

## 깍두기의 발효숙성 온도가 관능적, 이화학적 및 미생물학적 특성에 미치는 영향

김성단\* · 장명숙†

단국대학교 식품영양학과

\*서울시 보건환경연구원

## Effects of Fermentation Temperature on the Sensory, Physicochemical and Microbiological Properties of *Kakdugi*

Sung-Dan Kim\* and Myung-Sook Jang†

Dept. of Food Science and Nutrition, Dankook University, Seoul 140-714, Korea

\*Seoul Environmental and Sanitary Research Institute, Seoul 137-130, Korea

### Abstract

Effect of temperature on *Kakdugi* during fermentation was investigated by measuring sensory, physicochemical and microbiological, properties up to 57 days. The diced(2.5×2.5×2.5cm) Chinese radishes(*Ra-phanus sativus* L.) with other ingredients were fermented under the different temperatures. *Kakdugi* were stored at 4°C after keeping at 20°C for 12 hours(treatment A), 24 hours(treatment B) and 36 hours(treatment C), 10°C(treatment D) and 20°C(treatment E) from initial fermentation to the end at each temperature on preparation. The pH was decreased to the range of 4.14~4.29 in the initial of pH 5.8, and total acidity was increased 2~4 times more than that of in the initial period(0.24%). And the changes of treatment A, B, and C were nearly constant up to 57 days in the range of 0.80~0.88%(pH 4.1). The changes of vitamin C showed sigmoidal curve, increasing significantly in the palatable period after decreasing gradually in the initial period. The content of vitamin C in treatment E was rapidly decreased, but that of treatment C was kept high content up to 57 days. The number of lactic acid bacteria was remarkably increased in palatable period and was gradually decreased thereafter. The scores of aroma, taste, overall acceptability in sensory evaluation during the fermentation was high in order of treatment E, C, D, B, and A. The scores of sensory evaluation treatment D and E during fermentation was rapidly decreased, however, treatment A, B and C were maintained. Changes of lactic acid bacteria, and sensory properties, among treatment A, B and C which kept a good quality up to 57 days, had high scores of sensory evaluation, abundant vitamin C in the palatable period. The result showed that *Kakdugi* fermented at 4°C after keeping at 20°C for 36 hours had better taste and quality than those of other treatments.

**Key words:** *Kakdugi*, diced Chinese radish, fermentation, temperature

### 서 론

우리나라는 김치의 역사가 시작되었던 삼국시대를 지나 통일신라·고려시대를 거치는 동안에 무김치가 먼저 발달하였으며 오늘날에도 1년에 1,412,000 M/T라는 방대한 양의 무가 생산되며, 1인당 연간 소비량이 21.9kg(1)으로 깍두기의 섭취량(2)이 배추김치 다음으로 많다.

무와 같은 채소는 저장성이 없기 때문에 소금에 절

이므로써 오히려 좋은 맛과 향기를 생성시키는데, 이러한 방법을 개발한 것이 김치류이다. 김치류는 원재료에 야생적으로 존재하는 여러가지 미생물이 소금농도, 온도, pH, 공기의 존재 여부, 재료의 화학성분 등과 같은 물리화학적 조건에 따라 발효를 일으켜 김치의 형태 및 성분변화를 가져온다(3). 김치의 맛을 지배하는 대표적 성분인 유기산은 발효에 관여하는 미생물의 특성과 생육조건, 즉 숙성온도와 소금농도가 영향을 미친다. 따라서 김치를 적당히 발효시켜 보관 저장하는 일

† To whom all correspondence should be addressed

이 김치의 맛에 있어서 상당히 중요하다. 과거 우리 조상들의 저장방법은 김치를 땅에 묻거나 지하실에 저장하는 것이 대부분(75.9%)이라고 하였는데(4), 일반적으로 가장 알맞은 숙성온도는 5~10°C이며, 발효과정에서 가장 중요한 것은 숙성온도(4,5)라고 하였다. 김치류의 숙성에 있어서 저장온도 역할의 중요성은 이미 여러편의 연구보고(5-8)에서 밝혀진 바와 같이 깍두기의 맛을 최대 생성시키면서 장기간 유지할 수 있는 발효숙성 온도와 저장방법을 알아보는 것이 중요하다 하겠다.

따라서 깍두기의 맛을 최대 생성시키면서 이러한 맛을 장기간 유지할 수 있는 발효숙성 온도와 저장방법을 알아보기 위해 설문조사를 실시하여 각 가정에서 깍두기를 담금 후 발효숙성 온도를 조절하는 방법을 살펴본 결과, 약 5%가 담금 즉시 냉장고에서 보관을 하였고, 95%가 담가서 실온에서 12~36시간 숙성시킨 후에 냉장고에서 보관한다고 답하였다. 그러나, 지금까지 연구는 김치류를 담금 즉시 저온 저장하여 품질유지(8,9-11)만을 고려하였을 뿐 맛성분을 최대 생성하면서 오랜 기간 유지할 수 있는 온도 설정은 많이 연구되지 않았다.

그러므로 본 연구에서는 깍두기의 맛을 최대 생성하고 그 맛을 장기간 유지할 수 있는 방법을 모색하기 위하여 위에서 언급한 설문조사와 발효숙성 온도에 관한 실험결과를 근거로 다음과 같이 온도를 설정하였다. 일반적으로 가정에서 많이 담그는 방법인 20°C에서 12시간(A), 24시간(B), 36시간(C) 숙성시킨 후 4°C에서 저장하는 방법과 겨울철 땅속 저장온도 또는 시판 김치 판매대의 온도라고 할 수 있는 10°C(D)에서 담금 즉시부터 계속 발효숙성시키는 방법, 그리고 실온(20°C, E)에서 담금 즉시부터 계속 발효숙성시키는 방법을 비교하여 발효숙성 온도가 깍두기의 관능적 특성, 이화학적 특성 및 젖산균수의 변화에 어떠한 영향을 주는지 알아 보았다.

## 재료 및 방법

### 재 료

사용한 무는 가락동 농수산물 도매시장에서 구입한 충청도 보은산 가을 무(*Raphanus sativus* L.)로서 중량 2kg정도였다. 부재료인 고춧가루는 경북 안동산 태양초, 마늘은 충남 공주산, 생강은 충남 서산산, 쪽파는 경기도 일산산, 새우젓은 전남 목포산 육젓을 사용하였고, 소금은 재제염(염도 : 89.4%)을 사용하였다.

### 깍두기 담금방법

깍두기는 예비 관능검사를 통해 담금방법과 재료를

고정하였는데, 재료의 양은 무 무게당 고춧가루 3.5%, 새우젓 5.4%, 마늘 3.5%, 생강 0.6%, 쪽파 3.5%, 소금 1.8%와 설탕 0.8%였다. 무는 깨끗이 씻어 물기 제거 후 25×25×25cm 크기로 썰어 1.8%의 재제염을 뿌려 1시간 30분 절인 후 1시간 탈수시켰다. 부재료 중에서 새우젓(염농도 15.6%), 마늘, 생강은 분쇄기(금성 다용도 분쇄기, GFM 350B)로 곱게 갈아 사용하였고, 쪽파는 3cm 크기로 잘라 부재료의 비율대로 넣어 버무려 사각형의 플라스틱 용기(내쇼날 플라스틱(주), 아트밀레 26×18.5×15cm)에 각각 2.5kg씩 담았다. 깍두기의 초기 염농도는 2.25%였다.

### 실험처리구

깍두기의 담금방법대로 하여 20°C에서 12시간(A), 24시간(B), 36시간(C) 숙성시킨 후 4°C에서 발효숙성시킨 것과 10°C(D)에서 담금 즉시부터 계속 발효숙성시키는 것, 그리고 실온(20°C, E)에서 담금 즉시부터 계속 발효숙성시킨 것을 실험처리구로 하였다.

### 관능평가

각 처리구의 깍두기를 제시(오후 3~4시)하여 냄새, 맛, 조직감, 전반적인 기호도를 평가하였다. 관능검사 요원의 구성은 본 실험에 흥미를 갖고 있으며 김치맛에 대한 차이 식별능력이 있는 25명을 선정하여 7점 기호 척도법(7점 : 아주 좋음, 1점 : 아주 나쁨)으로 김치의 관능평가를 실시하였다. 통계처리는 ANOVA 및 Duncan의 다범위결정(Duncan's multiple range test)을 통하여  $p < 0.05$ 에서 유의적인 차이를 검증하였다(12).

### pH와 총산함량

깍두기 150g을 분쇄기(금성다용도 분쇄기, GFM 350B)로 3분간 갈아 2겹의 거즈로 짜서 시험용액으로 하였다.

pH는 pH meter(CORNING, pH/ion meter 150)로 측정하였고, 산도는 시험용액 10ml를 0.1N NaOH로 pH 8.1±0.2가 될 때까지 적정하여 lactic acid 함량으로 환산하여 총산 함량으로 표시하였다(13).

### 비타민 C

깍두기 20g에 6% metaphosphoric acid 100ml(ED-TA 0.37mg/L)를 가하여 1분간 분쇄기(금성다용도 분쇄기, GFM 350B)로 갈아서 원심분리(10,000rpm, 4°C)한 후 상정액을 여과하여 high pressure liquid chromatograph(HPLC)로 비타민 C를 분석하였으며, 분석조

건은 L-ascorbic acid 표준용액으로 측정값을 보정하였다(14). Column은 YMC-Pack Polyamine II, (4.6×250mm, PBMN-46-5, Japan)로 하였고, mobile phase는 acetonitrile/50mM NH<sub>4</sub>H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>(70 : 30 %, v/v)이었다. Flow rate는 1.0ml/min, temperature 40, detector는 UV(at 254nm)였고, injection volume은 20μl였다.

### 젖산균 측정

무균적으로 깎두기 국물 1ml를 취하여 0.85% saline으로 단계 희석한 후 glacial acetic acid(sigma, 99%)로 최종 pH를 5.8로 맞춘 젖산균 분리용 배지(MRS agar)에 pouring culture method로 접종하였다. 접종한 배지는 37°C에서 48~72시간 배양하여 형성된 집락을 Quebec

Table 1. Sensory evaluation scores of *Kakdugi* during fermentation

Days	Characteristics	Samples					F-Value
		A	B	C	D	E	
1	Aroma	5.60 <sup>a</sup>	5.07 <sup>a</sup>	5.07 <sup>a</sup>	5.53 <sup>a</sup>	5.07 <sup>a</sup>	2.08
	Taste	5.47 <sup>a</sup>	4.93 <sup>c</sup>	4.93 <sup>c</sup>	5.40 <sup>a</sup>	4.93 <sup>a</sup>	1.65
	Texture	6.13 <sup>a</sup>	6.07 <sup>a</sup>	6.07 <sup>a</sup>	6.07 <sup>a</sup>	6.07 <sup>a</sup>	0.03
	Overall acceptability	5.93 <sup>b</sup>	5.33 <sup>a</sup>	5.33 <sup>a</sup>	5.73 <sup>ab</sup>	5.33 <sup>a</sup>	2.34
3	Aroma	4.53 <sup>a</sup>	4.93 <sup>a</sup>	5.87 <sup>b</sup>	4.67 <sup>a</sup>	5.73 <sup>b</sup>	6.78 <sup>***</sup>
	Taste	4.37 <sup>a</sup>	4.73 <sup>a</sup>	5.67 <sup>b</sup>	4.20 <sup>a</sup>	5.73 <sup>b</sup>	8.28 <sup>***</sup>
	Texture	5.07 <sup>a</sup>	4.87 <sup>a</sup>	5.47 <sup>a</sup>	5.07 <sup>a</sup>	5.27 <sup>a</sup>	1.18
	Overall acceptability	4.43 <sup>a</sup>	4.80 <sup>ab</sup>	5.43 <sup>b</sup>	4.67 <sup>ab</sup>	5.27 <sup>b</sup>	2.68 <sup>*</sup>
5	Aroma	4.40 <sup>a</sup>	4.53 <sup>ab</sup>	6.07 <sup>c</sup>	5.13 <sup>b</sup>	6.13 <sup>c</sup>	14.23 <sup>***</sup>
	Taste	4.33 <sup>a</sup>	4.40 <sup>a</sup>	5.73 <sup>b</sup>	5.40 <sup>b</sup>	6.00 <sup>b</sup>	13.01 <sup>***</sup>
	Texture	5.47 <sup>a</sup>	5.33 <sup>a</sup>	5.67 <sup>a</sup>	5.80 <sup>a</sup>	5.67 <sup>a</sup>	0.64
	Overall acceptability	4.73 <sup>a</sup>	4.87 <sup>ab</sup>	5.40 <sup>bc</sup>	5.53 <sup>cd</sup>	6.07 <sup>d</sup>	5.97 <sup>***</sup>
8	Aroma	4.80 <sup>ab</sup>	5.13 <sup>abc</sup>	5.80 <sup>c</sup>	5.40 <sup>bc</sup>	4.47 <sup>a</sup>	4.27 <sup>**</sup>
	Taste	4.00 <sup>a</sup>	5.13 <sup>b</sup>	5.40 <sup>b</sup>	5.20 <sup>b</sup>	4.53 <sup>ab</sup>	4.08 <sup>**</sup>
	Texture	5.40 <sup>a</sup>	5.20 <sup>a</sup>	5.60 <sup>a</sup>	5.47 <sup>a</sup>	5.20 <sup>a</sup>	0.50
	Overall acceptability	4.60 <sup>a</sup>	5.47 <sup>bc</sup>	6.00 <sup>c</sup>	6.00 <sup>c</sup>	4.93 <sup>ab</sup>	6.32 <sup>***</sup>
11	Aroma	4.67 <sup>b</sup>	5.27 <sup>b</sup>	5.20 <sup>b</sup>	4.93 <sup>b</sup>	3.67 <sup>a</sup>	5.60 <sup>***</sup>
	Taste	4.80 <sup>b</sup>	5.20 <sup>b</sup>	5.40 <sup>b</sup>	5.13 <sup>b</sup>	3.53 <sup>a</sup>	5.99 <sup>***</sup>
	Texture	5.00 <sup>ab</sup>	5.07 <sup>b</sup>	5.13 <sup>b</sup>	4.73 <sup>ab</sup>	4.27 <sup>a</sup>	1.99
	Overall acceptability	4.60 <sup>b</sup>	4.87 <sup>b</sup>	5.20 <sup>b</sup>	4.80 <sup>b</sup>	3.13 <sup>a</sup>	8.73 <sup>***</sup>
16	Aroma	5.00 <sup>c</sup>	4.80 <sup>c</sup>	5.00 <sup>c</sup>	4.07 <sup>b</sup>	2.90 <sup>a</sup>	13.37 <sup>***</sup>
	Taste	4.87 <sup>c</sup>	5.17 <sup>c</sup>	4.50 <sup>c</sup>	3.73 <sup>b</sup>	1.93 <sup>a</sup>	28.85 <sup>***</sup>
	Texture	4.80 <sup>bc</sup>	5.00 <sup>c</sup>	4.67 <sup>bc</sup>	4.13 <sup>b</sup>	3.33 <sup>a</sup>	8.03 <sup>***</sup>
	Overall acceptability	4.27 <sup>b</sup>	5.33 <sup>c</sup>	5.00 <sup>c</sup>	4.27 <sup>b</sup>	2.73 <sup>a</sup>	19.46 <sup>***</sup>
23	Aroma	4.87 <sup>c</sup>	3.67 <sup>b</sup>	4.67 <sup>c</sup>	3.80 <sup>b</sup>	2.33 <sup>a</sup>	13.56 <sup>***</sup>
	Taste	5.00 <sup>d</sup>	4.23 <sup>c</sup>	4.43 <sup>c</sup>	3.47 <sup>b</sup>	1.77 <sup>a</sup>	32.74 <sup>***</sup>
	Texture	5.27 <sup>c</sup>	4.80 <sup>bc</sup>	4.87 <sup>bc</sup>	4.43 <sup>b</sup>	3.47 <sup>a</sup>	7.98 <sup>***</sup>
	Overall acceptability	4.90 <sup>d</sup>	4.17 <sup>bc</sup>	4.37 <sup>c</sup>	3.53 <sup>b</sup>	2.00 <sup>a</sup>	26.22 <sup>***</sup>
29	Aroma	3.80 <sup>b</sup>	4.00 <sup>b</sup>	4.10 <sup>b</sup>	3.33 <sup>b</sup>	2.20 <sup>a</sup>	7.81 <sup>***</sup>
	Taste	4.07 <sup>c</sup>	4.30 <sup>c</sup>	4.00 <sup>c</sup>	2.60 <sup>b</sup>	1.60 <sup>a</sup>	17.25 <sup>***</sup>
	Texture	3.93 <sup>b</sup>	4.47 <sup>b</sup>	4.40 <sup>b</sup>	3.93 <sup>b</sup>	2.53 <sup>a</sup>	9.82 <sup>***</sup>
	Overall acceptability	3.93 <sup>c</sup>	4.20 <sup>c</sup>	3.97 <sup>c</sup>	2.73 <sup>b</sup>	1.60 <sup>a</sup>	16.46 <sup>***</sup>
37	Aroma	3.67 <sup>b</sup>	4.60 <sup>c</sup>	4.46 <sup>c</sup>	2.27 <sup>a</sup>	2.27 <sup>a</sup>	17.39 <sup>***</sup>
	Taste	3.93 <sup>c</sup>	4.47 <sup>c</sup>	4.07 <sup>c</sup>	2.80 <sup>b</sup>	1.53 <sup>a</sup>	20.87 <sup>***</sup>
	Texture	4.67 <sup>c</sup>	4.80 <sup>c</sup>	4.40 <sup>bc</sup>	3.87 <sup>b</sup>	2.47 <sup>a</sup>	13.00 <sup>***</sup>
	Overall acceptability	3.93 <sup>c</sup>	4.47 <sup>c</sup>	3.73 <sup>c</sup>	2.87 <sup>b</sup>	1.53 <sup>a</sup>	19.42 <sup>***</sup>
45	Aroma	3.93 <sup>b</sup>	3.87 <sup>b</sup>	4.33 <sup>b</sup>	2.27 <sup>a</sup>	2.53 <sup>a</sup>	14.75 <sup>***</sup>
	Taste	4.20 <sup>b</sup>	4.40 <sup>b</sup>	4.07 <sup>b</sup>	1.47 <sup>c</sup>	1.27 <sup>a</sup>	68.85 <sup>***</sup>
	Texture	4.00 <sup>c</sup>	4.47 <sup>c</sup>	4.47 <sup>c</sup>	2.73 <sup>b</sup>	1.60 <sup>a</sup>	28.54 <sup>***</sup>
	Overall acceptability	4.13 <sup>b</sup>	4.10 <sup>b</sup>	3.77 <sup>b</sup>	1.80 <sup>a</sup>	1.47 <sup>a</sup>	36.45 <sup>***</sup>
57	Aroma	2.07 <sup>a</sup>	3.30 <sup>b</sup>	3.40 <sup>b</sup>	2.07 <sup>a</sup>	1.40 <sup>a</sup>	13.92 <sup>***</sup>
	Taste	1.80 <sup>b</sup>	3.27 <sup>c</sup>	2.93 <sup>c</sup>	1.33 <sup>ab</sup>	1.20 <sup>a</sup>	23.25 <sup>***</sup>
	Texture	3.20 <sup>bc</sup>	3.60 <sup>c</sup>	3.07 <sup>bc</sup>	2.40 <sup>b</sup>	1.33 <sup>a</sup>	9.63 <sup>***</sup>
	Overall acceptability	2.37 <sup>b</sup>	3.47 <sup>c</sup>	1.33 <sup>b</sup>	1.56 <sup>b</sup>	1.33 <sup>b</sup>	18.36 <sup>***</sup>

A: stored at 4°C after keeping at 20°C for 12 hours, B: stored at 4°C after keeping at 20°C for 24 hours, C: stored at 4°C after keeping at 20°C for 36 hours, D: stored at 10°C, E: stored at 20°C

Means with same letters in a row are not significantly different at the 5% level

\*p<0.05, \*\*p<0.01, \*\*\*p<0.001

colony counter를 사용하여 계수하였다.

**결과 및 고찰**

**관능적 특성**

발효속성 온도별 짜두기의 특성을 파악하기 위해 냄새, 맛, 텍스처, 전반적인 기호도에 대해 관능검사를 실시하였으며, 통계처리한 결과는 Table 1과 같다.

냄새는 발효속성 초기에 관능평가 점수가 약간 감소하다가 증가하여, 처리구 A, B, C, D와 E가 각각 발효 16, 11, 5, 8일과 5일에 최고 점수를 받았으며, 그 시기에 처리구 A를 제외하고는 모든 시료간에 유의적인 차이( $p < 0.001$ )를 보였다.

맛은 또한 발효속성 초기에 점수가 약간 감소하다가 증가하여 처리구 A, B, C, D와 E가 각각 발효 23, 11, 5, 5일과 5일에 최고 점수를 나타내었으며, 그 시기에 모든 처리구에서 유의적인 차이( $p < 0.001$ )를 보였다.

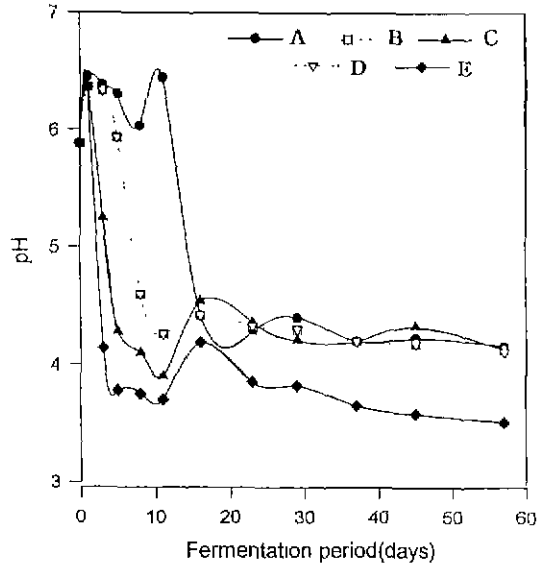
텍스처는 담금 초기에 점수가 약간 감소한 후 발효 5일에 전체적으로 증가하여 처리구 A, B, C, D와 E가 모두 발효 11일까지 시료간에 유의적인 차이를 보이지 않고 감소하였다. 그 후 처리구 A, B와 C는 계속 높은 점수를 유지하면서 약간 감소하였고, 처리구 D와 E는 발효 11일 이후부터 다른 처리구에 비해 급격히 감소하였는데, 발효 11일에 각각 4.73과 4.27을 받았고, 발효 16일에는 각각 더 낮은 점수인 4.13과 3.33을 받았다( $p < 0.001$ ).

전반적인 기호도는 냄새와 맛의 결과와 비슷하여 발효속성 초기에 점수가 약간 감소하다가 증가하였다. 이때 처리구 A, B, C, D와 E가 발효 23, 8, 8, 8일과 5일에 최고 점수를 나타내었으며, 그 시기에 모든 처리구에서 유의적인 차이를 보였다( $p < 0.001$ ).

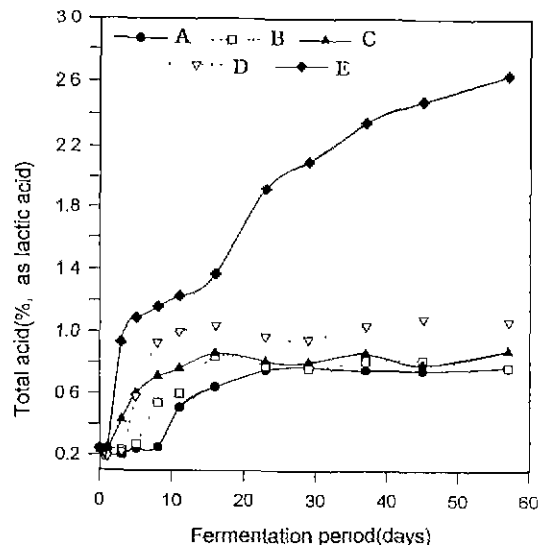
또한 냄새, 맛, 텍스처, 전반적인 기호도에 있어서 초기 점수와 감소한 후 증가한 점수가 가장 높은 것으로 보아 우리의 기호에는 담금 즉시의 신선함과 적당한 숙성 후의 익은 맛을 같이 즐기고 있다는 보고(15)와 비슷한 결과를 보였다. 이와 함께 냄새, 맛, 전반적인 기호도에서 최고 점수는 처리구 E > C > D > B > A의 순으로 높았다. 즉 초기 발효속성 온도가 높고 실온에서 숙성 시간이 길수록 좋은 맛 생성이 많이 됨을 알 수 있었다. 그러나 처리구 E와 D는 빨리 점수가 낮아졌고, 처리구 A, B와 C는 약간 감소한 채로 다소 높은 점수를 유지하여, 초기 발효속성 온도가 낮고 숙성시간이 짧을수록 저장성은 좋은 것으로 나타났다. 관능검사 결과 본 실험의 조건에서는 짜두기의 맛성분이 최대로 생성 유지되었던 담금 즉시 20°C에서 36시간 숙성시킨 후 4°C에서 발효시킨 처리구 C가 가장 좋게 평가되었다.

**pH와 총산함량**

발효속성 온도를 달리한 짜두기 발효속성 중의 pH와 총산 함량의 변화는 각각 Fig. 1과 2와 같다.



**Fig. 1. Changes in pH of *Kakdugi* during fermentation.**  
 A: Stored at 4°C after keeping at 20°C for 12hours  
 B: Stored at 4°C after keeping at 20°C for 24hours  
 C: Stored at 4°C after keeping at 20°C for 36hours  
 D: Stored at 10°C  
 E: Stored at 20°C



**Fig 2. Changes in total acid content of *Kakdugi* during fermentation.**  
 A: Stored at 4°C after keeping at 20°C for 12hours  
 B: Stored at 4°C after keeping at 20°C for 24hours  
 C: Stored at 4°C after keeping at 20°C for 36hours  
 D: Stored at 10°C  
 E: Stored at 20°C

pH는 김치의 맛과 밀접하게 관련된 인자로서 먹기에 적당한 신맛의 범위는 민과 권(7)은 pH 4.2, 이 등(8)은 pH 4.5~4.3, 그리고 서(16)는 pH 4.1~4.6이라고 보고하였다.

본 실험에 있어서 pH 6.55인 무를 사용하여 담근 깍두기의 담금 직후 pH는 5.8이었으며, 전체 처리구에서 숙성이 시작되면서 일정 기간 동안 pH가 다소 증가함을 보인 후 감소하였으며, 초기 발효숙성 온도 및 실온에서의 숙성 시간과 밀접한 관련이 있다. 즉, 처리구 A, B, C, D와 E는 발효 23, 11, 5, 5일과 3일에 각각 pH 4.29, pH 4.26, pH 4.28, pH 4.24와 pH 4.14를 보였다. 이같은 pH의 변화는 전체 처리구에서 초기 발효숙성 온도가 높고 실온에서 숙성 시간이 긴 것일수록 빨리 일어나 이 등(8)의 김치 발효온도를 5°C, 20°C, 30°C로 달리한 실험에서 젖산균의 경시적인 변화를 본 결과 각 온도에서 양상은 비슷하고 온도가 높아질수록 발효가 빨리 진행된 것으로 나타난 실험결과와 비슷한 경향을 나타내었다.

발효숙성 온도에 따라 pH가 달라지는 것은 그 온도에서 작용하는 젖산균의 종류가 다르므로 따라서 생성되는 향미물질이 다르기 때문일 것이라는 이와 전(10)의 보고와 같은 이유로 생각되었다. 또한 처리구 A, B와 C는 발효 57일까지 pH 4.1 이하로 떨어지지 않았고, 처리구 D와 E는 발효 11일에 각각 pH 3.8과 pH 3.7로 낮은 pH를 보여 발효숙성 온도가 pH에 큰 영향을 미치는 것으로 판단되었다.

총산 함량은 김치 발효시에 생성된 유기산과 관련하므로 김치의 맛에 크게 영향을 미치는 것으로서 가장 맛이 좋은 총산 함량의 범위는 민과 권(7)은 0.6~0.8%, 이와 전(10)은 0.7~0.8%라고 보고하였다.

본 실험에서 총산 함량의 변화는 초기 총산 함량이 0.24%였던 것이 약간 감소하거나 그 수준을 유지하다가 갑자기 2~4배로 증가하는 기간이 나타났다. 그 기간을 살펴보면 처리구 A, B, C, D와 E에서 발효 11, 8, 3, 5일과 3일이었다. 가장 맛이 좋은 총산 함량의 범위와 비교해 보면 처리구 B는 11일에 C와 D는 각각 5일에 총산 함량이 0.6%정도를 나타내었고, 처리구 A는 맛의 관능검사 결과 최고치를 보인 23일에 총산 함량 0.75%를 보였다. 이것으로 볼 때 각 발효숙성 온도에 따라 맛있는 시기와 총산 함량이 다소 차이가 있음을 알 수 있었다.

또한 처리구 A, B와 C는 발효 60일까지 0.80~0.88% 수준의 총산 함량을 유지하였는데 맛의 관능검사 결과에서도 3점 이상으로 맛이 좋은 상태를 지속하여 적숙 상태를 계속 유지하였다. 이는 초기 발효숙성 온도와 시간은 약간 차이가 있지만 그후에 모두 발효숙성 온도가 4°C로 낮기 때문에 낮은 발효숙성 온도에서 발효가 서

서히 진행되어 오랜 기간 총산 함량이 유지된 것으로 생각되었다. 그러나, 처리구 D는 총산 함량이 점차로 증가하여 발효 45일에 1.09%, 처리구 E는 발효 16일에 2.48%를 나타내어 발효숙성 온도가 높은 처리구에서 맛이 나쁜(맛의 관능검사 점수: 2점 이하) 과숙상태를 보였다. 그러므로, 처리구 A, B와 C를 보면 적정 pH 및 총산 함량에 도달하는 기간은 실온에서 숙성 시간이 긴 것일수록 빨라졌으나, 세가지 처리구 모두 발효 57일까지 먹기에 적당한 수준의 pH와 총산 함량을 유지하였다. 관능검사 결과와 같이 생각할 때 관능검사 점수는 실온에서 숙성 시간이 긴 C > B > A의 순으로 높게 나와 맛생성이 많이 된 것으로 생각되었다. 따라서 깍두기의 맛성분을 최대로 생성하여 그 맛을 장기간 유지하는 측면에서 볼 때 전체 처리구 중에서 처리구 C가 가장 좋다고 판단되었다.

### 비타민 C

발효숙성 온도를 달리한 깍두기의 비타민 C 함량 변화는 Fig. 3과 같다.

초기에 비교적 높은 수치를 보인 후 시일이 지남에 따라 점차로 감소하는 경향을 나타내다가 총산 함량에 있어서 맛이 좋아지는 시기인 A, B, C, D와 E가 각각 발효 23, 11, 5, 5일과 3일에 모두 비타민 C가 증가하는

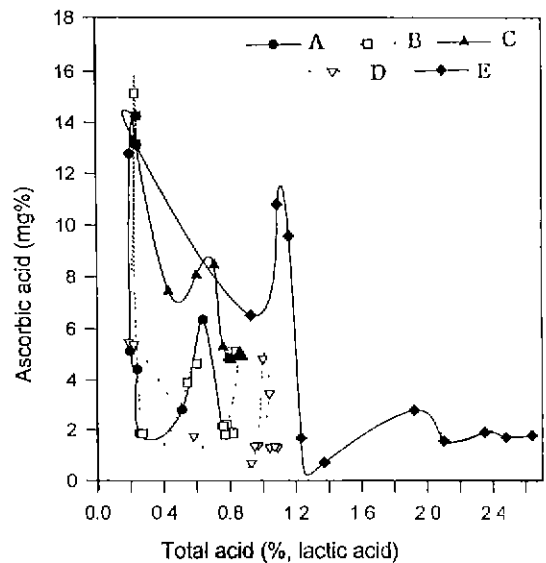


Fig. 3. Changes in vitamin C of *Kakdugi* during fermentation.

- A: Stored at 4°C after keeping at 20°C for 12hours  
 B: Stored at 4°C after keeping at 20°C for 24hours  
 C: Stored at 4°C after keeping at 20°C for 36hours  
 D: Stored at 10°C  
 E: Stored at 20°C

sigmoidal의 형태로 나타났다. 초기에 비타민 C가 감소하는 현상은 박 등(17)에 의하면 ascorbic acid oxidase (AAO)의 활성때문이라고 하였다.

또한 비타민 C 함량이 감소 후 갑자기 증가하는 시기에 관해서 보면, 처리구 A, B, C, D와 E에서 발효 16, 11~16, 5~8, 11일과 5일이다. 이것을 보면 전체 처리구에서 초기 발효속성 온도가 높고 실온에서 숙성 시간이 긴 것일수록 증가하는 시기가 빨라짐을 알 수 있다. 또한 그 시기의 pH와 총산 함량은, pH 4.42(0.64%), pH 4.26~4.42(0.60~0.84%), pH 4.10~4.28(0.60~0.71%), pH 3.81(1.00%)과 pH 3.78(1.09%)였다. 비타민 C의 합성에서 최적 pH는 4.0~4.5 부근으로서 이러한 현상은 김치 중의 galacturonic acid는 숙성과정에서 무나 배추에 함유된 glucose와 pectin에서 polygalacturonase에 의해 분해되는데, 이 galacturonic acid가 산성쪽에서 보다 쉽게 lactone으로 전환될 수 있고, 비타민 C는 알칼리에서 쉽게 파괴되나 산성(pH 4부근)에서는 안정하기 때문(18-20)이라는 이유로 설명할 수 있겠다. 따라서 처리구 A, B와 C에서 비타민 C 합성의 최적 pH는 4.10~4.42, 최적 총산 함량은 0.60~0.84%이었고, pH와 총산 함량의 결과와 같이 발효속성 온도에 따라 차이를 보여 높은 온도에서 발효속성이 이루어진 처리구 D와 E의 비타민 C 합성의 최적 pH는 3.78~3.81, 최적 총산 함량은 1.00~1.09%이었다. 또한 각 온도별로 갑자기 증가되기 전 모든 처리구의 비타민 C 최저량은 처리구 A, B, C, D와 E에서 각각 1.85mg%, 1.84mg%, 7.43mg%, 0.68mg%와 6.51mg%까지 감소하였고, 갑자기 증가된 후의 최고량은 처리구 A, B, C, D와 E에서 각각 6.34mg%, 4.61~5.14mg%, 8.06~8.45mg%, 4.84mg%와 10.80mg%까지 증가하였다. 그러므로 초기의 발효속성 온도가 높고 실온에서 숙성 시간이 길수록 비타민 C 감소량이 적으며, 증가된 후의 최고량이 많아 비타민 C의 보존성이 높다고 볼 수 있었다. 증가 전후의 증가폭은 처리구 C가 1mg%로 작게 나타났고, 처리구 C를 제외하고는 모든 처리구가 3~4mg%정도를 보였다. 따라서 생성량은 각 처리구에서 대부분 일정한 수준을 나타냄을 알 수 있었다. 또한 많은 양을 보유했던 처리구 C와 E에 있어서, 발효속성 후기에 처리구 C는 비타민 C를 많은 함량으로 유지하나 처리구 E는 크게 감소하였다 따라서 비타민 C를 유지하는 측면에서 볼 때 처리구 C가 가장 좋은 발효속성 조건으로 보여진다.

젖산균 측정

발효속성 온도를 달리한 각두기 발효속성 중의 젖산균수의 변화는 Fig. 4와 같다. 담금 직후 5.03(log cell nu-

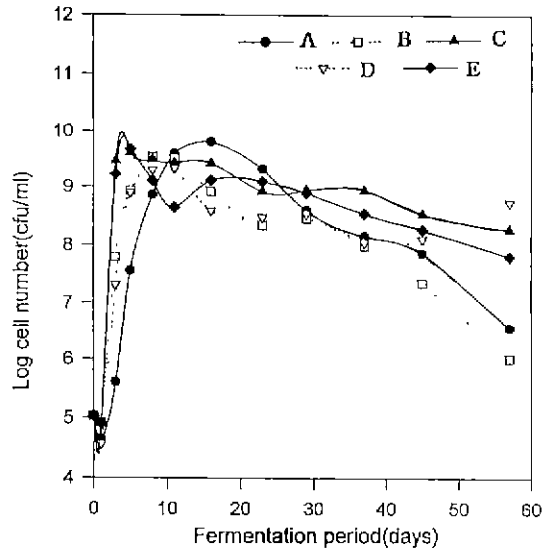


Fig. 4. Changes in lactic acid bacteria cell number of *Kakdugi* during fermentation.

- A: Stored at 4°C after keeping at 20°C for 12hours
- B: Stored at 4°C after keeping at 20°C for 24hours
- C: Stored at 4°C after keeping at 20°C for 36hours
- D: Stored at 10°C
- E: Stored at 20°C

mber of colony forming units/ml)이던 것이, 처리구 A, B, C, D와 E에서 9.32~9.81, 8.92~9.54, 9.42~9.61, 8.9~9.33, 9.11~9.68cfu/ml로 급격한 증가현상을 보였다. 또한 증가시기가 처리구 A, B, C, D와 E에서 발효 11~23, 5~16, 3~16, 5~11일과 3~8일로 이 기간에 관능 검사 결과에서 맛이 좋아지는 시기와 pH, 총산 함량과 총 비타민 C 결과에서 맛이 좋아지는 시기와도 일치하는 시기였다. 이 기간 중의 젖산균수가 최고치에 도달할 때의 pH는 급격한 감소가 일어났으며, 발효기간 중 pH 4.0~4.2에서 젖산균수의 급속한 증가를 보인다는 유 등(21)의 보고와 비슷한 경향을 나타내었다. 이렇게 증가된 젖산균수는 그 이후에 완만한 감소를 보이는데 처리구 A, B와 D는 발효 29일에 비슷한 젖산균수로 되어, 처리구 C와 E보다 낮은 수준을 나타내며 빠른 속도로 감소하였다. 따라서 초기 발효속성 온도가 높고 실온에서 숙성 시간이 긴 것일수록 젖산균수의 증가시기가 빨라짐을 알 수 있었고, 처리구 C와 E가 젖산균수의 완만한 감소를 보였다.

요 약

발효속성 온도가 각두기 발효속성에 미치는 영향을 알아보기 위한 연구로 20°C에서 12시간(A), 24시간(B), 36시간(C) 숙성시킨 후 4°C에서 발효시킨 것, 10°C(D)

에서 담금 즉시부터 계속 발효시킨 것, 실온(20°C, E)에서 담금 즉시부터 계속 발효숙성시킨 각각의 방법에 대하여 관능적 특성, pH, 총산 함량, 비타민 C 등의 이화학적 및 미생물학적 특성을 조사하였다. pH는 초기에 pH 5.8이었던 것이 처리구 A~E에서 pH 4.14~4.29로 감소하였다. 총산 함량은 초기 0.24%였던 것이 갑자기 2~4배로 증가하여 각 처리구에서 0.60~1.09%를 나타내었는데, 처리구 A, B와 C는 발효숙성 57일까지 0.80~0.88%(pH 4.1) 수준을 유지하였다. 비타민 C의 함량은 초기에 높은 함량을 보인 후 점차로 감소하다가 증가하는 뚜렷한 sigmoidal 곡선을 그렸으며, 초기 발효숙성 온도가 높고 실온에서 숙성 시간이 긴 처리구일수록, E> C> B> A> D의 순서로 서서히 감소하였고, 발효숙성 후기에는 처리구 E는 급격히 감소하였고, 처리구 C만이 높은 수준으로 발효숙성 57일까지 유지되었다. 젖산균은 가식기간에 급격히 증가한 후 서서히 감소하였다. 발효숙성 중 냄새, 맛, 전체적인 기호도의 최고 점수는 E> C> D> B> A의 순으로 높았다. 발효가 진행됨에 따라 D와 E는 빨리 감소하였고, A, B와 C는 약간 감소한채로 다소 높은 점수를 유지하였다. 이상의 결과로 발효숙성 57일까지 적당한 발효상태를 유지하였던 처리구 A, B와 C 중에서 맛이 좋은 시기에 처리구 C가 비타민 C 함량과 관능검사 각 항목의 점수도 높았다. 따라서 본 실험의 조건에서는 모든 처리구 중 깍두기의 맛성분이 최대로 생성 유지되었던 담금 즉시 20°C에서 36시간 숙성시킨 후 4°C에서 발효시키는 처리구 C가 가장 좋은 방법으로 나타났다.

## 문 헌

1. 농림수산 주요통계 : 농림수산부(1993)
2. 국민영양조사 보고서 : 보건사회부(1986)
3. 최신양 : 김치발효와 보존성. 한국식품과학회지, 21, 19 (1988)
4. 유태종, 정동효 : 김치의 공업적 생산을 위한 공업 표준

- 화에 관한 연구(제1보) 공업적 생산을 위한 조사. 한국식품과학회지, 6, 116(1974)
5. 이양희, 양익환 : 우리나라 김치의 포장과 저장 방법에 관한 연구. 한국농화학회지, 13, 207(1970)
6. 박삼수, 장명숙, 이규한 · 발효숙성온도를 달리한 깍김치의 저장 중 이화학적 특성 변화. 한국영양식품과학회지, 24, 752(1995)
7. 민태익, 권태완 : 김치발효에 미치는 온도 및 식염농도의 영향. 한국식품과학회지, 16, 443(1984)
8. 이철우, 고창영, 하덕모 · 김치발효 중의 젖산균의 경시적 변화 및 분리 젖산균의 동정. 한국산업미생물학회지, 20, 102(1992)
9. 최신양, 김영봉, 유진영, 이인선, 정진섭, 구영조 : 김치제조시 온도 및 염농도에 따른 효과. 한국식품과학회지, 22, 707(1990)
10. 이승교, 전승규 · 김치의 숙성에 미치는 온도의 영향. 한국영양식품과학회지, 11, 63(1982)
11. 이태령, 김집식, 정동효, 김효식 : 김치성분에 관한 연구(제2보). 과학회보, 5, 43(1960)
12. 송문섭, 이영조, 조신섭, 김병철 : SAS를 이용한 통계자료분석. 자유아카데미, 서울, p.61(1989)
13. A.O.A.C : *Official methods of analysis*. 16th ed., Association of official analytical chemists Inc., Virginia, p.37(1990)
14. 김순동, 윤수홍, 장명숙, 박남숙 · 깍두기의 숙성에 미치는 감압 및 polyethylene film 포장처리 효과. 한국영양식품과학회지, 15, 39(1986)
15. 한국식품개발연구원 : 김치 및 발효식품 가공기술교육(1992)
16. 서정숙 : 깍두기의 성분변화에 관한 연구. 성신여자대학교 대학원 가정학과석사논문(1976)
17. 박희옥, 김유경, 윤선 · 김치 숙성과정 중의 enzyme system에 관한 연구. 한국조리과학회지, 7, 1(1991)
18. 이태령, 이정원 : 김치 숙성 중의 미타민 C 함량의 소장 및 galacturonic acid의 첨가 효과. 한국농화학회지, 24, 139(1981)
19. 이정원 · 김치의 숙성 중 미타민 C 함성에 영향을 미치는 요인에 대한 연구. 서울대학교 대학원 식품영양학과 석·박사 논문초록(1974)
20. 우경자 : 김치의 숙성환경이 vitamin C의 생합성 및 파괴에 미치는 영향. 서울대학교 대학원 가정학과석사학위논문(1968)
21. Yoo, J. Y., Min, B. Y., Sah, K. B. and Hah, D. M. : Effect of spices on the growth of lactic acid bacteria. *Korean, J. Food Sci. Technol.*, 10, 123(1978)

(1997년 7월 12일 접수)