

## 토마토 김치의 제조 및 특성

김은정 · 한영숙  
성신여자대학교 식품영양학과

### Preparation of tomato Kimchi and its characteristics

Eun-Jung Kim, Young-Sook Hahn  
Department of Food & Nutrition, Sungshin Women's University

#### Abstract

Kimchi is well known for its taste and health function. However, recently Kimchi consumption has been falling because of its salty taste, spice flavor and pungency. This study was aimed to prepare a less salty and more mildly flavored Kimchi with the addition of tomato which contains a red color similar to that of the hot pepper used in traditional kimchi preparation has functionality. The pH, total acidity, color, texture, microbes, sugar, salt, Na and K content of the tomato kimchi were measured. The total amount of phenolic compounds of the tomato kimchi was five times higher than that of traditional kimchi without tomato. A sensory evaluation of the tomato kimchi demonstrated its higher acceptability in overall color, fresh flavor and hot taste but no difference in acidity compared to the traditional kimchi.

Key words : *Tomato kimchi, phenolic compounds, less salty, mild kimchi, sensory evaluation*

### 1. 서 론

김치는 독특한 향미를 가지고 있다. 자연계에 존재하는 유산균에 의해 채소가 발효되면서 새롭고 전형적인 향기 성분들이 생성되고, 각종 유기산, 알콜 류 그리고 아미노산이 대사되어 독특한 향과 맛을 낸다. 김치의 맛은 감칠맛, 매운맛, 신맛, 짠맛, 단맛, 짙은 맛 그리고 상쾌한 맛이 서로 조화를 이룬다. 또한 이들이 함께 어우러진 맛과 더불어 발효숙성 중 효소작용에 의해 조직이 부드러워져 아삭아삭 씹는 맛을 더해준다. 이와 같이 김치는 색깔, 향미, 조직감 삼 요소에 의해 독특한 관능적 특성을 지니게 된다.

김치의 맛 특징 중 하나는 매운맛으로 김치재료 중

매운 맛을 내는 고추는 배추 다음으로 많이 들어가고 김치의 맛이나 외관상 중요한 역할을 한다. 주재료인 배추나 무에도 매운 맛 성분이 들어 있을 뿐 아니라, 고추, 마늘, 파, 생강 등에도 매운맛 성분이 들어 있고 그 매운맛들이 조화를 이루어 김치 특유의 매운맛을 형성한다. 그러나 우리나라의 초등학생을 대상으로 김치의식에 관한 실태조사에서 김치를 싫어하는 이유로 김치의 매운맛이 60.4%로 가장 높았다는 조사결과가 보고되었다(Han 등 1997, Song 등 1995). 또한 미국인이 한국인에 비해 김치의 매운 맛과 신맛에 대해 더 민감하다는 보고(Yoon HN와 KW 1991)에 따라, 이 매운맛이 어린이나 외국인의 기호에 적합하지 않다고 보고되었다. 이처럼 우리나라도 식문화의 서구화로 인한 어린이들의 김치에 대한 기호도가 낮아지고 있으며 외국인들이나 어린이들이 선호하는 김치는 양념 맛과 김치 특유의 진한 냄새가 강하지 않으며, 매운맛이 강하지 않은 것이다.

토마토(*Lycopersicon esculentum* Mill.)는 여러 생리

Corresponding author: Young-Sook Hahn, Sungshin Women's University,  
249-1, Dongseon dong-3Ga, Sungbuk-Gu, Seoul 136-742, Korea  
Tel : 82-2-920-7210  
Fax : 82-2-921-3197  
E-mail : yshan@sungshin.ac.kr

활성 물질들을 함유하고 있으며 항산화력과 항암작용이 우수한 라이코펜(lycopene)의 주요 공급식품이다. 미국인들의 경우, 약 80%의 라이코펜을 토마토나 토마토 가공식품들로부터 공급받는다(Rock CL와 Flatt SW 1997). 카로티노이드(carotenoids)는 토마토에 존재하는 물질로 다량의 라이코펜 이외에도 카로티노이드 합성과정에서 라이코펜의 전구물질인 phytoene과 phytofluene이 함유되어 있다. 라이코펜은 베타카로틴( $\beta$ -carotene)에 비해 이중결합이 두 개 더 존재하므로 매우 쉽게 산화되고, *in vitro* 항산화력 실험에서 대부분의 carotenoid와 비타민 E에 비해 항산화력이 우수한 것으로 나타났다(Di Mascio P 등 1989).

또한 토마토의 과피에는 다량의 페놀물질들이 존재하며(Friedman M 2002), 이들 가운데 플라본(flavone)류에 속하는 quercetin은 남성호르몬이 안드로젠 수용체(androgen receptor)의 발현을 저지함으로써 전립선암의 예방에 효과가 있다고 알려져 있다(Culing 등 2002). 뿐만 아니라 토마토에만 유일하게 존재하는 물질로 토마틴(tomatine)과 디하이드로토마틴(dehydrotomatine)을 들 수 있는데, 토마틴은 녹색 토마토에 다량 존재하고, 토마토(plum tomato)에도 소량 들어있다. 그러나 이 물질은 콜레스테롤과 매우 강하게 결합하여 복합체를 이루고 있어 체내 흡수 정도가 매우 낮다. 토마틴은 Tomato의 잎과 성숙된 토마토 과실을 식물 박테리아와 곤충의 공격으로부터 보호하는 역할을 하며 인체 박테리아의 항생물질로도 작용한다. 또한 척추동물에서는 항염증 효과를 보이며 사이토카인(cytokines)을 유도하고, 인체 암세포에 대한 다 약제 내성(multidrug resistance)을 억제함으로써 항암 화학요법에도 효과가 있는 것으로 보고되고 있다(Hwang ES와 Phyllis E 2004).

토마토는 세계적으로 다량 생산되고 있으며 비타민과 무기질의 함량이 높고 당, 유기산 및 독특한 풍미와 색소를 함유하고 있어 생식용 뿐 아니라 juice, puree, paste 등 가공용으로도 널리 이용되고 있다(Kattan AA 1957).

따라서 본 연구에서는 매운맛이 적으나 김치 고유의 붉은색을 유지할 뿐 아니라 더욱 풍부한 맛과 영양 및 기능성을 증진시키고자 김치에 토마토를 사용하여 영양과 기능성이 증진된 김치를 개발하고자 하였다.

## II. 재료 및 방법

### 1. 실험 재료

#### 1) 김치 시료의 재료

김치 재료 중 배추, 파, 마늘, 생강 및 고춧가루((주)두산 증가집)를 실험 당일 신선한 것을 구입하여 사용하였고, 토마토는 정선 농협에서 직거래, 완숙 제품(품종: 슈퍼도테랑, 9월 초에 수확한 것으로 4일 후) 구입하여 사용하였다.

#### 2) 시약

실험에서 사용된 시약은 Sigma제품으로 특급품을 사용하였다.

### 2. 실험방법

#### 1) 김치의 제조

토마토는 blender(HANIL-HMF-370)로 한꺼번에 갈아 -20℃에서 냉동하면서 필요시 꺼내 실온에서 해동시켜 사용하였고, 배추는 길이 2~3 cm로 일정하게 썰어 깨끗이 씻어 30분간 물기를 제거한 후 NaCl 2% 농도로 1시간 실온에서 절였다. 부재료로 마늘 및 생강, 파를 각각 2 g씩 넣고, 동일한 적색도를 유지시키기 위해 고춧가루 1 g 넣은 토마토 김치(Tomato Kimchi; TK)와 대조군으로 토마토를 빼고 고춧가루를 2.5 g 첨가하여 만든 배추김치(Chinese Cabbage Kimchi; CK)를 제조하여 100 g씩 polyethylene bag에 공기를 빼고 20℃ Incubator(HAN YOUNG DX9)에 저장하면서 0, 4, 8, 12, 18, 24, 48, 72, 96, 120시간에 100 g씩 꺼내 실험하였다(Table 1).

#### 2) pH 및 산도 측정

pH는 시료를 blender(HANIL-HMF-370)로 갈아 2겹의 멸균 거즈로 걸러낸 Kimchi 여액을 pH meter(Mettler, Toledo 345)로 실온에서 측정하였으며, 산도의 측정은 시료액 10 ml를 취하여 0.1 N-NaOH 용액으로 pH 8.3이 될 때까지 적정하여 이때 소비된 NaOH 용액의 양을 다음 식에 의하여 lactic acid(%)양으로 환산하였다.

$$\text{Lactic acid(\%)} = \frac{0.009 \times \text{ml of } 0.1\text{N-NaOH} \times F}{\text{sample (g)}} \times 100$$

F : factor of 0.1 N-NaOH

3) 색도 측정

시료를 blender(HANIL-HMF-370)로 간 후 Tri-stimulus colormeter(SOD 601, Color Techno System Co. ToKoy, Japan) 에 의해 L(Lightness), a(Redness), b(Yellowness) 값을 측정하여 3회 측정치의 평균값으로 나타내었다.

4) Texture 측정

시료의 Texture는 Texture analyzer(TA-X2, Stable Micro System, England)를 사용하였고, 배추 중간부위의 중심부를(2×2 cm, 두께 3 mm) 지름 2 mm인 stainless probe로 시료 두께의 65%까지 관통하면서 받는 최대 힘으로 나타냈다.

측정조건은 Table 2와 같고, 각 실험군당 5개의 시료를 측정하여 측정값이 가장 높거나 가장 낮은 것을 제외한 3개의 시료를 평균 내어 경도(hardness)로 나타내었다.

5) 미생물수의 측정

시료 1 ml을 0.85% 멸균 식염수로 10배 단계 희석하여 spreading culture method로 접종하였다. 총 균수는 PCA(Plate count Agar) medium을 사용하였다. 젖산균수는 MRS medium을 사용하여 접종한 후, 30℃에서 48시간 배양 후 colony를 계수하였다.

6) 염도 및 당도 측정

염도 및 당도 측정은 시료여액을 취해 염분 농도계(PAL-03S, ATAGO, Japan)와 굴절당도계(N-1a, ATAGO, Japan)로 측정하였다. 이때, TK와 CK는 20℃ Incubator에서 120시간까지 저장하면서 염도변화를 측정하였다.

7) Na와 K 함량 측정

TK(Tomato Kimchi)와 CK(Cabbage Kimchi)의 20℃ 숙성 중 시간별 Na와 K의 함량 변화의 측정은 건식분

해법에 따라 얻어진 시험용액을 Na, K농도를 1~10 µg/ml 되게 조정하여 유도결합 플라즈마 분광기 I.C.P (inductively coupled plasma spectrophotometer(Spectro ciros<sup>cc</sup>))를 이용하여 측정하였다. 분석조건은 plasma power 1,400, coolant flow 12.0 ml/min, Aebulizn flow 0.75 ml/min, K는 766.490 nm, Na는 589.592 nm로 하였다.

8) DPPH free radical 소거활성의 측정

시료는 Total polyphenolic compound 함량 분석에 사용한 methanol 추출액을 1 ml에 0.1 mM DPPH(α,α-diphenyl-β-picryl hydrazyl) 용액 2 ml을 넣고 10초간 진탕 후 30분 동안 방치한 다음 Spectrophotometer (Ultraspec 2000, Pharmacia, England)를 이용하여 525 nm에서 흡광도를 측정하였다.

$$EDA(\%) = (1-A/B) \times 100$$

A : 시료 첨가군의 흡광도

B : 시료 무첨가군의 흡광도

9) Total polyphenolic compound 함량분석

시료를 blender(HANIL-HMF-370)로 간 후에 5배의 methanol을 가하여 sonicator(Bransonic 5510R-DTH, U.S.A)를 사용하여 93,000 rpm/min으로 15분씩 2번, 150,000 rpm/min으로 15분씩 1번 추출 여과하여 사용하였다. 총 폴리페놀 함량의 분석은 시료의 메탄올 추출액 5 ml에 Folin 시약 5 ml를 가하고 3분후 10% sodium carbonate 5 ml를 넣어 30℃에서 1시간 발색시킨 다음 Spectrophotometer(Ultraspec 2000, Pharmacia, England)를 이용하여 700 nm에서의 흡광도를 측정하였다. 대조구로서는 검액 대신 물을 사용하였고, 미리 tannic acid을 사용한 검량곡선으로부터 시료 중의 폴리페놀 함량을 측정하였다.

Table 1. Ingredients ratio of Tomato Kimchi and Chinese Cabbage Kimchi

TK	CK
blended tomato 50 g	Chinese Cabbage 100 g
+ Chinese cabbage 50 g	
Red pepper powder 1 g	Red pepper powder 2.5 g
Green onion 2 g	Green onion 2 g
Galic 2 g	Garlic 2 g
Ginger 2 g	Ginger 2 g
NaCl 2 g	NaCl 2 g

Table 2. Operation condition of Texture Analyzer

Instrument	Texture Analyzer(Model TA.XT2i)
Method	Force Compression
Probe	P2 2 mm cylinder probe
Travel distance	65%
Pretest speed	5.0 mm/sec
Test speed	1.0 mm/sec
Post test speed	5.0 mm/sec
Sample size	2.0×2.0 cm

### 10) 관능검사 및 통계처리

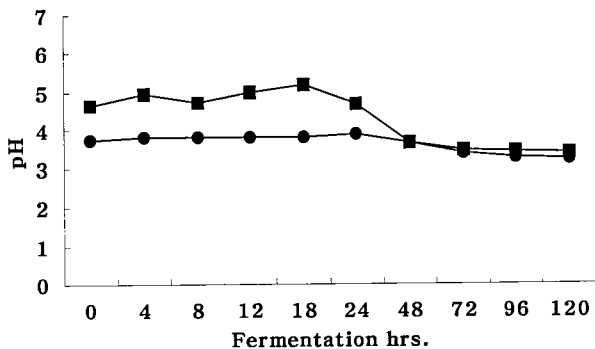
김치는 20℃에서 저장하면서 숙성 2일째 즉, pH 3.8~4.2 정도에서 건더기와 국물이 동량(w/w)이 되도록 총 100 g을 채취하여 동일한 용기에 제시하였다. 관능검사원은 성신여자대학교 식품영양학과 대학원생 10명에 의하여 수행되었다. 관능검사는 외관, 신맛 짠맛, 신선한 맛, 신내, 붉은색, 아작아작함, 전반적인 기호도의 8개 항목으로 세분하고, 9점 평점법으로 평가하였다. 관능검사 결과는 SAS program을 사용해 ANOVA (Analysis of variance)에 의해 유의성을 검정하였고 Duncan's multiple range test를 통하여 95% 유의수준으로 유의적인 차이를 검증하였다.

## III. 결과 및 고찰

제조 직후 20℃에서 발효, 숙성 중 토마토김치 (Tomato Kimchi, TK)와 배추김치 (Chinese Cabbage Kimchi, CK)의 발효특성을 살펴보았다. 발효 정도의 지표로 pH와 산도, 당과 염분의 함량 변화 및 색도, 경도(hardness)를 측정하였고 이에 영향을 준다고 생각되는 미생물 균총의 변화를 살펴보았다. 또한 토마토를 첨가한 김치와 첨가하지 않은 김치의 DPPH free radical 소거 활성 및 총 폴리페놀 함량을 살펴보고 관능평가를 실시한 결과는 다음과 같다.

### 1. pH 및 산도의 변화

토마토를 첨가한 TK와 첨가하지 않은 CK를 20℃에



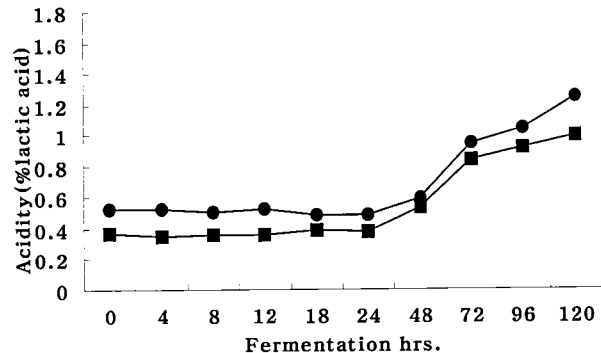
● : Tomato Kimchi    ■ : Chinese Cabbage Kimchi

Fig. 1. pH of Tomato Kimchi and Chinese Cabbage Kimchi during fermentation at 20℃

서 120시간까지 발효, 숙성시키면서 관찰한 pH 및 산도의 변화를 Fig. 1, 2에 나타내었다. 숙성이 진행됨에 따라 pH는 낮아지고 산도는 증가하는 기존에 보고된 김치의 발효 양상과 일치하였다. 김치의 신선한 맛은 발효과정 중에 발생 증식하는 미생물의 작용으로 인한 생화학적 변화에 의하여 배추 등 재료에 함유된 탄수화물 등이 분해되면서 생성되는 유기산에 기인한 것으로 유기산이 증가함에 따라 pH가 감소하며 총산도도 증가하게 되는데 이러한 변화가 김치 품질에 중요한 영향을 가져온다. 김치들의 pH는 제조 직후, TK가 3.71, CK는 4.65였다. 숙성이 진행되면서 숙성 24시간에는 TK는 3.8, CK는 5.19까지 높아졌다. 숙성 48시간에는 TK의 pH는 완만히 낮아져 발효 최종에는 3.22값을 보였다. 그러나 CK는 4.69로 급격히 낮아져 이후 TK와 거의 비슷한 값을 보였다. 숙성 적기를 산도가 0.5%에 도달하는 기간으로 보았을 때[43] 숙성 48시간에 TK가 0.594%, CK가 0.532%로 두 군 모두 숙성 적기로는 48시간으로 동일함을 나타냈다. 산도는 TK가 숙성 48시간에 0.594%에서 발효 최종 120시간에 1.3%로 48시간 이후 급격히 증가해 전반적으로 CK보다 다소 높은 값을 나타냈으며 유사한 경향으로 증가되었다. 이는 토마토가 citric, malic 등 유기산을 함유하고 있기 때문이라 사료된다.

### 2. 색도의 변화

TK와 CK의 색상을 색차계로 측정한 결과는 Fig. 3과 같다. TK의 L값은 제조 직후, 37.98에서 CK는 39.12였다. 발효가 진행됨에 따라 Tk의 L값이 감소하



● : Tomato Kimchi    ■ : Chinese Cabbage Kimchi

Fig. 2. Acidity of Tomato Kimchi and Chinese Cabbage Kimchi during fermentation at 20℃

여 발효 120시간에는 35.87로 낮아지는 경향을 보였고, CK의 L값은 40.57로 다소 증가하는 경향을 보였다. 이 결과는 고춧가루는 미숙시는 붉은색, 적숙시는 밝은 붉은 색, 과숙시에는 황색빛을 품은 연한 붉은 색이 된다는 보고(Kim MK 등 1994)에 의하면, TK의 L값이 CK보다 적은 것은 고춧가루 양이 CK의 40% 밖에 첨가되지 않았기 때문이라 사료된다. 붉은 색을 나타내는 a값은 TK와 CK가 제조 직후 약 22에서 발효 4시간까지 약 25로 급격히 높아져 발효 120 시간까지 비슷한 값을 보였다. 이 결과는 CK에 첨가한 고춧가루 양의 40%로도 붉은 색을 그대로 유지함을 나타내는 것으로 CK에 첨가된 고춧가루 60%에 해당하는 붉은 값을 내는 것은 토마토 자체의 붉은 색의 영향으로 사료된다. b값은 TK가 제조 초기 27.3, CK는 약 37.3였다. 발효 8시간까지 TK와 CK가 급격히 증가하여 72시간까지 거의 비슷한 값을 보이다가 점점 낮아져 발효 120시간에 TK는 약 26, CK는 약 39로 전반적으로 TK가 낮은 값을 보였다. 이 결과는 TK의 b값이 CK보다 적은 것은 숙성되면서 점차 황색을 띠는 고춧가루 양이 CK의 40% 밖에 첨가되지 않았기 때문이라 사료된다.

### 3. Texture의 변화

TK와 CK을 20°C에서 발효 중에 경도(hardness)를 측정

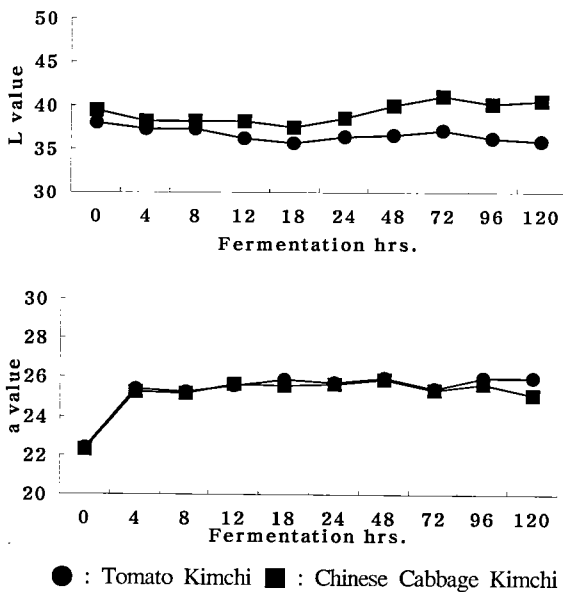


Fig. 3. Color (L, a, b) of Tomato Kimchi and Chinese Cabbage Kimchi during fermentation at 20°C

한 결과는 Fig. 4와 같다. 제조 직후에는 TK의 경도는 778.65, CK의 경도는 775.65로 유사하였으나 발효가 진행되면서 24시간에 TK는 709.63, CK는 694.36으로 낮아졌다. 그 이후에는 TK와 CK 모두 완만한 감소를 보였다. 발효 전반적으로 TK의 경도가 CK보다 높은 값을 나타냈다. 이는 CK에 첨가된 고춧가루의 40%가 첨가된 TK에서, 고추의 PG가 pH 6.0에서 최대 활성을 보인다(Park HO 1996)는 보고에 의해 이 pH를 벗어난 범위의 TK, CK 김치는 PG의 영향을 적게 받은 것으로 사료된다.

### 4. 미생물 수의 변화

TK와 CK을 20°C에서 발효시키는 중에 총 균수의 변화를 Fig. 5에 나타내었다. 초기의 총 균수는 토마토 김치에서  $2.7 \times 10^4$  cfu/ml였고, 배추김치에서  $6.1 \times 10^4$  cfu/ml로 배추김치에서 많은 수를 나타내었다. 그러나

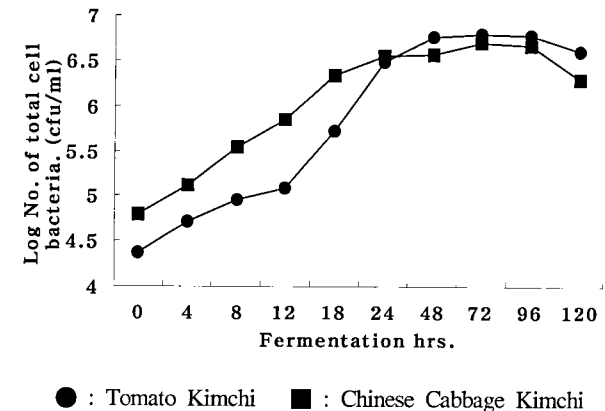
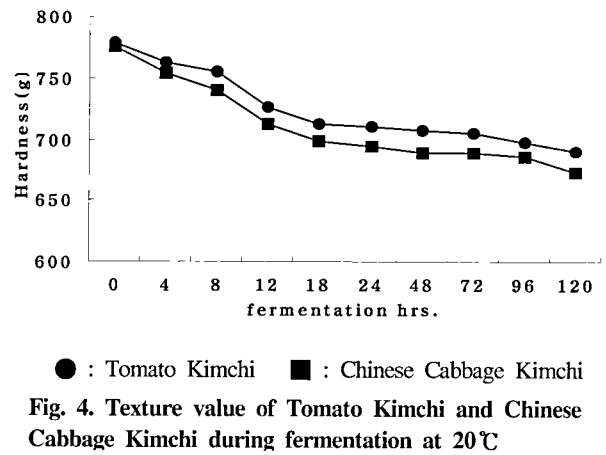
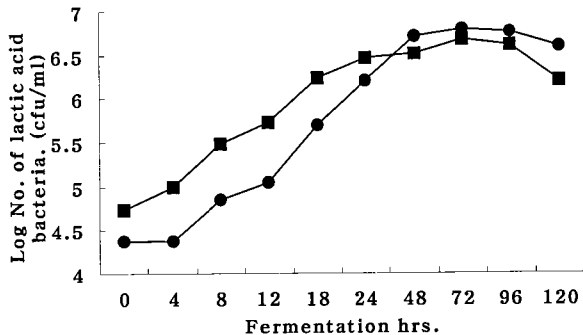


Fig. 5. Changes of total cell number on Tomato Kimchi and Chinese Cabbage Kimchi during fermentation at 20°C

발효의 경과와 더불어 두 김치 모두에서 총 균수가 증가되었으며 특히, 토마토김치에서 급격히 증가되어 발효 48시간 후에는 토마토 김치에서  $5.7 \times 10^6$  cfu/ml, 배추김치에서는  $3.7 \times 10^6$  cfu/ml로 토마토김치가 높은 값을 보였으며 이는 발효 120시간까지 같은 양상을 보였다. 젖산균수의 변화는 Fig. 6에서와 같이 총 균수와 비슷한 양상을 나타내었다. 담근 직후 TK와 CK가 각각  $6.1 \times 10^4$ ,  $6.0 \times 10^4$  cfu/ml으로 비슷한 수를 보였다. 그러나 숙성과 더불어 점차 증가하여 48시간 이후에는 TK의 젖산균 수가  $5.1 \times 10^6$  cfu/ml로 CK의 젖산균 수  $3.3 \times 10^6$  cfu/ml보다 높은 수를 보였으며 이후 120시간 까지도 높은 값을 나타내는 경향을 보였다. 총 균수와 젖산균 수가 같은 양상으로 증가하는 것은 두 김치 군에서 총 균수의 증가는 젖산균 수의 증가에 기인한 것으로 사료되며 발효 말기에는 TK의 젖산균 수가  $3.9 \times 10^6$  cfu/ml로 CK의 젖산균 수  $1.6 \times 10^6$  cfu/ml보다 높은 수를 나타냈다. 이는 토마토에 젖산균의 생육을 촉진시키는 인자가 있는 것으로 사료된다.

5. 당 농도의 변화

TK와 CK의 20℃에서 발효 중에 당도계(N-1a, ATAGO, Japan)로 측정된 농도(°Brix)의 변화는 Fig. 7에 나타내었다. 발효 초기의 TK의 당 농도(°Brix)는 7.4, CK는 7.3이었다. TK와 CK는 발효가 진행됨에 따라 당 농도가 감소했다. 발효 48시간에 TK는 6.4, CK는 6.6°Brix로 발효 120까지 TK의 당 농도가 CK보다 낮은 값을 보였다. 이 감소는 젖산균을 비롯한 균이



● : Tomato Kimchi ■ : Chinese Cabbage Kimchi

Fig. 6. Changes of Lactic acid bacteria cell number on Tomato Kimchi and Chinese Cabbage Kimchi during fermentation at 20℃

많이 증식한 결과 Fig. 7에 따라 이 균들이 당을 많이 소비했기 때문으로 생각된다.

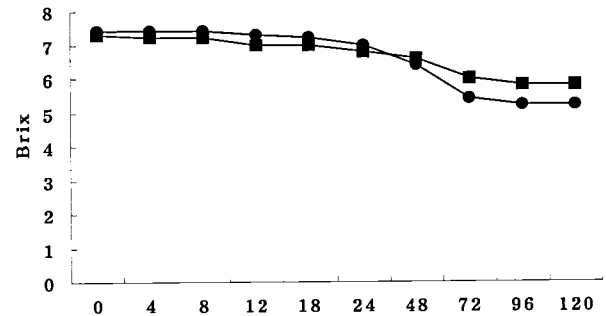
6. 염도계에 의한 염도의 변화

TK와 CK의 발효 120시간까지의 염도변화를 Fig. 8에 나타냈다.

TK와 CK의 발효 초기의 염도는 TK가 6.7, CK가 6.5%였다. 발효 48시간에 TK 5.1, CK 5.2%로 발효 120시간까지 TK가 CK보다 다소 낮은 값을 보였다. 발효가 진행됨에 따라 TK와 CK 두 군 모두 감소하는 경향을 보였다. 이것은 배추절임 시 삼투압의 차이에 의해서 숙성 과정 중 김치 조직 중의 세포액이 유출되어 김치 자체의 염도를 낮춘 것으로 보여 진다.

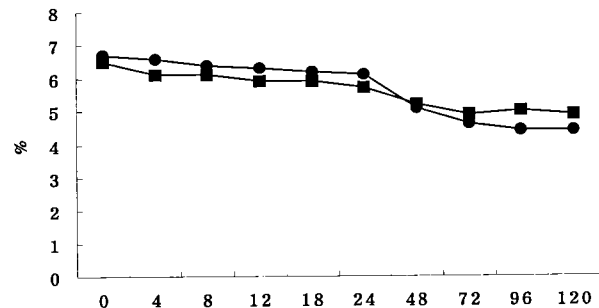
7. Na, K 함량의 변화

TK와 CK의 Na, K 함량을 초기와 숙성 적기인 48시



● : Tomato Kimchi ■ : Chinese Cabbage Kimchi

Fig. 7. Sugar Contents of Tomato Kimchi and Chinese Cabbage Kimchi during fermentation at 20℃



● : Tomato Kimchi ■ : Chinese Cabbage Kimchi

Fig. 8. Salts Contents of Tomato Kimchi and Chinese Cabbage Kimchi during fermentation at 20℃

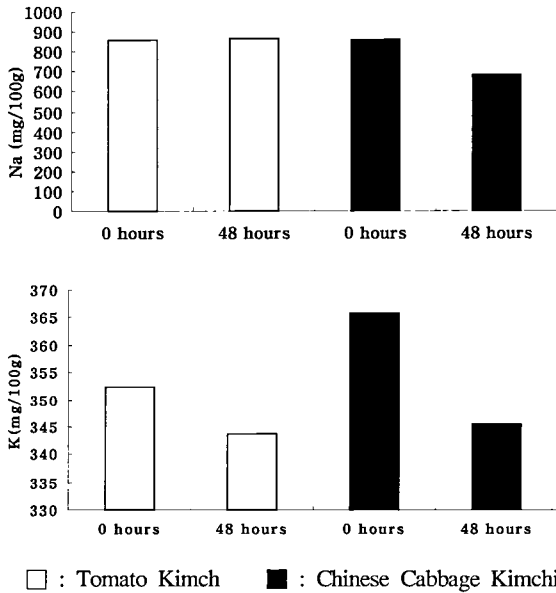


Fig. 9. Na and K Contents of Tomato Kimchi and Chinese Cabbage Kimchi during fermentation at 20°C

간에 분석한 결과는 Fig. 9에 나타났다. TK와 CK의 Na 함량은 초기에 860.09, 895.26 mg/100g이었고, 48시간에는 각각 867.57, 683.98 mg/100g이었다. K 함량은 초기에 각각 352.26, 365.77 mg/100g이었고, 48시간에는 343.73, 345.51 mg/100g이었다.

### 8. DPPH free radical 소거활성의 변화

TK와 CK의 DPPH(1,1-diphenyl-2-picrylhydrazil) free radical의 소거활성을 1% BHT의 활성과 비교 측정하여 Fig. 10에 나타내었다. TK methanol 추출물의 DPPH 활성은 1% BHT의 활성을 92%로 하였을 때, 발효가 진행됨에 따라 다소 증가하여 발효 120시간에는 79.5%로 나타났다. CK는 전반적으로 비슷한 값을 보이다가 발효 120시간에는 DPPH Free radical 소거활성이 71.6%로 초기보다 다소 높은 값을 나타냈다. 즉, CK는 DPPH Free radical 소거활성은 발효 중 거의 변화가 없는 반면, TK는 완만히 증가해 최종 발효 120시간에는 초기 값보다 10% 증가한 값을 보였으며 이 값은 1% BHT의 DPPH Free radical 소거활성의 90% 값이었다. 이처럼 TK가 CK에 비해 항산화 활성이 높은 것은 토마토 과피의 라이코펜과 같은 카로티노이드 색소가 함유되어 있는 것(Edward G Tomatoes 1999)과

토마토에 함유되어 있는 여러 생리활성 물질의 영향(Rock CL 등 1997)이라고 사료된다. 또한 TK의 활성이 증가하는 것은 TK 발효 중 유산균의 대사산물 등의 증가, Vit-C 등의 생리활성 물질의 변화와 관련이 있을 것으로 추정되었다.

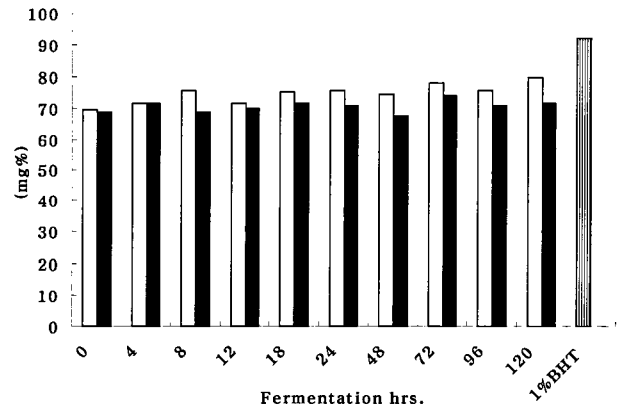


Fig. 10. DPPH free radical activities of Tomato Kimchi and Chinese Cabbage Kimchi during fermentation at 20°C

### 9. 토마토와 배추의 총 폴리페놀 함량 측정

TK와 CK의 폴리페놀 함량 측정의 결과는 Table 3와 같다. 페놀성 화합물은 식물계에 널리 분포되어 있는 2차 대사산물의 하나로 생체 내에서 항산화 항암 등의 다양한 생리활성을 나타내는 것으로 알려지면서 천연 물로부터 항산화 물질인 phenol을 추출하려는 연구가 다양한 각도에서 이루어지고 있다. 항산화 효과적인 측면에서 볼 때 총 페놀성 화합물의 함량과 항산화 효과와는 밀접한 관계가 있기 때문에 Table 3과 같이 배추보다 총 페놀성 화합물의 함량이 거의 5배 높은 토마토는 TK가 CK보다 높은 항산화 활성을 나타내는데 영향을 주었을 것이라고 사료된다.

### 10. 관능적 특성

TK와 CK의 관능검사는 20°C 발효·숙성 중 관능적 특성 결과를 성신여자대학교 식품영양학과 대학원생

Table 3. Total polyphenolic compound Contents of Tomato and Chinese Cabbage

Tomato (mg/100g)	Chinese Cabbage (mg/100g)
280	60

10명을 대상으로 평가하여 그 결과를 Fig. 11에 나타내었다. 관능검사는 숙성 2일째 주요 관능적 품질인 외관, 향, 맛, 경도 및 전반적인 기호도에 대하여 유의 수준  $p < 0.05$ 에서 관능적 특성을 평가하였다. 신맛, 매운맛, 짠맛은 유의적인 차이를 보이지 않았다. TK의 외관은 약 7.9점으로 CK의 외관 약 5.5점보다 높은 점수를 나타냈다. 색상에서는 유의적인 차( $p < 0.01$ )를 보여 TK의 색상이 CK의 색상보다 기호도가 높음을 확인하였다. 향에서의 테스트 항목은 김치의 신선로 관능적 특성을 평가한 결과 TK가 약 6.8점으로 CK의 6.1점보다 약간 높은 점수를 나타냈다. 맛은 평가 항목으로는 신맛, 매운맛, 신선한 맛, 짠맛으로 평가하였다. 신선는 TK가 CK보다 약간 높았고 신맛은 유의적인 차이가 없었다. 신맛 및 종합적인 기호도와와의 상관관계에 관한 보고(Pack SH 2005)에 의하면, 김치의 환원당은 미생물의 탄소원으로 사용되며 그 결과 유기산이 생성되므로 환원당 함량과 미생물 균수 및 pH와 산도는 매우 밀접한 관계를 가지며 신맛 생성에 매우 큰 영향을 미친다. 따라서 TK의 젖산균 수가 CK보다 많아 유기산 생성도 많았기 때문이라 사료된다. 매운맛에 있어서는 유의적인 차( $p < 0.01$ )를 보여 TK가 CK보다 매운맛이 적음을 확인하였다. 신선한 맛은 유의적인 차( $p < 0.01$ )를 나타내어 TK가 CK보다 상대적으로 신선한 맛이 높음을 확인하였다. 이는 토마토과실의 향기물질인 alcohol류, aldehyde류, ester류 및 ketone류가 대부분을 차지하고 있는데, methyl formate, methyl

acetate 등의 성숙 토마토의 향기성분인 ester성분 및 신선한 토마토 향기물질인 dimethyl disulfide, 2-methyl-2-heptene-6-ane 등의 향기물질의 영향이라 생각된다. 짠맛은 TK가 유의적인 차( $p < 0.01$ )를 나타내어 CK보다 짠맛이 적었다. 아삭아삭한 맛은 TK가 약 7.6점, CK가 약 5점으로 TK의 경도가 유의적으로 높았다. 이는 Texture analyzer로 측정된 값의 차보다 높은 차를 보였는데 이것은 TK의 신선한 맛이 사각사각한 맛의 상승효과에 영향을 미쳤으리라 생각된다. 전반적인 기호도에 있어서는 TK가 약 8점, CK가 약 5점으로 유의적인 차( $p < 0.01$ )를 나타내어 관능적인 특성에 있어서 TK가 CK에 비해 기호도가 높음을 확인하여 토마토 김치의 개발 가치가 있을 것으로 사료되었다.

### V. 요약

토마토 김치의 발효특성을 살펴보기 위하여 pH, 산도, 색도, Texture, 미생물수, 당도 및 염도 측정, Na와 K 함량을 측정하였고 DPPH free radical 소거 활성과 풍 폴리페놀 함량을 조사하였으며 최종적으로 관능적 평가를 한 결과는 다음과 같았다.

1. 토마토김치(Tomato Kimchi, TK)의 pH는 제조 직후, 배추김치(Chinese Cabbage Kimchi, CK)보다 낮은 값을 보였으나 발효 48시간 후 CK의 pH가 급격히 낮아져 이후 거의 비슷한 값을 보였다.
2. TK의 산도는 초기값은 CK보다 높았으나 2일후에는 CK와 동일한 산도를 나타냈다.
3. TK의 명도(L값)는 발효 전 기간에 걸쳐 CK에 비해 낮았다. 적색도(a값)는 TK, CK모두 발효 4시간에 급격히 증가했으며 이후 거의 비슷한 값을 보였다. 황색도(b값)는 발효전반에 걸쳐 TK의 값이 CK보다 다소 낮게 나타났다.
4. TK의 경도(hardness)는 발효와 더불어 낮아졌으나 발효 전반에 걸쳐 CK보다 다소 높은 값을 보였다.
5. TK의 초기 총 균수는  $2.7 \times 10^4$  cfu/ml으로 CK의  $6.1 \times 10^4$  cfu/ml보다 적었다. 그러나 24시간에 각각  $3.1 \times 10^6$  cfu/ml,  $3.5 \times 10^6$  cfu/ml로 거의 비슷해졌다가 발효 120시간까지 약간 높은 값을 보였다. TK의 젖산균수도 초기에는 CK보다 낮았으나 급격히 증가하여 발효 48시간 이후 CK의  $3.3 \times 10^6$  cfu/ml보다 높은

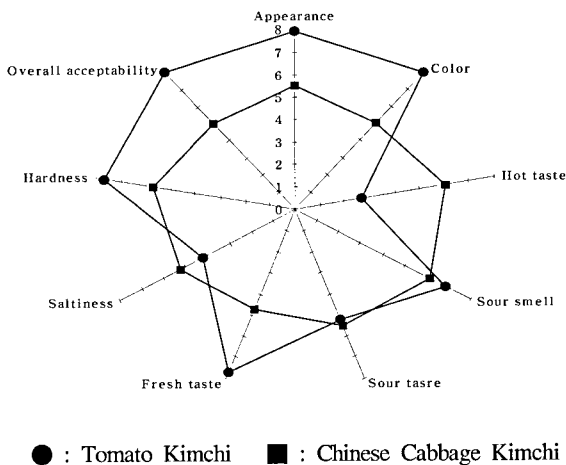


Fig. 11. Scores of Sensory Evaluation of Tomato Kimchi and Chinese Cabbage kimchi during fermentation at 20°C



- 값  $5.1 \times 10^6$  cfu/ml를 나타내 총 균수의 증가는 젖산균 수의 영향을 받는 것으로 나타났다.
6. 발효 초기의 TK의 당 농도(°Brix)는 7.4, CK는 7.3이었다. TK와 CK는 발효가 진행됨에 따라 당 농도가 감소했다. 발효 48시간에 TK는 6.4, CK는 6.6°Brix로 발효 120까지 TK의 당 농도가 CK보다 낮은 값을 보였다.
  7. TK와 CK의 발효 초기의 염도는 TK가 6.7, CK가 6.5% 였다. TK와 CK는 발효가 진행됨에 따라 염 농도가 감소했다. 발효 48시간에 TK 5.1, CK 5.2%로 발효 120시간까지 TK가 CK보다 다소 낮은 값을 보였다.
  8. TK와 CK의 Na와 K의 함량을 초기와 숙성 적기인 48시간에 분석한 결과, TK와 CK의 Na 함량은 초기에 860.09 895.26 mg/100g이었고, 48시간에는 각각 867.57, 683.98 mg/100g이었다. K 함량은 초기에 각각 352.26, 365.77 mg/100g이었고, 48시간에는 343.73, 345.51 mg/100g이었다.
  9. TK와 CK의 Methanol 추출액을 대조군 1% BHT에 대해 DPPH free radical 소거 활성을 비교한 결과, TK와 CK의 초기 값은 큰 차이가 없었으나 발효가 진행됨에 따라 TK의 DPPH 활성이 약간 증가되며, 발효 120시간 후에는 초기 값보다 10% 증가한 값을 보였다.
  10. 토마토의 총 페놀함량은 280 mg/100g으로 배추 60 mg/100g보다 거의 5배 높았다.
  11. TK와 CK의 20°C 에서 발효 2일후의 관능적 특성은 신맛은 유의적인 차이를 보이지 않았다. 외관, 색상, 향, 상큼한 맛, 견고성, 매운맛, 짠맛, 전반적인 기호도 면에서도 유의적인 차이를 보였으며 특히, 색상과 상큼한 맛, 매운 맛은 유의적인 차( $p < 0.01$ )를 보였으며 관능적 품질이 우수한 것으로 나타났다.

### 감사의 글

이 논문은 2004년도 이세웅 박사 학술 진흥 연구비 지원으로 이루어진 내용으로 이에 감사드립니다.

### 참고문헌

- Culing Z, Klocker H, Bartsch G, Hobisch A. 2002. Androgen receptors in prostate cancer. *Endocr Relat Cancer* 9: 155-170.
- Di Mascio P, Kaiser S, Sies H. 1989. Lycopene as the most efficient biological carotenoid singlet oxygen quencher. *Arch Biochem Soc Trans* 24: 1023-1027.
- Edward G. 1999. Tomatoes, tomato-based products, lycopene and cancer, J. national Cancer Institute. 91(4) : 317-331
- Friedman M. 2002. Tomato glycoalkaloids: role in the plant and in the diet. *J Agric Food Chem* 50: 5751-5760
- Gee-Dong Lee, Myung-Hee, Kwang-Jin Son, Sung-Ran Yoon, Jeong-Sook Kim, Kwon JH. 2002. Changes in Organoleptic Properties of Chinese Cabbage Kimchi Adding Pinemushroom during Storage. *Korean Journal of Food Preservation* 9(2) : 161-167
- Hwang ES, Phyllis E. 2004. Bowen. Effect of Tomatoes and Lycopene on Prostate Cancer Prevention and Treatment. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 33(2), 455-462
- Hwang SY, Park SH, Kang GO, Lee HJ, Bok JH. 2005. The Physico- chemical Changes and Sensory Characteristics of Kimchi Added with the Mashed Red Pepper. *Korean J. Food culture* 20(2) : 221-231.
- Joossens, JV, Geboers, J. 1984. : The relationship of urinary sodium and potassium and blood pressure within normal persons. In "Individual susceptibility to salt intake and arterial hypertension" Ghione, S. (ed), Wageningen : Stichting Nederlands Instituut voor de Voeding, p. 35
- Kang, MH, Choi, CS, Kim, ZS, Chung, HK, Min, KS, Park, CG, Park, HW. 2002 Antioxidant activities of ethanol extract prepared from leaves, seed, branch and aerial part of *Crotalaria sessiflora* L. *Kor. J. Food Sci. Technol.* 34:1098-1102
- Kattan, AA. : *Proc, Amer. Soc. Hort. Sci.*, 70 : 379 (1957)
- Kim JD, Choe M, Ju JS. 1995. STUDY on Correlation between Blood Pressure and Dietary Sodium, K Intake Pattern in the Family Members of Normal and Cerebrovascular Disease Patients. *J. Korean Soc. Food Nutr.* 24(1), 24-29
- Kim JH. 2003. Effect of Rosemary Leaf on Quality and Sensory and Characteristics of *Kimchi*. *Korean J Food & Nutrition* 16(4) : 283-288
- Kim MK, Ha KH, Kim MJ, Kim SD. 1994. Change in Color of Kimchi During Fermentation. *J Korean Soc. Food Nutr.* 23(2) : 274-278
- Krishina, GG, Kapoor, SC. 1991. Potassium depletion exacerbates essential hypertension. *Ann. Intern. Med.*, 115, 77
- Lee JS, Lee YJ, Kim MR. 2003. Physicochemical and Sensory Characteristics of *Kakdugi* Prepared with Red Paprika Power. *J. East Asian Soc. Dietary Life* 13(1)
- Lee SO, Lee HJ, Yu MH, Im HG, Lee IS. 2005. Total Polyphenol Contents and Antioxidant Activities of Methanol Extracts from Vegetables produced in Ullung Island. *Korean J. Food Sci. Technol* 37(2) : 233-240

- Park HO. 1996. A Study of Pectinesterase, Polygalacturinase, Lipoxygenase and Peroxidase in Hot Pepper. ,J Korean Soc. Food Nutr. 9(1) : 52~58
- Rock CL, Flatt SW, Wright FA. 1997. Responsiveness of carotenoids to high vegetable diet intervention designed to prevent breast cancer recurrence. *Cancer Epidemiol Bio-maekers Prev* 6; 617-623.
- Ryu BH, Moon KD, Kim SD, Sohn TH. 1990. The Changes of Hardness and Mineral Components of Tomato Fruits during Ripening. J. Korean Soc. Food Nutr. 19(2) : 115-120
- Song TH, Kim SS. 1991. A Study on the Effect of Gingseng on Eatable Period and Sensory Characteristics of Kimchi. *Korean J Dietary Culture* 6(3): 237-244
- Xing N, Chen Y, Mitchell SH, Young CV. 2001. Quercetin inhibits the expression and function of the androgen receptor in LNCap prostate cancer cells. *Carcinogenesis* 22: 409-414

---

(2006년 7월 14일 접수, 2006년 8월 29일 채택)