

## 최소열처리에 따른 캔 포장김치의 품질특성

홍정진<sup>1</sup> · 최홍식<sup>1</sup> · 이동선<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>부산대학교 식품영양학과

<sup>2</sup>경남대학교 식품생명학과

### Quality Characteristics of Canned *Kimchi* Prepared by Minimal Thermal Processing

Jeong-Jin Hong<sup>1</sup>, Hong-Sik Cheigh<sup>1</sup> and Dong-Sun Lee<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Dept. of Food Science and Nutrition, Pusan National University, Busan 609-735, Korea

<sup>2</sup>Dept. of Food Science and Biotechnology, Kyungnam University, Masan 631-701, Korea

#### Abstract

This study was conducted to examine the quality characteristics of canned *kimchi* prepared by minimal thermal processing. Korean cabbage *kimchi* was fermented at 20°C for several days up to acidity 0.5±0.1%, was packaged in cylindrical can of 115 mL and pasteurized at low temperature. Thermal processing times based on F<sub>60</sub> value at geometrical center of the can were determined as 23.1, 17.7 and 12.7 min at 65, 70 and 80°C, respectively. The quality changes of the processed *kimchi* were measured during storage at 20°C. The pH of pasteurized *kimchi* was higher than that of unpasteurized control. The number of lactic acid bacteria was reduced to about 10<sup>2</sup>~10<sup>3</sup> (CFU/mL). The pasteurized *kimchi* product showed better texture and color values compared to the control, while resulting in the lower carotenoid and ascorbic acid contents. *Kimchi* preparation by minimal thermal processing had a positive effect for reduction of sour taste and sour flavor in sensory quality, but gave adverse effect in acceptability because of off-taste and off-flavor.

**Key words:** canned *kimchi*, minimal thermal processing, quality characteristics, storage stability

#### 서 론

김치는 쌀을 주식으로 하는 한국인의 식생활에 있어 대표적인 전통 발효식품 중의 하나이며 영양적으로 비타민과 무기질의 중요한 공급원이다(1). 그리고 재료에 함유되어 있거나 발효과정 중 생성된 것으로 알려진 생리활성물질에는 β-carotene, flavonoid, chlorophyll, ascorbic acid, 식이섬유소 등이 풍부하여 항산화, 항암, 면역증강 효과뿐 아니라 대장암 예방효과가 있다고 알려져 있다(2). 이러한 김치는 대부분 가정에서 제조하여 소비되어 왔지만 70년대 이후 경제 성장에 의한 국민소득증가, 산업구조 변화에 따른 도시인구 급증, 가공식품 산업의 발달, 단체급식 수요 증가 등 식생활 및 문화생활이 급격히 변화하고 있어 기업적 생산이 증가하고 있다(3,4). 김치포장과 관련한 가장 중요한 문제점은 김치의 발효 숙성초기에 관여하는 이상발효(hetero-fermentative) 젖산균인 *Leuconostoc mesenteroides*, *Lactobacillus brevis* 등이 생산하는 이산화탄소에 기인하는 것으로, 플라스틱 포장재를 사용할 경우 포장용기의 팽창과 이에 따른 제품파손 및 투명한 포장재를 통해 팽창된 용기내부에서 김

치가 걸도는 것이 관찰됨으로서 발생하는 상품성 저하이다(5). 그러나 이러한 문제를 완벽하게 해결해 줄 수 있는 포장재질이나 방법은 아직까지 알려지지 않고 있다. 김치를 공업적으로 가공하는데 있어서는 김치의 신선도를 유지하면서 보존성을 높이는 것이 무엇보다 중요하다고 인식되어 여러 측면에서 이를 위한 연구가 진행되어 왔다(6). 특히 가열처리에 의한 방법은 열처리 정도에 따라 김치의 영양소 파괴, 이화학적 및 관능적 특성 등 품질이 달라지게 된다. 따라서 가열처리는 이 같은 부 반응이 최소화되도록 설정하여야 하나 포장김치에 적용되고 있는 열처리 기준은 대부분이 기존의 가열처리 조건을 적당히 응용하거나 경험적 근거에서 설정한 것이 대부분으로 최적 열처리 조건의 설정과 이에 따른 품질의 특성을 파악하는 것이 무엇보다도 필요한 실정이다.

본 연구는 품질이 우수한 포장김치 제조를 위한 기초자료를 제시하고자 장기보존성을 가지면서 취급과 휴대가 간편한 금속 캔을 이용하여 실험을 행하였다. 캔 포장김치의 열 침투 특성을 규명하였으며 이를 기초로 한 최소열처리 조건이 포장김치의 이화학적 및 관능적 특성 등 전반적인 품질에 미치는 영향에 대하여 연구하였다.

\*Corresponding author. E-mail: dongsun@kyungnam.ac.kr  
Phone: 82-55-249-2687, Fax: 82-55-249-2995

재료 및 방법

재료 및 시료의 제조

본 실험에 사용한 배추의 품종은 동풍이고 부재료인 무, 파, 마늘, 생강은 김치제조 당일 부산 장전동 재래시장에서 구입하였다. 배추김치의 제조방법은 부산대학교 김치연구소에서 이용하고 있는 배추김치 제조방법 및 레시피를 이용하여 제조하였다(7).

포장 및 저장

제조한 김치는 10±2°C로 유지되는 항온기에서 pH 4.5, 산도 0.5±0.1% 정도로 발효시킨 후 포장하였고, 포장재료로 사용한 금속 캔은 용량 100 g(weight), 30 mm(height)×70 mm(diameter)의 휴대관으로 (주)한일제관(경남 양산)으로부터 공급받았다. 제조된 캔 김치는 20±1°C 항온기에 저장하면서 기간별로 채취하여 실험에 사용하였다.

포장김치의 열 침투 특성 및 최소열처리 조건

열 침투의 측정은 copper-constantan thermocouple을 포장 중심부에 장치시키고 일정한 온도로 유지되는 항온 유조 속에 포장김치를 넣어 중심부의 온도상승을 기록하였다(8). 측정된 가열곡선으로부터 열 침투 parameter,  $f_h$ 와  $j_h$ 를 구하였다(9,10). 여기서  $f_h$ 는 가열곡선의 처음 직선부분에서의 parameter(min)로서 온도차( $\Delta T$ )가 1/10로 감소하는 시간이고,  $j_h$ 는 가열곡선의 1차 직선부분에서의 지연 parameter로서  $(T_r - T_{p0}) / (T_r - T_0)$ 과 같이 정의된다. 그리고  $T_0$ 는 초기 온도(°C),  $T_r$ 는 가열매체온도(°C),  $T_{p0}$ 는 직선으로 가정된 열 침투 곡선의 가상적인 초기온도(°C)이다. 이러한 열 침투 과정을 Hayakawa(11)가 제시한 수학적인 관계식 (1)~(3)으로 정립시켜서 열처리 조건의 결정에 이용하였다.

즉, 시간  $t$ 가  $t_1$ 보다 작은 초기 곡선부분에서는  $1 < j_h \leq 3$ 인 경우

$$\Delta T = \Delta T_0 \cdot \cot(Bt) \tag{1}$$

여기서  $t_1 = 0.7f_h(j_h - 1)$ 로 정의되고 B는 식 (2)로서 정의된다.

$$B = \frac{1}{t_1} \arccos \left\{ \frac{\log \Delta (j_h \Delta T_0) - t_1 / f_h}{\log \Delta T_0} \right\} \tag{2}$$

그리고  $t$ 가  $t_1$ 보다 큰 직선부분에서는 식 (3)이 온도변화를 표현할 수 있다.

$$\Delta T = j_h \cdot \Delta T_0 \times 10^{-t/f_h} \tag{3}$$

포장김치의 열처리 공정에 적용되는 열처리 시간의 계산에서는 냉각시간을 고려하지 않고 가열시간만을 고려하였고, 중심부의 열 침투 곡선에 의한 일반법을 사용하였다(10). 이 때 열처리는 *Lactobacillus plantarum*균의  $D_{60}$ 값 3분,  $z$ 값 10.5°C를 근거로 하여  $F_{60}$ 값 18분에 해당되는 시간을 계산하

Table 1. Heat penetration parameters of canned kimchi

Package size	Parameters			
	$T_r^{1)}$ (°C)	$T_0^{2)}$ (°C)	$j_h^{3)}$	$f_h^{4)}$ (min)
3.0 cm (H)×7.5 cm (D) 100 g (W) can	97.6	22.9	1.76	12.8

<sup>1)</sup> $T_r$ : Heating temperature of retort.

<sup>2)</sup> $T_0$ : Initial temperature of cold point.

<sup>3)</sup> $j_h$ : Lag factor.

<sup>4)</sup> $f_h$ : Temperature response parameter.

였다(12). 그리고 포장김치가 받는 열처리의 효과를 추정하기 위하여 냉각시의 온도변화를 위의 식 (1)~(3)으로 예측하여 역시 일반법에 의하여 살균치로 환산하여 적분하였다. 냉각시의 온도 예측을 위하여서는 냉각시의 열 침투 parameter,  $f_c$ 와  $j_c$ 는 각각  $f_h$  및  $j_h$ 와 동일한 것으로 가정하였다. 포장된 김치는 Table 1의 조건에 따라 살균한 다음 저장 및 품질측정 실험에 사용하였다.

pH 및 총산

pH 측정은 pH meter(Orion Research Inc., Boston, USA)로 측정하였다. 총산 측정은 김치액중 10 g을 취하여 증류수 100 mL를 더한 다음 pH meter(Orion Research Inc., Boston, USA)로 pH 8.1이 될 때까지 0.1 N NaOH로 적정하였다. 이 때 김치액을 중화시키는데 소요된 NaOH 양을 젖산 농도로 환산하였다(13).

젖산균 수

김치 즙액 10 g을  $10^1 \sim 10^7$ /mL까지 적정 수준으로 희석하여 m-LBS배지와 PES배지에 평판도말한 뒤 37°C에서 48시간 배양하였다(14).

조직감 및 색도

조직감은 Rheometer(Sun Scientific Co., CR-100D, USA)를 이용하여 두께 0.26 mm의 칼날형 탐침으로 측정하였으며, maximum cutting force(최대 절단강도,  $g_f$ )와 hardness(단단함,  $kg/cm^2$ )로 나타내었다(15). 배추는 뿌리에서부터 10 cm까지를 3×4 cm로 썰어 김치를 담근 후 0.5~0.6 cm 정도 두께의 것을 사용하였다. 색도는 Minolta Chroma Meter(CT-310, Japan)로 L(lightness), a(+: redness), b(+: yellowness)를 측정하였다(16).

Carotenoid 함량

Carotenoid는 Cho 등(17)의 방법에 따라 시료무게 5배 acetone으로 추출한 다음 450 nm에서 흡광도를 측정하였다. 총 carotenoid의 정량은 흡광도로부터 AOAC법(18)에 따라 흡광계수  $E_{1\%}^{1cm}$  2500으로 하여 아래와 같이 계산하였다.

$$mg \% = \frac{OD \times volume \times 100}{E_{1\%}^{1cm} 2500 \times weight \ of \ tissue(g)}$$

### Chlorophyll 함량

Chlorophyll은 AOAC법(18)에 따라 시료 무게 5배의 85% acetone으로 추출한 다음 660, 642.5 nm에서 흡광도를 측정하고 농도를 다음의 정량식으로 계산하였다.

$$\text{Total chlorophyll } (\mu\text{L/mL}) = 7.12\text{OD}(660 \text{ nm}) \\ + 16.8\text{OD}(642.5 \text{ nm})$$

$$\text{Chlorophyll a } (\mu\text{L/mL}) = 9.93\text{OD}(660 \text{ nm}) \\ - 0.777\text{OD}(642.5 \text{ nm})$$

$$\text{Chlorophyll b } (\mu\text{L/mL}) = 17.6\text{OD}(642.5 \text{ nm}) \\ - 2.81\text{OD}(660 \text{ nm})$$

### Ascorbic acid 함량

Ascorbic acid는 일정량의 김치시료에 5배의 5% meta-phosphoric acid 용액을 가하여 마쇄한 뒤 5,000 rpm에서 15분간 원심 분리한 상층액을 hydrazine비색법(19)에 따라 520 nm에서 흡광도를 측정하였다.

### 관능검사

관능검사는 반복된 랜덤화 완전블록계획법(replicated randomized complete block design)에 따라 훈련된 8명의 관능요원이 평가하도록 실시하였다(20). 주관적인 평가항목으로 외관은 1에 가까울수록 극도로 싫고 9에 가까울수록 극도로 좋은 것으로 나타내었으며, 객관적인 평가항목으로 신내와 신맛, 이미와 이취, 질감은 1에 가까울수록 감지 불가능하고 9에 가까울수록 극도로 강하게 감지하는 것으로 나타내었다.

### 통계처리

대조군과 각 시료로부터 얻은 실험결과를 one way ANOVA로 검사한 후 Duncan's multiple range test로 각군의 평균간의 유의성을 검정하였다. 연구결과의 통계처리는 SAS를 이용하여 수행하였다(21).

## 결과 및 고찰

### 포장김치의 열 침투 특성 및 최소열처리 조건

발효시킨 김치를 캔 포장하여 97°C 열탕에서 가열할 때 중심온도의 변화로부터 얻은 열 침투 parameter의 값은 Table 1과 같았다. Chun 등(12)은 77 mm인 휴대관에 김치를 통조림하여  $t_h$  및  $j_h$ 를 구한 결과 각각 32분, 1.62인 것으로 보고한바 있는데, 이 값과 비교해보면 열전달 속도가 빠른 것으로 나타났다. 그러나 이것은 열전달 속도가 관의 종류, 내용물의 양, 살균온도 및 김치의 숙성정도에 따라 영향을 받기 때문에 다르게 나타난 것으로 생각된다. 열 침투 특성 parameter를 이용하여 포장김치의 이론적인 열처리 시간을 온도별로 구한 결과, Table 2에서 보는 바와 같이 65°C에서는 23.1분, 70°C에서는 17.7분, 80°C에서는 12.7분의 시간이 필요함을 알 수 있었다. 이러한 살균시간은 일반적인 저온살

**Table 2. Condition of thermal processing for inactivating *Lactobacillus plantarum* of canned kimchi ( $F_{60}^{0.5}$  for heating phase)<sup>1)</sup>**

Heating temperature (°C)	Heating time (min)	Temperature of center at final heating stage (°C)	Overall $F_{60}$ value
65	23.1	63.9	23.9
70	17.7	66.7	28.5
80	12.7	70.3	39.9

<sup>1)</sup>Initial food and cooling water temperature were assumed to be 25 and 20°C, respectively.

균에서 현실성을 고려하여 가열단계만의 살균도( $F_{60}$ ) 18.0을 만족함에 기준하여 살균시간을 계산한 것이다. 냉각단계를 거치는 동안 살균도는 더욱 상승하였고, 이는 높은 온도에서 더욱 컸다. 이는 상대적으로 고온에서 열처리의 정도가 커질 수 있음을 의미한다. Pyun 등(22)의 연구에서는 김치를 80°C 이상의 온도로 열처리하면 김치의 신선미를 완전히 손실하게 되며, 신선도를 가장 우수하게 유지시킬 수 있는 살균온도 및 시간은 65°C에서 20분인 것으로 보고하였다. 그러나 이 경우는 제품의 두께를 1.8 cm 이내로 해야만 완전한 살균 효과를 얻을 수 있었으며, 같은 열처리 조건이라 할지라도 포장두께가 1.8 cm보다 더 두꺼운 경우에는 완전한 살균이 불가능함을 알 수 있었다.

### 최소열처리에 따른 포장김치의 품질 변화

**pH 및 총산**: Fig. 1은 최소열처리에 따른 포장김치를 20°C에서 저장하면서 pH와 총산의 변화를 경시적으로 나타낸 것으로 대조군의 경우 pH는 저장 3일 이후부터 급격하게 떨어졌고 총산은 저장시간이 지남에 따라 증가함을 보였다. 그러나 열처리를 한 실험군은 모두 완만한 변화를 보였다. 즉, 최소열처리를 통해 pH와 총산은 거의 유지됨을 알 수 있었고 각 열처리 온도에 대해서는 뚜렷한 차이 없이 유사한 경향을 나타냈다.

**젖산균 수**: 최소열처리에 따른 젖산균의 경시적인 변화를 보기 위하여 *Lactobacillus* sp.와 *Leuconostoc* sp.의 균수를 측정된 결과는 Fig. 2와 같다. 저장 0일에 대조군의 *Lactobacillus* sp. 균수는 즙액 1 mL당  $3.0 \times 10^5$ (CFU/mL)이었고 *Leuconostoc* sp. 균수는  $1.62 \times 10^7$ (CFU/mL)인데 비해 최소열처리한 모든 실험군은 모두  $1.0 \times 10^2$ (CFU/mL) 수준으로 낮게 나타나 최소열처리가 균의 성장을 감소시키는데 영향을 미치는 것으로 나타났다. 그러나 이론적인 균수 감소에는 완전히 도달하지 못하였고 저장 12일에는 최소열처리한 실험군도 *Lactobacillus* sp. 균수가  $1.6 \times 10^3 \sim 1.24 \times 10^4$ (CFU/mL), *Leuconostoc* sp. 균수가  $8.9 \times 10^3 \sim 1.71 \times 10^4$ (CFU/mL)로 증가하는 경향을 보여 장기간의 저장에 대해서 균수 감소의 효과를 기대하기는 어려울 것으로 생각된다. 각 열처리 온도에 대해서는 뚜렷한 차이 없이 유사한 경향을 나타냈다. Chun 등(12)은 85°C에서 15분간 가열 처리하여 제조한 김치 통조림을 37°C에서 20일간 그리고 실온에서 50

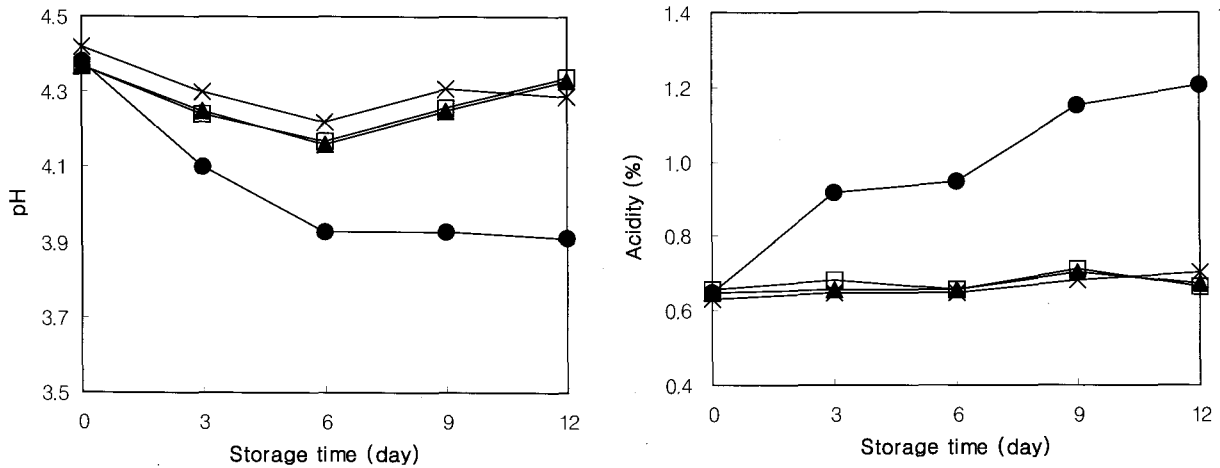


Fig. 1. Changes in pH and acidity of canned kimchi with various thermal processing during storage at 20°C. ●: Control, □: 65°C×24.2 min, ▲: 70°C×18.5 min, ×: 80°C×13.1 min.

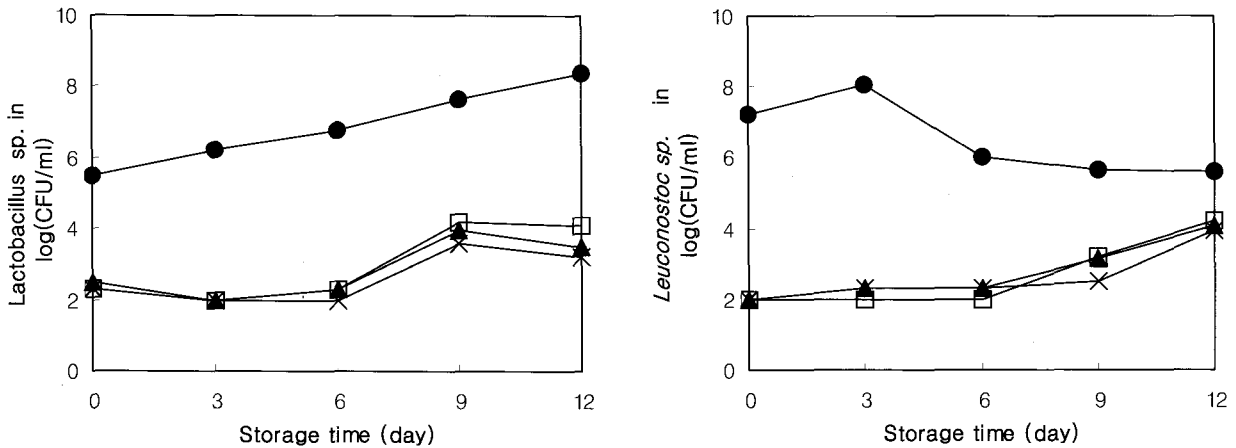


Fig. 2. Changes in viable cell counts of *Lactobacillus sp.* and *Leconocstoc sp.* of canned kimchi with various thermal processing during storage at 20°C. ●: Control, □: 65°C×24.2 min, ▲: 70°C×18.5 min, ×: 80°C×13.1 min.

일간 저장 후 통조림의 상태를 관찰한 결과 전자에서는 약 5%의 팽창관이 생겼으며 김치국물 1 mL당 생균수는 당초의  $4 \times 10^2 \sim 2.7 \times 10^3$  (CFU/mL)에서  $3 \times 10^4 \sim 3 \times 10^5$  (CFU/mL)으로 증가하였다. 그리고 후자의 경우  $2.8 \times 10^5$  (CFU/mL)의 생균수 증가를 보였고 숙성김치 중에 존재하는  $2.7 \times 10^7 \sim 2.0 \times 10^8$  (CFU/mL)에 비하면  $10^{-3} \sim 10^{-4}$ 배의 감소 효과를 보여 본 연구결과와 유사하였다.

**조직감 및 색도:** Table 3은 최소열처리 조건을 달리 했을 때 포장김치의 조직감과 색 변화를 측정된 것이다. 조직감은 대조군과 열처리군 모두 저장시간이 지남에 따라 최대 절단강도(maximum cutting force, g)와 단단함(hardness, kg/cm<sup>2</sup>)이 감소하는 것으로 나타났는데 이것은 김치의 발효산물이나 미생물에 의한 조직의 연화로 생각된다(23). 김치 숙성 후기에 절단력 감소현상이 나타났다는 Park 등(24)의 연구보고와 일치하였고, 또 세포 유조직 내 공기의 탈기와 수분 손실에 따라 점차 배추경도가 감소하였다는 Ha 등(25)

의 연구와도 일치하였다. 최대 절단강도와 단단함은 저장 초기에는 열처리를 한 모든 실험군이 대조군보다 낮았으나 저장 후 3일째에는 대조군이 가장 낮게 나타났다. 이것은 최소열처리군이 초기에는 조직 내 잔여공기의 팽창에 의해 중엽이 파괴되면서 세포간 결합이 약해진 이외에도 중엽의 결합력이 열에 의해 약해졌기 때문으로 보이며, 저장 3일 이후에는 조직 내 존재하거나 미생물이 분비하는 pectinesterase (PE)와 polygalacturonase(PG)에 의해 세포벽과 중엽의 구성성분인 펙틴물질이 분해되면서 일어나는 연부현상을 감소시킨 것으로 생각된다. 각 열처리 온도에 대해서는 낮은 유의적 차이를 보였다.

색도는 대조군의 경우 저장시간이 지남에 따라 명도를 나타내는 L(ligness)값과 적색도를 나타내는 a(+: redness) 값이 감소하고 황색도를 나타내는 b(+: yellowness)값은 증가하였다. 이것은 발효과정 중 김치의 carotenoid와 chlorophyll의 파괴 및 chlorophyll이 황색의 유도체로 변했기 때문

Table 3. Changes in texture and color value of canned *kimchi* with various thermal processing during storage at 20°C

	Day	Condition of thermal processing				
		Control	65°C×24.2 min	70°C×18.5 min	80°C×13.1 min	
Texture	Max (g)	0	4476 <sup>a1)</sup>	4195 <sup>b</sup>	4115 <sup>b</sup>	3952 <sup>c</sup>
		3	3464 <sup>c</sup>	3977 <sup>b</sup>	4094 <sup>a</sup>	3836 <sup>b</sup>
	Hardness (kg/cm <sup>2</sup> )	0	496.16 <sup>NS2)</sup>	485.63	475.56	484.46
		3	396.44 <sup>b</sup>	476.26 <sup>a</sup>	412.91 <sup>b</sup>	459.21 <sup>a</sup>
Color	L	0	47.27 <sup>a</sup>	42.16 <sup>b</sup>	40.50 <sup>b</sup>	39.79 <sup>c</sup>
		3	39.74 <sup>b</sup>	42.90 <sup>a</sup>	41.66 <sup>b</sup>	40.42 <sup>b</sup>
	a	0	7.81 <sup>c</sup>	7.83 <sup>c</sup>	8.29 <sup>b</sup>	9.01 <sup>a</sup>
		3	7.37 <sup>NS</sup>	7.92	8.85	9.42
	b	0	30.72 <sup>c</sup>	33.05 <sup>b</sup>	34.47 <sup>a</sup>	35.08 <sup>a</sup>
		3	31.88 <sup>b</sup>	31.75 <sup>b</sup>	34.14 <sup>a</sup>	34.80 <sup>a</sup>

<sup>1)</sup>Data were significantly different by one-way ANOVA followed Duncan's multiple range test at the 0.05 level of significance.

<sup>2)</sup>Values are not significantly different among sample at p<0.05.

인 것으로 생각된다. 반대로 최소열처리군은 시간이 지남에 따라 L값과 a값은 증가하고 b값은 감소하였는데 이것은 열처리로 인해 고춧가루의 붉은색소인 capsaicin이 용출되어 나와 조직에 침착되고 조직 내 chlorophyll이 조직 밖으로 용출되어 황색의 pheophytin으로 변하기 때문인 것으로 생각된다(26). 또한 열처리 온도가 높을수록 L값은 감소하고 a값과 b값은 증가하는 경향을 보였는데 뚜렷한 유의적 차이는 없었다.

**Carotenoid, chlorophyll 및 ascorbic acid 함량:** Table 4에서 보는 바와 같이 최소열처리에 따른 저장 중 carotenoid 함량 변화를 살펴보면 저장 0일에 대조군이 6.34 mg%로 가장 높았으며 열처리 온도를 높일수록 함량은 점차 감소하였다(p<0.05). 특히 80°C에서 13.1분간 열처리한 실험군은 4.31 mg%로 가장 낮게 나타났다. 저장 후 3일째에는 대조군과 열처리 실험군 모두 초기보다 감소하는 경향을 보였다. 이것은 김치의 발효가 진행됨에 따라 미생물에 의한 이용과 발효 환경 조건 등에 의해 감소되었기 때문인 것으로 생각된다. 즉, carotenoid는 산성에 약한 성질을 지니고 있으므로 김치가 발효 숙성되는 동안에 상당한 양의 손실이 예상된다. 그

러나 carotenoid 함량은 발효로 인한 감소보다는 열처리 중에 파괴되는 손실량이 더 큰 것으로 생각된다.

Chlorophyll은 저장하는 동안 최소열처리한 실험군과 대조군 모두 큰 변화 없이 미량으로 존재하였고 서로 간에 뚜렷한 유의적 차이를 보이지 않았다. Chlorophyll은 김치 제조 후 즉시 pheophytin으로 전환되면서 발효가 진행되어 갈색으로 변환된다고 보고되고 있으며, 일반적으로 chlorophyll의 분해 및 pheophytin의 생성속도는 가열온도와 시간, 가열방법, 저장방법, 저장기간, 저장온도, pH 등의 조건에 의해 영향을 받는다(27).

Ascorbic acid는 저장하는 동안 최소열처리한 실험군이 대조군에 비해 낮은 함량을 보였으며, 열처리 온도를 높일수록 초기 함량은 점차 낮아졌다(p<0.05). 이것은 열처리군이 비 열처리군에 비하여 전 기간에 걸쳐 ascorbic acid함량이 낮았다는 Kim 등(24)의 연구결과와 일치한다. 따라서 ascorbic acid가 열처리로 인해 상당량 파괴되어짐에 따라 김치로부터 얻을 수 있는 ascorbic acid의 영양적 손실이 클 것으로 생각된다.

**관능검사:** Fig. 3은 저장 0일, 3일째 최소열처리 온도와

Table 4. Changes in carotenoid, chlorophyll and ascorbic acid contents of canned *kimchi* with various thermal processing during storage at 20°C (mg%)

	Day	Condition of thermal processing			
		Control	65°C×24.2 min	70°C×18.5 min	80°C×13.1 min
Carotenoid	0	6.341±0.02 <sup>1)a2)</sup>	5.877±0.03 <sup>b</sup>	5.603±0.05 <sup>c</sup>	4.313±0.03 <sup>d</sup>
	3	5.548±0.02 <sup>a</sup>	4.903±0.01 <sup>b</sup>	4.538±0.09 <sup>c</sup>	4.088±0.03 <sup>d</sup>
Total chlorophyll	0	0.742±0.01 <sup>a</sup>	0.715±0.01 <sup>ab</sup>	0.688±0.03 <sup>bc</sup>	0.671±0.02 <sup>c</sup>
	3	0.704±0.02 <sup>a</sup>	0.681±0.01 <sup>a</sup>	0.668±0.03 <sup>a</sup>	0.673±0.01 <sup>a</sup>
Chlorophyll a	0	0.442±0.01 <sup>a</sup>	0.420±0.02 <sup>a</sup>	0.399±0.02 <sup>b</sup>	0.409±0.01 <sup>a</sup>
	3	0.433±0.03 <sup>a</sup>	0.409±0.02 <sup>b</sup>	0.390±0.03 <sup>b</sup>	0.380±0.01 <sup>b</sup>
Chlorophyll b	0	0.300±0.01 <sup>a</sup>	0.295±0.01 <sup>ab</sup>	0.290±0.01 <sup>b</sup>	0.266±0.02 <sup>b</sup>
	3	0.272±0.01 <sup>a</sup>	0.273±0.01 <sup>ab</sup>	0.270±0.01 <sup>ab</sup>	0.263±0.01 <sup>b</sup>
Ascorbic acid	0	4.491±0.05 <sup>a</sup>	3.899±0.01 <sup>b</sup>	3.575±0.05 <sup>c</sup>	3.056±0.12 <sup>d</sup>
	3	4.234±0.05 <sup>a</sup>	3.454±0.17 <sup>b</sup>	3.082±0.03 <sup>c</sup>	2.665±0.04 <sup>d</sup>

<sup>1)</sup>Mean±SD.

<sup>2)</sup>Data were significantly different by one-way ANOVA followed Duncan's multiple range test at the 0.05 level of significance.

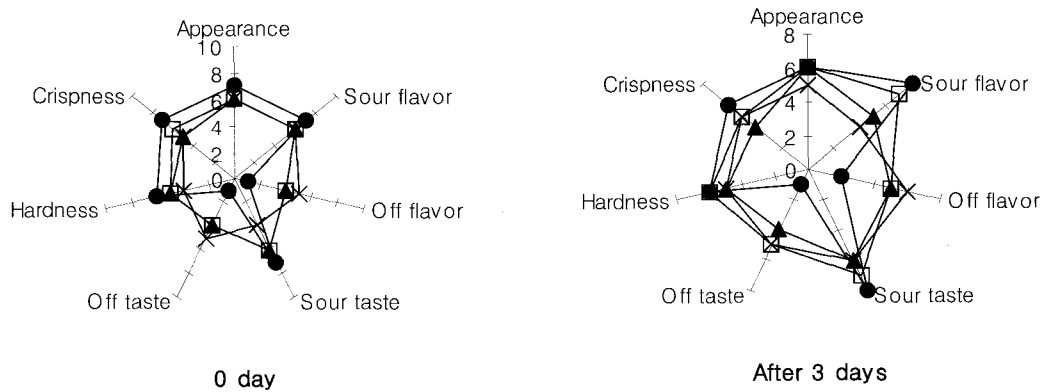


Fig. 3. QDA<sup>1)</sup> profile of canned kimchi with various thermal processing after 0 day and 3 day storage at 20°C. ●: Control, □: 65°C×24.2 min, ▲: 70°C×18.5 min, ×: 80°C×13.1 min.

<sup>1)</sup>Sensory characteristics rate on 9-point scale: from 1-extremely bad to 9-extremely good in evaluation of appearance; from 1-extremely weak to 9-extremely strong in evaluation of sour flavor, off flavor, sour taste, off taste, hardness and crispness.

시간을 달리한 실험군과 대조군의 관능적 특성을 나타낸 것이다. 대조군은 저장시간이 지남에 따라 산패가 일어나서 관능적으로 좋지 못할 뿐만 아니라 포장이 팽창하는 현상이 일어나므로 상품성이 떨어진다는 사실을 확인할 수 있었다. 최소열처리를 한 실험군은 산패로 인한 신내와 신맛은 감소시킬 수 있었는데 이것은 과숙되어 시어진 김치를 가열처리하여 김치찌개로 만들면 신냄새와 신맛이 가열하기 전보다 감소되어 기호성이 개선되었다는 Baik과 Ko(28)의 보고와 일치하였다. 그러나 열처리로 인한 이취, 이미가 대조군보다 강하였고, 조직감에서는 대조군과 차이가 있었다.

요 약

장기보존성을 가지면서 취급과 휴대가 간편한 금속 캔을 이용한 포장김치의 열 침투 특성을 조사한 것을 기초로 최소열처리를 하였다. 이로 인한 포장김치의 이화학적 및 관능적 특성 등 전반적인 품질변화에 대하여 연구하였다. 캔 포장김치의 열 침투 특성 데이터를 이용하여 저온에서 F<sub>60</sub>값이 18분에 해당되는 열처리 시간을 구한 결과 이론적으로 65°C에서는 23.1분, 70°C에서는 17.7분, 80°C에서는 12.7분의 시간이 필요함을 알 수 있었다. 이를 기초로 최소열처리한 실험군들은 대조군에 비해 pH와 총산이 거의 유지되었고, 젖산균 수는 10<sup>7</sup>~10<sup>8</sup>에서 10<sup>2</sup>~10<sup>3</sup>(CFU/mL)으로 10<sup>-3</sup>~10<sup>-4</sup> 정도 감소시켜 산패를 지연시키는데 영향을 주었으나 이론적인 균수 감소에 완전히 도달하지는 못하였다. 조직감과 색도는 저장시간이 지남에 따라 대조군보다 좋은 것으로 나타났고 각 열처리 온도에 대해서는 뚜렷한 차이를 보이지 않았다. Carotenoid와 ascorbic acid는 pH저하 등 발효로 인한 감소보다는 열처리에 따른 손실량이 더 큰 것으로 나타났으며, chlorophyll은 저장하는 동안 큰 변화 없이 모든 군에서 미량으로 존재하였고 각 구간에도 유의적 차이는 보이지 않았다. 관능검사에서는 열처리한 실험군이 산패로 인한 신내

와 신맛은 감소시킬 수 있었지만 열처리로 인한 이취, 이미가 강하였고 조직감에서는 대조군과 차이가 있었다. 따라서 열처리 공정으로 인한 품질변화의 보완 및 한정된 유통기간 동안에 최소가공(minimal processing)에 의한 포장김치의 상품화 가능성에 대해 후속 연구가 필요한 것으로 판단된다.

문 헌

1. Cheigh HS, Park KY. 1992. Nitrosoamine and kimchi. *J Korean Soc Food Nutr* 21: 109-116.
2. Cheigh HS, Park KY. 1994. Biochemical, microbiological and nutritional aspects kimchi. *Crit Rev Food Sci Nutr* 32: 175-203.
3. 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: 770-769.
4. Hong SI, Park JS, Park NH. 1995. Quality changes of commercial kimchi products by different packaging methods. *Korean J Food Sci Technol* 27: 112-119.
5. Chung TY, Hong SI, Kim YJ, Park NH. 1994. Effect of packaging material on quality of kimchi during storage. *Korean J Food Sci Technol* 26: 62-67.
6. Hong SI, Park JS, Park NH. 1994. Effect of filling ratio on the quality changes of packaged kimchi. *Korean J Food Sci Technol* 26: 590-596.
7. Cho EJ. 1999. Studies on the standardization of Chinese cabbage kimchi. *PhD Dissertation*. Pusan National University, Korea.
8. Lee DS, Min BY, Park NH, Shin DH. 1984. Heat penetration of canned oyster mushroom. *Korean J Food Sci Technol* 16: 206-210.
9. Chun JK. 2002. *Food Engineering*. McGraw-Hill Korea, Seoul. p 111-152.
10. Holdsworth SD. 1997. *Thermal processing of packaged foods*. Blakie Academic & Professional, London, UK. p 139-181.
11. Hayakawa KI. 1972. Estimating temperature of foods during various heating or cooling treatments. *ASHRAE J* 14: 65-69.
12. Chun JK, Kim HS, Lee CY. 1968. Studies on the manu-

- facture of canned *kimchi*. *J Korean Agri Chem Soc* 9: 33-37.
13. Shin HS. 1983. *Analysis of Food*. Shin-Kwang press, Seoul. p 91.
  14. Kang KH, Lee MK, Park WS. 1996. Selective media for isolation and enumeration of lactic acid bacteria from *kimchi*. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 25: 754-761.
  15. Lee HS. 1995. The measurement methods of the textural characteristics of fermented vegetables. *Korean J Soc Food Sci* 11: 83-91.
  16. Kim SD, Lee MH, Lee MS, No HK. 1992. Quality evaluation of korean cabbage *kimchi* by instrumentally measured color values of *kimchi* juice. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 21: 163-170.
  17. Cho YS, Chun SS, Ha BS, Park SK. 1983. Contents of carotenoids and chlorophylls in dolsan leaf mustard. *Korean J Dietary Culture* 8: 153-157.
  18. AOAC. 1980. *Official Methods of Analysis*. 13th ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC, USA. p 49-51.
  19. Ju HK. 1992. *Analysis of Food*. Yulim Munhwa Publishing, Seoul. p 183-187.
  20. Kim KO, Kim SS, Sung RK, Lee YC. 1989. *Method and Application of Sensory Test*. Shin-Kwang Press, Seoul. p 96-219.
  21. Steel RGD, Torrie JH. 1980. *Principles and Procedures of Statistics*. McGraw-Hill Kogakusha, Tokyo. p 996.
  22. 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: 414-420.
  23. Lee YH, Rhee HS. 1986. The changes of pectic substances during the fermentation of *kimchis*. *Korean J Soc Food Sci* 2: 54-57.
  24. Park HO, Kim YK, Yoon S. 1993. The effect of blanching and lactic acid bacterial inoculation on the quality of *kimchi*. *Korean J Soc Food Sci* 9: 61-66.
  25. Ha SS, Lee C, Lee YN, Yoon SI. 1989. Changes in the textural properties of *kimchi* during fermentation. *Korean J Dietary Culture* 4: 167-172.
  26. Gupte SM, Francis FJ. 1969. Effect of pH adjustment and high temperature short time processing on color and pigment retention in spinach puree. *Food Technol* 18: 141-142.
  27. Cheong HS, Kim GE, Kim SH, Lee JH, Lee YS. 1998. Changes of chlorophyll and their derivative contents during storage of Chinese cabbage, leafy radish and leaf mustard *kimchi*. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 27: 852-857.
  28. Baik IH, Ko YT. 2002. Changes in pH, sensory properties and volatile odor components of *kimchi* by heating. *Korean J Food Sci Technol* 34: 1123-1126.

(2006년 4월 7일 접수; 2006년 6월 2일 채택)