

## 동치미의 맛 성분 에 관한 연구

이 매 리 · 이 혜 수

서울대학교 식품영양학과

### A Study on the Flavor Compounds of Dongchimi

Mae Ry Lee and Hei Soo Rhee

Dept. of Food & Nutrition, Seoul National University

#### Abstract

To study the most optimum condition of Dongchimi, the various Dongchimi distinct from the amount of salt, the temperature of fermentation and the ratio of radish to water were examined by sensory evaluation. Also, the content of volatile organic acids and nonvolatile organic acids were investigated by GC, the content of sulfur compounds by GC/MS.

Volatile organic acids were identified with those butyl esters and nonvolatile organic acids were done with those TMS derivatives. Sulfur compounds and those decomposed products were extracted by steam distillation.

In results, the most optimum conditions were salt 2.4%, fermented temperature 4°C, ratio 1:1.5. Volatile organic acids detected were formic, acetic acid, and the amounts were effected by saltiness. Nonvolatile organic acids detected were lactic, malic, fumaric, tartaric acid. Lactic acid was thought to effect overall eating quality. Sulfur compounds were almost the isothiocyanate groups in raw radish, which little in fermented Dongchimi.

#### I. 서 론

오래전부터 한국인의 식문화에 중요한 위치를 차지해 온 김치는 매우 다양한 종류가 있으며, 근래에는 여러 종류의 김치가 상품화되어 해외로 수출되고 있다. 김치의 풍미에 관해서는 휘발성, 비휘발성 유기산, CO<sub>2</sub>, carbonyl group 및 amino acids에 관한 연구가 다양하게 진행되어왔다<sup>1-6)</sup>.

이러한 김치류 중 동치미는 부재료가 적게 사용되고 숙성 온도가 낮아 *Leuconostoc mesenteroides*를 비롯한 김치 발효균<sup>7)</sup>의 번식이 활발하지 못하므로 다른 김치류에 비해 풍미 성분의 종류와 양이 적을 것으로 생각된다.

한편, 동치미의 주재료인 무 (*Raphanus Sativus* L.)의 특징적인 매운 맛 성분인 4-methylthio-3-butenyl isothiocyanate, (MTB-NCS)<sup>8)</sup>는 무를 염장하여 숙성시키면 alcohol, aldehyde, sulfide 등으로 분해되어 그

독특한 매운 맛을 상실한다고 한다.<sup>1)2)</sup>

본 연구에서는 동치미를 맛있게 담글수 있는 방법을 찾고자 무와 물의 비율, 숙성, 온도, 염도를 달리하여 담근 동치미에 대해 관능 평가를 실시하고, 최적 숙성기의 pH를 알아보며, 위의 변화 조건들이 발효 중 생성되는 휘발성 및 비휘발성 유기신의 종류와 함량에 어떤 영향을 미치는지 살펴보고, 또한 생무의 MTB-NCS를 비롯한 황화합물들이 숙성 적기의 동치미에서는 어떻게 변화되어 맛에 영향을 주는 지 알아보고자 한다.

II. 실험 재료 및 방법

1. 동치미 제조

무는 길이, 넓이, 두께가 4cm×1.2cm×0.2cm 정도로 썰고 마늘, 생강은 다지고 파, 풋고추는 어슷 썰기 하여(기존 recipe를 토대로) Table 1의 비율로 담고 소

Table 1. Ingredients ratio of Dongohimi

Ingredients	Radish	Garlic	Ginger	Red pepper	Welsh onion
ratio	1000	5	3	4	10

Table 2. Condition of the experiment

Experimental condition	Contents		
Teuperature (°C)	4	7	11
Saltness (%)	2.0	2.4	3.0
Ratio of radish to water (g/ml)	1:1	1:1.5	1:2

Table 3. Questionaire for the Palatability Test

Characteristics Score	숙 성 도	염 도	탄 산 미	Off-flavor	Overall eating quality
1	전 혀 안 익 었 다	매 우 싱 겉 다	전 혀 없 다	전 혀 없 다	매 우 나쁘 다
2	약 간 익 었 다	싱 겉 다	약 간 느껴 짐	날 듯 말 듯	나쁘 다
3	거 의 익 은 편	약 간 싱 겉 다	조 금 있 다	약 간 있 다	조 금 나쁘 다
4	알 맛 다	적 당 하 다	보 통 정 도	있 다	그 저 그 령 다
5	약 간 시 다	약 간 짜 다	약 간 많 다	약 간 강 하 다	약 간 좋 다
6	시 다	짜 다	많 다	강 하 다	좋 다
7	매 우 시 다	매 우 짜 다	매 우 많 다	매 우 강 하 다	아 주 좋 다

\*texture가 나쁜 것은 따로 표시하십시오.

금 용액을 부었다.

2. 실험 조건

본 연구의 실험 조건은 Table 2와 같다. 단, 염도 2.0%인 11°C에서 숙성시켰을 때 부패했기 때문에 11°C는 제외하였다.

3. 관능 평가

관능 검사 요원은 서울대학원 식품영양학과 학생 8명으로 구성하였다.

시료의 종류가 많아, 먼저 18가지 전 시료에 대해 ranking test를 실시하여 좋다고 평가된 상위의 몇 시료를 채택하였고, 다음으로 채택된 시료들을 중심으로 ranking test나 coring test를 실시하여 가장 적합한 동치미 숙성 조건(Table 2)을 결정하였다. Table 2의 각 항목에 대해 실시한 관능 평가 방법은 아래와 같다.

(1) 무와 물의 비율

선정된 4가지의 시료에 대해 가장 좋은 시료(most-liked sample)에 1점, 가장 나쁜 시료(least liked sample)에 4점을 주는 ranking test를 실시하였다.

(2) 최적 숙성기의 pH

pH 4.3~3.7인 시료를 Table 3에 제시한 숙성도 평가법에 준하여 scoring test를 하는 한편 관능 평가한 모든 시료의 pH를 비교, 분석하였다.

(3) 최적 염도, 숙성 온도 및 overall eating quality

Table 3에 제시한 scoring test를 실시하였다.

[1]: 방신영, 조선 음식 만드는 법, p 431, 1946.

[2]: 황혜성 외 맛 김치 김장 김치, 주부생활 카드 요리 13:23, 학원사, 1983.

Ranking test는 Jellinek, G의 「Sensory evaluation of Food」<sup>11)</sup>를 참고로 결정하였고, Scoring test는 SAS PROC TTEST와 Tukey's test로 분석하였다.

4. pH 측정

pH meter (Sutex sp-7 Digital pH meter, Sutex Inst. Co., Taiwan)로 측정하였다.

5. 휘발성 유기산의 정량

Vorberk등<sup>12)</sup>과 이 등<sup>5)</sup>의 방법으로 추출하여 Table 4의 조건으로 GC 분석을 하였다.

6. 비휘발성 유기산의 정량

Flores<sup>13)</sup>의 방법으로 추출하여 Table 5의 조건으로 GC 분석하였다.

7. 황화합물과 그 분해 산물 분석

생무와 숙성 적기의 동치미 각 2kg에 대해 Kjaer등<sup>8)</sup>의 방법으로 분리하여 GC/MS로 분석하였다(Table 6).

III. 결과 및 고찰

1. 관능 평가

전 시료의 ranking test에 염도 2%인 시료는 적합하지 않다고 평가되어서 다음의 관능 평가에서는 제외시켰다.

Table 4. Condition of Gas Chromatography for butyl esters

Instrument	: HP 5890 A Gas chromatograph Hewlett Packard
Column	: Stain less steel packed column Length : 2 m I.D. : 4 mm Packing material : 10% carbowax 20M (80 / 100mesh)
Detector	: Flame Ionization Detector
Temperature	: Column 60 - 220 °C programmed rate : 20°C/min Detector 220 °C Injector 220 °C
Carrier gas	: N <sub>2</sub> Flow rate 27.8 ml / min
Chart Speed	: 1 cm / min

Table 5. Condition of Gas Chromatography for trimethylsilyl derivatives

Instrument	: HP 5890 A Gas chromatography Hewlett Packard
Column	: Stainless steel packed column Length : 2 m, I.D. : 4 mm Packing material : 3% OV-1 (80/100 mesh)
Detector	: FID
Temperature	: Column 80 - 240 °C programmed rate 10°C/min Detector 260 °C Injector 240 °C
Carrier gas	: N <sub>2</sub> Flow rate : 35.8ml/min
Chart speed	: 1 cm/min

Table 6. GC/MS condition for identification of sulfur volatiles

Instrument	Gas chromatography : HP 5890 A GC Hewlett Packard
	Mass spectroscopy : VG ZAB-E
EI voltage	: 70 eV
Column	: Capillary column Packing material : OV-1 I.D. : 0.2mm
Temperature	: Column 70 - 230 °C programmed rate : 25 °C/min Injector 220 °C
Carrier Gas	: He Flow rate : 0.8 cm <sup>3</sup> /min
Chart speed	: 0.8 cm/min

Table 7. Result of ranking test for the ratio of radish to water

*** Sample /Pa	1	2	3	4	5	6	7	8	Total
I	1	1	1	3	4	1	3	4	18
II*	2	2	2	2	2	2	1	1	14
III**	4	4	4	4	3	4	4	2	29
IV	3	3	3	1	1	3	2	3	19

\* : p < 0.05

\*\* : p < 0.01

***: Sample	Experimental condition	pH
I	2.4% 1 : 1.5 4°C	3.68
II	3.0% 1 : 1.5 4°C	3.80
III	2.4% 1 : 2.0 4°C	3.80
IV	3.0% 1 : 2.0 4°C	3.71



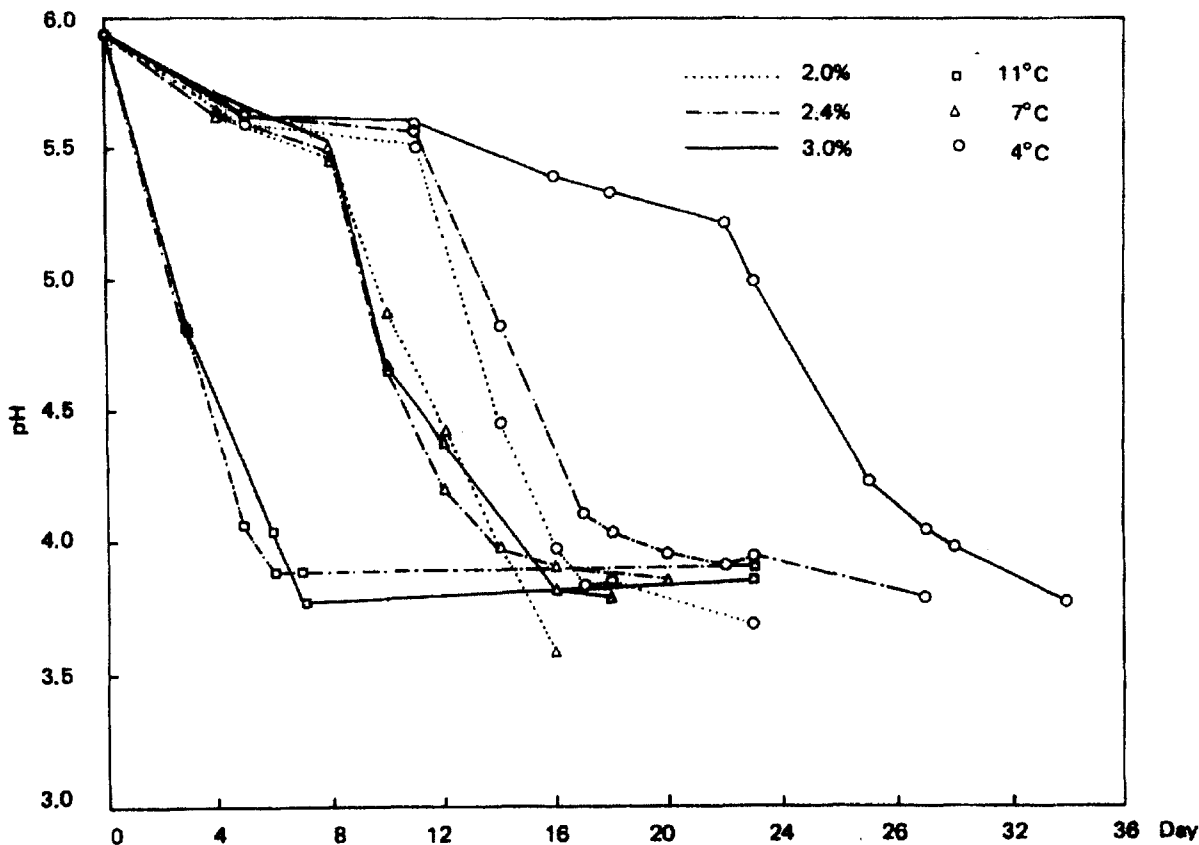


Fig. 1. Changes of pH during fermentation period of various Dongchimi.

III이 1% 유의 수준에서 least-liked sample로 채택<sup>11)</sup>된 것에 의해 동치미의 무와 물의 비율은 1 : 1.5가 적합하다고 판정하였다.

(2) 최적 숙성기의 pH

Table 8의 결과에서 pH 3.84인 시료 III이 가장 적합하다고 하였으며 반복한 관능 평가 결과 Table 9, Table 10들을 종합할 때 최적 숙성기의 pH는 3.9±0.1이었다.

(3) 최적 염도, 최적 숙성 온도 및 overall eating quality

Scoring test를 실시한 결과 Table 9, Table 10, 염도는 2.4%가 적합하며 숙성 온도는 가장 좋은 것이 4°C였고 11°C가 그 다음이었다. 7°C는, 균 성장은 완전 억제되지 않은 상태로 저장 기간이 길기 때문에 11°C보다 적합하지 않다고 생각된다.

이상의 결과에서 동치미 숙성에 알맞는 조건은 무와 물의 비율 1 : 1.5, 염도 2.4%, 숙성 온도 4°C라 하겠

다.

2. pH 변화

최적 숙성기의 pH에 도달하는 데 걸리는 기간은 Fig. 1에서 보듯 염도, 숙성온도 차이에 따라 3 group으로 나뉘었는데 숙성 온도가 4°C일 때는 염도가 숙성 기간에 큰 영향을 미쳤다.

한편, 숙성 적기에 이르기 전까지는 국물의 pH가 먼저 떨어지다가 숙성 적기가 되어 거의 일치하였다 (Table 11).

동치미를 담근 초기와 숙성 후에는 pH 감소가 더디고, 그 중간에 pH 감소가 활발하게 진행되어 그래프 Fig. 1가 sigmoidal 곡선을 보였다<sup>12)</sup>.

생무의 pH는 5.94였다.

3. 휘발성 유기산의 함량

생무에서는 휘발성 유기산이 검출되지 않았고 동치미

에서는 formic, acetic acid가 검출되었다.

Table 12에 제시한 시료들의 휘발성 유기산 함량은

Table 12. Samples for oranic acids analysis

Sample	Experimental condition			pH	
	Saltness	Temp.	Ratio	1*	2*
I	2.0%	7°C	1 : 1.5	4.81	4.32
II	2.4%	7°C	1 : 1.5	4.32	4.20
III	3.0%	7°C	1 : 1.5	4.68	4.37
IV	2.4%	7°C	1 : 1.5	3.92	3.91
V	3.0%	7°C	1 : 1.5	3.81	3.82
VI	2.0%	4°C	1 : 1.5	3.96	3.84
VII	2.4%	4°C	1 : 1.5	3.94	3.95
VIII	3.0%	4°C	1 : 1.5	3.84	3.77
IX	2.4%	11°C	1 : 1.5	3.86	3.85
X	3.0%	11°C	1 : 1.5	3.94	3.77

\* 1 solid  
2 liquid

Table 13. Volatile organic acids content in various Dongchimi (solid mg/100g, liquid mg/100ml)

Sample Acid	Dongchimi				
	I	II	III	IV	V
formic	trace	3.34	3.05	5.98	0.33
acetic	3.46	7.52	5.00	Δ 6.01	18.21

Sample Acid	Dongchimi				
	VI	VII	VIII	IX	X
formic	n.d	0.50	n.d	n.d	0.21
acetic	20.85	36.96	12.82	21.06	14.12

n.d : not detected

(Table 13), 같은 숙성 온도에서 염도 2.4%인 시료가 acetic acid를 가장 많이 생성한 바, 염도차가 미생물의 번식에 영향을 준다고 생각된다<sup>15)</sup>. 관능 평가에서 가장 점수가 낮았던 시료 IV의 acetic acid량이 가장 많고, 그 다음이 시료 VII인 것으로 보아 적정량 이상의 acetic acid 생성은 동치미 flavor에 좋지않은 영향을 준다고 사료된다.

#### 4. 비휘발성 유기산의 함량

생무에서는 검출되지 않은 반면, Table 12에 제시한 동치미 시료에서는 lactic, fumaric, malic, tartaric acid가 검출되었다(Table 14). 숙성 온도차, 염도차에 의한 비휘발성산의 생성량 차이는 보이지 않았다.

Table 14. Nonvolatile organic acids content in various Dongchimi (solid mg/100g, liquid mg/100ml)

Sample Acid	Dongchimi				
	I	II	III	IV	V
lactic	19.8	31.6	20.4	46.4	38.6
fumaric	1.3	0.88	2.17	2.20	n.d
malic	13.8	22.4	24.5	n.d	n.d
tartaric	0.77	n.d	n.d	n.d	n.d

Sample Acid	Dongchimi				
	VI	VII	VIII	IX	X
lactic	43.0	89.3	38.3	57.9*	65.8*
fumaric	n.d	trace	0.49	n.d	1.11
malic	n.d	n.d	n.d	n.d	18.0
tartaric	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d

n.d : not detected

8 : has other compounds

Table 15. Mass spectrometric identification of sulfur volatiles

Raw radish		Dongchimi	
Peak No.	Structural formula	Peak No.	Structural fomular
1	$CH_3-S-CH=CH-CH_2-CH_2-CN$	1	$CH_3-S-S-S-CH_3$
2	$CH_3-S-CH_2-CH_2-CH_2-NCS$	2	$CH_3-S-CH=CH-CH_2-CH_2-CN$
3	$CH_3-S-CH=CH-CH_2-CH_2-NCS$	3 (1)	
4	$CH_3-S-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-NCS$	(2)	?
5	$CH_3-S-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-NCS$	4	$CH_3-S-CH=CH-CH_2-CH_2-NCS$
		5	$CH_3-S-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-NCS$
		6	?
		7	?

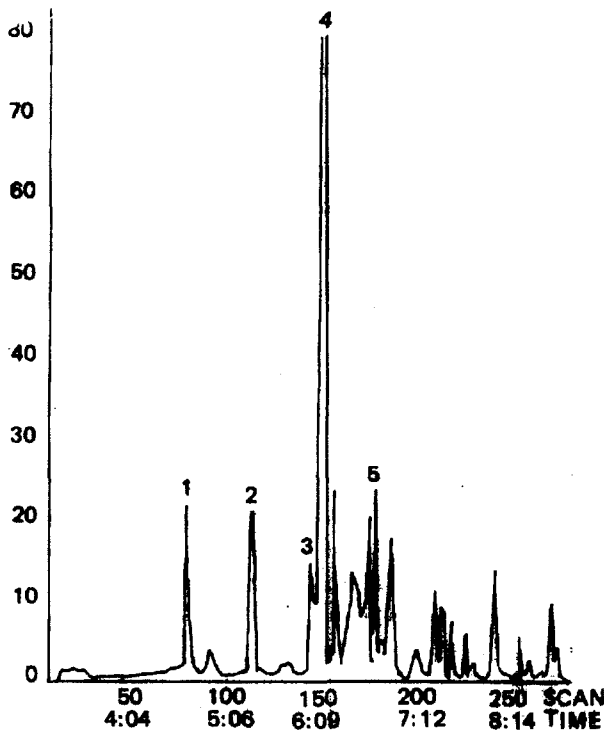


Fig. 2. Gas chromatogram of steam distilled fresh radish

Malic acid는 덜 익은 동치미에 주로 검출되었고, fumaric, tartaric acid는 소량 검출된 점으로 볼 때, 이들은 동치미 flavor에 큰 영향을 주지 않는다고 생각된다.

5. 황화합물과 그 분해 산물

생무에서는 3-methylthiopropyl isothiocyanate (-N-CS), 4-methylthio-3-butenyl NCS, 4-methylthiobutyl NCS와 4-methylthiopentyl NCS등 4종의 isothiocyanate와 5-methylthio-4-pentenitrile로 1종의 nitrile이 검출되었다(Fig. 2와 Table 15).

이 성분들 중 생무의 주된 매운 맛 성분은 MTB-NCS라 하겠다<sup>16)</sup>.

숙성 적기의 동치미에서는 4-methylthio-3-butenyl NCS, 4-methylthiobutyl NCS와 5-methylthio-4-pentenitrile이 검출되었는데, mass spectrum의 TIC 값을 보면 생무에 비해 훨씬 떨어졌다. 동치미의 MTB-NCS의 TIC는 생무의 20% 정도였다(Fig. 3과 Table 15).

그밖에, NCS의 분해 산물과 보이는 dimethyl

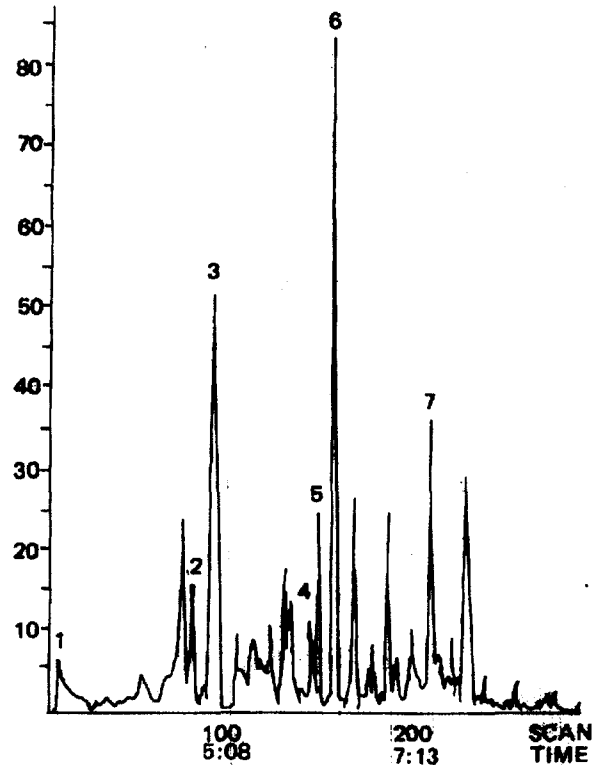


Fig. 3. Gas chromatogram of steam distilled Dongchimi

trisulfide 등이 분석되었는데 가장 높은 TIC level을 보인 peak 6은 규명하지 못하였는데 질소수가 적수개인 물질로 추정된다. 한편, peak 3은 자세히 분석해 본 결과 peak 2개가 합성된 것이었는데, 그중 하나는 benzothiazole(3(1))로 추정되는데 다른 분석에 의한 확인이 필요하겠다.

IV. 결 론

맛있는 동치미를 담그는 방법을 찾기위해 관능 평가를 실시한 결과, 염도 2.4%, 숙성 온도 4℃, 무와 물의 비율 1:1.5가 가장 좋은 것으로 선정되었으며, 최적 숙성기의 pH는 3.9±0.1이었다.

Acetic acid의 생성량은 염도의 영향을 받아 염도 2.4%에서 가장 많았고, lactic acid양은 최적 조건으로 담근 동치미에서 가장 많았다. 숙성 온도차는 유기산 생성량에 큰 영향을 주지 않았다.

동치미 최적 숙성기에서 무의 매운 맛 성분인 MTB-NCS는 20% 정도만 남아 있었다.

## 참 고 문 헌

- 1) 이해수, 김치에 대한 조리과학적 연구, 대한가정학회지, 10:35, 1972.
- 2) 김현옥, 이해수, 숙성 온도가 다른 김치의 비휘발성 유기산에 관한 연구, 한국식품과학회지, 7:74, 1975.
- 3) 윤진숙, 이해수, 김치의 휘발성 향미 성분에 관한 연구, 한국식품과학회지, 8:90, 1977.
- 4) 조 영, 이해수, 김치의 맛 성분에 관한 연구 유리 아미노산 및 유리당에 관하여, 한국식품과학회지, 11:1, 1979.
- 5) 이해성, 이해수, 재료의 종류에 따른 김치의 이산화탄소, 알코올, 휘발성 유기산의 변화, 서울대 석사학위논문 1984.
- 6) 류재연, 이해수, 재료의 종류에 따른 김치의 비휘발성 유기산과 카보닐 화합물의 변화, 서울대 석사학위논문, 1984.
- 7) 최신양, 김치 발효와 보존성, 식품과학, 21(1):19, 1988.
- 8) Kjaer, A., Madsen, J.O., Maeda, Y., Ozawa, Y. and Uda, Y., Volatiles in distillates of fresh radish of Japanese and Kenjan origin, *Agric. Biol. Chem.*, 42(9):1915, 1978
- 9) Friis, P. and Kjaer, A., 4-methylthio-3-butenyl isothiocyanate, the pungent principle of radish root, *Acta chem Sand.* 20(3):698, 1966.
- 10) Kjaer, A., Madsen, J.O., Maeda, Y., Ozawa, Y., and Uda, Y., Volatiles in distillates of processed radish of Japanese origin, *Agri. Biol. Chem.*, 42(11):1989, 1978
- 11) Jellinek, G., *Sensory evaluation of Food*, p. 270, VCH, Chichester England, 1984.
- 12) Vorberk, M.L., et al., Determination of Fatty acid of Lower Molecular Weight by G.C., *Nature* 187:689, 1960.
- 13) Flores, E.F., Kline, D.N. and Johnson, A.R., GLC Determination of Organic Acids in Fruits as their Trimethylsilyl Derivatives, *J.A.O.A.C.*, 53:17, 1970.
- 14) 구경형, 강근옥, 김우정, 김치의 발효과정 중 품질 변화, 한국식품과학회지 20(4):476, 1988.
- 15) 조재선, 김치의 이화학적 특성, 식품과학, 21(1):25, 1988.
- 16) 김미리, 무우 김치 숙성 중 매운 맛 및 그 관련 물질의 변화에 관한 연구, 서울대 이학박사논문, 1988.