)</sup>을 이용하여 통계학적으로 분석하였다.

**결과 및 고찰**

**포장내 기체조성**

포장 내부의 기체조성 변화는 Fig. 1에 나타난 바와 같이 저장기간의 경과에 따라 김치의 발효에 의해 O<sub>2</sub> 농도는 지속적으로 감소하고, CO<sub>2</sub> 농도는 2단계로 증가하였다. 이러한 기체조성 변화는 김치발효에 관여하는 미생물 또는 미생물군의 동적인 변화<sup>15,16)</sup>와 관계 있으며, 특히 CO<sub>2</sub>의 증가 양상은 이와 전<sup>17)</sup>에 의해 밝혀진 김치발효 중 가스압력 변화와 유사하였다. 즉, 압력변화에서와 마찬가지로 CO<sub>2</sub> 증가가 잠시 완만해지는 시기부터 김치의 pH가 급격히 낮아지기 시작하여 다시 CO<sub>2</sub>가 증가하는 동안에 일정해지는 경향을 나타내었다. 실제로 김치의 가스압력 변화는 전적으로 발효과정 중에 생성되는 CO<sub>2</sub>에 기인하므로 포장내의 CO<sub>2</sub> 증가와 가스압력 변화는 어느 정도 비례하여 이와 같은 결과가 가능하다고 판단된다.

포장김치의 내부 기체조성은 충진율에 따라 일정한 차이를 나타내었는데, 그림에서 보듯이 전체적인 기체농도의 증감 경향은 동일하지만, 충진율이 증가할수록 O<sub>2</sub>의 감소와 CO<sub>2</sub>의 증가 정도가 더 커지는 것을 알 수 있었다. 이는 충진율이 커질수록 포장용기의 단위 부피당 김치의 질량이 증가하여 발효과정 중 절대적인 O<sub>2</sub> 소비량과 CO<sub>2</sub> 생성량이 늘어나기 때문이라고 볼 수 있다. 이러한 충진율별 포장내 O<sub>2</sub> 감소와 CO<sub>2</sub> 증가의 정도

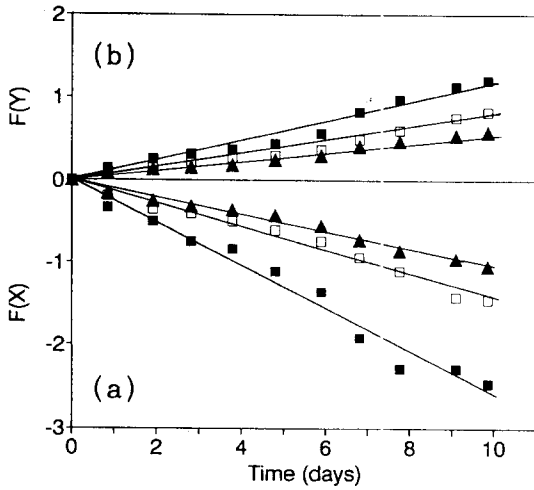


Fig. 2. Plot of F(X) and F(Y) vs time for O<sub>2</sub> consumption and CO<sub>2</sub> evolution with least square linear fits  
 ▲—▲; F=0.4, □—□; F=0.6, ■—■; F=0.8

Table 1. Reaction rate constants and coefficients of determination for O<sub>2</sub> consumption and CO<sub>2</sub> evolution in packages of Kimchi during storage at 10°C

	Filling ratio	k (hr <sup>-1</sup> )	R <sup>2</sup>
O <sub>2</sub> consumption	0.8	0.2579	0.974
	0.6	0.1454	0.978
	0.4	0.1030	0.982
CO <sub>2</sub> evolution	0.8	0.1209	0.970
	0.6	0.0783	0.968
	0.4	0.0573	0.983

차이를 명확히 구분하기 위해 반응속도함수를 도입하여 이들을 정량적으로 표시하였다. 먼저, O<sub>2</sub>의 농도(X)변화는 시간(t)에 따라 지수적으로 감소하므로 1차반응으로 간주하여 반응함수를  $F(X) = \ln(X/X_0)$ 라고 가정한 후, 이를 시간에 대한 그래프로 그리면 Fig. 2(a)와 같이 직선으로 나타난다(단, X<sub>0</sub>는 O<sub>2</sub>의 초기농도). 이들 직선의 기울기로부터  $F(X) = -kt$ 를 만족시키는 반응속도상수 k와 각각의 결정계수(R<sup>2</sup>)를 충전율별로 구하여 Table 1에 표기하였다. 한편, CO<sub>2</sub>의 농도(C)변화는 변형된 sigmoid 곡선 형태를 나타내므로  $Y = C/C_n$ (C<sub>n</sub>은 김치의 정상발효 종료시 예상 CO<sub>2</sub> 농도로 여기에서는 100%를 대입)으로 C 값을 일반화한 다음, Y를 측정 변수로 사용하여 Gauss 함수를 적용하면  $Y = 1 - \exp[-(kt)]$ 로 표시할 수 있다. 이때 k는 반응속도상수, t는 시간을 의미하며, 이식을 다시 정리하면 아래와 같은 식을 얻을 수 있다.

$$F(Y) = \left[ \ln \frac{1}{(1-Y)} \right] = kt$$

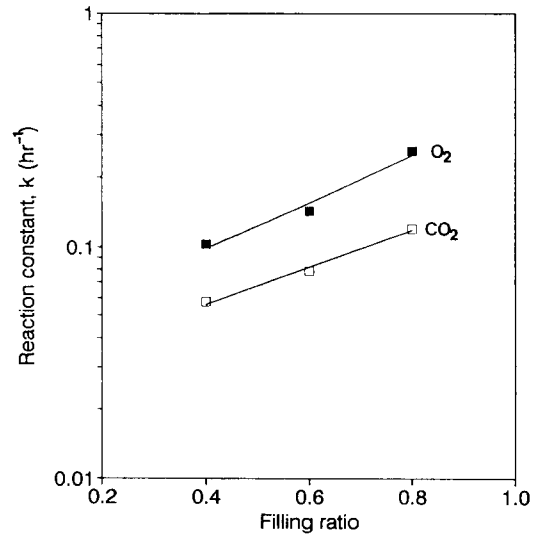


Fig. 3. Semilog plot of reaction constant(k) vs time for three constant filling ratio

시간에 따른 F(Y)를 그래프로 그리면 Fig. 2(b)와 같이 직선으로 나타나므로 이들로 부터 앞서와 동일한 절차로 k와 R<sup>2</sup> 값을 구하였다. Table 1에서 보는 바와 같이 충전율이 증가할수록 김치 포장내 O<sub>2</sub> 소비속도와 CO<sub>2</sub> 발생속도가 증가함을 알 수 있었고, 이들 속도상수의 증가는 Fig. 3에 나타난 것처럼 매우 제한적인 범위내에서 대수적인 경향을 갖는 것으로 밝혀졌다.

종래의 김치숙성 판단기준으로는 주로 pH와 적정 산도가 사용되고 그밖에 Resazurin 시약법<sup>(18)</sup>, microcontroller를 이용한 기체 발생량 측정<sup>(19)</sup>, 발효가스 압력측정<sup>(17)</sup>, 중량법<sup>(20)</sup>, 미생물균집 측정<sup>(16)</sup> 등이 사용되었다. 이들 방법은 각각의 장단점이 있으나 포장된 김치의 숙성 판단기준 측면에서 측정의 신속성 및 정확성, 관련 장비의 설치 등의 문제가 있어 실제로 잘 활용되고 있지 못하는 형편이다. 이에 반해 GC에 의한 포장내 기체조성 측정 방법은 일일이 포장을 뜯어 내용물을 분석할 필요가 없이 매우 신속하고 정확하게 김치의 숙성과정을 확인할 수 있어, 향후 포장김치의 발효상태 지표로서 유용하게 활용될 수 있을 것으로 생각된다.

pH 및 산도변화

충전율을 다르게 포장한 시료김치의 pH 및 산도의 변화는 Fig. 4와 같다. 담금 직후 김치의 초기 pH는 5.51로서 모든 시료가 4일까지는 pH 5.3 정도로 거의 변화를 보이지 않다가 그 후 급속히 감소하여 저장 6일째에 김치의 적숙기인 pH 4.2~4.6 부근에 도달하였고, 7일 이후에는 매우 완만한 감소 추세를 나타내었다. 한편 김치저장 중 산도의 변화는 pH와 반대로 점차 증가하다가 완만해지는 sigmoid 곡선형을 보여주었다. 이와

같은 pH 및 산도의 경시적 변화 양상은 다른 연구보고<sup>(21,22)</sup> 결과와 거의 동일한 것으로 경과시간에 있어서 약간의 차이는 사용한 배추의 품종, 수확기 및 고추가루, 마늘, 파, 젓갈 등의 부재료 종류와 그 조성비율의 차이에 기인한다고 판단된다.

그림에서 알 수 있듯이 전반적으로 충진율의 차이는 김치의 pH와 적정 산도에 거의 영향을 미치지 않았다. 다만 적숙기 이후, 즉 저장 7일째 부터 충진율이 낮을수록 상대적으로 pH가 더 낮고 산도가 더 높은 경향을 나타내었으나 유의적인 차이는 없었다( $p < 0.05$ ). 이러한 약간의 차이는 충진율이 낮을수록 포장내 head space가 증가하여 미생물이 이용할 수 있는 절대 O<sub>2</sub> 양이 많고 발효산물인 CO<sub>2</sub> 양이 적어지므로서(Fig. 1) 김치 발효에 관여하는 호기성균들이 더욱 활성화되기 때문이 아닌가 추정된다.

색도변화

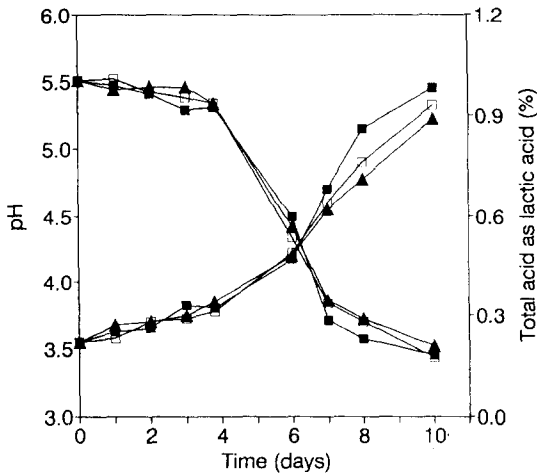


Fig. 4. The changes in pH and titratable acidity of packaged Kimchi during storage at 10°C  
 ■—■; F=0.4, □—□; F=0.6, ▲—▲; F=0.8

저장기간에 따른 충진율별 김치 분쇄액의 색도변화에 대한 결과를 Fig. 5에 나타내었다. 전체적으로 충진율에 관계없이 L과 b 값은 모두 지수적인 감소 경향을 보였으나, a 값은 약간의 증감을 갖을 뿐 거의 일정하였다. 이러한 색도변화를 성분분석·관능적인 평가와 비교하였을 때 L, b 값은 pH 감소와 일정한 상관관계를 갖는 것으로 밝혀졌는데( $r=0.75\sim0.98$ ), 즉 과숙기로 접어드는 저장 7일째 부터 L, b 값이 일정해지므로서 pH 감소가 완만해지는 시기와 잘 일치하였다.

한편 본 연구에서의 색도변화 양상은 노 등<sup>(21)</sup>과 구 등<sup>(22)</sup>의 색도변화 결과와 전혀 상이한 것으로, 이는 시료로 김치액을 사용했는지 혹은 김치 분쇄액을 사용했는지의 시료채취 방법, 배추나 고추가루, 젓갈 등 재료의 종류 및 배합비율, 저장온도 등의 변화요인에 의한 차이라고 판단된다. 따라서 이들 색도변화를 김치의 품질지표로 사용하기 위해서는 색도에 영향을 미치는 여러 변화요인은 물론 김치의 이화학적 성분변화와 색도와와의 상관관계에 대한 지속적인 연구가 필요하다고 생각한다.

젖산균수의 변화

충진율의 차이에 따른 젖산균의 경시적 변화를 보기 위하여 생균수를 측정된 결과 Table 2와 같았다. 김치액의 젖산균수는 다른 연구자들의 보고<sup>(23,24)</sup>에서와 같이 저장기간 중 발효의 진행에 따라 젖산균수가 급격히 증가하다가 점차 감소하는 경향을 나타내었으며, 각 충진율별로 약간의 균수 차이가 있었으나 유의적인 차이를 나타내지는 않았다( $\alpha=0.05$ ). 예상과는 달리 충진율에 따라 젖산균수의 차이가 분명하게 구분되지 않으므로서, 앞서 언급했듯이 과숙기에 들어서 김치의 충진율이 낮을수록 약간씩 pH가 낮아지고 산도가 높아지는 결과는 이전에 보고된 바 없으나 젖산균수 자체 보다 오히려 미생물의 종류 및 활성화와 관계있을 것으로 추정되었다.

관능검사

충진율을 달리한 포장김치를 10°C에서 10일간 저장하면서 실시한 관능검사의 결과를 Table 3에 나타내었

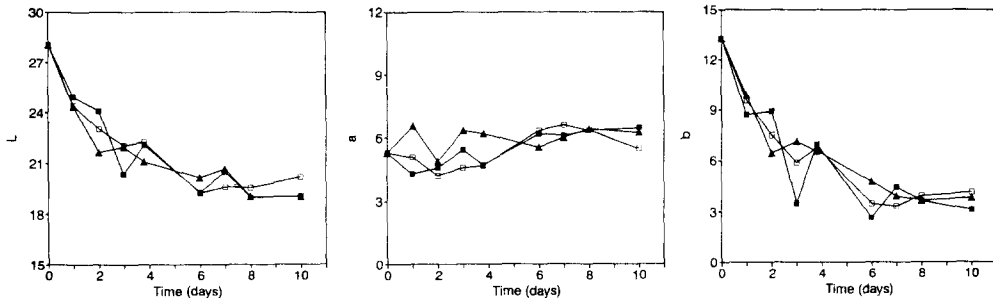


Fig. 5. The changes in color L, a, b values of crushed Kimchi juice during storage at 10°C  
 ■—■; F=0.8, □—□; F=0.6, ▲—▲; F=0.4

**Table 2. The changes in lactic acid bacteria of packaged Kimchi during storage at 10°C (CFU/ml)**

Filling ratio	Storage time (days)								
	0	1	2	3	4	6	7	8	10
0.8	$5.4 \times 10^3$	$1.5 \times 10^4$	$5.0 \times 10^4$	$4.7 \times 10^5$	$2.8 \times 10^7$	$2.9 \times 10^8$	$8.4 \times 10^8$	$2.1 \times 10^{11}$	$5.5 \times 10^{10}$
0.6	$5.4 \times 10^3$	$1.3 \times 10^4$	$2.0 \times 10^4$	$8.7 \times 10^5$	$1.7 \times 10^7$	$2.6 \times 10^8$	$4.9 \times 10^9$	$8.8 \times 10^9$	$3.5 \times 10^9$
0.4	$5.4 \times 10^3$	$1.6 \times 10^4$	$5.0 \times 10^4$	$3.4 \times 10^5$	$1.9 \times 10^7$	$2.2 \times 10^8$	$3.3 \times 10^8$	$2.4 \times 10^{10}$	$2.6 \times 10^9$

**Table 3. The changes in sensory evaluation score of packaged Kimchi during storage at 10°C**

Filling ratio	Attributes	Storage time (days)							
		1	3	4	6	7	8	10	
0.8	Color	5.67 <sup>a</sup>	4.00 <sup>b</sup>	4.83 <sup>ab</sup>	4.50 <sup>ab</sup>	4.67 <sup>ab</sup>	5.50 <sup>a</sup>	3.83 <sup>b</sup>	
	Flavor	8.83 <sup>a</sup>	7.67 <sup>ab</sup>	8.00 <sup>ab</sup>	8.17 <sup>ab</sup>	6.67 <sup>bc</sup>	5.33 <sup>c</sup>	6.33 <sup>bc</sup>	
	Sourness	1.33 <sup>d</sup>	1.67 <sup>d</sup>	2.33 <sup>cd</sup>	3.17 <sup>c</sup>	5.50 <sup>b</sup>	7.17 <sup>a</sup>	7.17 <sup>a</sup>	
	Texture	7.50 <sup>a</sup>	6.17 <sup>ab</sup>	6.17 <sup>ab</sup>	5.33 <sup>b</sup>	6.00 <sup>ab</sup>	5.33 <sup>b</sup>	5.50 <sup>b</sup>	
	Preference	4.63 <sup>a</sup>	4.86 <sup>a</sup>	4.63 <sup>a</sup>	5.26 <sup>a</sup>	4.68 <sup>a</sup>	4.89 <sup>a</sup>	4.67 <sup>a</sup>	
0.6	Color	4.33 <sup>a</sup>	3.33 <sup>ab</sup>	3.00 <sup>b</sup>	3.67 <sup>ab</sup>	3.00 <sup>b</sup>	4.50 <sup>a</sup>	3.33 <sup>ab</sup>	
	Flavor	8.33 <sup>a</sup>	8.00 <sup>a</sup>	8.00 <sup>a</sup>	7.83 <sup>a</sup>	7.00 <sup>ab</sup>	5.33 <sup>b</sup>	6.17 <sup>ab</sup>	
	Sourness	1.50 <sup>c</sup>	1.67 <sup>c</sup>	2.33 <sup>c</sup>	5.00 <sup>b</sup>	6.17 <sup>ab</sup>	7.17 <sup>a</sup>	6.83 <sup>a</sup>	
	Texture	7.00 <sup>a</sup>	6.83 <sup>ab</sup>	6.00 <sup>ab</sup>	6.33 <sup>ab</sup>	6.33 <sup>ab</sup>	5.50 <sup>ab</sup>	5.17 <sup>b</sup>	
	Preference	4.67 <sup>a</sup>	4.46 <sup>a</sup>	4.83 <sup>a</sup>	4.88 <sup>a</sup>	4.70 <sup>a</sup>	4.56 <sup>a</sup>	4.70 <sup>a</sup>	
0.4	Color	4.50 <sup>abc</sup>	5.50 <sup>a</sup>	4.50 <sup>abc</sup>	3.67 <sup>bc</sup>	3.83 <sup>bc</sup>	5.00 <sup>ab</sup>	3.17 <sup>c</sup>	
	Flavor	8.50 <sup>a</sup>	7.67 <sup>ab</sup>	7.67 <sup>ab</sup>	4.33 <sup>c</sup>	6.50 <sup>abc</sup>	5.17 <sup>c</sup>	6.17 <sup>bc</sup>	
	Sourness	1.17 <sup>d</sup>	1.67 <sup>cd</sup>	2.83 <sup>bc</sup>	4.33 <sup>b</sup>	7.00 <sup>a</sup>	7.00 <sup>a</sup>	7.00 <sup>a</sup>	
	Texture	6.67 <sup>ab</sup>	7.17 <sup>a</sup>	6.00 <sup>abc</sup>	4.67 <sup>cd</sup>	5.50 <sup>bcd</sup>	5.33 <sup>bcd</sup>	4.17 <sup>d</sup>	
	Preference	4.13 <sup>a</sup>	4.33 <sup>a</sup>	5.07 <sup>a</sup>	5.33 <sup>a</sup>	4.97 <sup>a</sup>	4.73 <sup>a</sup>	4.50 <sup>a</sup>	

는데, 김치의 관능적 특성은 충전율에 따라 유의적인 차이가 없는 것으로 분석되었다( $\alpha=0.05$ ). 색깔의 경우 전체 저장기간 동안 거의 변화가 없었으나 마지막 10 일째에 감소하였고, 향미는 전반적으로 감소하였다. 신 맛은 저장기간에 비례하여 증가하였으나, 김치를 씹을 때의 조직감은 점차 감소하였다. 또한, 전체기호도는 점점 증가하여 저장 6일째에 최고값을 나타내었으나 그 이후에는 감소하였다. 이는 한국인 식성으로 김치 맛이 좋을 때의 젖산함량이 0.4~0.75% 범위이고, 특히 0.5% 부근에서 가장 좋다고 한 이와 양<sup>(10)</sup>의 결과와도 일치하는 것이었다.

**요 약**

충진율을 다르게 하여 포장한 김치를 10°C 에서 저장 하면서 포장내 기체조성, pH, 산도, 김치여액의 색도, 젖산균수 및 기호도의 변화를 측정하므로써 충전율이 김치의 품질에 미치는 영향을 조사하였다. 포장내 기체 조성은 충전율이 증가할수록 O<sub>2</sub>의 감소와 CO<sub>2</sub>의 증가 크기가 더 커졌다. pH와 산도는 그다지 충전율의 영향을 받지 않았으며, 색도의 경우에도 충전율에 관계없이 L, b 값은 지수적으로 감소하였고 a 값은 거의 일정하였다. 젖산균수와 관능검사 결과 역시 충전율에 따라 유의적인

차이가 나타나지 않았다. 이상의 결과로부터 김치의 포장시 충전율의 조절은 포장내 기체조성을 제외하고는 김치의 품질에 별다른 영향을 미치지 않는 것으로 판단되었다.

**감사의 글**

본 연구는 과학기술처의 특정연구과제 연구비 지원에 의하여 이루어진 내용의 일부로서 이에 감사드립니다.

**문 헌**

1. 한국식품개발연구원 : 김치 중장기 연구개발 계획수립을 위한 산업 및 연구개발 현황조사. E1197-0347 과제보고서 (1993)
2. 이춘영, 김호식, 전재근 : 김치통조림에 관한 연구. 한국농화학회지, 9, 35(1968)
3. 김순동 : 김치의 숙성에 미치는 pH 조절제의 영향. 한국영양식품학회지, 14, 259 (1985)
4. 송석훈, 조재선, 박근창 : 김치보존에 관한 연구(제 2보)-과숙김치의 효소작용억제에 관하여-. 기술연구보고, 6, 1(1967)
5. 송석훈, 조재선, 김 관 : 김치보존에 관한 연구(제 1보)-김치발효에 미치는 방부제의 영향에 관하여-. 기술연구보고, 5, 5(1966)

6. 김창식 : Co<sup>60</sup>  $\gamma$ 선 조사에 의한 한국김치의 저장. 원자력연구소 논문집, 2, 64(1962)
7. 이희성, 이근배 : 방사선을 이용한 김치저장에 관한 연구. 원자력연구소 논문집, 5, 64(1965)
8. 차보숙, 김우정, 변명우, 권중호, 조한옥 : 김치의 저장성 연장을 위한 Gamma선 조사. 한국식품과학회지, 21(1), 109(1989)
9. 이남진, 전재근 : 김치의 순간살균방법. 제 1보. 배추김치의 순간살균방법과 살균효과. 한국농화학회지, 24(4), 213(1981)
10. 이양희, 양익환 : 우리나라 김치의 포장과 저장방법에 관한 연구. 한국농화학회지, 13(3), 207(1970)
11. 김윤지, 홍석인, 박노현, 정태연 : 포장재질이 김치의 품질변화에 미치는 영향. 한국식품과학회지, 26(1), 62(1994)
12. 장경숙 : 배추김치의 숙성에 미치는 mono sodium glutamate의 영향. 한국식량영양학회지, 19(4), 342(1990)
13. 김광옥, 이영춘 : 식품의 관능검사. 학연사, p.149(1991)
14. SAS: SAS/STAT Guide for Personal Computer, SAS Institute Inc., Cary, NC(1988)
15. 김호식, 전재근 : 김치발효 중 세균의 동적변화에 관한 연구. 원자력연구소 논문집, 6, 112(1977)
16. 한홍의, 임종락, 박현근 : 김치발효의 지표로서 미생물군의 측정. 한국식품과학회지, 22(1), 26(1990)
17. 이영진, 전재근 : 김치발효 중 가스압력 변화와 압력측정시스템의 개발. 한국식품과학회지, 22(6), 686(1990)
18. 우순자, 이해준 : 김치 숙성도 판정 기준을 위한 신속한 검사법 Resazurin test에 관한 연구. 한국식품과학회지, 19(3), 350(1987)
19. 최낙연 : Microcontroller를 이용한 김치 숙성 곡선의 작성과 김치의 유형별 발효곡선. 서울대 석사학위논문 (1989)
20. 박우포, 이상준, 김재욱 : 중량법에 의한 김치 숙성도 판정에 관한 연구. 한국농화학회지, 33(3), 257(1990)
21. 노홍균, 이명희, 이명숙, 김순동 : 김치액의 색상에 의한 배추 김치의 품질 평가. 한국영양식량학회지, 21(2), 163(1992)
22. 구경형, 강근옥, 김우정 : 김치의 발효과정 중 품질변화. 한국식품과학회지, 20(4), 476(1988)
23. 이철우, 고창영, 하덕모 : 김치발효 중의 젖산균의 경시적 변화 및 분리 젖산균의 동정. 한국산업미생물학회지, 20(1), 102(1992)
24. 민태익, 권태완 : 김치발효에 미치는 온도 및 식염농도의 영향. 한국식품과학회지, 16(4), 443(1984)

---

(1994년 7월 8일 접수)