

## 젖산균 첨가가 김치의 비휘발성 유기산 생성에 미치는 영향

현인환 · 김광수 · 정낙현\*

경북전문대 식품가공과 · 안동상지전문대 식품영양과\*

### Effects of Non-Volatile Organic Acids in the KimChi by Lactic Acid Bacteria

In-Hwan Hyun, Kwang-Soo Kim, Nack-Hyun Choung\*

*Dept. of Food Science and Technology, Kyungpook Junior College, Yeongju, Korea*

*\*Dept. of Food Science and Nutrition, Sangji Junior College, Andong, Korea*

#### ABSTRACT

This studies were carried out to investigate the effects of non-volatile organic acids in the KimChi by lactic acid bacteria. The organism isolated from KimChi, *Pediococcus dextrinicus*, *Leuconostoc mesenteroides*, *Lactobacillus plantarum* and *Lactobacillus brevis*, were inoculated for preparation of KimChi.

pH of all on the KimChi sample dropped sharply according as fermentation continued. pH of on optimum ripening period KimChi(4.4 and 4.2) reached 1.3 and 1.9 day at all on sample, respectively. Optimum acidity(0.6%) of KimChi were reached within 2 day all on sample.

The total number of lactic acid bacteria reached  $1.0 \times 10^7$  cells/ml in 1 day and decreased slowly after 4 day. Main non-volatile organic acids were identified lactic, malic and succinic acid. The sensory score of mixed lactic acid bacteria inoculated KimChi was better than that of another KimChi.

#### I . 서 론

김치는 한국의 전통적인 발효식품의 일종으로 최근 수출시장과 생활양식의 다양화에 따라 공업적 생산이 증가되고 있다. 이러한 김치는 젖산균의 발효에 의하여 독특한 풍미를 함유하지만 이 풍미를 유지하려면 숙성과정이나 저장중에 일어나는 산패현상을 방지하는 것이 중요하다. 이와 같은

관점에서 김치의 산패방지에 관한 여러 연구가 있었는데, 즉 방사선 처리법<sup>1)</sup>, 순간가열살균법<sup>2)</sup>, 통조림법<sup>3)</sup>, 조정제 이용법<sup>4,5)</sup>, 당함량의 조절<sup>6)</sup> 등이 있었다.<sup>7,8,9)</sup> 또한 김치의 숙성기간 단축 및 품질유지를 젖산균으로 이용하려는 연구가 있었으나 산패방지에는 효과적이지 못하였다.<sup>10,11)</sup>

김치는 젖산균에 의하여 숙성되고 산패도 일어나므로 산패와 직접 관련이 있는 유기산 생성의 변

화를 이해하여야 차후의 산패 방지에 근본적 대책이 수립될 것으로 믿어진다. 그러나 현재까지 김치의 유기산 생성에 관한 연구는 다소 있으나<sup>12,13</sup> 젖산균과의 관계에 관한 연구는 없었다. 그러므로 본 연구에서는 김치발효의 주종균인 젖산균이 유기산 생성에 어떠한 영향을 미치는가를 조사하고자 김치로부터 분리된 젖산균을 첨가하여 김치를 제조한 후 산도 측정, 유기산 생성 및 관능검사를 행하였다.

## II. 재료 및 방법

### 1. 사용균주

김치에서 분리된<sup>14)</sup> 젖산균중 *Pediococcus dextrinicus*, *Leuconostoc mesenteroides*, *Lactobacillus plantarum* 및 *Lactobacillus brevis* 을 MRS agar 에 보존하여 사용하였다.

### 2. 균주의 준비

보존된 젖산균을 MRS broth 에 배양한 후 원심분리하여 그 침전물에 멸균생리적 식염수를 가하고 재원심분리하였다. 침전물에 다시 상기의 희석액을 가하여 현탁시키고 균수를  $2 \times 10^7$  으로 조절하여 접종액으로 사용하였다.

### 3. 젖산균의 첨가

준비된 젖산균은 Table 1 과 같이 김치에 첨가하였다.

Table 1. KimChi inoculated kinds of lactic acid bacteria

Sample no.	Kinds of lactic acid bacteria
A	<i>Pediococcus dextrinicus</i>
B	<i>Leuconostoc mesenteroides</i>
C	<i>Lactobacillus plantarum</i>
D	<i>Lactobacillus brevis</i>
E	A, B strains
F	C, B strains
G	A, B, C strains

### 4. 김치의 담금

영주시장에서 구입한 배추를 현<sup>14)</sup>의 방법에 따라 깨끗이 씻은 후 불가식 부분을 제거하고 2×3 cm 크기로 절단하였다. 절단된 배추는 미리 준비한 15% 식염수에 2 시간 절인 후 물로 세척하고 물기를 제거하였다.

절인 배추에 고추, 마늘 및 파를 각 2%씩 가하여 혼합한 후 유리병에 눌러 담고 준비된 젖산균을 0.2 ml 씩 첨가하여 20°C 항온기에서 숙성시켰다. 숙성된 김치중 1, 2, 4 및 7 일 된 김치를 시료로 사용하였다.

### 5. pH 및 산도 측정

pH 는 김치 100 g 을 현<sup>14)</sup>의 방법에 따라 처리한 후 그 여액을 pH meter (Corning 120 Japan) 로 측정하였다. 산도는 상기와 동일하게 처리한 여액 10 ml 를 AOAC 법<sup>16)</sup>에 따라 중화시키는데 소요된 0.1 N NaOH 의 용량을 lactic acid 함량으로 표시하였다.

### 6. 유기산 분석

비휘발성 유기산은 유 등<sup>12)</sup>의 방법에 따라 분석하였다. 즉, 80% ethanol 추출물 5 ml 을 취하여 원심관에 넣고 1% glutaric acid 1 ml, lead acetate 포화용액 0.5 ml 를 넣어 혼든 후 45 분간 방치하였다. 1,500 rpm 으로 7 분간 원심분리한 후 침전물에 85% ethanol 15 ml 을 가하여 재원심분리하고 이를 반복하였다. 최종적으로 ether 5 ml 을 가하여 원심분리하여 상등액을 모아 100°C 로 건조하였다.

건조된 시료에 Silyating reagent 1.5 ml 을 가하여 섞은 후 항온 수조에서 반응시켜 trimethylsilyl 유도체를 만들었다. 그 상등액 2  $\mu$ l 를 취하여 gas chromatography 로 분석하였으며 그 조건은 Table 2 와 같다.

### 7. 관능검사

젖산균 첨가 김치와 무첨가 김치에 대한 관능검사는 선발된 관능검사 요원에 의하여 5 점 채점법으로 실시하였다. 평가항목은 설탕, 신맛, 탄산

Table 2. Analytical condition of GC for non-volatile organic acids.

Instrument	Shimadzu GC-6 M
Colume	5% OV-1, glass 3mm×3 m
Carrier gas	Hellium
Detector	FID at $1 \times 10^{-11}$
Injector temperature	250°C
Detector temperature	270°C

미, 냄새, 조직감 및 종합적인 맛으로 설정하여 검사하고 유의성을 검증하였다.

### III. 결과 및 고찰

#### 1. 젖산균을 첨가한 김치의 pH 변화

김치에서 분리된 *Pediococcus dextrinicus*, *Leuconostoc mesenteroides*, *Lactobacillus plantarum* 및 *Lactobacillus brevis* 등을 단독 또는 혼용하여 김치에 접종하고 20°C에서 발효시키면서 시일의 경과에 따라 1, 2, 4 및 7 일 된 김치를 시료로 하여 pH를 측정하는 결과는 Table 3과 같다. pH는 시일의 경과에 따라 급격히 저하되었으나 4일 이후에는 매우 완만하였다.

1일의 김치에서는 F 및 G군이 다소 높았으나 대조구를 포함한 모든 시료들이 약 4.7에서 5.2 정도였고, 2일 된 김치는 약 4.1이었다. 구 등<sup>16)</sup>은 김치의 맛이 가장 적당한 pH인 4.2~4.4에

도달하는 시간이 25°C에서는 1일이며, 15°C에는 2.4일로 보고하였다.

본 실험에서는 먹기에 적당한 pH는 1.3일에서 1.9일로 나타나서 구 등<sup>16)</sup>과 같았다. F 및 G군의 pH가 높고 시일의 경과에 따른 pH의 변화는 접종균의 특성에 의한 것으로 추정된다.

#### 2. 젖산균을 첨가한 김치의 산도 변화

젖산균 무첨가군 및 첨가군 김치의 산도는 Table 4와 같이 2일에 먹기에 가장 적당한 0.6%로 측정되어 민과 권<sup>9)</sup>의 보고와는 다소 상이하게 속성속도가 빠른 편이었다. 이것은 김치의 제법과 재료의 차이에 기인하는 것으로 추정된다. pH 및 산도의 결과로는 본 연구에서 제조된 김치는 1.3일에서 2일간이 가장 먹기에 적합한 것으로 나타났다.

#### 3. 젖산균을 첨가한 김치의 젖산균 변화

김치숙성 과정에서 정밀적으로 조사한 젖산균수는 Fig. 1과 같다. 대조구와 젖산균 첨가구와의 젖산균수는 1일 이후 모두 10<sup>7</sup>/ml 이상을 나타냈고 4일 이후 완만하게 감소하는 추세이었다. 이<sup>11)</sup>는 starter 첨가한 김치보다 대조구의 젖산균수가 1일이 적었는데 본 연구에서는 차이가 거의 없었다. 이것은 김치의 제법이 다소 상이하기 때문인 것으로 추정된다.

1일된 김치의 젖산균수는 *Pediococcus dextrinicus* 및 *Leuconostoc mesenteroides*가 첨가된 A, B, E 및 G군이 높게 나타나서 민과 권<sup>9)</sup>

Table 3. Changes in pH on the KimChi by lactic acid bacteria during fermentation periods.

	0	1	2	4	7(days)
Control	5.80	4.76	4.17	3.96	3.87
A	5.80	4.73	4.07	3.93	3.88
B	5.80	4.71	4.14	3.88	3.86
C	5.80	4.83	4.11	3.83	3.73
D	5.80	4.57	4.15	3.90	3.78
E	5.80	4.76	4.18	3.90	3.86
F	5.80	5.22	4.14	3.83	3.72
G	5.80	5.01	4.16	3.89	3.69

Table 4. Changes in titratable acidity on the KimChi inoculated lactic acid bacteria during fermentation periods.

	0	1	2	4	7(days)
Control	0.23	0.38	0.58	0.76	1.03
A	0.23	0.40	0.67	0.82	1.02
B	0.23	0.38	0.64	0.93	1.07
C	0.23	0.34	0.65	1.03	1.33
D	0.23	0.34	0.62	0.93	1.31
E	0.23	0.35	0.57	0.82	1.03
F	0.23	0.30	0.64	0.98	1.41
G	0.23	0.32	0.61	0.83	1.52

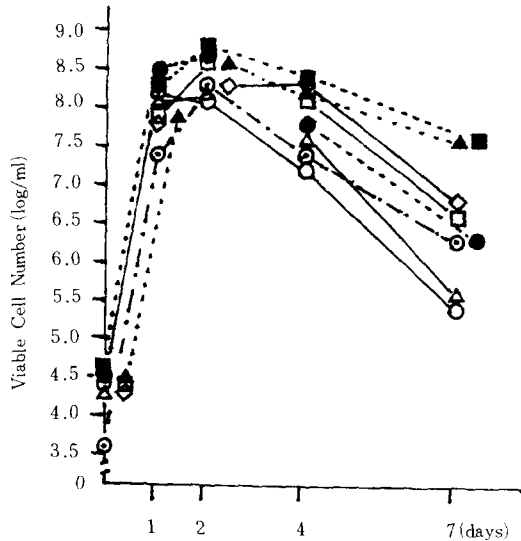


Fig. 1. Changes in growth of lactic acid bacteria in KimChi inoculated lactic acid bacteria during fermentation periods.

- : control
- : *Pediococcus dextrinicus* inoculated on the KimChi
- △—△: *Leuconostoc mesenteroides* inoculated on the KimChi
- : *Lactobacillus plantarum* inoculated on the KimChi
- ◇—◇: *Lactobacillus brevis* inoculated on the KimChi
- : Mixed A and B strains inoculated on the KimChi
- ▲—▲: Mixed C and D strains inoculated on the KimChi
- : Mixed A, B and C strains inoculated on the KimChi

의 보고와 같이 이들 균이 김치의 숙성에 밀접한 관계가 있음을 시사한다.

#### 4. 젖산균을 첨가한 김치의 비휘발성 유기산 변화

젖산균을 김치에 첨가하여 낱짜의 경과에 따라 조사한 유기산량은 Table 5와 같다. 김치의 주종 유기산은 lactic acid, malic acid 및 succinic acid로 이들 유기산이 김치의 맛에 큰 영향을 미칠 것으로 추정된다. 또한 김치 담금 1일에 대조구나 단일균을 첨가한 경우보다 혼합균을 사용한 경우가 젖산 생성이 많아 김치의 숙도가 빠름을 알 수 있다.

이<sup>11)</sup>는 starter 첨가시 김치의 숙도가 8시간 가량 빨라진다고 하였는데 본연구의 젖산 생성도 젖산균을 혼합하여 첨가한 경우에 같은 경향으로 나타났다. 그러므로 단일균으로 김치를 제조하여 품질 향상을 기하기 보다는 혼합균주를 사용하는 것이 우수함을 시사한다.

#### 5. 젖산균을 첨가한 김치의 맛

대조구와 젖산균 첨가군의 관능검사 값은 Table 6에 나타난 바와 같이 대체로 비슷하나 *Pediococcus dextrinicus* 및 *Leuconostoc mesenteroides*를 첨가한 E군이 가장 높았다. 낱짜별로는 모든 항목에서 1일과 2일의 값이 대체적으로 높았는데 이와 같은 결과는 pH 및 산도에 서와 같은 경향으로 나타나서, 김치의 맛이 가장 좋은 시기로는 1일과 2일임을 알 수 있다.

본 연구의 결과로 김치의 숙성은 단일 균종의 작

Table 5. Changes in non-volatile organic acids on the KimChi by lactic acid bacteria during fermentation periods. (mg%)

		0	1	2	4	7(days)
Control	Lactic	12.48	22.75	35.03	40.92	58.84
	Maleic	t	0.13	t	t	t
	Succinic	0.65	1.75	2.90	1.76	1.47
	Malic	17.78	29.45	28.76	19.53	15.92
	Citric	0.63	2.39	2.86	1.97	t
A	Lactic	12.48	22.93	42.42	49.87	43.76
	Maleic	t	t	t	t	t
	Succinic	0.65	2.43	4.69	4.76	4.55
	Malic	17.78	33.57	36.49	8.14	6.80
	Citric	0.63	3.54	3.71	1.96	t
B	Lactic	12.48	24.70	25.72	63.01	52.46
	Maleic	t	0.1	t	t	t
	Succinic	0.65	2.35	5.65	5.81	6.14
	Malic	17.78	26.06	9.26	13.18	14.78
	Citric	0.63	1.24	2.96	1.46	1.56
C	Lactic	12.48	27.44	41.17	56.35	52.24
	Maleic	t	t	0.13	t	t
	Succinic	0.65	1.71	5.14	5.59	7.05
	Malic	17.78	33.62	24.66	18.17	7.78
	Citric	0.63	1.45	4.88	9.88	1.96
D	Lactic	12.48	26.13	70.63	66.73	68.82
	Maleic	t	t	0.12	t	t
	Succinic	0.65	0.98	4.85	4.39	3.47
	Malic	17.78	23.62	31.80	7.96	2.32
	Citric	0.63	0.74	3.12	4.85	1.85
E	Lactic	12.48	47.41	61.05	70.36	20.34
	Maleic	t	0.10	t	t	t
	Succinic	0.65	1.40	2.46	7.32	42.72
	Malic	17.78	24.13	20.72	11.28	32.14
	Citric	0.63	0.93	t	2.71	t
F	Lactic	12.48	33.72	43.73	39.79	24.63
	Maleic	t	t	t	t	t
	Succinic	0.65	2.28	5.07	57.17	42.72
	Malic	17.78	20.29	20.31	12.62	32.14
	Citric	0.63	t	1.15	0.87	t
G	Lactic	12.48	38.16	68.13	50.11	24.43
	Maleic	t	0.07	t	t	t
	Succinic	0.65	1.19	5.16	3.79	1.80
	Malic	17.78	23.76	22.61	18.26	t
	Citric	0.63	t	2.15	t	t

Table 6. On sensory evaluation in KimChi inoculated lactic acid bacteria during fermentation periods.

		0	1	2	4	7(days)
Control	Appearance	3.7 <sup>a,b</sup>	3.8	4.0	3.9	2.8
	Sourness	1.8	2.4	2.8	1.8	1.7
	Carbonated	2.4	3.0	3.7	3.4	2.0
	Favor					
	Odor	2.8	3.2	4.0	2.8	1.7
	Texture	3.0	3.8	3.6	3.2	2.6
	Overall	2.6	3.0	3.5	2.8	1.4
A	Appearance	3.7	3.9	3.6	3.9	3.0
	Sourness	1.8	3.0	4.1	3.6	2.0
	Carbonated	2.4	3.2	3.6	3.6	2.3
	Favor					
	Odor	2.8	3.9	3.9	3.4	1.8
	Texture	3.0	3.0	3.6	4.2	2.2
	Overall	2.6	3.8	4.0	3.8	2.0
B	Appearance	3.7	3.8	4.0	3.7	3.0
	Sourness	1.8	2.2	4.0	3.6	2.4
	Carbonated	2.4	2.6	3.2	3.8	2.3
	Favor					
	Odor	2.8	3.6	3.8	3.6	2.2
	Texture	3.0	3.2	3.4	3.8	2.0
	Overall	2.6	3.2	3.4	3.6	2.4
C	Appearance	3.7	3.8	3.6	4.0	2.8
	Sourness	1.8	2.6	3.6	2.4	1.4
	Carbonated	2.4	2.8	3.4	3.4	1.6
	Favor					
	Odor	2.8	3.8	3.6	3.8	2.0
	Texture	3.0	3.4	3.6	3.6	2.6
	Overall	2.6	3.4	3.6	3.5	1.6
D	Appearance	3.7	3.6	3.9	3.8	2.6
	Sourness	1.8	3.2	2.6	2.6	1.8
	Carbonated	2.4	2.8	2.8	2.4	2.2
	Favor					
	Odor	2.8	4.0	3.6	3.4	1.8
	Texture	3.0	3.8	3.6	2.6	2.2
	Overall	2.6	3.6	2.8	3.0	1.8

E	Appearance	3.7	3.4	4.0	3.2	3.0
	Sourness	1.8	4.0	3.2	2.4	1.9
	Carbonated	2.4	4.0	3.8	3.2	2.8
	Favor					
	Odor	2.8	4.0	4.0	2.8	2.0
	Texture	3.0	3.8	3.8	3.2	2.8
	Overall	2.6	4.0	3.9	2.2	1.9
F	Appearance	3.7	3.6	4.0	2.8	2.4
	Sourness	1.8	2.8	3.0	1.6	1.4
	Carbonated	2.4	3.4	3.6	2.6	1.8
	Favor					
	Odor	2.8	3.8	3.2	3.2	1.7
	Texture	3.0	3.2	3.8	3.2	2.0
	Overall	2.6	3.8	3.2	3.2	1.6
G	Appearance	3.7	4.0	3.7	3.8	3.0
	Sourness	1.8	2.6	3.0	3.0	2.1
	Carbonated	2.4	3.0	3.2	2.8	1.9
	Favor					
	Odor	2.8	3.4	3.2	3.4	2.6
	Texture	3.0	3.6	3.6	4.0	2.5
	Overall	2.6	3.4	3.7	3.2	2.3

a: significantly different from treatments mean at the 5% level ( $p = 0.005$ )

b: means based on an 5 point scale (5 = excellent, 1 = very poor),  $n = 5$

용이 아닌 혼용 균종의 복합작용에 의한 것을 나타낸다. 또한 민과 권<sup>9)</sup>의 보고와 같이 *F. dextrinicus* 및 *Leuconostoc mesenteroides*가 김치의 주종 발효균임을 시사하므로 이들 균종을 혼용하고 기타의 젖산균을 배제하여 김치를 제조하면 김치의 풍미 개선 및 산도 저하를 방지할 수 있을 것으로 믿어진다.

#### IV. 요 약

젖산균이 김치의 비휘발성 유기산 생성에 미치는 영향을 조사하고자 김치발효인 주종균인

*Pediococcus dextrinicus*, *Leuconostoc mesenteroides*, *Lactobacillus plantarum* 및 *Lactobacillus brevis*를 첨가하여 20°C로 숙성시키면서 시일의 경과에 따라 산도 측정, 젖산균수 측정, 유기산 생성 및 관능검사를 한 결과는 아래와 같다.

pH는 모든 시료들이 시일의 경과에 따라 급격히 저하되었으나 4일 이후에는 완만하였다. 1일된 김치의 시료는 대조구를 포함한 모든 시료들이 약 4.7에서 5.2 정도였고, 2일된 김치는 약 4.1이었으며, 먹기에 가장 적당한 pH 시기는 1.3일에서 1.9일로 나타났다.

산도는 2일에 가장 적당한 0.6%로 측정되었다. 대조구와 젖산균 첨가구와의 젖산균수는 1일 이후 모두  $10^7/ml$  이상을 나타내었고 4일 이후 완만하게 감소하는 추세이었다.

김치의 주종 유기산은 lactic acid, malic acid 및 succinic acid이며 김치 담금 1일에 대조구나 단일균을 첨가한 경우보다 혼합균을 사용한 경우가 젖산 생성이 많았다. 대조구와 단일젖산균 첨가구보다 젖산균 혼용첨가구의 관능검사값이 다소 높았고, 날짜별로는 모든 항목에서 1일과 2일의 값이 대체적으로 높았다. 결론적으로 대조구보다 젖산균 첨가를 혼용한 구의 김치가 젖산생성이나 관능검사 값이 다소 우수하므로 김치재료에 새로운 젖산균을 혼합·첨가하면 더욱 우수한 김치를 제조할 수 있는 가능성을 시사한다.

## 감사의 글

본 연구는 1989년도 문교부 자유공모과제 학술 조성비에 의해 수행되었으므로 이에 감사드립니다.

## V. 참고문헌

1. 변명우, 차보숙, 권중호, 조한옥, 김우정: 김치의 숙성관련 주요 젖산균 살균에 대한 가열처리와 방사선 조사의 병용효과, 한국식품과학회지, **21**, 185(1989)
2. 이남식, 전재근: 김치의 순간살균방법, 제 1보, 배추김치의 순간살균방법과 살균효과, 한국농화학회지, **24**, 213(1981)
3. 이춘영, 김호식, 전재근: 김치통조림 제조에 관한 연구, 농화학회지, **10**, 33(1968)
4. 김순동: 김치의 숙성에 미치는 pH 조정제의 영향, 한국영양식량학회지, **14**, 259(1985)
5. 김순동, 이신호: pH 조정제 Sodium Malate Buffer의 첨가가 김치의 숙성에 미치는 효과, 한국영양식량학회지, **17**, 358(1988)
6. 김경제, 경규함, 명원경, 심선택, 김현구: 김치의 저장기간 연장을 위한 무우품종 선발에 있어서 발효성 당함량의 역할, 한국식품과학회지, **21**, 10(1989)
7. 김호식, 황규찬: 김치의 미생물학적 연구(제 1보) 혐기성 세균의 분리와 동정, 과연회보, **4**, 56(1959)
8. 김호식, 정윤수: 김치 및 김에서 분리한 호기성 세균의 동정에 관하여, 농화학회지, **3**, 19(1962)
9. 민태익, 권태완: 김치발효에 미치는 온도 및 식염농도의 영향, 한국식품과학회지, **16**, 443(1984)
10. 서기봉, 김기성, 신동화: 기업적 생산을 위한 김치제조 시험, 농개공 식품연구소 연구보고서, **2**, 123(1974)
11. 이신호, 김순동: Starter 첨가가 김치의 숙성에 미치는 효과, 한국영양식량학회지, **17**, 342(1988)
12. 유재현, 이혜성, 이혜수: 재료의 종류에 따른 김치의 비휘발성 유기산 및 휘발성 향미성분의 변화, 한국식품과학회지, **16**, 169(1984)
13. 허우덕, 하재호, 석호문, 남영중, 신동화: 김치의 저장중 향미 성분의 변화, 한국식품과학회지, **20**, 511(1988)
14. 현인환: 김치에서 분리된 젖산균에 관한 연구, 경북전문대학 논문집, **8**, 211(1989)
15. AOAC: Official Method of Analysis 13th ed. Association of Official Analytical Chemists, **22**, 58(1984)
16. 구경형, 강근옥, 김우정: 김치의 발효과정중 품질변화, 한국식품과학회지, **20**, 476(1988)

(1990년 9월 4일 수리)