

예열처리 및 염도가 오이김치의 숙성 중 질감에 미치는 영향

허 윤 정 · 이 혜 수

서울대학교 가정대학 식품영양학과

Effects of Preheating and Salt Concentration on Texture of Cucumber Kimchi during Fermentation

Yoon Jung Huh and Hei Soo Rhee

Dept. of Food & Nutrition, Seoul National University

Abstract

The purpose of this study was to investigate the effects of preheating and salt concentration on the fermentation rate and firmness of cucumber kimchi, and the relationship between firmness and the contents of pectin fractions, hemicellulose and cellulose during fermentation.

For this purpose, pH, acidity, firmness and the contents of pectic fractions, hemicellulose and cellulose were studied.

1. The changes of pH and titratable acidity indicated that preheating and high salt concentration delayed the fermentation rate in cucumber kimchi.

2. After 9 days, preheated cucumber kimchi was firmer than nonpreheated cucumber kimchi.

3. During fermentation, the cucumber kimchi fermented at 5% NaCl was firmer than that fermented at 2% NaCl.

4. After 9 days, preheated cucumber kimchi was higher in insoluble pectin (HCISP) content and lower in soluble pectin (HWSP & HXSP) content than nonpreheated cucumber kimchi and these results in accord with those of firmness measurements.

5. During fermentation, the cucumber kimchi fermented at 5% NaCl was higher in insoluble pectin content and lower in soluble pectin content than nonpreheated cucumber kimchi, and these results were in accord with those of firmness measurement.

6. During fermentation, cellulose content decreased.

I. 서 론

김치의 食味는 향미 성분 뿐만 아니라 김치의 독특한 질감에 의해서도 영향을 받는다고 생각되는데, 오이 김치류에 있어서는 특히 그 질감이 중시되어 숙성 중 일어나는 오이의 연화 현상은 오이 김치의 식미에 크게 영향을 미친다¹⁾.

서구의 오이 피클의 경우 저장 중의 연화가 펙틴질의 변화와 깊은 관련이 있음이 밝혀졌고²⁾, 일반 저장 중의 연화는 주로 polygalactronase에 의해 촉진되는 반면 pectinesterase는 Ca^{2+} 등의 양이온이 존재할 때 오이의 질감을 단단하게 유지시킬 수 있다^{3,4,5)}고 보고되었다.

본 연구에서는 오이를 70°C에서 4분간 예열 처리하고 소금 농도를 2%와 5%로 달리하여 16~18°C에서 숙성 시키면서 pH, 적정 산도, 경도를 측정하고, 펙틴질, hemicellulose and cellulose 함량을 분석하여 예열 처리와 소금 농도가 오이 김치의 숙성과 질감에 미치는 영향에 관해 살펴보았다.

II. 실험 재료 및 방법

1. 실험재료 및 예열 처리

1988년 10월 서울 남대문 시장에서 지름이 2.5~3.2 cm, 전체 길이가 18~20 cm인 조선 오이를 구입하여 양 끝을 2 cm씩 잘라 버리고 3 cm 길이로 자른 후 70°C 온도에서 4분 동안 가열하여 예열 처리하고 상온에서 냉각하였다⁶⁾.

2. 오이 김치의 제조 및 숙성

예열 처리한 오이와 대조군 오이(생 오이)를 2%와 5% 소금물에 3시간 절여 <표 1>의 양념 비율로 양념만을 blender로 갈아 3 cm 길이의 오이와 버무려 플라스

Table 1. Ratio of ingredients in cucumber Kimchi (g)

Cucumber	100
Red pepper	2
Leek	4
Garlic	2
Ginger	1
NaCl solution	50

틱 통에 넣어 밀봉하고⁶⁾ 16~18°C에서 숙성시키면서 0, 3, 9일 째에 시료를 채취하여 사용하였다.

3. pH 및 적정 산도

pH는 pH meter (TOA, HM-20B)를 이용하여 측정하였고, 김치의 흡인 여과액을 0.1N NaOH로 적정하여 적산으로 환산하여 적정 산도를 함량 %로 구하였다.

4. 경 도

오이 김치 숙성 중 경도 변화를 Instron UTM을 사용하여 관통 시험(puncture test)에 의해 시료의 중과피를 3회 씩 다른 위치에서 측정하였다⁷⁾.

5. 펙틴질

오이 김치로부터 알콜 불용성 고형분(Alcohol Insoluble Solid, AIS)을 제조하고 Nitta의 방법⁸⁾에 준하여 펙틴질을 분획하고 m-hydroxydiphenyl법⁹⁾으로 분획물들을 정량하였다.

6. Dietary fibers

Van Soest¹⁰⁾의 방법에 준하여 Neutral detergent fiber (NDF) 함량과 hemicellulose와 cellulose의 함량을 구하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 오이 김치의 숙성도

소금 농도 2%와 5% 오이 김치의 대조군과 예열 처리군의 pH 및 적정 산도의 변화는 각각 (그림 1, 2, 3)과 같다.

숙성이 진행됨에 따라 예열 처리군이 대조군에 비해 숙성 속도가 느린데 이는 예열 처리에 의한 미생물의 파괴가 숙성지연에 영향을 미치는 것으로 추측된다. 또한, 대조군과 예열 처리군 각각에 있어서는 소금 농도 2% 오이 김치에 비해 5% 오이 김치 적정 산도가 계속 낮은 것을 볼 수 있었다.

2. 경도의 변화

오이 김치 숙성 중 중과피의 경도 변화는 (그림 4)와 같다. 담근 당일의 경도와 비교해 3일 후의 경도는 모든 시료에서 다소 증가하는 경향을 보였고 그 후에는 처음

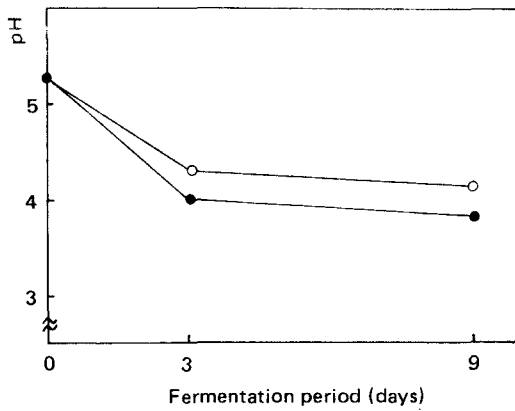


Fig. 1. pH changes during fermentation of cucumber Kimchi (2% NaCl)

- nonpreheated cucumber
- preheated cucumber

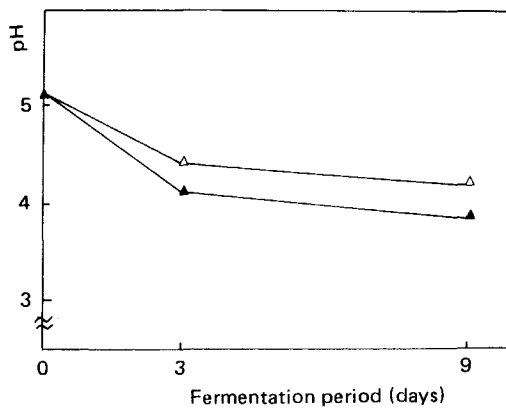


Fig. 2. pH changes during fermentation of cucumber Kimchi (5% NaCl)

- ▲ nonpreheated cucumber
- △ preheated cucumber

보다도 많이 낮아졌고, 모든 조건에 있어 예열 처리군이 대조군보다 높은 경도를 나타내었으며, 특히 9일 후에 대조군은 소금 농도에 관계없이 극히 낮은 경도를 보이나 예열 처리군은 담근 당일이나 3일 후의 경도에 비해서 낮았지만 대조군과 비교하면 꽤 높은 경도를 보였다. 숙성 초기의 경도 증가는 demethylation에 의한 gel형성¹¹⁾과 관련이 있는 것으로 추측되고, 예열 처리에 의한 pectinesterase의 활성화¹²⁾가 예열 처리군의 높은 경도

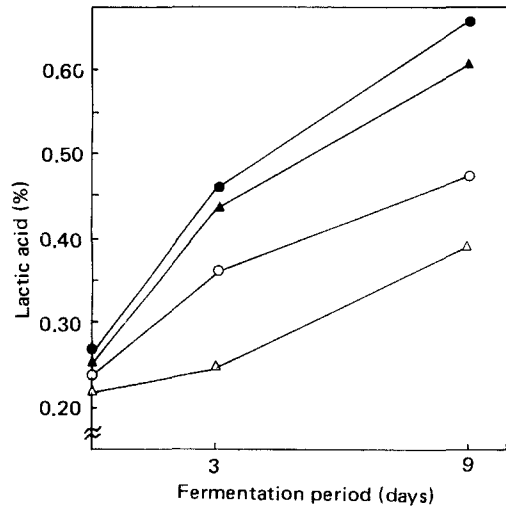


Fig. 3. Titratable acidity change during fermentation of cucumber Kimchi

- nonpreheated cucumber Kimchi fermented at 2% NaCl
- ▲ nonpreheated cucumber Kimchi fermented at 5% NaCl
- preheated cucumber Kimchi fermented at 2% NaCl
- △ preheated cucumber Kimchi fermented at 5% NaCl

Table 2. Changes in the composition of HWSP, HXSP and HCISP in the AIS of cucumber Kimchi (g)

Fermentation period (days)	Nonpreheated cucumber Kimchi						Preheated cucumber Kimchi					
	2% NaCl			5% NaCl			2% NaCl			5% NaCl		
	HWSP	HXSP	HCISP	HWSP	HXSP	HCISP	HWSP	HXSP	SCISP	HWSP	HXSP	HCISP
0	22.3	28.8	48.9	21.5	24.7	53.8	21.2	21.3	57.5	20.2	23.6	56.2
3	23.6	31.2	45.2	24.8	25.8	49.4	26.7	28.3	45.0	23.5	25.0	51.5
9	29.4	31.7	38.9	31.4	31.4	37.2	31.9	26.8	41.3	26.3	25.3	48.4

에 영향을 미친 것으로 추측된다.

소금 농도의 영향에서는 2%에 비해 5%일 때 경도가 높은 경향을 보였으며 9일후 예열 처리군에서는 그 차이가 좀 더 컸다. 이로써 소금 농도의 증가도 저장 중에 경도를 증가시킴을 알 수 있었다.

3. 펙틴질의 변화

오이 김치 숙성 중 AIS로부터 분리해낸 pectic fractions의 함량비는 <표 2>와 같고, HWSP, HXSP, 그리고 HCISP 함량의 각 열 처리 조건 및 소금 농도 요인과 숙성 기간 요인 간의 이원 배치법에 의한 분산 분석 결과는 <표 3>과 같다. 숙성 기간에 따라서 HWSP, HXSP, HCISP 모두 유의차 있는 함량 변화를 나타냈으며 HCISP만이 열 처리 조건 및 소금 농도에 따라 유의한 차이를 보였는데 이는 9일 후에 예열 처리군에 비해 대조군의 HCISP 함량이 큰 폭으로 감소된 것에 기인한 것으로 보이며 (그림 4)에서 대조군의 극히 낮은 경도와 일치하는 결과이며 연화 현상이 심한 오이 피클에서 극히 낮은 HCISP 함량을 나타낸다는 보고²⁾와 비슷한 경향을 보였다.

소금 농도 차이에 따른 가용성 펙틴질(HWSP와 HXSP)과 불용성 펙틴질(HCISP)의 함량 차이는 <표 2>에서 보는 바와 같이 9일 후의 대조군 오이 김치를 제외하고는 숙성이 진행됨에 따라 소금 농도 2% 오이 김치에 비해 5% 김치가 가용성 펙틴질의 함량이 낮고 불

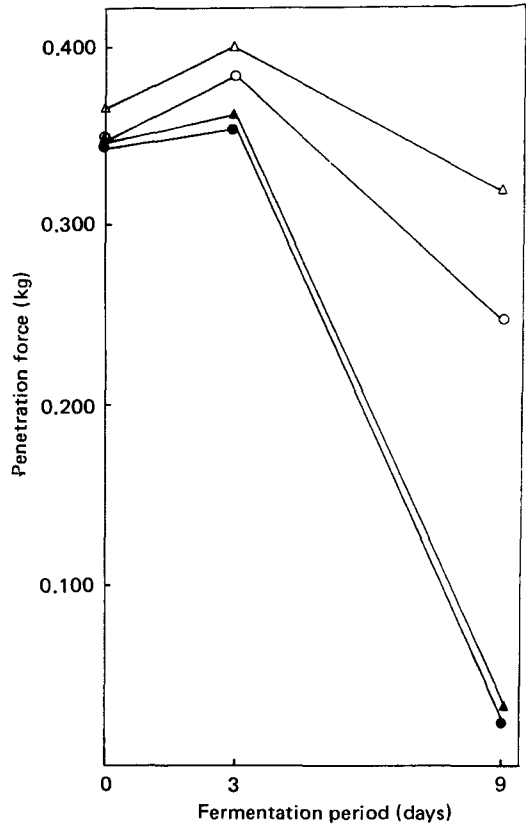


Fig. 4. Firmness changes during fermentation of cucumber kimchi
(Symbols were same as those in Fig. 3.)

Table 3. Two-way analysis of variance between fermentation period and heat & NaCl condition in each fraction

Factor	HWSP		HXSP		HCLSP	
	Fermentation period	Heating condition & NaCl	FP	H & NaCl	FP	H & NaCl
F-ratio	26.93*	2.23	8.97*	3.55	46.35*	105.84*

* : significant at $p < 0.05$

Table 4. Changes in the NDF content of cucumber Kimchi during fermentation (% of dry weight)

Fermentation period (days)	Nonpreheated cucumber Kimchi		Preheated cucumber Kimchi	
	2% NaCl	5% NaCl	2% NaCl	5% NaCl
0	13.3	14.8	16.3	13.3
3	12.5	15.4	18.3	11.2
9	20.0	10.1	14.2	13.8

Table 5. Changes in the composition of cellulose and hemicellulose in the NDF of cucumber Kimchi during fermentation (% of NDF)

Fermentation period (days)	Nonpreheated cucumber Kimchi				Preheated cucumber Kimchi			
	2% NaCl		5% NaCl		2% NaCl		5% NaCl	
	Hemicellulose	Cellulose	Hemicellulose	Cellulose	Hemicellulose	Cellulose	Hemicellulose	Cellulose
0	25.3	68.3	20.2	73.4	25.3	70.2	30.3	62.9
3	26.6	66.5	23.2	72.4	30.9	53.3	32.7	52.7
9	42.6	50.0	31.0	57.7	42.2	45.8	41.3	44.4

용성 펙틴질의 함량이 높은 경향을 보여 소금 농도의 증가에 따른 경도의 증가와 일치하는 결과를 보였다.

4. Dietary fibers

오이 김치 숙성 중의 NDF의 함량 변화와 NDF 중의 hemicellulose와 cellulose 비율의 변화는 <표 4>, <표 5>와 같다.

펙틴을 제외한 dietary fiber의 무게를 나타내는 NDF의 무게 변화는 숙성 기간과 무관하게 나타났으며, 모든 시료에서 hemicellulose에 비해 cellulose의 함량이 계속 높은 경향을 보였으나 숙성이 진행되면서 cellulose의 상대적인 비율은 낮아지는 경향을 보였다. 이는 cellulase에 의한 cellulose의 분해와 관련된 것¹⁵⁾으로 추측된다.

대조군과 예열 처리군의 경도 차이가 현저했던 9일 후에 있어서는 경도가 낮았던 대조군의 cellulose 비율이 예열 처리군에 비해 오히려 높은 경향을 보였다. 또한 숙성이 진행됨에 따라 계속 대조군에 있어서는 소금 농도 5% 오이 김치가 2% 오이 김치에 비해 cellulose 비율이 높았으나 예열 처리군에 있어서는 오히려 소금 농도 2% 오이 김치가 5% 오이 김치보다 cellulose 비율이 다소 높은 경향을 보였다.

이로써 경도 변화와 hemicellulose와 cellulose 비율의 변화는 관계가 적은 것으로 생각된다.

IV. 요약

1) pH와 적정 산도 변화를 통해 예열 처리와 소금 농도의 증가에 의해 오이 김치의 숙성이 지연됨을 알 수 있었다.

2) 숙성 9일 후 대조군은 예열 처리군에 비해 경도가

낮았으며, 숙성이 진행되면서 소금 농도 5% 오이 김치가 2% 오이 김치보다 경도가 높은 경향을 보였다.

3) HCISP 함량이 열 처리 및 소금 농도와 숙성 기간에 따라 유의차 있게 변화하였다.

4) 숙성이 진행되면서 소금 농도 2% 오이 김치보다 경도가 높았던 5% 오이 김치는 불용성 펙틴질의 함량이 높고 가용성 펙틴질의 함량은 낮은 경향을 보였다.

참고 문헌

- 1) 백형희, 예비 열처리에 의한 오이지의 연화 방지, 서울대학교 석사학위 논문, 1986.
- 2) Lampi, R.A., Esselen, W.B., Thomson, C.L. and Anderson, E.E., Changes in pectic substances of four varieties of pickling cucumbers during fermentation and softening, *Food Res.*, **23**:351-363, 1958.
- 3) Buescher, R.W., Hudson, J.M. and Adams, J.R., Inhibition of polygalacturonase softening of cucumber pickles by calcium chloride, *J. Food Sci.*, **44**:1786-1787, 1979.
- 4) Hudson, J.M. and Buescher, R.W., Prevention of soft center development in large whole cucumber pickles by calcium, *J. Food Sci.*, **45**:1459-1451, 1980.
- 5) McFeeters, R.F., Fleming, H.P. and Thompson, R. L., Pectinesterase activity, pectin methylation and textine changes during storage of blanched cucumber slices, *J. Food Sci.*, **50**:201-205, 1985.
- 6) 민태익, 권태완, 김치 발효에 미치는 온도 및 식염 농도의 영향, 한국식품과학회지, **16**(4):443-450, 1984.
- 7) Fleming, H.P., McFeeters, R.F. and Thompson, R. L., Effects of sodium chloride concentration on firmness retention of cucumbers fermented and stored with calcium chloriche, *J. Food Sci.*, **52**(3):653-657, 1987.
- 8) Yuki Nitta, Effects of preheating on the pectic

- constituents of potato tubers and some other vegetables and fruits, *가정학 잡지*, **26**:173, 1975.
- 9) Blumenkranz, N. and Asboe-Hansen G., New method for quantitative determination of uronic acids, *Anal. Chem.*, **54**:485, 1973.
 - 10) Van Soest, P.J. and Wine, R.H., Use of detergents in the analysis of fibrous feeds, *J.A.O.A.C.*, **50**:50-55, 1967.
 - 11) Tang, H.L. and McFeeters, R.F., Relationships among cell wall constituents, calcium and texture during cucumber fermentation and storage, *J. Food Sci.*, **48**:66-70, 1983.
 - 12) Hudson, J.M. and Buescher, R.W., Relationship between degree of pectin methylation and tissue firmness of cucumber pickles, *J. Food Sci.*, **51**(1):138-149, 1986.