

## 소금농도 및 저장기간이 깍두기의 특성에 미치는 영향

김소연·김광옥

이화여자대학교 식품영양학과

### Effect of Sodium Chloride Concentrations and Storage Periods on Characteristics of *Kakdugi*

So-Yeon Kim and Kwang-Ok Kim

Department of Foods & Nutrition, Ewha Woman's University, Seoul

#### Abstract

This study was conducted to examine the effects of salt concentrations (1, 2 and 3%) and storage periods on the characteristics of *Kakdugi* (Korean seasoned pickles of cubed radish roots) stored at 20°C. The sensory characteristics, pH, titratable acidity, non-volatile organic acids were measured. The results of sensory evaluation on *Kakdugi* containing 1, 2 or 3% sodium chloride stored for 4 or 8 days indicated that there were significant differences among them especially in firmness, crispness and salty taste. As storage period increased, titratable acidity, sour taste, non-volatile organic acid contents of the samples increased. The changes were greater in *Kakdugi* with 2% sodium chloride. Major non-volatile organic acids were identified as lactic acid, citric acid and succinic acid. The sour taste of *Kakdugi* was closely related to the contents of non-volatile organic acid and titratable acidity.

Key words: *Kakdugi*, salt concentrations, sensory characteristics, titratable acidity, non-volatile organic acids.

#### 서 론

깍두기는 무우를 주원료로 하는 우리나라 고유의 발효 야채식품으로서 그 독특한 맛과 제조의 용이성으로 인하여 옛부터 이용되어 온 부식 중의 하나이다. 최근 김치류에 대한 관심이 높아지면서 대량생산에 의한 시장 공급이 활발해지고 있으나 김치를 저장하는 동안 조직이 연부되고 산이 과도하게 생성되는 것을 방지하는 효과적인 저장방법이 실용화되지 못하고 있는 실정이다.

김치의 연부현상에 대해서 현재까지 연구된 바로는 펙틴 물질의 분해를 가장 큰 원인으로 들고 있다. 민등<sup>(1)</sup>은 김치의 소금농도가 증가될수록 pH가 증가되고 산 생성량은 감소하였다고 보고하였으며 Bell과 Etchell<sup>(2)</sup>은 소금의 농도를 증가시킬수록 발효시킨 오이의 조직 연화현상이 감소되었다고 보고하였다. 그러나 Fleming 등<sup>(3)</sup>은 발효된 오이의 경도 유지가 소금의

과량 첨가에 의해 증진되지는 않았으며 소금을 첨가하지 않은 오이는 발효 중에 단단하였으나 그 이후의 저장시에는 경도가 급속도로 감소하였다고 하였다. 육<sup>(4)</sup>은 무우의 펙틴 분해효소인 polygalacturonase가 소금농도 0.2M에서 활성이 가장 큰 것을 관찰하고 무우의 경도에 영향을 미치는 소금농도의 중요성을 지적하였다.

깍두기에 관한 연구로는 비휘발성 유기산을 분석한지의 연구<sup>(5)</sup>와 깍두기의 텍스처와 dietary fiber 함량의 변화를 측정한 연구<sup>(6)</sup> 등이 있으나 소금의 농도가 깍두기의 특성에 미치는 효과에 대해서는 보고된 바가 없다. 또한 깍두기의 관능적 특성 및 맛 성분으로 알려진 비휘발성 유기산의 효율적 분석을 통한 종합적인 연구가 매우 미비하다. 따라서, 본 연구에서는 소금농도 및 저장기간이 깍두기의 특성에 미치는 영향을 조사하기 위하여 깍두기의 숙성과정 중 품질평가의 척도가 되는 pH, 산도 및 비휘발성 유기산을 분석하고 관능검사를 통하여 향미와 텍스처를 평가하였다.

Corresponding author: Kwang-Ok Kim, Department of Foods & Nutrition Ewha Woman's University, Daehyundong 11-1, Seodaemoon-gu, Seoul 120-750

**재료 및 방법**

**재료**

본 실험에 사용된 무우는 중량 1,0-1,5 kg, 길이 20-25 cm의 전라도산 겨울 무우로서 깎두기를 제조하는 당일에 구입하였다. 고추가루는 경상북도 영양에서 재배되어 건조된 고추를 구입하여 가루로 만들어 사용하였다. 마늘은 실험에 필요한 양을 일시에 구입하여 신선한 곳에 보관하며 사용하였고, 파와 생강은 깎두기를 제조하는 당일에 구입하였다. 소금은 97% 정제염(주식회사 한주)을 사용하였다.

**깎두기의 제조**

무우를 씻은 후 무우의 양 끝에서 5 cm 씩 제거하고 2×2×2 cm<sup>3</sup>의 크기로 썰어 골고루 섞었다. 무우 300g에 대하여 고추가루 8g, 파 10g, 마늘 6g, 생강 2g, 증류수 50 ml와 무우 무게의 1%, 2%, 또는 3%에 해당하는 소금을 넣고 혼합시킨 다음, 뚜껑이 있는 유리병에 담고 밀봉하여 20°C에서 4일 또는 8일 동안 숙성시켰다.

**관능적 특성 평가**

깎두기를 투명한 유리그릇에 두 개씩 담고 10 ml 정도의 국물을 부은 후 봉하여 검사원에게 제공하였다. 시료에는 무작위로 추출된 세자리 숫자를 표시하였으며 매번 시료의 제공순서 및 번호를 달리하여 칸막이가 설치된 개인 검사대에 제시하였다. 검사원에게는 검사 후 입을 가실 수 있도록 물을 담은 유리컵과 빨을 수 있는 종이컵을 제공하였으며 다음 시료에 임하기 전에 제공된 식빵으로 입안의 맛을 제거하도록 하였다. 관능 검사원은 훈련된 식품 영양학 전공 대학원생 9명으로 구성되었다.

평가내용을 보면 우선 깎두기를 앞니로 누르는데 드는 힘의 정도로 단단한 정도(firmness)를 평가한 다음 어금니로 깎두기의 아삭아삭한 정도(crispness)와 질긴 정도(toughness)를 평가하도록 하였다. 그 다음으로 짠맛(salty taste), 신맛(sour taste) 및 과숙으로 인한 이취(off-flavor)의 정도를 평가하도록 하였다. 마지막으로 각각의 깎두기에 대해 바람직한 정도(overall desirability)를 나타내도록 하였다.

깎두기의 특성 강도는 9점 평점법<sup>(7,8)</sup>을 사용하여 나타내도록 하였고 바람직한 정도(overall desirability)의 평가에는 9점 기호 척도<sup>(9)</sup>를 사용하였다. 난피법

(Randomized complete block design)<sup>(10)</sup>을 이용하여 4회 반복 실시한 결과는 이원 배치 분산 분석 및 LSD 검사로 분석·검증하였다<sup>(11)</sup>.

**pH 및 산도 측정**

깎두기 200g을 분쇄기에 넣고 증류수 200 ml를 첨가하여 3분간 마쇄한 후 흡인 여과하였다. 깎두기의 pH는 위의 여과액으로 pH meter(Corning 120)를 사용하며 측정하였고, 산도는 AOAC<sup>(12)</sup> 방법에 의하여 0.1% 페놀프탈레인을 지시약으로 사용한 여과액 10 ml를 중화시키는 데 소요된 0.1 N NaOH의 용량(ml)을 젖산 함량(%)으로 환산하여 표시하였다. pH 및 산도는 위의 과정을 3회 반복하여 측정치의 평균값으로 나타내었다.

**비휘발성 유기산의 분석**

깎두기 300g을 분쇄하여 50g을 취한 후 100% 메탄올 160 ml를 가하고 균질화한 다음 10분간 원심분리(7000 rpm) 하였다. 상등액을 취하고 남은 잔사에 다시 100 ml의 80% 메탄올을 가하여 균질화한 후 원심분리하는 과정을 2회 반복하였다. 상등액을 합하여 증류수로 500 ml까지 정용한 후 여과하며 취한 100 ml를 감압 농축하였다. 2 ml 정도로 농축된 시료를 메탄올로 씻어 20 ml 시험관에 옮긴 다음 70°C 항온 수조에서 메탄올을 제거하고 105°C에서 건조하였다. 건조된 시료에 내부 표준물질인 메틸라우레이트 0.5g을 클로로포름으로 녹여서 100 ml까지 정용하여 제조한 용액 2 ml에 14% BF<sub>3</sub>/MeOH 2 ml를 가한 후 60°C 항온 수조에서 25분간 반응시켰다. 이것을 냉각시킨 후 2 ml의 암모늄설페이트 포화 용액을 가하여 실

Table 1. Conditions of gas chromatograph for non-volatile organic acids

Instrument	Hewlett Packard 5890
Column	HP-FFAP(Crosslinked Polyethylene Glycol-TPA phase, 50m×0.2mm×0.3μm capillary column)
Detector	Flame Ionization Detector
Temperature	Column 70°C(5 min holding)-220°C(10 min holding) programmed rate 10°C/min Injector 250°C Detector 270°C
Carrier gas	Nitrogen
Injection	0.2 μl injection volume with split mode at ratio of 1:30
Chart speed	0.5cm/min

온에서 분리시키고 클로로포름층을 취하여 capillary gas chromatography 로 분석하였으며 조건은 Table 1과 같다.

**결과 및 고찰**

**관능적 특성**

소금의 농도를 1%, 2% 또는 3%로 달리하여 20°C에서 4일 또는 8일 동안 저장한 깍두기의 관능검사 결과 (Table 2)에서 보면 실험군들 사이에 질긴 정도를 제외한 모든 특성에 유의적인 차이가 나타났다. 경도는 1% 4일군이 가장 컸으며 3%와 2%의 4일군, 3%, 1% 및 2%의 8일군 순으로 감소하였다. 소금의 농도가 증가할수록 오이의 경도를 증가시켰다는 보고<sup>(2)</sup>와는 달리 2%군이 1%나 3%군에 비해 경도가 작았으며 저장기간이 증가하면 모든 군의 경도가 감소하는 경향을 보였다. 아삭아삭한 정도는 1% 4일군이 가장 높았고 3%와 2% 4일군 및 3%, 2% 및 1% 8일군의 순으로 강도가 감소하였다. 8일군에서는 소금농도가 증가할수록 아삭아삭한 정도가 증가하였지만 4일군에 비해 현저히 감소하였다. 깍두기의 질긴 정도는 각 실험군들 사이에 유의적인 차이를 보이지는 않았으나 소금농도가 증가할수록 증가하는 경향을 보였다. 신맛은 2% 8일군이 가장 강하다고 평가되었고 3%와 1% 8일군과 2%, 1% 및 3% 4일군의 순으로 신맛이 감소하였다. 이 결과는 소금농도가 증가할수록 산 생성 억제효과가 있었다고 한 보고<sup>(1)</sup>와는 달리 소금농도의 증가에 따라 신맛이 일정하게 감소하지 않고 저장기간에 관계없이

2%군은 1%와 3%군에 비해 더 신 것으로 평가되었다. 짠맛은 소금농도에 따른 강도의 차이가 현저하며 1%군의 경우에는 8일군이 4일군보다 강도가 높았다. 이것은 소금농도가 낮은 1%군이 4일군보다는 8일군에서 삼투압에 의해 물이 빠지면서 소금이 침투되어 균일한 분포를 이루었기 때문으로 생각된다. 또한 모든 시료에서 이취의 정도가 낮았으며 1% 8일군의 강도가 가장 컸었던 것을 고려하면 소금농도가 낮고 저장기간이 긴 경우에는 이취의 문제가 더 클 것으로 보여진다. 바람직한 정도는 소금농도 2%군이 1%와 3%군에 비해 높은 경향을 보였으며 2% 4일군이 시료 중 가장 바람직하다고 평가되었다.

**산도 및 pH**

소금농도를 달리하여 제조한 깍두기를 20°C에서 저장하면서 측정된 산도 및 pH의 결과 (Fig. 1)에서 1%, 2% 및 3%군 모두 pH가 저장 2일까지 급속히 감소하였으나 산도는 거의 일정한 증가속도를 보였다. 저장 10일까지 산도가 계속 증가하는데 비해 pH는 완만히 감소하여 pH 3.7 이하로 낮아지지 않았던 현상은 김치류 중에 존재하는 산은 약산으로서 해리도가 작기 때문에 김치류가 과속하여도 pH가 3 이하로 낮아지지 않았다는 연구<sup>(2)</sup>에서도 찾아볼 수 있다. 소금 2%군은 1%와 3%에 비해 대체로 pH가 낮고 산도는 높았는데 이는 소금농도가 증가함에 따라 산 생성이 억제되었다는 이전의 보고들<sup>(1,2)</sup>과는 다르나 저장 4일 또는 8일에 실시했던 관능검사에서 얻은 신맛의 결과에 유사하였다. 4일군과 8일군이 pH의 차이는 적으나 산도의 차

Table 2. Sensory scores<sup>a)</sup> of Kakdugi with various concentrations of NaCl

NaCl conc. (%)	Characteristic <sup>b)</sup>		Firmness	Crispness	Toughness	Sour taste	Salty taste	Off-flavor	Overall desirability
	Storage period (days)								
1	4		7.17 <sup>c</sup>	6.69 <sup>c</sup>	4.86	3.97 <sup>a</sup>	3.42 <sup>a</sup>	1.33 <sup>a</sup>	5.14 <sup>c</sup>
	8		3.97 <sup>a</sup>	3.08 <sup>a</sup>	4.89	5.94 <sup>b</sup>	3.92 <sup>b</sup>	2.81 <sup>b</sup>	3.06 <sup>a</sup>
2	4		5.97 <sup>b</sup>	5.25 <sup>b</sup>	5.44	4.78 <sup>ab</sup>	4.83 <sup>c</sup>	1.47 <sup>a</sup>	5.36 <sup>cd</sup>
	8		3.78 <sup>a</sup>	3.72 <sup>a</sup>	4.97 <sup>NS</sup>	6.53 <sup>bc</sup>	5.25 <sup>c</sup>	1.75 <sup>a</sup>	4.86 <sup>bcd</sup>
3	4		6.00 <sup>bc</sup>	5.58 <sup>b</sup>	5.56	3.92 <sup>a</sup>	6.83 <sup>d</sup>	1.33 <sup>a</sup>	4.28 <sup>b</sup>
	8		4.67 <sup>a</sup>	3.97 <sup>a</sup>	5.19	6.39 <sup>bc</sup>	6.42 <sup>d</sup>	1.75 <sup>a</sup>	4.44 <sup>bc</sup>

a) Means of 4 replications. Means not followed by the same letter in the same column differ significantly from one another (p < 0.05). NS means no significant difference.

b) Sensory characteristics rated on 9-point scales. Firmness; 1 = extremely soft, 9 = extremely firm. Crispness; extremely limp, 9 = extremely crisp. Toughness; 1 = extremely tender, 9 = extremely tough. Sour taste; 1 = trace, 9 = extreme. Salty taste; 1 = trace, 9 = extreme. Off-flavor; 1 = none, 9 = extreme. Overall desirability; 1 = extremely undesirable, 9 = extremely desirable.

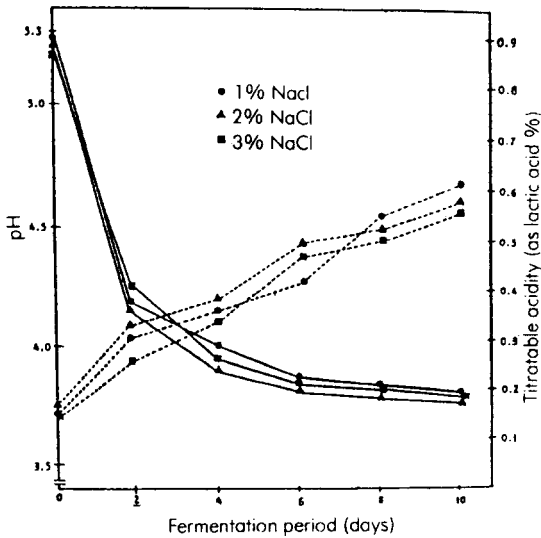


Fig. 1. Changes in pH and titratable acidity of *Kakdugi* with various concentrations of NaCl during storage at 20°C.

— pH, --- titratable acidity

이는 크며 신맛의 정도에서 큰 차이를 나타내었던 관능 검사 결과로 미루어 보아 적정산도가 pH에 비해 신맛에 더 큰 영향을 미치는 것으로 생각된다. 이러한 현상은 다른 보고(13)에서도 찾아볼 수 있다.

**비휘발성 유기산**

소금농도 1%, 2% 및 3%의 깍두기를 20°C에서 4일 또는 8일 동안 저장하였을 때 생성된 비휘발성 유기산 함량의 분석 결과는 Table 3과 같다. 저장 8일의 깍두기에서 추출한 비휘발성 유기산들의 gas chromatogram은 Fig. 2에 나타내었다. 깍두기의 주요 유기산은 젖산(lactic acid), 숙신산(succinic acid), 구연산(citric acid) 등이었으며, 젖산은 4일군에서는 2%군의 함량이 가장 많았고 8일군에서는 전반적으로 함량이 크게 증가하였으며 1%군의 것이 가장 많았다. 숙신산은 2%와 3%군보다는 1%군에서 생성량이 많았으며 구연산은 저장기간이 길 때 3%군보다는 1%군에서 더 많은 양으로 증가되었다. 2% 4일군은 1%와 3%군에 비해 관능검사에서 신맛이 더 강하다고 평가되었고 pH와 산도 측정에서도 생성된 산이 많았던 것과 마찬가지로 비휘발성 유기산의 함량도 많았다. 또한 깍두기의 저장기간이 길어지면 유기산의 함량이 산도 및 신맛의 변화와 유사한 양상으로 증가되었다. 이상과 같은 결과에서 신맛, 산도 및 비휘발성 유기산 함량 사이

Table 3. Non-volatile organic acids content of *Kakdugi* with various concentrations of NaCl

		(mg / 100g <i>Kakdugi</i> )					
NaCl conc. (%)	Storage period(days)	1		2		3	
		4	8	4	8	4	8
Lactic acid	Kind	21.38	57.98	24.42	40.94	19.52	31.58
Oxalic acid		0.02	0.24	0.28	0.28	0.32	0.22
Malonic acid		0.02	0.06	— <sup>a)</sup>	0.02	—	0.04
Fumaric acid		0.01	0.20	0.02	0.18	—	0.14
Succinic acid		3.86	11.58	3.12	6.24	2.82	4.88
Maleic acid		0.02	0.02	0.02	0.04	0.02	0.04
Malic acid		0.06	3.88	0.04	3.16	0.04	3.26
Citric acid		2.16	10.80	5.78	9.06	4.34	4.81
Total acid		27.71	84.76	33.68	59.92	27.06	44.98

a) Not detectable

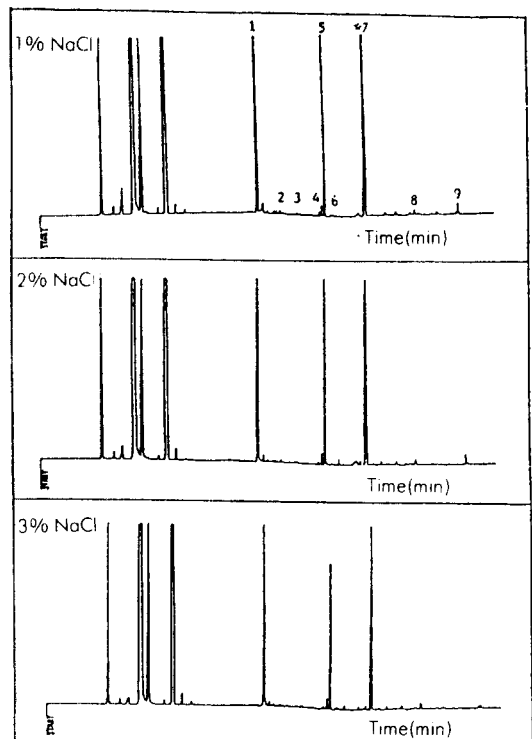


Fig. 2. Gas chromatogram of non-volatile organic acids in 8-day-stored *Kakdugi* with various concentrations of NaCl.

- 1 lactic acid
- 2 oxalic acid
- 3 malonic acid
- 4 fumaric acid
- 5 succinic acid
- 6 maleic acid
- \*7 methyl laurate (internal standard)
- 8 malic acid
- 9 citric acid

에는 밀접한 관계가 있음을 알 수 있었다.

## 요 약

소금농도와 저장기간이 깍두기의 특성에 미치는 영향을 조사하기 위하여 깍두기의 관능적 특성, pH 및 적정산도를 측정하였으며 capillary gas chromatography로 비휘발성 유기산을 정성 및 정량 분석하여 비교하였다. 소금농도와 저장기간은 깍두기의 질긴 정도를 제외한 모든 관능적 특성에 영향을 주어 소금농도 2%군은 1%와 3%군에 비해 단단한 정도와 아삭아삭한 정도가 낮고 신맛이 강하였으며, 저장 8일군은 4일군보다 신맛과 이취는 강하나 단단한 정도와 아삭아삭한 정도는 낮았다. 저장기간이 증가할 수록 pH는 감소하고 산도는 증가하였으며, 이 현상은 특히 2%군에서 두드러지게 나타났다. 깍두기에서 추출한 비휘발성 유기산으로는 lactic acid, succinic acid 및 citric acid가 대부분이었으며 소금농도 2%군은 다른 실험군들에 비해 유기산 생성량이 많았다. 이상의 결과에서 볼 때 소금농도 2%는 1%와 3%에 비해 깍두기의 연부를 억제하고 산의 생성을 감소시키는 숙성 억제효과가 낮았으며 깍두기의 신맛은 pH보다는 산도와 비휘발성 유기산 함량에 더 관련이 많았다.

## 감사의 글

본 논문은 이화여자대학교 교수연구기금의 지원에 의해서 이루어진 것으로 이에 감사사를 드립니다.

## 문 헌

1. 민태익·권태환 : 김치발효에 미치는 온도 및 식염농도의 영향, 한국식품과학회지, 16(4), 443(1984)
2. Bell, T.A. and Etchells, J.L. : Influence of salt(NaCl) on pectinolytic softening of cucumbers. *J. Food Sci.*, 26, 84(1961)
3. Fleming, H.P., Mcfeeters, R.F. and Thompson, R. L. : Effects of sodium chloride concentration on firmness retention of cucumbers fermented and stored with calcium chloride. *J. Food Sci.*, 52 (3), 653(1987)
4. 육 철 : 김치의 연화 방지(예비열처리와  $CaCl_2$ 의 무우김치에 미치는 영향). 서울대학교 석사학위 논문(1984)
5. 지동현 : 숙성기간 중 무우김치의 비휘발성 유기산의 변화. 서울대학교 석사학위 논문(1986)
6. 정귀화 : 숙성기간에 따른 무우김치의 Texture와 Dietary fiber의 함량 변화. 서울대학교 석사학위 논문(1984)
7. Larmond, E. : Scoring. In *Laboratory Methods for Sensory Evaluation of Food*, Dept. of Agriculture Publication, Ottawa, p.41(1977)
8. Civille, G.V. : Scoring. In *Sensory Evaluation Methods for the Practicing Food Technologist*, IFT Publication, Chicago, p.15(1979)
9. Stone, H. and Sidel, J.L. : Hedonic Scale. In *Sensory Evaluation Practices*, Academic Press, Inc., Orlando, p.234(1985)
10. Cochran, W.G. : Completely Randomized, Randomized Block and Latin Square designs. In *Experimental Designs*, 2nd ed. John Wiley & sons, Inc., New York, p.95(1957)
11. Snedecor, G.W. and Cochran, W.G. : Two-way classification. In *Statistical Methods*, 6th ed., Iowa State University Press Ames. IA, p.299(1977)
12. A.O.A.C. : *Official Methods of Analysis*, 14th ed., Association of Official Analytical Chemists, 22, 058(1984)
13. Amerine, M.A., Pangborn, R.M., Roessler, E.B. : Sour Taste. In *Principles of Sensory Evaluation of Food*, Academic Press, Inc., New York, p.75(1965)

(1989년 1월 31일 접수)