

## 열처리 및 겨자유의 첨가가 김치 발효에 미치는 영향

홍원수·윤 선

연세대학교 가정대학 식생활과

## The Effects of Low Temperature Heating and Mustard Oil on the Kimchi Fermentation

Wan-Soo Hong and Sun Yoon

Department of Food and Nutrition, Yonsei University

### Abstract

In order to investigate the method for extension of shelf-life of *Kimchi*, the effect of low temperature heating and addition of mustard oil on pH and total acidity of *Kimchi* during storage at 15°C were studied. Mustard oil was found to have the antimicrobial effect on the major lactic acid bacteria of *Kimchi* such as *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus brevis*, *Leuconostoc mesenteroides* and *Pediococcus cerevisiae*. Addition of 200 p.p.m. mustard oil, 0.1% mustard powder and 0.01% H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> to *Kimchi* effectively reduced the fermentation rate of *Kimchi*. Low temperature heating of salted cabbage and addition of 200 p.p.m. mustard oil and 0.01% H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> to seasonings extended the time reaching optimum ripening of *Kimchi* about 2.5 times longer than control. Combination of low temperature heating, addition of mustard oil and H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> to seasonings and post low temperature heating delayed fermentation time of *Kimchi* about 5 times longer than control after 15 days storage at 15°C.

Key words: *Kimchi* fermentation, mustard, low temperature heating

### 서 론

김치는 관여하는 미생물과 효소의 작용이 다양하고 그에 따른 성분의 변화 및 품질의 균일화가 어려운 식품이며 장기보존 및 상온에서의 유통과정에서 일어나는 과숙현상은 김치의 산업화에 가장 큰 문제점으로 대두되고 있다. 이러한 과숙현상은 김치의 발효 및 숙성밀기에 나타나는 것으로서, 유기산의 농도가 증가하여 식용이 불가능하게 되고 조직이 연부되는 현상이다. 김치의 과숙현상을 억제하기 위한 방법으로는 냉장 또는 냉동시키는 방법<sup>(1,2)</sup>, 가열살균방법<sup>(3-9)</sup>, 약제처리방법<sup>(10,11)</sup>, 방사선처리법<sup>(12,13)</sup> 등으로 크게 나누어 볼 수 있다. 그러나 냉장 또는 냉동법은 저온유통 및 저장시설에 경비가 많이 들며 특히, 해외수출시 적당한 방법이 되지 못하고 있으며, 가열에 의한 과숙방지법은 열처리 과정에서 풍미 및 질감의 저하가 온다. 약제처리

방법은 방부제나 항생제 사용으로 인체에 독성증상을 유발시킬 위험성을 내포하고 있어 안전한 방법이 될 수 없으며 방사선조사법은 경제성, 안전성 등의 문제점이 많아서 실용화는 힘들 것으로 생각된다. 그러므로 우리 식생활에서 이용되는 자연첨가물을 이용하여 김치의 보존성을 연장시키는 방법에 대한 연구가 필요한 실정이다.

이에 본 연구에서는 상온 유통과정에서 초래되는 산패현상을 억제하면서 관능적 품질이 좋고 안전한 김치 제조를 목적으로 하였다. 이에 식품에 효과적인 항균제로 이용되는 겨자유가 김치의 주요 유산균에 미치는 항균작용을 조사하고 여기서 얻은 자료를 기초로 저온열처리, 과산화수소에 의한 살균처리 및 겨자유 첨가를 병용하여 김치를 제조한 후 보존성에 대하여 연구하였다.

### 재료 및 방법

#### 김치제조 및 저장

발효속도에 영향주는 제 요인을 통제하며 원료간에서

Corresponding author: Wansoo Hong, College of Home Economics, Department of Food and Nutrition Yonsei University 134, Shinchon-dong, Sudamun-ku, Seoul 120-749, Korea

Table 1. Composition of Kimchi materials

Materials	Amounts (g)
Salted Chinese cabbage	1,000
Red pepper powder	25
Garlic	8
Ginger	5
Mono sodium glutamate	1
Xanthan gum	0.1
Fermented anchovy juice (23% NaCl)	10 ml
Salt	adjust to 3% NaCl

초래되는 오차를 적게하기 위하여 무우채와 부추, 파 등의 부재료는 사용하지 않았다. 배추는 김치제조 당일 구입하였고 일정 점포에서 공급받았다. 본 실험에서 김치제조시 사용한 재료의 조성은 Table 1과 같다.

제조된 김치는 1포기씩 혹은 약 100g 정도씩 각기 포장하여 매 분석시마다 1개씩 사용하였다. 포장된 김치는 전 실험기간 15°C로 조절된 항온기에 보관하였고 일정시간 간격으로 분석하였다.

#### 시료 제조

##### 거자유의 항균성 실험

거자유는 보원식품 제품을 사용하였으며, 항균력 측정에는 다음과 같은 종류의 균주를 사용하였다.

Strain	No. of KFCC, IFO
<i>Lactobacillus plantarum</i>	KFCC 11542 IFO 3070
<i>Leuconostoc mesenteroides</i>	KFCC 11324 IFO 12060
<i>Lactobacillus brevis</i>	KFCC 35464 IFO 3345
<i>Pediococcus cerevisiae</i>	KFCC 11728 IFO 12231

이들 젖산균을 멀균된 *Lactobacilli* MRS broth<sup>(14)</sup> 100 ml에 일백금이 접종하고 35°C에서 24시간 배양하여 활성화 시킨 후 균의 농도를 650 nm에서 투과율이 45~80% 이내의 일정치를 갖도록 기본배지로 희석하고 이를 접종하였다. 그리고 배양은 34°C에서 24시간 행하였다.

거자유를 0.01% 슈크로오스 에스테르에 유화시킨 다음 배양시킨 균에 200 ppm이 되도록 첨가한 후 34°C에서 24시간 배양하였다. 거자유의 항균력 측정은 B.C.P 배지<sup>(15)</sup>를 이용하여 유산균수의 감소로 보았다.

##### 살균처리 및 첨가물의 병용효과

보존성 향상에 기여하는 요인들을 병용하여 다음과 같은 여러방법으로 김치를 제조하였다.

##### 저온열처리군

예비실험에서 저온처리와 과산화수소 첨가에 따른 미생물의 살균효과를 연구하기 위하여 50°C에서 가열 치사곡선을 구하고 D value를 산출하였다. 미생물 배양에는 한천을 제외한 동일한 조성을 갖는 살균 표준 한천배지<sup>(15)</sup>에 배추의 겉잎, 중간잎, 고갱이를 일부 취해서 37°C에서 48시간 배양하였다. 가열 치사곡선은 일련의 회석병에 멀균생리식염수를 99 ml 취하고 5개씩 단위로 1,000, 100, 10 ppm에 해당하는 과산화수소용액을 1 ml를 가한 다음 50°C로 가열하였다. 이 때 미생물 배양액 1 ml를 가하고 잘 혼들어 혼합한 다음 0, 2, 7, 17분 간격으로 1 ml 씩 취하여 십진회석법에 의해 생균수를 측정하였다. 배추에 가열처리와 과산화수소 처리를 병용하였을 때 배추에 부착되어 있는 총 미생물의 사멸효과는 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 첨가 수준이 높을수록 크게 나타났다. 배추에 존재하는 미생물을 배양하여 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 존재 하에 50°C에서 가열 치사곡선을 구하였고 이로부터 D value를 계산하였다. 50°C에서의 D value는 과산화수소 농도가 1,000, 100, 10 ppm 일 때 각각 6.29, 20.58, 23.20분으로 나타났다. 배추와 멀균생리식염수 1:1 혼합물을 갈아 그 여액으로부터 얻은 배추의 총균수는 배추단위 중량 g 당  $5 \times 10^5$ ~ $5 \times 10^6$  정도였다. 이로 미루어 볼 때 배추내 미생물은 1,000 ppm의 과산화수소용액에서 50°C로 약 35분간 열처리를 하면 거의 멀균된다고 볼 수 있다. 이상의 결과로 염지배추를 0.05 M 염화칼슘, 3% 염화나트륨, 1,000 ppm 과산화수소용액에서 저온열처리(50°C, 35분간)한 다음 흐르는 물에서 깨끗이 세척하였다.

##### 후 열처리군

이 등<sup>(2)</sup>의 보고를 기초로 하여 28×26 cm 포장지에 제조한 김치를 100g 씩 담고 65°C로 고정시킨 오븐에서 20분간 저온 열처리하였다.

##### 거자유 및 거자분 첨가분

거자유(보원식품 제품)는 슈크로오스 에스테르(4 ml/g 거자유 in 0.01% 슈크로오스 에스테르용액 100 ml)에 유화시킨 다음 200 ppm을, 거자분(오뚜기식품 제품)은 배추 무게의 0.1%를 취하여 다른 양념과 함께 김치에 첨가하였다.

##### 양념 처리군

배추 무게의 0.01%에 해당하는 과산화수소용액(30% 용액)을 김치 양념에 혼합하여 제조하였다.

Table 2. Additives and blanching treatment of Kimchi samples

Sample No.	Additives and blanching treatment
1	Control Kimchi
2	Control Kimchi + Mustard oil
3	Control Kimchi + Mustard powder
4	Control Kimchi + Mustard oil + Mustard powder
5	Control Kimchi + Hydrogen peroxide( $H_2O_2$ )
6	Preheating + Control Kimchi + Mustard + $H_2O_2$
7	Preheating + Control Kimchi + Mustard + $H_2O_2$ + Postheating

상기실험에 사용된 시료들은 Table 2와 같다.

#### 일반분석

#### 시료 준비

숙성에 따른 김치 성분의 변화를 측정하기 위하여 날개 포장된 김치의 고형물과 김치액 전체를 분석에 사용하였다. 즉 블렌더에 김치 전체를 넣고 마쇄하여 균일화시켜 일정량(40g)을 취하여 15,000 rpm.에서 고속 원심분리기(BECKMAN Model J2-21)를 사용하여 15분간 원심분리하여 그 상층액을 시료로 사용하였다.

#### pH, 산도

시료의 pH는 pH 미터(BECKMAN Model 3560)를 사용하여 측정하였고, 산도는 3g의 시료액을 중류수 60ml에 회석하여 글래스 일렉트로드(glass electrode) 방법을 이용하여 0.05 N 수산화나트륨용액으로 pH 8.20±0.05까지 적정하여 젖산의 함량(%)으로 나타내었다.

#### 염도 측정

시료를 중류수로 50배 회석하고 그 회석액의 10ml를 100ml의 삼각플라스크에 취하고 지시약으로 2% 중크롬산칼륨( $K_2CrO_4$ )용액 1ml를 가한 다음 0.1N 질산은 용액으로 적정하여 염화나트륨 함량(%)으로 나타내었다.

#### 환원당

다이아트로살리실릭산(DNS)에 의한 비색법으로 측정하여 표준커브를 이용하여 글루코오스 양으로 환산하였다.

#### 총균수의 측정

총균수 측정시 사용한 배지는 표준 한천배지<sup>(15)</sup>이다. 적당한 단계로 회석한 시료 1ml를 멀균한 페트리접시에 넣은 후 배지를 약 15ml 정도 부은 후 가만히 회전시켜 회석액과 잘 혼화시켜서 굳힌 후 37°C에서 48시간 배양하였다. 각 회석액에 대해 3개의 평판을 만들어

사용하였다.

#### 유산균의 측정

유산균 측정에는 B.C.P.<sup>(15)</sup>배지를 사용하였다. 실침방법은 총균수 측정법과 동일하게 하였다.

#### 관능검사

관능검사는 김치 시료군들을 15°C에서 15일 숙성시킨 후 훈련된 7명의 패널요원을 구성하여 3회 반복 실시하였다. 김치 시료군들의 평가 항목은 조직감(texture), 맛(taste)의 2항목을 평정법의 5점법을 사용하여 검사하였다. [5 : 아주 좋다(excellent) 4 : 좋다(good) 3 : 보통이다(moderate) 2 : 나쁘다(poor) 1 : 아주 나쁘다(very poor)] 평가된 점수는 분산분석과 Duncan's Multiple Range Test로 유의성을 검정하였다.

## 결과 및 고찰

#### 겨자유의 항균력 실험

겨자유를 첨가하지 않은 대조군은 24시간 배양 후 유산균수는  $8.70 \times 10^9$ ~ $1.30 \times 10^{10}/ml$  정도였지만, 유화시킨 겨자유를 첨가시킨 군들은 대조군에 비해 균수가 현저히 감소하여  $1.00 \times 10^6$ ~ $2.70 \times 10^6/ml$  정도였다. 江崎秀男 등<sup>(16)</sup>에 의하면 에스케리시아 콜리(*Escherichia coli*) 등의 미생물을 사멸시키는데 필요한 농도는 겨자의 매운맛 성분인 isothiocyanate의 주요성분인 T.M.B.I.의 경우 2.14 mM 필요하다고 하였다. 이상의 결과에서 겨자유는 김치발효의 주요 유산균인 로이코네스톡 메세테로이데스(*Leuconostoc mesenteroides*), 락토바실루스 브레비스(*Lactobacillus brevis*), 락토바실루스 플란타룸(*Lactobacillus plantarum*) 그리고 페디오코코스 세레비자에(*Pediococcus cerevisiae*)에 대해 항균력을 지니고 있음을 알 수 있었다. 실험결과는 Table 3에 나타나 있다.

김치숙성에 영향을 미치는 유산균들의 작용을 고려해 볼때 항균력을 지니는 겨자유를 첨가시에는 담근 초기부터 넣기 보다는 김치를 어느 정도 숙성시킨 후 넣는 것이 바람직할 것으로 생각된다. 그 이유는 김치의 숙성초기에 로이코네스톡 메세테로이데스(*Leuconostoc mesenteroides*)가 번식하도록 하여 호기성 잡균의 번식을 억제하고 적당한 풍미를 생성하게 하며, 또한 겨자유는 휘발하기 쉽고 효소, 물, 공기, 혹은 금속 등의 작용으로 분해되기 쉬워 자신이 지닌 성질을 잃어버리기 쉽기 때문이다<sup>(17)</sup>.

Table 3. Antimicrobial activity of mustard oil on lactic acid bacteria (unit: C.F.U.)

Lacticacid Bacteria	Samples	No. of lactic acid bacteria after 24 hrs
<i>Leuconostoc mesenteroides</i>	control	$8.70 \times 10^9$
	mustard oil treated	$2.70 \times 10^6$
<i>Lactobacillus brevis</i>	Control	$1.27 \times 10^{10}$
	mustard oil treated	$1.40 \times 10^6$
<i>Lactobacillus plantarum</i>	control	$1.31 \times 10^{10}$
	mustard oil treated	$1.20 \times 10^6$
<i>Pediococcus cerevisiae</i>	control	$1.07 \times 10^{10}$
	mustard oil treated	$1.00 \times 10^6$

그러므로 이런 성질을 고려해 볼때 겨자유는 김치를 담근 직후부터 넣어주기 보다는 김치를 숙성시킨 후 락토바실루스 플란타룸(*L. plantarum*)이 출현하기 전에 첨가하는 것이 겨자유의 항균력을 이용한 김치보존에 도움을 줄 것으로 사료된다.

#### 살균처리 및 첨가물의 병용효과

##### 겨자 및 과산화수소의 첨가효과

김치의 숙성기간 중 시료군들의 pH와 산도의 변화는 Fig. 1에 제시하였다. 김치 담근 직후 염도는 2.97

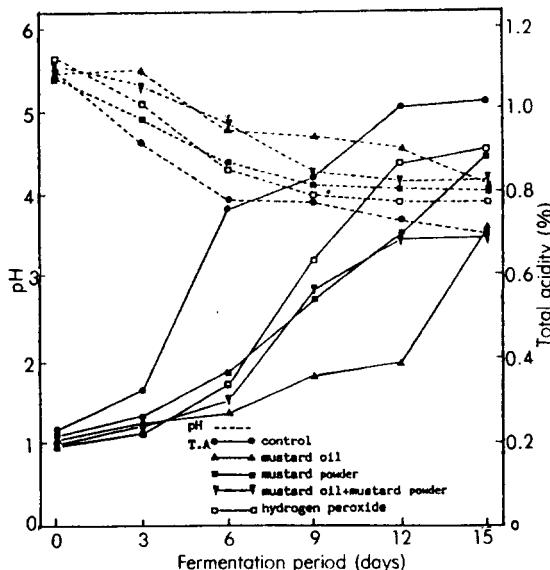


Fig. 1. The change of pH and total acidity of Kimchi with and without additives, and fermented at 15°C.

-3.11로 모든 시료가 거의 최종염도 3%를 유지하였으며, pH는 5.43-5.56으로 시료간에 약간의 차이가 있었다. 변화양상을 보면 대조군은 발효가 활발하게 진행되어 저장 6일째에 pH 3.89로서 이미 적숙기를 벗어나 있었다. 처리군들은 대조군보다 발효가 더디게 일어나 겨자유+겨자분, 겨자유, 겨자분, 과산화수소 첨가군 순으로 숙성이 이루어져 저장 15일 후에도 pH 4.04, 4.03, 4.01, 3.84로서 적숙기를 유지하고 있었다. 산도는 담근 직후 0.20-0.24% 수준으로 비슷하였으나, 숙성 6일째에 대조군은 0.76%인데 반해 겨자유, 겨자분+겨자유, H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, 겨자분 등의 첨가군들은 0.29, 0.32, 0.35, 0.37%로 나타나서 대조군과는 큰 차이가 있었다. 숙성이 진행됨에 따라 대조군은 3일 이후 산도가 급격히 증가하였으나, 이들 처리군들은 숙성기간 중 비교적 낮은 산도를 유지하여 숙성 15일째에도 0.68-0.89%를 보여주었다. 숙성기간 중 시료군들의 총균수 변화는 Fig. 2에 나타나 있다. 담근 직후 대조군의 총균수는  $3.9 \times 10^6/ml$  였으나 그 후 계속적으로 증가하였으며 3일부터는  $4.9 \times 10^8/ml$  정도의 일정한 수준을 유지하였고 9일 이후부터는 서서히 감소하는 경향이

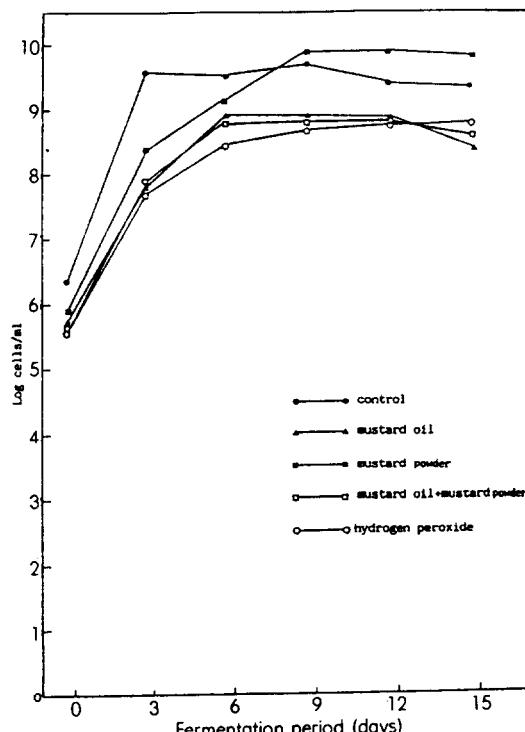


Fig. 2. The change of total plate counts during the fermentation of Kimchi added antimicrobials.

었다. 겨자분 첨가군은 담근초기부터 대조군에 비해 총균수가 적어서 발효 6일까지 낮은 수준이었고 6일 이후에는 오히려 대조군보다 높은 총균수를 보였고 9일 이후로는 서서히 감소하였다. 겨자분에서 항균력을 지닌다고 보고된 isothiocyanate는 효소, 물, 공기, 열 등에 의해 쉽게 분해되어 그 효과를 상실하며<sup>(17)</sup> 또한 휘발되기 쉽다고 한다. 그러므로 숙성 초기에는 겨자분 첨가군이 대조군보다 총균수가 적었으나 겨자분의 항균작용은 숙성기간 중 지속되지 못하는 것 같다. 숙성기간 중 겨자유, 겨자유+겨자분, 과산화수소 등의 첨가군들의 총균수 변화는 비슷한 양상이었다. 발효기간 중 이들 첨가군들의 총균수는 대조군, 겨자분 첨가군보다 적게 나타났다. 겨자유, 겨자유+겨자분, 과산화수소 첨가군들의 총균수는 숙성 6일째까지 계속 증가하였으나 그 후는 아주 서서히 감소하는 경향이었다. 이들 첨가군들이 대조군보다 총균수가 적은 것은 겨자유와 겨자분 그리고 과산화수소의 항균력 때문인 것 같다.

그러므로 김치내의 주요 젖산균들에 대해 항균력을 지니는 겨자유, 겨자분 그리고 과산화수소를 이용하여서 김치보존성을 향상시키기 위해서는 이들을 김치 제조시에 첨가하기보다는 김치의 산폐를 일으키는 락토바실루스 *плантарум* (*L. plantarum*)과 같은 균이 출현하기 전에 첨가해 주는 것이 바람직할 것 같다.

김치시료들을 15°C에서 15일 숙성시킨 후 행한 관능검사의 결과는 Table 4, 5에 나타나 있다. 대조군은 신맛이 강하게 느껴져서 맛은 2.0의 낮은 점수를 받았으나 조직은 3.5로 양호하였다. 겨자분, 겨자유, 그리고 겨자유+겨자분 첨가군들은 대조군에 비해 신맛이 적었으며, 겨자유나 겨자분의 독특한 매운맛은 배추 자체가 가지고 있는 매운맛과 혼사하여 나쁜맛으로 느껴지지 않았다. 또한 pH와 산도의 결과에서 예상한 대로 신맛이 대조군보다 덜 느껴지므로 맛은 4.0 이상의 좋은 점수를 받았으며 조직감도 대조군보다 높은 점수를 받아서 이들 첨가군들은 대조군에 비해 맛과 조직에서 유의적으로 높은 점수를 받았다. 양념에 과산화수소를 첨가한 군도 저장 15일 이후 신맛이 크게 느껴지지 않아 맛은 대조군에 비해 유의적으로 높은 점수를 받았다. 그러나 겨자분, 겨자유, 겨자유+겨자분, 과산화수소 첨가군들 사이에는 맛과 조직에서 유의적인 차이를 보이지 않았다. 또한 조직감에서는 대조군도 3.5의 양호한 점수를 얻어 대조군, 과산화수소 첨가군, 겨자분 첨가군 간에는 유의적 차이를 보이지 않았다.

첨가물 및 저온 열처리의 병용효과

Table 4. Results of sensory evaluation of Kimchi after 15 days of fermentation at 15°C

Kimchi samples	Taste <sup>a)</sup>	Texture <sup>a)</sup>
	X ± S.D.	X ± S.D.
K <sub>1</sub>	2.0 ± 0.63	3.5 ± 1.11
K <sub>2</sub>	4.2 ± 1.02	4.3 ± 0.74
K <sub>3</sub>	4.3 ± 0.95	4.0 ± 0.80
K <sub>4</sub>	4.1 ± 0.64	4.5 ± 0.78
K <sub>5</sub>	4.0 ± 0.83	4.1 ± 0.83

K<sub>1</sub>: Control Kimchi      a): P = 0.05

K<sub>2</sub>: Kimchi with mustard oil      X : Mean Value

K<sub>3</sub>: Kimchi with mustard powder      S.D. : Standard Deviation

K<sub>4</sub>: Kimchi with mustard oil + mustard powder

K<sub>5</sub>: Kimchi with H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>

Results by scoring test 5: excellent 4: good 3: moderate

2: poor 1: very poor

Table 5. Duncan's multiple range test of sensory evaluation data for Kimchi samples

Taste	sample average	K <sub>3</sub>	K <sub>2</sub>	K <sub>4</sub>	K <sub>5</sub>	K <sub>1</sub>
		4.3	4.2	4.1	4.0	2.0
Texture	sample average	K <sub>4</sub>	K <sub>2</sub>	K <sub>5</sub>	K <sub>3</sub>	K <sub>1</sub>
		4.5	4.3	4.1	4.0	3.5

K<sub>1</sub>: Control Kimchi

K<sub>2</sub>: Kimchi with mustard oil

K<sub>3</sub>: Kimchi with mustard powder

K<sub>4</sub>: Kimchi with mustard oil + mustard powder

K<sub>5</sub>: Kimchi with H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>

김치의 숙성을 자연시키는 겨자 및 과산화수소 첨가군들에 저온 열처리를 병용하여 김치의 보존에 미치는 영향을 살펴보았다. 숙성기간 중 pH와 산도의 변화는 Fig. 3에 나타나 있다. 담근 직후 각 시료군들은 pH 5.25~5.47, 산도는 0.23~0.29%로 서로 비슷한 수준이었으며, 염도는 2.89~2.97%로 모든 시료가 김치의 적정염도인 3% 가까이 유지되고 있었다. 예상한 바와 같이 대조군은 숙성 동안 발효가 가장 빠르게 진행되어 저장 3일 이후부터 적숙기를 벗어나서 pH는 갑자기 떨어졌으며 산도는 크게 증가되었다. 그러나 저온 열처리+겨자+과산화수소 병용군은 숙성 6일째까지 서서히 변화하여 pH는 5.39에서 5.00으로, 산도는 0.26%에서 0.27%로 숙성 첫 날과 거의 비슷하였다. 그러나 숙성 6일 이후부터는 pH와 산도가 빠르게 변화하였다. 저장 15일 후에는 pH 3.87, 산도 0.70%로서 대조군에 비해 김치 적숙기에 이르는 시간이 2.5배 정도

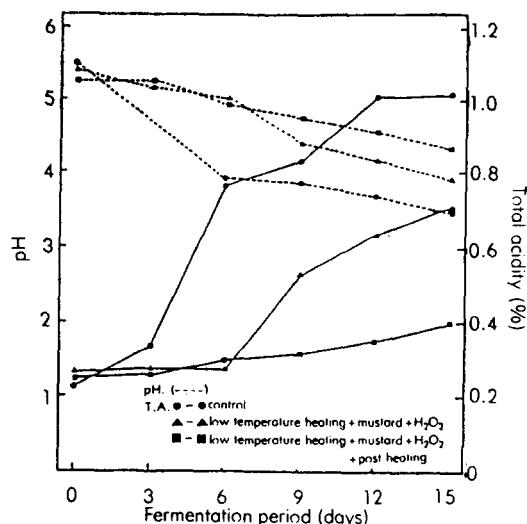


Fig. 3. The change of pH and total acidity of Kimchi with and without additives or heating, and fermented at 15°C.

T.A.: Total Acidity

저장되었다. 저온 열처리+과산화수소+후 열처리 병용군은 저장 동안 발효가 아주 천천히 진행되어 15일 후에도 pH 4.32, 산도 0.4%로서 숙성 초기단계에 머물러 있었다. 이들의 병용처리는 대조군에 비하여 김치 적숙기에 이르는 시간을 5배 정도 연장시켜 주었다.

저장기간 중 총균수의 변화는 Fig. 4에 제시되어 있다. 담근 직후 대조군의 총균수는  $3.5 \times 10^6 / ml$  였으나 그 후 계속 증가하여 3일 후부터는  $5.9 \times 10^9 / ml$  정도의 일정한 수준이었고 9일 후부터는 조금씩 감소하고 있었다. 숙성기간 동안 저온 열처리+거자+과산화수소 처리 병용군과 저온 열처리+거자+과산화수소 처리+후 열처리 병용군은 유사한 변화양상을 보여주어, 총균수는 발효 6일째까지 빠르게 증가하다 그 후 서서히 늘어남을 알 수 있었다. 저장기간 동안 이들 병용처리군들은 대조군에 비해 총균수가 적었는데 이는 첨가물의 항균력과 열처리에 의한 미생물 사멸효과 때문인 것 같다.

15°C에서 15일 저장 후 행한 각 시료들의 관능검사 결과는 Table 6, 7에 제시하였다. 대조군은 숙성 6일 이후에 pH 3.89, 산도 0.76%로서 적숙기를 벗어났으므로 15일 후에는 신맛이 강하게 느껴져서 맛은 2.0의 낮은 점수를 받았으나 조직의 연부현상은 발생하지 않았으므로 조직감은 3.5의 양호한 점수를 받았다. 저온 열처리+거자+과산화수소 및 저온 열처리+거자+과산화수소+후 열처리 병용군들은 대조군과는 달리 신맛이

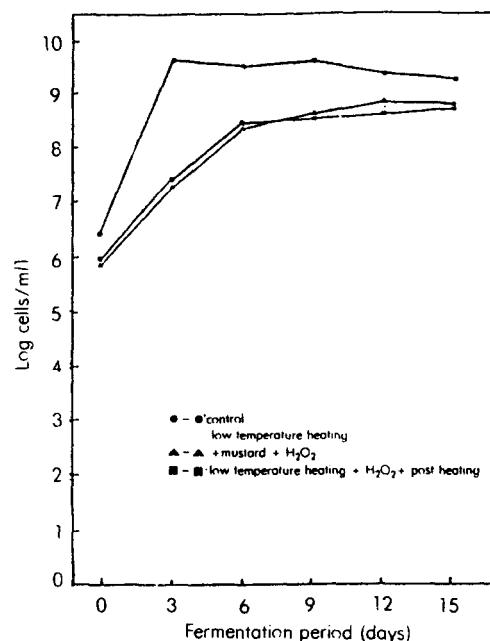


Fig. 4. The change of total plate counts during fermentation of Kimchi added antimicrobials and low temperature heating.

Table 6. Results of sensory evaluation of Kimchi after 15 days fermentation at 15°C

Kimchi samples	Teste <sup>a)</sup>		Texture <sup>a)</sup>
	X ± S.D.	X ± S.D.	
K <sub>1</sub>	2.0 ± 0.63	3.5 ± 1.11	
K <sub>2</sub>	4.5 ± 0.76	4.3 ± 1.01	
K <sub>3</sub>	4.0 ± 0.80	4.1 ± 1.19	

K<sub>1</sub>: Control Kimchi

a); P < 0.05

K<sub>2</sub>: Kimchi with lowtemperature

X: Mean Value

heating + mustard + H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>

S.D.; Standard Deviation

K<sub>3</sub>: Kimchi with lowtemperature

heating + mustard + H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> + post heating

Results by scoring test 5: excellent 4: good 3: moderate

2: poor 1: very poor

거의 느껴지지 않았으며 풍미도 우수하여 5점법에 의한 관능검사 결과 맛에서 대조군보다 유의적으로 높은 점수를 받았다. 육 등<sup>(18)</sup>은 무우를 0.05 M 염화칼슘용액에 넣고 55°C에서 2시간 예비 열처리를 한 결과 무우의 경도가 높아졌다고 보고하였다.

본 실험에서도 저온 열처리 과정에서 행한 열처리와 염화칼슘 첨가가 김치 조직감 향상에 기여하여 두 처리군들이 대조군보다 유의적으로 높은 점수를 얻었다. 그

Table 7. Duncan's multiple range test of sensory evaluation data for Kimchi samples

Taste	sample average	K <sub>2</sub>	K <sub>3</sub>	K <sub>1</sub>
		4.3	4.0	2.0
Texture	sample average	K <sub>2</sub>	K <sub>3</sub>	K <sub>1</sub>
		4.3	4.1	3.5

K<sub>1</sub>: Control KimchiK<sub>2</sub>: Kimchi with lowtemperature heating + mustard + H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>K<sub>3</sub>: Kimchi with lowtemperature heating + mustard + H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> + post heating

러나 저온 열처리+겨자+과산화수소 및 저온 열처리+겨자+과산화수소+후처리 병용군들 사이에는 맛과 조직에서 유의적인 차이를 보이지 않았다.

## 요 약

항균력을 지닌다고 보고된 겨자유는 김치의 주요 유산균인 락토바실루스 플란타룸(*Lactobacillus plantarum*), 락토바실루스 브레비스(*Lactobacillus brevis*), 페디오코코스 세레비지에(*Pediococcus cerevisiae*), 로이코네스톡 메세테로이데스(*Leuconostoc mesenteroides*)에 항균력을 지니고 있었으며, 김치제조시 겨자유 및 겨자분을 첨가하였을 때 적숙기에 이르는 시간이 지연되었다. 겨자유의 매운맛은 배추, 무우의 매운맛 성분과 잘 조화되어 풍미에 좋은 영향을 줄 뿐 아니라 신맛을 약화시키는 효과도 지니고 있었다.

저온 열처리+겨자+과산화수소 처리 병용군은 숙성이 완만하게 진행되어서 대조군에 비해 김치 적숙기에 이르는 시간이 2.5배 정도 연장되었다. 저온 열처리+겨자+과산화수소+후처리 병용군은 15°C에서 저장하는 동안 발효가 천천히 진행되어 저장 15일 후에도 pH 4.32, 산도 0.4%로서 숙성 초기단계에 머물러 있었으며 대조군에 비해 김치적숙기에 이르는 시간이 5배 정도 연장되었다.

## 문 헌

1. 김현옥, 이혜수: 숙성온도에 따른 김치의 비휘발성 유

- 기산에 관한 연구, 한국식품과학회지, 7(2), 74(1975)
- 2. 이양희, 양익환: 우리나라 김치의 포장과 저장 방법에 관한 연구, 한국농화학회지, 13(3), 207(1970)
- 3. 이충영, 김호식, 전재근: 김치통조림 제조에 관한 연구, 한국농화학회지, 10, 33(1968)
- 4. 정호권: 김치통조림의 간헐적 열처리 방법. 특허공보 제 273호(1967)
- 5. 김창식, 김정호, 정병호: 김치통조림 제조법. 특허공보 제 850호(1966)
- 6. 이시자: 김치통조림 제조법. 특허공보 제 485호(1965)
- 7. 이남진, 전재근: 김치의 순간살균방법(제 1보) 배추김치의 순간살균방법과 살균효과, 한국농화학회지, 24(4), 213(1981)
- 8. 김광환, 길광훈, 전재근: Pilot Scale 연속식 김치순간 살균, 한국식품과학회지, 16(1), 83(1984)
- 9. 변유량, 신승규, 김주봉, 조은경: Retort Pouch 김치의 전열특성과 살균조건에 관한 연구, 한국식품과학회지, 15(4), 414(1983)
- 10. 송석훈, 조재선, 김관: 김치보존에 관한 연구(김치발효에 미치는 방부제의 영향에 관하여), 기술연구보고(육군기술연구소), 5, 5(1966)
- 11. 조민식, 이석연: 김치의 산폐방지법, 특허공보 제 163호(1968)
- 12. 김창제: Co<sup>60</sup>의 γ선 조사에 의한 한국김치의 저장, 원자력원 연구논문집, 2, 139(1962).
- 13. 李熙星, 李根培: 방사선을 이용한 김치저장에 관한 연구, 원자력원 연구논문집, 5, 64(1965)
- 14. Difco Manual: Dehydrated culture media and reagents for microbiology, Detroit, Difco Laboratories, p.333(1984)
- 15. 연세대 공학부 식품공학과(편): 식품공업실험, 탐구당, 제 1권(1984)
- 16. 江崎秀男, 小野崎博通: 大根辛味成分の抗菌性について, 飲食と食糧, 35(3), 207(1982)
- 17. Uda Seiku K.K: Emulsified mustard oil composition. Having antibiotic activity. 일본 특허 공보 제 J57099182호
- 18. 육철, 장금, 박관화, 안승요: 예비 열처리에 의한 무우김치의 연화방지, 한국식품과학회지, 17(6), 447(1985)

(1988년 7월 26일 접수)