

## 효소 및 염의 첨가와 순간 열처리가 김치발효에 미치는 영향

강근옥\* · 구경형 · 이형재\*\* · 김우정

세종대학교 식품공학과, \*안성농업전문대학 생활교양과, \*\*(주)농심기술연구소

### Effect of Enzyme and Inorganic Salts Addition and Heat Treatment on *Kimchi* Fermentation

Kun-Og Kang\*, Kyung-Hyung Ku, Hyung-Jae Lee\*\* and Woo-Jung Kim

Department of Food Science and Technology, King Sejong University

\*Department of Cultural Learning, Anseong National Agricultural College

\*\*Nong-Shim Technology Development Institute

#### Abstract

The effects of microwave heat treatment and addition of enzyme, *kimchi* liquid, buffer solution and several salts on the changes in pH of *kimchi* liquid were investigated during fermentation at 25~35°C. It was found that microwave heat treatment on brined chinese cabbage and enzyme addition of cellulase and amylase showed a little improvement effect, while combination of both methods significantly increased the fermentation rate. The addition of *kimchi* liquid having pH 4.6 was found to be very desirable for both shortening the fermentation time and flavor acceptance. Among the inorganic salts and buffer solution studied, phosphate buffer(pH 4.6), sodium nitrite and Na<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub> were significantly effective for reduction of *kimchi* fermentation rate by two to three folds.

Key words : *kimchi*, fermentation, pH, total acidity, addition of enzyme, salts, *kimchi* liquid

#### 서 론

김치는 얼마전까지 가정에서 담근 것을 섭취하는 것이 당연시 되어 왔으나, 최근 경제성장과 함께 외식 경향이 높아지고 또한, 김치 수출을 위한 김치의 대량 제조방법이 개발되면서 공업적으로 생산하여 포장된 김치의 수요가 날로 증가하고 있는 추세이다. 따라서, 김치의 유통기간이 오래 걸리는 김치는 저장방법이, 외식용으로 사용되는 김치는 숙성기간의 단축방법이 함께 연구개발되어야 할 과제로 되어 있다.

현재까지 이루어진 많은 연구는 김치발효 미생물의 변화<sup>(1-3)</sup>, 소금의 농도, 온도, 산소량 등 발효조건에 영향<sup>(4-6)</sup>, 숙성과정 중 화학성분과 물리적 특성의 변화<sup>(7-11)</sup>에 관한 면에 많은 역점이 두어져 왔고, 최근 수년간 관능적 특성의 변화<sup>(8)</sup>와 저장방법 향상을 위한 노력이 있었다. 김치의 숙성기간 단축을 위하여는 서 등<sup>(7)</sup>이 부재료인 양념을 먼저 쪄낸 발효시킨 뒤 첨가하면 효과가 있었다는 보고와 김 등<sup>(13)</sup>이 오이를 넣어 김치발효를 시켰다는 보고 외에는 거의 없는 상태이다. 한편, 김치의 저장성 향상을 위하여는 방부제의 첨가<sup>(12)</sup> 냉장 및 냉동을 이용한 저장<sup>(14,15)</sup>, 방사선 조사<sup>(16,17)</sup>, 가열살균<sup>(18,19)</sup>,

완충제의 첨가<sup>(20)</sup>된 바 있으나, 이러한 방법들은 제각기 사용에 제한성을 갖고 있어 현재는 덜 익은 상태의 김치를 냉장시켜 유통시키는 저온 저장방법만이 이용되고 있는 형편이다. 그리하여 본 연구에서는 김치의 숙성기간을 단축하기 위하여 효소와 김치액 그리고 배추에 순간 열처리를 하였으며, 몇 가지의 유기염과 완충액을 첨가하여 김치의 발효억제 효과가 있는지 조사함을 연구 목적으로 하였다.

#### 재료 및 방법

##### 재료

본 실험에 사용한 배추는 실험 직전에 신선한 배추를 시장에서 구입하여 사용하였으며, 효소는 NOVO Industrial(Denmark)에서 제공받은 cellulase(celluclast L)와 amylase(BAN 480L)를 사용하였다.

##### 김치의 제조

배추를 잘 세척한 뒤 2cm×2cm의 크기로 잘라 15%의 소금물(한주소금)에 1:1(w/w)되게 담그고, 상온에서 2시간 절인 다음 배추 표면에 있는 소금을 2번 수세하고 10분간 물 빼기를 하였다. 양념은 절인 배추 100g당 마늘 2g, 파 2g, 생강 1g의 비율로 넣었고 이를 잘 버무린 다음 25~35°C에서 발효시켰다. 김치의 시료 제조는 효소첨가나 열처리, 염첨가의 효과를 각각 비교

Corresponding author : Woo-Jung Kim, Department of Food Science and Technology, King Sejong University, Kunja-dong, Sungdong-gu, Seoul 133-747, Korea

**Table 1. Concentration of organic or inorganic salts added to fermented kimchi**

Phosphate buffer(1 M, pH 4.6)	0.2, 0.3%
Succinic acid buffer(1M, pH 4.6)	0.3%
NaNO <sub>2</sub>	0.01 M
NaNO <sub>3</sub>	0.01 M
Na <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub>	0.01 M
Ca-EDTA	0.002 M

하기 위하여 비교실험 할 때마다 대조구를 별도로 제조하였으며 각각의 김치는 3회 반복 담금하여 측정치의 평균값으로 표시하였다.

#### 효소첨가

김치의 숙성 촉진을 위하여 사용한 효소들은 효소역가가 480 KNU/g인 amylase와 1500 NCU/g인 cellulase로 각각 0.1%와 0.2%되게 김치에 혼합 첨가하였다. 이들 효소의 최적 온도와 pH 범위는 amylase가 60~70°C와 pH 5.0~7.0 그리고 cellulase는 50~60°C 및 pH 4.5~7.0이었다.

#### 열처리

열처리는 약 300g의 김치를 비이커에 넣고 랩으로 씌운 뒤 고주파 출력이 650 W인 microwave oven(전자렌인지, ER-7020B, 금성사)내에서 15, 30, 60초간 조사하였다.

#### 미생물의 측정 및 첨가

김치액의 pH가 4.0, 4.2, 4.4, 4.6, 4.8인 것을 김치의 숙성과정에서 취하여 여과한 뒤 동결 건조하였다. 동결 건조된 김치액 분말의 총균수는 plate count agar(Difco Laboratories, Detroit)에 평판주법으로 접종하여 24~48시간 배양한 후 colony 수를 계수하였고 *Leuonostoc* 속 세균수는 sodium-azide-sucrose 배지에 총균수와 같이 접종 배양하여 나타난 거대 colony를 계수하였다. 김치액이나 이의 동결 건조분말은 각각 배추무게의 0.3% 및 10~30%되게 첨가하여 잘 버무린 뒤 35°C에서 발효시켰다.

#### 완충액과 염의 첨가

김치발효 억제효과를 검토하기 위하여 첨가한 완충액과 각종 염은 Table 1과 같이 완충액은 pH 4.6의 1 M phosphate buffer와 succinic acid buffer로 각각 절임 배추 무게의 0.1, 0.2, 0.3%(v/w)되게 첨가하였으며, Ca-EDTA나 NaNO<sub>2</sub> 등은 낮은 농도로 어느 정도 발효가 진행된 김치(pH 4.8)에 첨가하여 이들의 효과를 비교하였다.

#### pH 및 산도측정

김치액의 pH는 상온에서 pH meter(TOA, Japan)로

측정하였고, 산도는 AOAC 방법에 의하여 10 ml 김치액을 중화시키는 데 필요로 하는 0.1 N NaOH의 ml수를 젖산의 %로 표시하였다.

## 결과 및 고찰

#### 효소첨가와 열처리

김치 숙성시 발효온도와 효소첨가가 발효속도에 어떠한 영향을 주는지 알기 위한 예비실험으로 절임배추를 마쇄한 뒤 김치제조법에 따라 과, 마늘 등 향신료와 함께 amylase와 cellulase를 각각 0.2%와 0.1%되게 혼합 첨가하여 온도별로 발효시키면서 김치액의 pH를 측정하였다. 10% 소금용액에 2시간 절임하였을 때의 절임배추의 소금 농도는 3.1%였다. 그 결과(Fig. 1) 전반적으로 효소를 첨가한 김치는 첨가하지 않은 것보다 pH의 감소가 현저히 빠르게 나타나 효소의 첨가가 숙성 촉진에 큰 영향을 주었음을 알 수 있었다. 또한, 숙성온도도 pH의 감소속도에 많은 영향을 주어 6시간의 숙성을 기준으로 할 때 cellulase와 amylase를 함께 첨가한 김치는 35°C에서 pH가 4.7, 25°C는 5.3인 반면 효소를 첨가하지 않은 것은 해당온도에서 각각 5.3과 5.7이었다. 이는 첨가한 amylase나 cellulase가 배추내의 전분 및 cellulose 등 다당류의 분해를 촉진하여 미생물의 증식과 유기산 생성을 향상시켰기 때문으로 생각된다. 그러나 효소에 의한 다당류의 분해는 유리당의 양을 증가시키는 효과를 주는 바, 이는 김 등<sup>(21)</sup>과 정 등<sup>(22)</sup>이 포도당과 유당 등 당을 인위적으로 김치발효를 시켰을 때 pH 감소나 총산도 증가에 영향을 주지 않았다는 보고와는 상반되는 결과이다. 따라서 이 문제는 좀 더 자세한 검토가 있어야 되리라 믿는다.

한편, 효소를 첨가하였을 때 배추 마쇄액의 pH가 약간 감소함은 효소액 자체의 낮은 pH에 의한 것으로 여겨진다. 그러나 배추를 마쇄하지 않고 배추를 절단하여 김치를 숙성시킬 경우에는 효소 첨가의 효과(Table 3)가 크게 감소하여 효소를 첨가한 구와 첨가하지 않은 구 간에는 큰 차이가 없었다. 이러한 결과는 숙성초기에 배추조직내에 효소 침투가 어려웠기 때문에 초기의 탄수화물 분해에 별 영향을 주지 못했기 때문이라고 생각된다. Microwave에 의한 배추의 순간 열처리의 영향을 효소 첨가구와 비교하기 위하여, 15% 소금물에 2시간 절인 배추를 15, 30, 60초간 microwave로 조사한 다음 35°C에서 약 20시간 발효시키면서 pH 변화를 측정한다. 결과(Table 3) 모든 김치가 발효 16~20시간만에 pH 4.4 내외로 감소하였다. 열처리 배추가 효소 첨가구보다 약간 더 발효가 촉진됨을 보였지만 전반적으로 순간 열처리는 대체로 발효속도에 큰 영향을 주지 않음을 알 수 있었다. 다만, 60초간 가열한 배추의 경우는 20시간 발효 후 pH가 4.1 정도까지 감소하여 4.3까지 감소한 대조구나 효소 첨가구에 비해 발효가 약간 더 촉진되었으나 배추조직의 신선감은 감소하였다. 가열처리의 배추는 발효 초기에

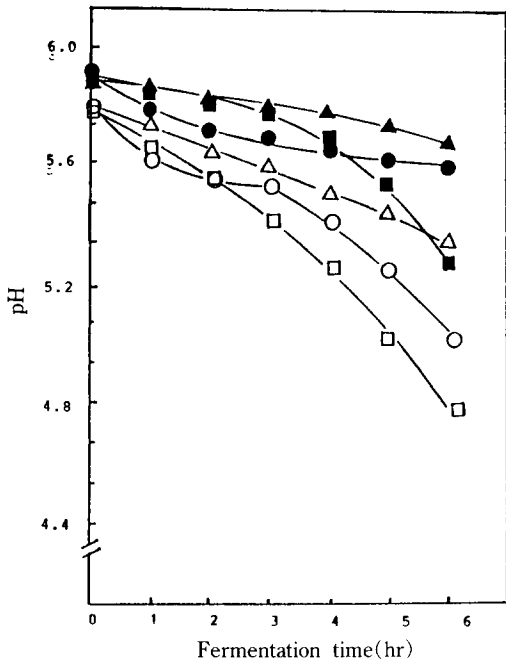


Fig. 1. Effect of temperature and cellulase/amylose on the pH of kimchi liquid during initial fermentation  
 △—△ : 25°C, ○—○ : 30°C, □—□ : 35°C, with enzyme addition  
 ▲—▲ : 25°C, ●—● : 30°C, ■—■ : 35°C, without enzyme addition

대조구보다 발효속도가 늦었으나 후반기에 발효가 빨리 진행됨을 보여 주었으며, 배추의 조직감은 15초 조사시킨 것이 가열처리 안한 것과 거의 같았다. 그리하여 효소 첨가와와의 병용실험을 위한 열처리는 15초로 선정하였다.

효소처리 및 열처리의 병용

배추김치 담금을 효소 첨가한 것과 하지않은 것으로 나누고 또, 배추를 microwave oven에서 15초 동안 가열한 것과 가열하지 않은 것으로 나누어 어떤 처리가 김치의 가장 빠른 초기 발효과정을 갖는지 알기 위하여 25, 30, 35°C에서 6시간 숙성시키면서 pH의 변화를 비교하였다. 본 실험에서 대조구들의 pH 측정치들간에 약간의 차이가 있음(Table 3~5)은 각각의 김치 담금할 때마다 신선한 배추를 구입하였기에 주재료나 부재료 그리고 담금을 달리한 것이 영향을 주었으리라고 생각 된다.

Table 4에서 가열한 절임배추나 효소 첨가한 배추액의 pH가 약간 감소됨이 측정되었는데, 이는 아마도 가열에 의하여 배추 조직에 있는 유리 유기산이 용출되었거나 첨가한 효소액이 영향을 준 것으로 믿어진다. 열처리나 효소첨가를 한 김치들을 6시간 숙성시키는 동안 전체적인 pH는 낮게 나타났지만 감소정도는 25°C와 30°C에서 대조구와 큰 차이가 없었다. 이는 효소의 적정온도보다 발효온도가 너무 낮아 효소력의 영향이 적었기 때문이

Table 2. Number of microorganisms per gram in freeze dried kimchi liquids

	pH				
	4.0	4.2	4.4	4.6	4.8
Total organisms	$8.9 \times 10^7$	$6.8 \times 10^7$	$7.6 \times 10^7$	$5.5 \times 10^7$	$3.6 \times 10^7$
<i>Leuconostoc</i>	$7.1 \times 10^6$	$8.9 \times 10^6$	$1.8 \times 10^7$	$1.3 \times 10^6$	$2.0 \times 10^6$

Table 3. Effect of enzyme addition and microwave heating on pH change of kimchi during fermentation at 35°C

		Fermentation time(hr)				
		0	8	12	16	20
Control		5.8	4.9	4.5	4.4	4.3
Enzyme addition	amylase + cellulase	5.8	4.8	4.5	4.4	4.3
Microwave heating	15 sec	5.8	5.5	5.2	4.5	4.2
	30 sec	5.8	5.5	5.1	4.4	4.2
	60 sec	5.8	5.5	4.9	4.3	4.1

라고 생각된다. 그러나 35°C에서는 효소를 첨가한 구와 첨가하지 않은 구간에는 현저한 차이가 있었다. 한편, 절임배추는 15초간 microwave 열처리와 cellulase 및 amylase의 첨가를 함께 한 김치는 pH의 감소가 대조구보다 현저히 빠름을 보여 주었다.

열처리를 하였을 때 일어나는 pH의 감소를 고려치 않고 6시간 후를 비교하면 가장 낮은 pH를 보인 것이 가열처리와 효소 첨가의 병용-가열처리만 한 것-효소 첨가만 한 것-아무처리도 안한 것의 순서로 되어 있었다. 그러나 가열처리와 효소첨가는 큰 차이가 없어 김치를 빨리 숙성시키고저 할 때에는 이들 두 가지 처리를 함께 함이 더욱 효과적임이 밝혀졌다.

김치액 첨가에 의한 pH 변화

김치의 발효속도에 가장 큰 영향을 주는 요소는 숙성 중의 미생물의 종류와 수라고 할 수 있다. 이들 미생물은 김치의 산도가 높아지면서 미생물의 수와 종류가 변화 하게 된다. 즉, 김치의 숙성 초기에는 배추와 대기 중에 있는 미생물의 거의 전부가 증식을 하다가 pH가 감소 하면서 *Leuconostoc*과 *Lactobacillus* 등 내산성 미생물이 번식하며 특히 *Lac. plantarum*은 발효 후반기의 주발효 세균으로 신맛과 산패를 야기시키는 세균이라고 보고된 바 있다<sup>(4,23)</sup>. 그러므로 이들 내산성 미생물의 첨가는 김치 발효를 촉진시키라는 기대에서 발효과정 중 어느 단계의 pH 범위 김치액이 가장 효과적인지 밝히기 위하여 pH 별로 숙성된 김치액을 동결 건조시켜 김치액에 첨가하였다.

pH별로 동결 건조시킨 김치액의 미생물을 총균수와 *Leuconostoc*으로 나누어 균수를 측정하였을 때 이들의

**Table 4. Effect of microwave heating and enzyme addition on pH change of kimchi solution at various temperatures**

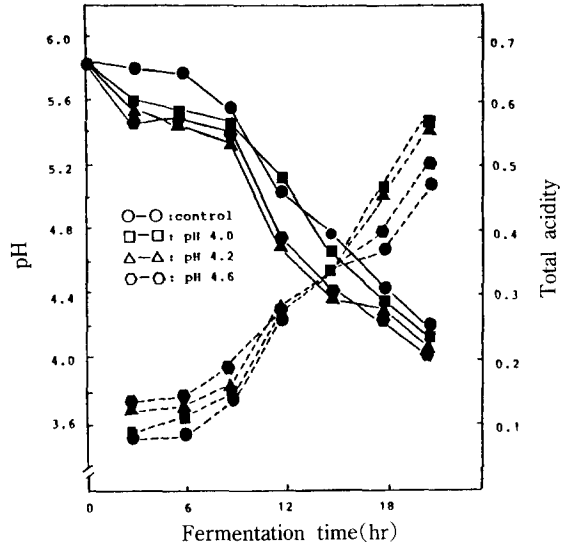
Temperature (°C)	Sample	Fermentation time(hr)			
		0	2	4	6
25	Control	5.5	5.3	5.4	5.3
	(E) <sup>a)</sup>	5.5	5.3	5.3	5.2
	(H) <sup>b)</sup>	5.2	5.2	5.2	5.1
	E-H	5.3	5.1	5.1	5.0
30	Control	5.5	5.3	5.2	5.2
	(E)	5.3	5.1	5.0	5.0
	(H)	5.5	5.2	5.4	5.1
	E-H	5.3	5.0	4.9	4.7
35	Control	5.5	5.3	5.2	5.1
	(E)	5.5	5.1	5.0	4.9
	(H)	5.3	5.0	4.9	4.8
	E-H	5.3	4.9	4.8	4.6

<sup>a)</sup> Combined enzymes of cellulase and amylase were added by 0.2% and 0.1%, respectively  
<sup>b)</sup> Brined cabbage was heated with microwave for 15 sec  
<sup>c)</sup> Microwave heating and enzyme addition were both used

**Table 5. Effect of addition of pH 4.6 kimchi liquid on pH of kimchi during fermentation at 35°C**

Kimchi liquid addition	Fermentation time(hr)			
	1	3	5	7
Control	5.8	5.7	5.6	5.5
10%	4.7	4.6	4.3	4.2
20%	4.6	4.5	4.3	4.2
30%	4.6	4.5	4.4	4.2
40%	4.6	4.4	4.3	4.2
50%	4.6	4.4	4.2	4.2

균수는 Table 2와 같이 pH가 감소될 수록 총균수는 많아지며 *Leuconostoc*은 pH 4.4에서 최고치를 보이다가 서서히 감소하였다. 동결 건조시킨 김치액 분말을 배추 무게 100g에 0.1을 첨가하여 35°C에서 발효시켰을 때 발효속도에 큰 영향이 없었다. 그리하여 동결 건조 김치액 분말의 첨가량은 0.3%(w/w)로 높여 숙성시킨 결과 (Fig. 2) pH의 감소와 총산도 증가에 완전한 향상 효과를 보여 주었고 pH가 낮은 분말일 수록 그 효과가 높았다. 이들 pH 4.0~4.8 범위의 김치액 분말을 첨가시켜 적당히 발효시킨(pH 4.2) 김치맛에는 많은 차이가 있었으며 여러 가지의 김치액 분말 중 pH 4.6의 김치액을 넣은 김치가 다른 pH의 김치액 첨가구보다 맛과 냄새에 있어 가장 양호하다는 평가를 받았다. 그리하여 동결 건조시키지 않은 pH 4.6의 김치액만으로 첨가량을 증가시키면서 발효촉진의 효과를 실험한 결과는 Table 5와 같다. 그 결과 동결 건조시키지 않고 김치액(pH 4.6)을 그대로 10~30%되게 첨가할 경우 pH 4.3에 도달한 시간은 5~7시간으로 대조구에 비해 약 3~4배의 단축 효과가 있었다. 이러한 결과는 동결 건조 김치액을 넣었을 때보



**Fig. 2. Effect of addition of freeze dried kimchi solution having different pH on the changes in pH (—) and acidity (----) of kimchi during fermentation at 35°C**

다도 숙성 촉진의 효과가 더 컸던 것으로 김치액에 있던 내산성 미생물 뿐만 아니라 김치액(pH 4.6) 자체에 함유되어 있던 유기산도 김치의 숙성기간 단축과 맛을 향상시키는데에도 큰 역할을 하였으리라 믿어진다. 그러므로 숙성시간의 단축을 위한 pH 4.6의 김치액 첨가는 전체 김치무게의 10% 정도가 적당함이 밝혀졌다.

**완충액과 염의 첨가**

완충액과 인산염, nitrite, EDTA의 김치발효 억제효과를 검토하기 위하여 발효 중반기의 김치(pH 4.8)에 넣고 35°C에서 발효시키는 동안 pH 변화를 측정 한 결과는 Table 6과 같다. 완충액의 첨가는 발효 중 생성된 유기산에 의하여 일어나는 pH의 변화를 억제하여 가능한 한 적당한 pH를 오랫동안 유지하기를 기대한 것으로, pH 4.6인 phosphate buffer를 첨가하였을 경우 적당한 신맛을 갖는 pH 4.2에 도달한 시간은 완충액을 0.2, 0.3% 첨가한 김치가 30°C에서 12시간이 소요되어 첨가 안한 김치의 8시간에 비해 약 50%의 연장효과가 있었다. 이러한 결과는 김<sup>(20)</sup>이 pH 6.0의 완충액을 염무김치에 0.3% 첨가하였을 때 첨가 안한 김치보다 가식기간이 약 2.5배 연장되었다고 한 보고와 비교할 때 많은 차이가 있었으나 완충액의 과속현상 지연 효과면에서 유사한 결과라고 할 수 있겠다. 반면 phosphate 완충액 대신 succinic acid 완충액을 첨가하였을 경우는 0.3% 첨가하여도 별다른 효과가 없어 phosphate염을 사용한 완충액이 훨씬 효과적임을 알 수 있었다.

한편, 안정제로 사용되는 EDTA<sup>(24)</sup>와 phosphate염<sup>(25)</sup>은 얼마간의 미생물의 번식을 억제하는 능력이 있는

**Table 6. Effect of addition of salts and buffer solution into fermented kimchi on the changes into pH of kimchi liquid during storage at 30°C**

	Fermentation time(hr)				
	0	4	8	12	16
Control	4.8	4.4	4.2	4.0	3.9
NaNO <sub>2</sub> (0.01 M)		4.8	4.8	4.7	4.4
NaNO <sub>3</sub> (0.01 M)		4.4	4.3	4.1	3.9
Na <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub> (0.01 M)		4.5	4.1	4.1	4.1
Ca-EDTA(0.002 M)		4.4	4.3	4.1	4.0
phosphate buffer 0.2%		4.4	4.3	4.2	4.1
phosphate buffer 0.3%		4.4	4.3	4.2	4.1
succinic acid buffer 0.3%		4.3	4.2	4.1	4.1

것으로 알려져 있으며, nitrate도 *Clostridium*의 성장을 억제하는 효과도 있어 이들의 첨가 효과를 알고져 어느 정도 발효된 김치(pH 4.85)에 첨가하였다. 그 결과 NaNO<sub>2</sub>를 첨가하였을 경우 과속 억제 능력이 뚜렷하였으나 NaNO<sub>3</sub>는 그 효과가 적었다. 첨가 안한 김치의 경우 가식 적정 pH인 4.2에 도달하는 시간이 8시간인데 비하여 NaNO<sub>3</sub> 0.01 M 첨가구는 각각 10시간 정도 소요 되었고, NaNO<sub>2</sub>를 0.01 M 첨가한 구는 16시간 후에도 4.2에 도달하지 않아 NaNO<sub>2</sub>가 훨씬 더 효과적 이었다. 또한, Na<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub>를 0.01 M 첨가하였을 때는 약 50% 정도의 발효억제 능력이 있음을 볼 수 있었다. Ca-EDTA도 phosphate염이나 NaNO<sub>2</sub>만큼의 효과는 없었으나 약간의 발효억제 효과가 있었음을 알 수 있었다.

**요 약**

김치의 발효촉진과 억제효과를 검토하기 위하여 microwave에 의한 절임배추의 열처리, 효소 및 김치액의 첨가, 완충액과 몇 가지 무기염을 첨가하여 25~35°C에서 발효하는 동안 pH의 변화를 측정하였다. 그 결과 순간 열처리와 amylase 및 cellulase 첨가 단독으로는 김치 발효 시간 단축에 뚜렷한 효과가 없었으나 이들을 병용하였을 때는 현저한 발효촉진 효과가 있었다. 김치액의 첨가는 pH 4.6의 것을 10%되게 첨가하고 발효시켰을 때 발효가 2배 정도 빨라졌고 맛과 냄새에서도 다른 pH의 김치액보다 좋았다. 완충액 중 phosphaste 완충액이, 무기염 중에서는 nitrite염, Na<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub>가 김치발효를 현저히 억제시켜 김치 저장성 향상을 위한 첨가물로서의 가능성을 보여주었다.

**문 헌**

1. 권숙표: 김치의 세균학적 연구(제 1보), 분리한 균에 대하여, 중앙화학연구소, p.42(1952)
2. 김호식, 황규현: 김치의 미생물학적 연구(제 1보), 혐기성 세균의 분리와 동정. 과연회보, 4, 54(1959)

3. 황규현, 정운수, 김호식: 김치의 미생물학적 연구(제 2보), 호기성 세균의 분리와 동정. 과연회보, 5, 51(1960)
4. 민태익, 권태완: 김치발효에 미치는 온도 및 식염농도의 영향. 한국식품과학회지, 16, 443(1984)
5. 조재선: 한국 발효식품연구. p.91, 기전출판사, 서울(1980)
6. 김현옥, 이혜수: 숙성온도에 따른 김치의 비취발성 유기산에 관한 연구. 한국식품과학회지, 7, 74(1975)
7. 서기봉, 김기성, 신동화: 기업적 생산을 위한 김치 제조 시험. 농어촌 개발공사, 식품연구소 사업보고서, p.123(1976)
8. 구경형, 강근옥, 김우정: 김치의 발효과정 중 품질변화. 한국식품과학회지, 20, 476(1988)
9. 안승요: 김치제조에 관한 연구(제 1보), 조미료 첨가가 김치발효에 미치는 효과. 국립공원시험원보, 20, 61(1970)
10. 윤진숙, 이혜수: 김치의 휘발성 향기성분에 관한 연구. 한국식품과학회지, 9, 116(1984)
11. 유재연, 이혜성, 이혜수: 재료의 종류에 따른 유기산 및 휘발성 향기성분의 변화. 한국식품과학회지, 16, 169(1984)
12. 송석훈, 조재선, 김 권: 김치 보존에 관한 연구, 김치 발효에 미치는 방부제의 영향에 관하여. 기술연구보고, 5, 5(1966)
13. 김호식, 전재근: 오이에 대한 유산균 생육촉진 인자에 관하여. 한국농화학회지, 9, 35(1968)
14. 이양희, 양익환: 우리나라 김치의 포장과 저장방법에 관한 연구. 한국농화학회지, 13, 207(1975)
15. 신동화, 김기성: 기업적 생산을 위한 김치제조에 관한 연구. 농어촌개발공사, 식품연구소 보고서, p.201(1975)
16. 차보숙, 김우정, 변명우, 권중호, 조한옥: 김치의 저장성 연장을 위한 Gamma선 조사. 한국식품과학회지, 21, 109(1989)
17. 변명우, 차보숙, 권중호, 조한옥, 김우정: 김치의 숙성 관련 주요 젖산균 살균에 대한 방사선 조사의 병용효과. 한국식품과학회지, 21, 185(1989)
18. 김광훈, 김광환, 전재근: Pilot scale 김치 순간 살균 장치에서의 순간 살균조건이 김치의 저장성에 미치는 영향. 한국농화학회지, 27, 5(1984)
19. 전재근, 이남진: 김치의 순간 살균방법, 제 2보, 배추김치의 순간 살균조건이 김치의 저장성이 미치는 영향. 한국농화학회지, 25, 4(1982)
20. 김순동: 김치숙성에 미치는 pH 조정제의 영향. 한국영양식량학회지, 14, 259(1985)
21. 김경제, 경규향, 명원경, 심선택, 김현규: 김치류의 저장기간 연장을 위한 무우 품종의 선발에 있어서 발효성 당함량의 역할. 한국식품과학회지, 21, 100(1989)
22. 정하숙, 고영태, 임숙자: 당류가 김치의 발효와 ascorbic acid의 안정성에 미치는 영향. 한국영양학회지, 18, 36(1985)
23. Fraizer, W.C. and Westhoff, D.C.: *Food Microbiology*. McGraw-Hill Book Co., p.369(1978)
24. Okereke, A. and Beelman, R.B.: Acid-blanching and EDTA effects on yield, quality and microbiological stability of canned mushrooms. *J. Food Sci.*, 55, 1327(1990)
25. Sofos J.N.: Use of phosphates in low-sodium meat products. *Food Technol.*, 40(9), 52(1986)

(1990년 12월 29일 접수)