

## 염농도 및 발효 온도가 물김치의 품질 특성에 미치는 영향

오지영 · 한영숙

성신여자대학교 식품영양학과

### Effect of NaCl Concentration and Fermentation Temperature on the Quality of *Mul-kimchi*

Ji-Young Oh and Young-Sook Hahn

Department of Food and Nutrition, Sungshin Women's University

#### Abstract

This study was conducted to examine the quality of low-salt *Mul-kimchi* which was prepared by mixing of radish (25%), green onion (2.4%), red pepper (1.9%), garlic (1.9%) and salt (0, 0.2, 0.5, 1.0, 1.5, 2.0, 2.5, 3.0%) in water and followed by fermentation at 4, 15 and 25°C for 10 days, respectively. The pH was lowest and acidity was highest in the *Mul-kimchi* containing 1.0% salt. The total vitamin C contents in *Mul-kimchi* containing 0~0.2% salt were high at the early stage of fermentation while those of *Mul-kimchi* containing 3.0% salt were higher than the low-salt samples after the optimal ripening time. The hardness of the radish increased with the salt concentration. Overall palatability of *Mul-kimchi* showed the highest score in 1.0% salt sample.

Key words: *Mul-kimchi*, low-salt, acidity, total vitamin C

#### 서 론

김치는 독특한 방향과 감칠맛, 상쾌한 산미 등의 조화된 맛을 가지는 우리 고유의 발효 식품으로서 옛부터 우리 식생활에서 가장 중요시 되어온 부식이다<sup>(1)</sup>. 한편, 각종 채소는 식이섬유, 무기질, 비타민 등을 다량 함유하고 있어서 암, 순환기질환 등 각종 퇴행성 질환의 예방에 효과가 있는 것으로 밝혀지면서 채소 섭취에 대한 관심이 높아지고 있다<sup>(2,3)</sup>. 채소 섭취 방법에는 여러 가지가 있으나 우리의 식사 패턴으로 볼 때 김치 섭취량을 늘려 채소를 많이 먹는 방법이 권장될 수 있다. 그러나, 우리 나라의 경우 성인 한 사람이 하루에 87 g의 김치를 섭취하는 것으로 나타났는데 김치 100 g당 평균 식염 섭취량이 6.45 g 정도이므로 87 g의 김치를 섭취 할 때의 식염 섭취량은 5.6 g이 되어 식염 섭취량의 대부분을 차지하고 있다<sup>(4,5)</sup>. 정상인의 1일 식염 섭취량을 미국이 6 g<sup>(6)</sup>, 일본이 10 g 정도<sup>(7)</sup>, 한국은 8.7 g<sup>(8)</sup>으로 제한하도록 권장하고 있으나 실제 정상인의 1일 평균 식염 섭취량은 미국의 경우 10~

12.5 g, 일본의 경우 12.5 g, 한국의 경우 약 20 g으로 우리 나라는 다른 나라에 비해 식염 섭취량이 높은 편으로 나타나 있다. 과도한 Na의 섭취는 혈압을 상승시켜 고혈압 유발의 원인이 되고 있으며 또한, 고혈압은 고지혈증, 당뇨병, 관상동맥 질환등의 위험인자가 되는 것으로 알려져 있는데 우리 나라는 Na의 과도한 섭취와 더불어 고혈압의 발생빈도도 비교적 높은 것으로 보고되어 있다<sup>(9,10)</sup>. 따라서 보다 Na 함량이 적은 김치 개발 및 발굴이 필요하며 외국인의 입맛에도 맞는 싱겁고 온화한 맛의 김치의 개발로 세계화를 위한 김치의 저염화 연구가 절실하다. 따라서 본 연구에서는 무 물김치의 식염 함량을 몇 단계로 낮추면서 각 염 농도별 김치의 발효 특성을 조사하였고, 무 물김치와 배추 물김치의 주재료간 품질 특성차이를 비교하여 저염화 김치의 개발을 위한 기초 자료를 제공하고자하였다.

#### 재료 및 방법

##### 재 료

김치 재료 중 무, 배추, 파, 마늘 및 홍고추를 1997년 2월, 1997년 11월 서울 성북구 동선동 소재 해

Corresponding author: Young-Sook Hahn, Department of Food and Nutrition, Sungshin Women's University, 249-1 Dongsundong 3 ga, Sungbuk-gu, Seoul 136-742, Korea

태 슈퍼마켓에서 실험 당일 신선한 것을 구입하여 사용하였다. 실험에서 사용된 비타민 C 표준품은 Junsei (Japan)제품을 구입하여 사용하였고, 그 밖의 시약은 Sigma제품으로 특급품을 사용하였다.

#### 김치의 제조

무(25%)는 깨끗이 씻어 머리부분과 꼬리부분을 자르고 지름이 일정한 가운데 부분만을 두께 2~3 mm로 썰어 일정량의 식염에 1시간 절인 후 물김치 총 중량의 파(2.4%), 홍고추(1.9%) 및 마늘(1.9%)을 넣고 증류수를 부어 전체를 2.4 L로 하여 3.6 L들이 유리병에 담았다. 이때 파와 홍고추는 4~5 cm로 썰었고 마늘은 얇게 저며서 사용하였다. 다양한 품질 특성 탐색을 위해 무 대신 배추로도 제조한 물김치를 대조하였다. 김치를 제조할 때 염 농도는 각각 0, 0.2, 0.5, 1.0, 1.5, 2.0, 2.5, 3.0%로 조정하였다. 또한 온도 변화에 따른 발효 특성 변화를 살펴보기 위하여 시료를 각각 4, 15, 25°C에서 숙성시켰다.

#### pH 및 산도의 측정

시료액의 pH는 pH meter (Mettler, Toledo 345)로 측정하였으며, 산도의 측정은 시료액 10 mL를 취하여 0.1% Phenolphthalein 지시약을 첨가하고 0.1N-NaOH 용액으로 적정하여 이때 소비된 NaOH 용액의 양을 다음 식에 의하여 lactic acid (%)양으로 환산하였다<sup>(11)</sup>.

#### 총 비타민 C의 정량

총 비타민 C의 함량은 2,4-DNP (2,4-dinitrophenyl hydrazine) 비색법에 의해 정량하였다<sup>(12,13)</sup>.

#### 텍스처 측정

시료의 텍스처는 Texture analyser (TA-X2, Stable Micro System, England)를 사용하여 무의 껍질에서 안쪽으로 1 cm 들어온 지점에서 무 조직의 경도(hardness)를 측정하였다. 측정방법은 puncture test에 의하였으며 조작 조건은 최대압력을 1 kg, test speed는 0.5 mm/sec,

grape type은 Force v Time으로 하고 사용한 prove는 직경이 3 mm되는 stainless steel막대를 사용하였다.

#### 관능검사

염 농도별로 제조된 물김치 시료를 15°C에 보관하면서 pH가 4.3~4.5가 되는 때를 시점으로 발효 기간 중 관능검사를 실시하였으며, 관능검사원은 성신여자대학교 식품영양학과 대학원생 7명에 의하여 수행되었다. 물김치에서는 맛, 냄새, 텍스처가 주요 관능적 성질이라 판단하여 물김치 국물의 신내, 풋내, 새콤한 내, 신맛, 덜익은맛, 새콤한맛, 단단함, 아작아작함, 전반적인 기호도의 9개 항목으로 세분하고, 9단계 평점법으로 평가하였다. 관능검사는 2회에 걸쳐 반복 실시하였다<sup>(14,15)</sup>. 물김치의 관능적 평가결과는 ANOVA 및 Duncan의 다범위결정(Duncan's multiple range test)를 통하여  $p < 0.05$ 에서 유의적인 차이를 검증하였다.

### 결과 및 고찰

#### pH 및 산도의 변화

무로 담근 물김치의 염 농도와 온도를 달리하여 숙성시키면서 관찰한 pH 및 산도의 변화를 Fig. 1, Fig. 2에 나타내었다. 각 온도에서 발효 초기 pH는 약간 상승하였다가 발효가 진행됨에 따라 점점 낮아지는 경향을 나타내었고 온도가 높을수록 pH의 증가와 감소 속도가 빨랐다. 숙성 적기의 pH로 알려진 4.3 부근에 도달하는데 소요된 시간은 4°C 김치는 발효 16일까지 pH 4.3에 도달하지 못하였고 15°C 김치의 경우 염 농도 2.5, 2.0, 1.5, 1.0%는 발효 5일째, 그 외 염 농도 3.0, 0.5, 0.2, 0% 시료는 발효 6일경 이었으며 25°C의 경우 대부분의 시료가 발효 2일경에 숙성 적기의 pH에 도달하여 이는 대다수 연구자들의 결과<sup>(16-18)</sup>와 비슷하였다. 염 농도별 pH의 변화 양상은 염 농도가 낮을수록 빨리 감소하는 경향<sup>(19,20)</sup>을 보였다. pH의 감소는 김치가 발효 숙성되면서 젖산균이 증식하여 생성된 산에 의한 것으로 생각되었으며, 염 농도가 낮을수록 pH가 감소하는 것은 낮은 농도(염 농도 1.0%)에서가 높은 농도(염 농도 2.5~3.0%)에서 보다 젖산균의 생육을 촉진시키기 때문이라고 생각되었다. 그러나, 더 낮은 식염 농도인 0, 0.2, 0.5%에서는 이 경향을 보이지 않아 이 수준은 '김치 숙성'의 범위에서 벗어난 듯 하였다. 산도는 4, 15, 25°C에서 숙성시킨 모든 시료가 발효가 진행됨에 따라 계속증가 하는 경향을 나타냈는데, 숙성온도가 높아질수록 산도의 증가 속도가 빨랐다. 염 농도별 산도 변화는 4°C에서의

Table 1. Ingredients ratio of *Mul-kimchi*

Ingredients	Weight (g)	ratio (% , w/w)
Radish (Chinese Cabbage)	600	25.0
Green onion	60	2.5
Red pepper	45	1.9
Garlic	45	1.9
Distilled Water	1650	68.8
Total	2400	100

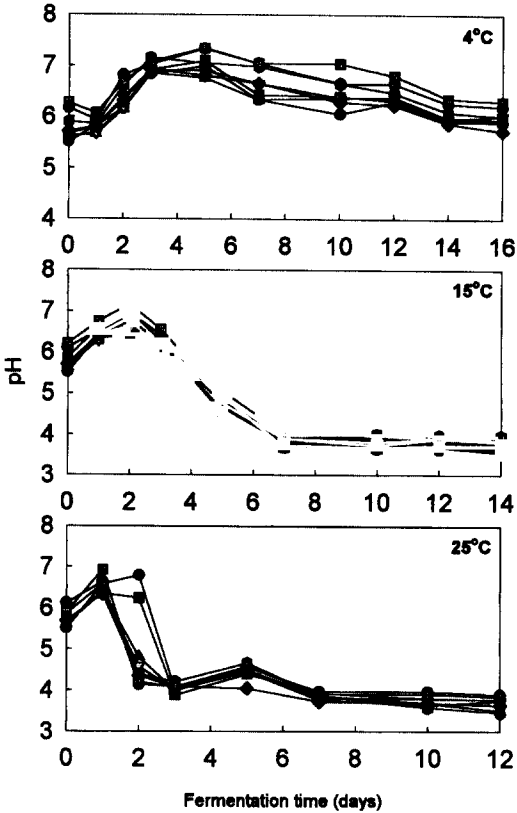


Fig. 1. Effect of NaCl concentration on pH *Mul-kimchi* liquid during fermentation.

경우 염 농도 0, 0.2, 0.5%에서는 산도가 거의 증가하지 않았고, 그 이상의 농도에서는 염 농도가 낮을수록 산도가 증가하였다. 15°C에서는 대부분의 시료가 비슷한 증가 경향을 보였으나 염 농도 1.0, 2.0%김치가 가장 높게 나타났으며 25°C에서도 염 농도 1.0, 2.0%가 숙성 12일 중 산도 0.51, 0.45%로 가장 높게 나타나 염 농도가 높은 시료보다 낮은 시료의 경우 산도가 높게 나타나며, 이때 염 농도 0, 0.2, 0.5%의 시료에서는 염 농도가 낮음에도 불구하고 산도 증가가 완만한 것은 김치발효에 주로 관여하는 *Leuconostoc mesenteroides* 등의 젖산균 생육이 염 농도 1.0~2.0%에서 왕성하게 일어나기 때문<sup>(21)</sup>이라고 생각된다. 여기에 제시하지는 않았으나 무 물김치와 비교하여 배추를 주재료로 한 물김치의 경우 4, 15, 25°C에서 염 농도별(0.2, 0.5, 1.0, 2.0, 3.0%) pH 감소 및 산도 증가에 뚜렷한 차이를 보이지 않았다. 이 후 실험인 성분변화에서는 8가지 염 농도 시료중 결과 차이가 뚜렷했던 4가지 시료 염 농도 3.0, 1.0, 0.2, 0%를 선별하여 그 결과를 살펴 보았다.

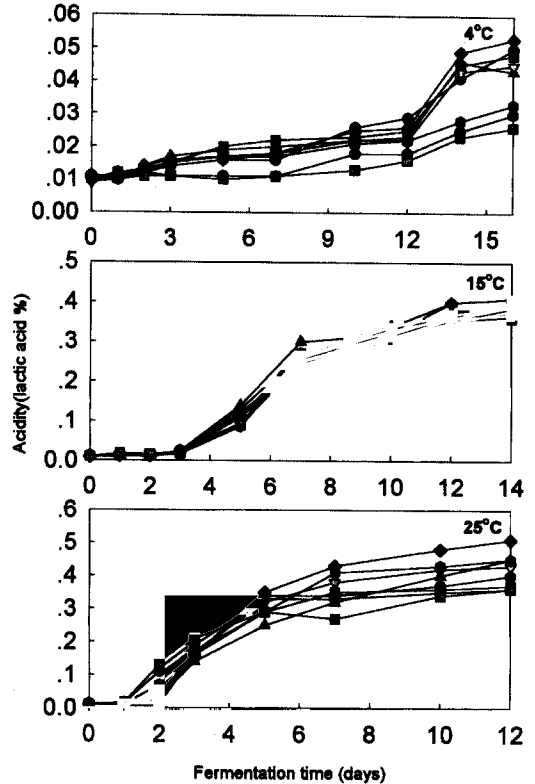


Fig. 2. Effect of NaCl concentration on acidity *Mul-kimchi* liquid during fermentation.

총 비타민 C 함량의 변화

Fig. 3에서는 염 농도를 달리한 무 물김치 국물의 각 온도별 숙성 과정 중 총 비타민 C 함량의 변화를 나타 내었다. 총 비타민 C 함량은 모든 시료에서 발효가 진행됨에 따라 점차 증가하였고, 15, 25°C 김치에서는 각각 발효 5일과 2일째인 숙성 적기 이후에 감소하였다. 발효 숙성 온도별 총 비타민 C 함량 변화는 온도가 높을수록 최고 함량에 도달하는 속도가 빠르게 진행되었으며 그 후 빠르게 감소하였다. 총 비타민 C 함량 변화를 염 농도별로 보면 염 농도 0, 0.2% 김치에서 4°C 경우는 발효 12일까지 높았다가 감소하였고, 15, 25°C 경우 숙성 적기의 pH 시기인 발효 5일, 2일까지 급속히 증가하였다가 감소한 반면, 염 농도 1.0, 3.0% 김치에서 4°C 경우 계속 증가하였고, 15, 25°C 경우에는 발효 숙성 기간 중 증가하다가 발효 10일 이후에 감소하였다. 무 물김치 국물의 총 비타민 C 최고 함량은 4°C 김치의 경우 염 농도 3.0, 1.0, 0.2, 0%는 각각 3.94, 3.25, 3.52, 3.08 mg% 였고, 15°C 김치의 경우 4.0, 3.85, 3.92, 2.96 mg%였으며 25°C 김치의 경우 각각 4.0, 3.70, 3.70, 4.53 mg%로 나타났다. 숙성 초기

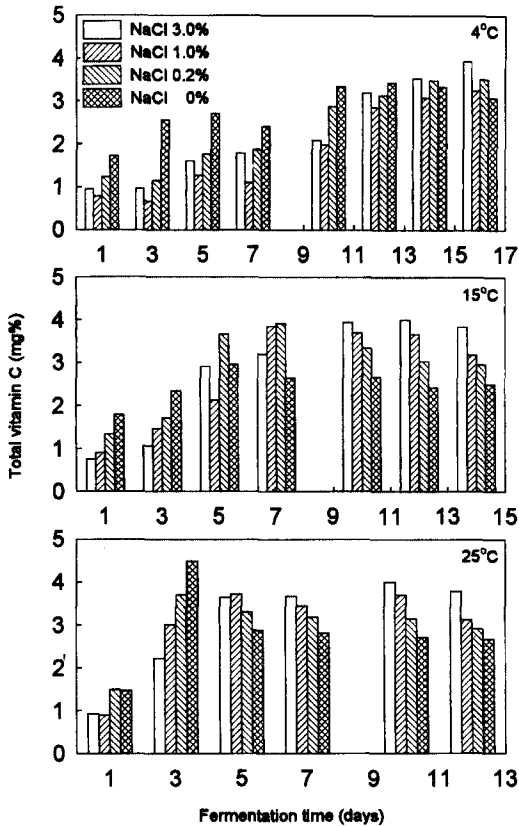


Fig. 3. Effect of NaCl concentration on total vitamin C contents of *Mul-kimchi* liquid during fermentation.

에는 염 농도가 낮은 시료에서 총 비타민 C 함량이 높았으나 김치의 숙성 적기 이후에는 염 농도가 높은 시료에서 총 비타민 C 함량이 높게 나타났다. 배추 물김치에서는 염 농도 3.0>2.0>1.0>0.5>0.2% 순으로 염 농도가 높을수록 총 비타민 C 함량이 높게 나타나 초기에는 염 농도가 낮은 시료에서 함량이 높았던 무 물김치와 차이를 보였다. 염 농도가 높을수록 총 비타민 C 함량이 높은 것은 김치액의 산소에 의한 산화가 억제된 결과<sup>(19,21)</sup>라고 생각되었다.

텍스처 변화

Fig. 4에는 염 농도에 따른 물김치 숙성 중 무 조직의 각 온도별 텍스처 변화를 나타내었다. 무 조직의 견고성은 4°C 김치의 경우 전 숙성기간을 걸쳐 염 농도 3.0%를 제외한 시료에서 초기 값과 큰 차이가 없었고, 15°C와 25°C의 경우 발효가 진행되면서 감소하는 경향을 보였다. 염 농도별 변화는 4, 15, 25°C 김치 모두 3.0>1.0>0.2>0% 순으로 염 농도가 높을수록 견고하게 나타났으며 발효 온도가 높을수록 견고성의 감

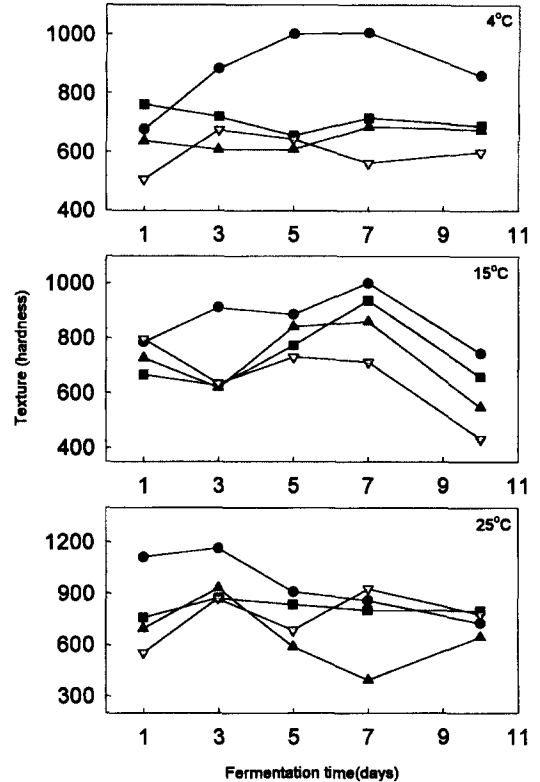


Fig. 4. Effect of NaCl concentration on texture (hardness) of Radish during fermentation.

소 경향이 빨리 일어났다. 또한 배추 물김치에서도 비슷한 경향을 보여 주었다. 따라서 물김치 조직의 견고성의 감소는 삼투압에 의한 조직액의 용출 및 소금 침투로 본래 무가 지니고 있는 조직 변화와 여러 가지 효소들의 작용에 기인<sup>(22)</sup>한다고 생각된다.

관능적 특성

Table 2에서는 염 농도를 달리하여 발효, 숙성시킨 무 물김치에 대한 관능적 특성 결과를 나타내었다. 관능검사는 김치의 최적 숙성 적기로 알려진 15°C 숙성 김치, pH 4.3~4.5일때를 기준<sup>(23)</sup>으로 염 농도 0.2, 1.0, 3.0% 김치를 시료로 주요 관능적 품질인 향, 맛, 텍스처 및 전반적인 기호도에 대하여 유의수준 P<0.05에서 관능적 특성을 평가하였다. 무 물김치의 향에 대한 특성은 신내, 풋내, 새콤한내로 구분하여 평가하였으나 시료간에 유의적인 차이를 보이지 않았다. 그러나, 맛에 대한 특성인 신맛, 덜익은맛, 새콤한 맛에 대해서는 염 농도 0.2, 1.0, 3.0% 김치 모두에서 유의적인 차이를 보였다. 신맛의 경우 염 농도 0.2, 1.0, 3.0% 김치가 각각 4.12점, 3.67점, 2.50점을 나타내 0.2%가 가장

**Table 2. Scores of sensory evaluation of *Mul-kimchi* with various NaCl concentration**

Characteristics	NaCl concentration (%)			F-value	
	0.2%	1.0%	3.0%		
sour	5.25	4.75	4.58	0.26	
Aroma	fresh radish	5.16	5.33	4.83	0.03
	well ripe	5.83	4.91	4.25	1.52
Taste	sour	4.92 <sup>a</sup>	3.67 <sup>ab</sup>	2.50 <sup>b</sup>	5.15*
	fresh radish	3.80 <sup>b</sup>	5.80 <sup>a</sup>	6.67 <sup>a</sup>	7.20*
	well ripe	5.25 <sup>a</sup>	4.58 <sup>a</sup>	2.66 <sup>b</sup>	7.64*
Texture	firmness	4.41	5.25	5.91	2.27
	crispness	4.91 <sup>b</sup>	5.75 <sup>ab</sup>	6.75 <sup>a</sup>	3.94*
Overall desirability	5.30 <sup>ab</sup>	6.08 <sup>a</sup>	3.66 <sup>b</sup>	4.74*	

<sup>ab</sup>Samples in row followed by the same letter are not significantly different according to Duncan's multiple range test.

\*P<0.05.

높은 점수를 보였고, 염 농도 0.2% 김치와 3.0% 김치 간에 유의적인 차이를 보였다. 덜익은 맛의 경우 염 농도 0.2, 1.0, 3.0% 김치가 각각 3.80점, 5.80점, 6.67점으로 염 농도가 높을수록 덜익은 맛이 강하게 나타나 신맛과 반대 경향을 보였으며 염 농도 0.2% 김치가 1.0%와 3.0% 김치와 유의적인 차이를 보였다. 새콤한 맛은 염 농도 0.2, 1.0, 3.0% 김치에서 각각 5.25점, 4.58점, 2.66점으로 염 농도 0.2% 김치가 높은 점수를 나타내 신맛과 비슷한 경향을 보였는데 김치가 적당히 익었을 때의 관능적 특성인 새콤한 맛은 어느 정도의 신맛이 있을때의 특성으로 생각되었다. 텍스처는 단단함과 아삭아삭함으로 나누어 평가하였는데, 아삭아삭함에서만 유의적인 차이를 보였다. 아삭아삭함의 경우 염 농도 0.2, 1.0, 3.0%의 김치가 각각 4.91점, 5.75점, 6.75점을 나타내 염 농도가 높을수록 높은 점수를 얻었다. 염 농도 3.0% 김치는 염 농도 0.2% 김치와 유의적인 차이를 보였다. 염 농도를 달리 하였을 때 물김치의 전반적인 기호도 면에서는 염 농도 0.2, 1.0, 3.0% 김치에서 각각 5.30점, 6.08점, 3.66점을 나타냈고 염 농도 1.0% 김치는 염 농도 3.0% 김치와 유의적인 차이를 보였다. 전반적인 기호도면에서 염 농도 1.0% 김치가 가장 높은 점수를 얻어 김치의 향, 맛, 질감등에서 가장 우수한 것으로 나타났으며 배추 물김치에서도 역시 염 농도 1.0% 김치가 전반적인 기호도 면에서 가장 우수하였으나 염 농도 1.0% 김치는 산도 증가, pH 저하가 빨라 보존 기간이 단축된다는 단점이 나타났으므로 앞으로는 이 소금 농도에서 보존 기간을 연

장시키는 방법을 모색해야 한다고 생각되었다.

## 요 약

염 농도(0~3%)와 발효 온도(4, 15, 25°C)를 달리 하였을 때 물김치의 품질 특성에 미치는 영향을 조사하기 위하여 물김치에 대한 pH, 산도, 총 비타민 C 함량, 텍스처 및 관능적 특성에 대한 결과는 다음과 같다. 무 물김치 국물의 pH 및 산도 변화는 온도가 높을수록 변화가 빠르게 나타났고, 염 농도 1.0%의 김치가 pH는 가장 높고, 산도는 가장 높게 나타났으나, 배추 물김치의 경우는 온도별, 염 농도별 큰 차이를 나타내지는 않았다. 총 비타민 C 함량은 발효 기간의 경과와 더불어 증가했으며 최대치에 달한 후 감소했는데, 그 변화는 온도가 높을수록 변화가 빠르게 나타났다. 무 물김치의 숙성적기 이후에는 염 농도가 높은 3.0% 김치에서 총 비타민 C 함량이 높게 나타났다. 반면, 배추 물김치의 경우 염 농도 3.0>2.0>1.0>0.5>0.2% 순으로 염 농도가 높을수록 총 비타민 C 함량이 높게 나타나 무 물김치와 차이를 보였다. 무 조직의 견고성은 4°C 숙성 김치의 경우 초기 값과 큰 차이가 없었고, 15, 25°C 숙성 김치는 발효가 진행되면서 감소되었고, 무와 배추 조직의 염 농도에 따른 변화는 염 농도가 높을수록 견고한 것으로 나타났다. 마지막으로 무 물김치의 염 농도에 따른 관능적 특성 전반적인 기호도 면에서는 염 농도 1.0% 김치가 가장 우수한 것으로 나타났으며, 배추 물김치도 역시 염 농도 1.0% 김치가 전반적인 기호도 면에서 가장 우수한 것으로 나타났다.

## 감사의 글

이 논문은 농림부에서 시행한 1997년도 농림기술 개발사업 「김치의 고품질 상품화 기술개발」의 연구결과입니다.

## 문 헌

- Kim, H.O. and Rhee, H.S.: Studies on the nonvolatile organic acids in Kimchi fermentation at different temperatures (in Korean). *Korean J. Food Sci. Technol.*, **7**, 74-81 (1975).
- Vahouny, G.V., Roy, T., Gallo, L.L., Story, J.A., Kritchersky, D. and Cassidy, M.M.: Dietary fibers. III. Effects of chronic intake on cholesterol absorption and metabolism in the rat, *Am. J. Clin. Nutr.*, **33**, 2182-2187 (1980).
- Ahn, M.S.: Present food and nutrition, Su Hak Press, Seoul, p. 134-139 (1990).

4. Seung, J.J.: Hypertension and dietetic treatment (in Korean). *Food and Nutrition*, **9**, 17-19 (1988).
5. Lee, S.K.: Characteristic and intake-state of regional Kimchi (in Korean). *Food and Nutrition*, **8**, 23-25 (1987).
6. NRC (National research Council): Recommended Dietary Allowances, 10th ed. National Academy of Science, Washington D.C. (1989).
7. Nutrition section of Public health department in Japanese Social Welfare office: Promotion of health nutrition and salt. Recommended Dietary Allowances for Japanese. 5th revision (1994).
8. The Korean Nutrition Society: Recommended Dietary Allowances for Koreans. 6th revision (1995).
9. Joossens J.V. and Geboers J.: Dietary salt and risk to health. *Am. J. Clin. Nutr.*, **45**, 1277-1288 (1987).
10. Hawer, G.B. and Kim I.K.: Study on sodium metabolism of hypertension patient and normal Korean. *Theses, Yonsei Medical Univ., Korea*, **7**, 265-267 (1980).
11. Park, W.P. and Kim, I.U.: The effect if spices on the Kimchi fermentation (in Korean). *J. Korean Agric. Chem. Soc.*, **34**, 235-241 (1991).
12. Jung, H.S., Ko, Y.T. and Lim, S.J.: Effect of sugars on Kimchi fermentation and on the stability of ascorbic acid (in Korean). *Korean J. Nutr.*, **18**, 36-45 (1985).
13. Ju, H.G. and Jo, G.S.: Method of food analysis, Hak Moon Press, Seoul (1995).
14. Larmond, E.: Methods for sensory evaluation of food, Canada Department of agriculture, Ottawa (1970).
15. Duncan, D. B: Multiple range and multiple F tests, Biometrics vol. II (1955).
16. Shin, D.H., Kim, M.S., Han, J.S., Lim, D.K. and Park, J. Y.: Changes of chemical composition and microflora in bottled vacuum packed Kimchi during storage at different temperature (in Korean). *Korean J. Food Sci. Technol.*, **28**, 127-136 (1996).
17. Shin, D.H., Kim, M.S., Han, J.S., Lim, D.K. and Park, W.S.: Changes of chemical composition and microflora in commercial Kimchi (in Korean). *Korean J. Food Sci. Technol.*, **28**, 137-145 (1996).
18. Mheen, T.I. and Kwon, T.W.: Effect of temperature and salt concentration on Kimchi fermentation (in Korean). *Korean J. Food Sci. Technol.*, **16**, 443-450 (1984).
19. Park, W.P. and Kim, Z.U.: Effect of salt concentration on Kimchi fermentation (in Korean). *J. Korean Agric. Chem. Soc.*, **34**, 295-297 (1991).
20. Kim, S.Y. and Kim, K.O.: Effect of sodium chloride concentration and storage periods on characteristics of *Kakdugi* (in Korean). *Korean J. Food Sci. Technol.*, **21**, 370-374 (1989).
21. Hwang, H.Z.: Studies on the effect of spices and flavoring on ascorbic acid content (in Korean). *Korean J. Nutr. Soc.*, **7**, 37-43 (1974).
22. Kang, K.O., Ku, K.H., Lee, J.K. and Kim, W.J.: Changes in physical properties of *Dongchimi* during fermentation (in Korean). *Korean J. Food Sci. Technol.*, **23**, 262-266 (1991).
23. Ku, K.H., Kang, K.O. and Kim, W.J.: Some quality changes during fermentation of Kimchi (in Korean). *Korean J. Food Sci. Technol.*, **20**, 476-482 (1988).

---

(1998년 11월 23일 접수)