

## 전남지역 김장 배추김치의 품질 특성

박복희·조희숙·유맹자<sup>†</sup>

목포대학교 생활과학부 식품영양학전공·송원대학 식품영양과<sup>†</sup>

### Quality Characteristics of Kimchi Prepared for the Winter around Chonnam Area

Bock-Hee Park · Hee-Sook Cho · Maeng-Ja Yoo<sup>†</sup>

Major in Food and Nutrition, Division of Human Ecology, Mokpo National University

Department of Food & Nutrition, Songwon College<sup>†</sup>

#### Abstract

To investigate quality characteristics of kimchi prepared for the winter around Chonnam area, home made kimchi samples collected from 22 area, and they were stored at  $-1\pm 1$  C. The results were as follows : The pH and acidity of kimchi samples were 4.75 and 0.84%, respectively. Salt concentration was 3.50% and in Redox potential measurement, Eh value was -134.08mV. Ascorbic acid and reducing sugar contents were 10.18mg% and 13.25mg%, respectively. In color measurement, L value was 52.29 and a and b values were 19.68 and 27.69, respectively. Total viable count was  $5.5\times 10^6$  and lactic acid bacteria count and yeast were  $4.6\times 10^5$  and  $8.8\times 10^5$ , respectively. Properties of hardness of kimchi measured instrumentally was 9.26kgf. Alcohol insoluble solids(AIS) content was 5.53% and hot water soluble pectin(HWSP) content and sodium hexametaphosphate soluble pectin(NaSP) content were 17.35% and 29.65%, respectively, also hydrochloric acid soluble pectin(HCISP) content was 53.0%.

**Key words** : Chonnam, home made kimchi, quality characteristics, pectin

<sup>†</sup> Corresponding author : Major in Food and Nutrition, Division of Human Ecology, Mokpo National University  
Dorim-ri, Chungkye-myon, Muan-gun, 534-729, Korea  
Tel : 061-450-2522, Fax : 061-450-2529  
E-mail : bhpark@mokpo.ac.kr

## I. 서론

김치는 채소를 주원료로 하여 발효시킨 우리나라 고유의 전통식품으로 단순한 발효음식이 아니라 발효 중 생기는 산미로 인한 독특한 향미와 비타민 B군의 증가 등 영양적으로 쌀 위주의 우리나라 식생활에서 없어서는 안 되는 대표적인 부식이다.(Park 등 2002) 김치는 지역에 따른 특성이 뚜렷하여 종류가 다양하다. 김치의 지역성이란 기본적으로 그 고장의 기온과 습도에 따라 소금의 농도와 젓갈의 분량이 다르다고 볼 수 있다. 김치의 종류는 분류하는 방법에 따라서 약간의 차이는 있으나 190여종 이상 있는 것으로 알려져 있고, 같은 이름의 김치라 하더라도 지방에 따라 사용되는 재료의 종류와 양이 조금씩 달라 김치의 종류가 다양해진다.(Park 등 1996) 또한 김치는 기후와 해산물 등 첨가되는 부 재료에 따라서 김치의 맛과 색상 및 숙성도가 달라지므로 지역마다 특징적인 김치 담그는 방법이 독특하게 이어져 내려오게 되었다. 이러한 각 지방의 향토 별미김치는 지역의 생태적 특성을 담고 있는 주요한 식문화 요소로 볼 수 있으며, 이에 상실되어 가고 있는 각 지역의 김치 맛 보존과 지역의 전통을 가진 고급김치의 개발이 필요하다고 본다. 지금까지 김치에 대한 연구로는 김치의 성분분석(Yoon 등 1977, Ryu 등 1984), 김치의 저장 중 물리화학적 변화(Hawer 등 1988, Ku 등 1988, Kim 등 1994), 김치 발효에 영향을 미치는 요소에 관한 연구(Min 등 1984, Kim 등 1994), 김치의 숙성에 관한 미생물에 대한 연구(박 등 1990, 조 1991), 김치의 기능성에 대한 연구(Park 등 1998, Park 등 1995, Lee 등 1996), 김장김치에 관한 연구(Park 등 1996, 윤 1967, 이 1985) 등 400여편 이상 이루어져 왔다. 지역별 김치 특성에 관한 연구로는 부산지역(Moon 등 1997), 마산지역(Park 등 1996)의 배추김치의 품질특성만이 보고된 바 있어 본 논문에서는 전남지역(5개 시 및 17개 군)의 김장 배추김치를 수거하여 김치냉장고에 보관한 뒤 분석함으로써 양 지역의 배추김치의 품질 특성을 파악하여 김치에 대한 지속적인 연구 및 발전을 위한 기초자료로 사용하고자 한다.

## II. 재료 및 방법

### 1. 김치의 구입

전남 지역 배추김치의 품질 특성을 알아보기 위하여 시료로 사용한 김장 배추김치는 2001년 11월부터 12월 중순경 담겼고, 숙성기간은 8개월 가량 이었다. 전남 지역의 5개 시(목포시, 나주시, 순천시, 여수시, 광양시)와 17개 군(강진군, 고흥군, 곡성군, 구례군, 담양군, 무안군, 보성군, 신안군, 영광군, 영암군, 완도군, 장성군, 장흥군, 진도군, 함평군, 해남군, 화순군)에서 김치를 수거한 후  $-1\pm 1^{\circ}\text{C}$ 의 김치냉장고(ANAX, KC-070S)에 넣어 보관한 뒤 분석용 시료로 사용하였다.

### 2. pH 및 총산 함량 측정

김치의 pH와 총산 함량을 측정하기 위하여 김치 시료를 waring blender로 마쇄한 후 20g을 취하여 증류수 180mL로 희석하고 여과지(Whatman No. 2)로 여과해서 그 여액을 사용하였다. 김치액의 pH는 pH meter(EA 920, Orion Research INC., U.S.A.)로 측정하였으며, 총산도는 여과한 김치액을 0.1% phenolphthalein 지시약을 사용하여 0.05N NaOH로 적정한 후 lactic acid(%)로 환산하여 표시하였다(Yoo 등 1998).

### 3. 염도 및 산화·환원 전위 측정

염도는 Mohr법(AOAC, 1990)으로 측정하였으며, 산화·환원 전위는 platinum redox electrode를 ion analyzer(EA 920, Orion Research INC., U.S.A.)에 연결하여 김치액의 산화·환원 전위를 측정하였다(이진희 등 1998).

### 4. 휘발성 산도 측정

휘발성 유기산은 김치 50g을 waring blender로 마쇄한 후 일정량의 증류수를 가한 후 수증기 증류법으로 증류하여 증류액 100mL를 받아 0.1% phenolphthalein 지시약을 사용하여 0.05N NaOH로 적정하여 lactic

acid(%)로 환산하여 표시하였다(양세식, 1986).

**5. 환원당 함량 측정**

환원당 함량은 마쇄한 김치의 여과액을 20,000rpm에서 10분간 원심분리한 후 상정액을 시료로 하여 DNS 법으로 측정하였다. 5배로 희석한 김치즙 희석액 1mL에 DNS 시약 3mL를 가하여 잘 교반한 후 끓는 물에서 5분간 반응시키고 냉각시켜 발색된 용액을 분광광도계(UV-1601, Shimadzu, Japan)를 사용하여 550nm에서 흡광도를 측정하였으며, 이 측정치를 glucose로 환산하여 표시하였다(Millers, 1959).

**6. Ascorbic acid 함량 측정**

총 비타민 C는 혼합 분쇄한 김치 10g에 5% 메타인 산용액 100mL를 가하여 교반하고, 원심분리(12,000rpm, 4°C, 10분)한 후 상정액을 취하고 여과지(Whatman No. 6)로 여과하여 100mL로 정용한 후 2, 4-dinitrophenyl hydrazine비색법으로 측정하였다(주현규 등, 1995).

**7. 경도 측정**

김치 조직의 경도는 측정용 시료(배추의 중간잎 줄기 부분의 두께 0.5cm)를 3×2cm 크기로 일정하게 썰어서 Rheometer (Model CR-100D, Japan)로 배추의 절단변형력을 측정하여 maximum force로 경도를 나타냈으며(Rhee, 1995), 측정조건은 Table 1과 같다.

Table 1. Condition of operation of Rheometer

Maximum force	10kg
Chart speed	120mm/mim
Table speed	8mm/sec
Maximum force	Maximum peak force of sample cutting force

**8. 색도 측정**

색도 측정은 색차계(Chromameter CR-200, Minolta,

Japan)로 측정하여 Hunter scale에 의해 명도(L, lightness) 적색도(a, redness) 황색도(b, yellowness) 값을 3회 반복 측정하고 그 평균값으로 나타내었다. 이때 사용되는 표준백판(standard plate)은 L값 96.95, a값 -0.03, b값 1.42이었다.

**9. 김치의 총균수, 젖산균수 및 효모수의 측정**

김치 시료액 1mL를 생리 식염수로 단계적으로 희석하여 각 희석액 0.2mL씩을 각각의 배지에 접종하여 배양한 후 생성 균수로 판정하였다. 총균수 측정을 위해 nutrient agar 배지를 이용하였고, 총 젖산균수 측정은 MRS 배지를, 총 효모수 측정은 MA 배지를 이용하였으며, 30±1°C에서 2~3일간 배양한 후 최확수(MPN)법으로 측정하였다(노완섭 1981).

**10. Pectin 함량 측정**

**펙틴질의 분획**

알콜 불용성인 펙틴질은 Ryu 등(1996)의 방법을 사용하여 김치 30g 중의 알콜 불용성 고형분(alcohol insoluble solid, AIS)을 추출하였다. AIS 0.5g으로부터 증류수, sodium hexametaphosphate, HCl 등을 용매로 하여 열수가용성 펙틴질(hot water soluble pectin, HWSP) 염가용성 펙틴(sodium hexametaphosphate soluble pectin, NaSP), 산가용성 펙틴(hydrochloric acid soluble pectin, HCISP)을 분획하였다. 이 분획 단계는 Fig. 1과 같다.

**펙틴질의 측정**

각 분획물은 Carbazole법(1950)으로 정량하였다. 즉, 각 추출액 0.1mL에 진한 황산 6mL을 가하고 끓는 물에서 10분간 가열한 후 냉각시킨 다음 0.15% carbazole reagent 0.5mL을 가하고 잘 혼합하여 25분간 방치하고 분광광도계로 525nm에서 흡광도를 측정하였다. Anhydrogalacturonic acid 0.001~0.01%용액을 위와 동일하게 처리해서 얻어진 표준곡선으로부터 각 시료의 분획물 함량을 계산하였다. Blank test는 absolute ethanol을 사용하였다.

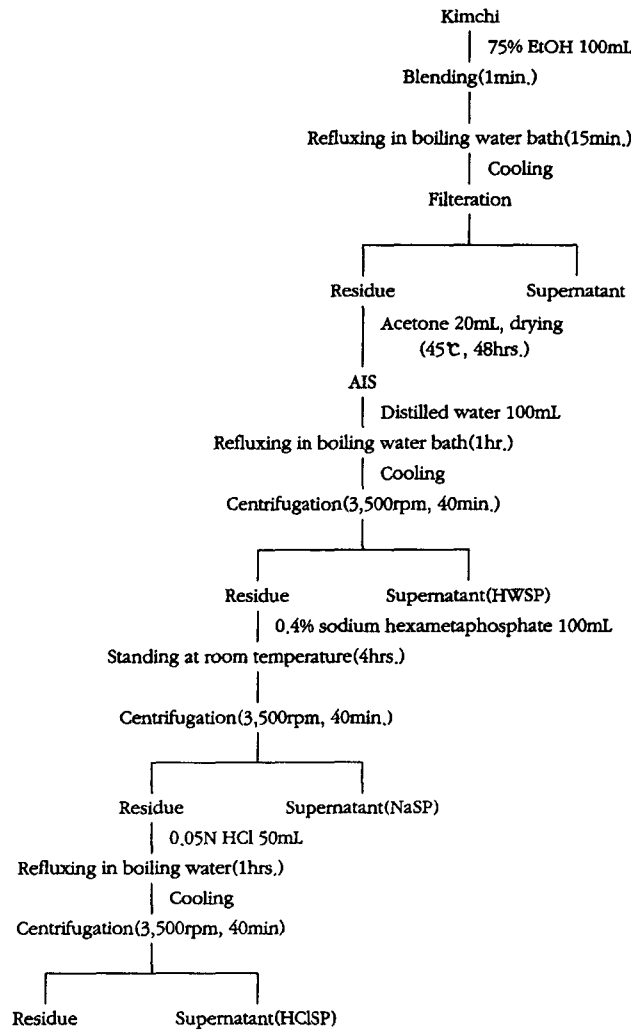


Fig. 1. Scheme for separation of pectic substances from kimchi.

### III. 결과 및 고찰

#### 1. 전남 지역 김장 배추김치의 이화학적 특성

김장 배추김치의 이화학적 특성을 알아보기 위하여 전남 22개 지역의 김장 배추김치를 수거하여 분석한 결과는 Table 2와 같다. 전남 지역의 김장 배추김치의 pH는 4.75, 산도는 0.84%로, 김치의 적숙기로 민과 권(1984)이 pH 4.2, 총산 함량 0.6%라고 한 것과 비교해

보면 높게 나타나 시판김치나 일반적인 김치에 비하여 신맛이 높을 것으로 생각된다. 김치의 최적 염농도는 지역이나 소비자에 따라 다르게 나타나는데, 각 지역의 김치의 짠맛을 조사한 조(1991)의 연구에 의하면 서울, 경기 지역의 김치의 특성은 짜지도 싱겁지도 않으며, 충청도 지역은 간이 알맞고 소박한 김치를 담그고, 경상도 배추는 짜게 절여 젓국을 많이 넣고 소를 넣어 담그며, 전라도는 젓갈을 많이 넣어 맵고 짭짤하고 맛이 진하여 감칠 맛이 난다고 지적하고 있다. 본 연구에서 김치 염도는 3.50%로 나타나, Park 등(1996)의 마산 지역 배추 김치의 소금 농도인 3.69%에 비하

Table 2. Physicochemical characteristics of home made Kimchi around Chonnam area

Characteristics		Home made Kimchi
pH		4.75±0.23 <sup>1)</sup>
Total acid content(% w/v)		0.84±0.19
Salt concentration(%)		3.50±1.08
Volatile acid content (% w/v)		0.09±0.04
Redox potential (mV)		-134.08±43.10
Reducing sugar content (mg%)		13.25±2.50
Ascorbic acid content (mg%)		10.18±3.86
L		52.29±2.46
Color	a	19.68±3.96
	b	27.69±3.21

<sup>1)</sup> Values represent means±S.D(n=22)

L : Measurement of lightness and varies from 100 for perfect white to zero for black, a: Measurement of redness when plus, gray when zero, and greenness when minus, b: Measurement of yellowness when plus, gray when zero, and blueness when minus

여서는 낮았으나 소금 농도가 일반적으로 3.0%인 것과 비교하면 상당히 높은 경향이였다.

최근에는 많은 식품에서 소금의 사용량을 줄이는 추세인데도 김치의 소금 농도가 높은 것은 김치가 숙성되어 맛이 조화되면 소금의 짠맛을 강하게 느낄 수 없는 김치의 특성 때문으로 생각된다. 시판김치는 가정용 김치에 비하여 대량 생산 체계를 갖추고 있으므로 김치의 품질이 비교적 균일하지만 가정용 김치는 가정에 따라서 선호하는 맛이 다르므로 김치간에 차이가 많을 것으로 생각되며, 이것은 가정용 김치의 품질 특성들의 표준편차가 시판용보다 대체적으로 높게 나타난 것으로도 알 수가 있다(Park 등 1996). 환원당 함량은 13.25mg%를 나타내었는데, Yoo 등(2001)은 묵은 김치의 적숙기로 환원당 함량 변화는 21.15~9.5mg% 폭으로 나타났음을 보고하였다. 김치의 저장 과정 중 커다란 변화중의 하나인 총 비타민 C는 김치의 주재료에 있는 펙틴이 호기적 미생물에 의하여 생성되며 김치 숙성 최적기에 최고에 달한다고 알려져 있는데 본 연구의 김치에서는 10.18mg%가 함유되어 있었다. Yoo 등(2001)의 결과에서 보면 30주 동안의 묵은 김치발효 과정에서 모든 시료김치에 16.0~22.3mg%의 비타민 C가 함유된 것으로 분석되어 본 연구의 결과보다 높은

경향이였다. 휘발성 산도는 0.09%를 나타냈으며, 산화 환원 전위값은 시료간에 차이가 크게 나타났는데 Eh<sub>r</sub> 값이 -134.08mV였다. 산화·환원 전위가 저하되는 것은 환원성 물질이 에너지원으로 쓰이면서 전자를 내놓고 O<sub>2</sub>를 소비하며 미생물들의 생육으로 총 세포질량이 증가, 김치 액 내의 상태가 좀 더 환원된 상태로 되기 때문이며, 그 이후 산화·환원 전위가 증가하는 것은 환원성 물질이 없어졌거나 많이 생육했던 세포들이 다시 파괴되어 나타나는 현상으로 볼 수 있다(Jacob 1970). 또 표준 상태에서 산화·환원 전위 값이 -100mV이상일 때 혐기성 균의 생육이 저해된다고 하므로(Gerhardt 1981) 본 실험의 결과도 혐기성 균이 자라기에 알맞은 전위 값을 나타내었다. 김장 배추 김치의 색도는 L값이 52.29의 높은 값을 보였으며, a값과 b값은 19.68및 27.69를 나타내었다. 신 등(1996)은 김치를 온도별로 저장하면서 색상을 관찰하였는데 온도가 높을수록 변화의 정도가 심하고 특히 적숙기까지 L값이 상승하고 적색도와 황색도도 크게 증가하였음을 보고하였다. Yoo 등(2001)은 묵은 김치의 숙성기간에 따른 김치의 색도 변화를 측정된 결과 L값은 적숙기에 이르러 김치의 색깔이 밝아지고 그 이후에도 명도는 계속 높아져 22주째에 55.45로 최고치를 나타내었다고

보고하여 본 결과와 비슷하였다. Park 등(1996)의 마산 지역 배추김치의 연구에서 L값은 30.75, a값은 18.03, b값은 17.28을 나타내 본 연구의 김치에 비하여 L값과 b값이 낮았는데 이것은 부재료의 종류 및 사용량의 차이 때문에 일어난 현상이라고 생각된다.

## 2. 전남 지역 김장 배추김치의 품질 특성

김장 배추 김치의 품질 특성은 Table 3과 같다. 김치의 조직감의 변화를 기계적으로 측정된 결과 9.26kgf로 높게 나타났다. 배추 잎의 조직감은 배추의 품종, 잎의 부위, 재배시기 등에 따라 크게 달라지므로(이철호 등 1988) 일정한 배추의 중간 잎의 줄기부분을 시료로 사용하였다. 김치는 발효 숙성이 경과함에 따라 조직이 연화되어 hardness가 점차 감소하는데 이러한 연화 현상은 protopectinase, polygalacturonase, pectin methyl esterase 등의 효소의 작용에 의해 펙틴질의 성상변화가 주 요인으로 알려져 있다(이용호 등 1986). No 등(1995)은 소금 절임 시 키토산 첨가 김치의 조직감이 발효 초기에는 대조군에 비해 경도의 향상은 뚜렷하였으며 그 효과는 발효기간을 통해 점차 감소하였다고 보고하였으며, Lee 등(1994)은 염장과정중 키토산의 첨가가 무의 조직감을 향상시켰다고 보고한 바 있다. 미생물수의 변화를 살펴보면 총 균수는  $5.5 \times 10^6$ 을, 총 젖산균수는  $4.6 \times 10^5$ , 총 효모수는  $8.8 \times 10^5$ 으로 나타났다.

펙틴 조성의 변화를 보면 알코올불용성 고품물(AIS)함량은 5.53%를 나타내었다. Lee 등(1986)은 AIS의 함량은 김치의 숙성기간이 경과할수록 감소하고 숙성온도가 높을 경우 짧은 발효기간에 더 많은 양이 감소한다고 하였다. 알코올불용성 고품물로부터 분리해 낸 열수가용성펙틴(HWSP), 염가용성펙틴(NaSP), 산가용성펙틴(HCISP)의 함량비를 살펴보면, methoxyl group이 비교적 많은 수용성 펙틴인 열수가용성펙틴(HWSP)은 17.35%, low methoxyl group을 갖고 있는 펙틴질인 염가용성펙틴(NaSP)은 29.65%, protopectin의 양으로 표시되는 산가용성펙틴(HCISP)은 53.0%로 나타나 산가용성펙틴의 함량이 가장 높았다. 이러한 결과는 Yoo 등(2001)의 HWSP 13.1%, NaSP 27.3%, HCISP 59.6% 및 이(1986)의 12.6%, 27.8%, 59.6%와 비슷한 수준이었다. Ryu 등(1996)은 AIS로부터 분획한 펙틴성분들은 숙성기간이 경과함에 따라 수용성 펙틴질은 증가하고 low methoxyl pectin과 protopetin은 감소하였는데, 멸치젓을 첨가한 김치의 경우 펙틴의 분해를 다소 억제한다고 보고한 바 있고, Ahn 등(1995)도 멸치젓이나 새우젓을 첨가한 김치의 경우 methoxyl group이 비교적 많은 pectin분획인 HWSP는 증가하고 HCISP는 감소하는 경향을 보였다고 보고하여 본 결과와 다소 차이를 나타냈는데 이는 Yoo 등(2001)의 연구에서와 같이 염 절임 시간과 시료 선택에서 오는 차이로 생각된다.

Table 3. The quality characteristics of home made Kimchi around Chonnam area

Characteristics	Home made Kimchi
Hardness(kgf)	9.26±1.63 <sup>1)</sup>
Total microbial count(10 <sup>6</sup> CFU/ml)	5.5±1.3
Lactic acid bacteria count(10 <sup>9</sup> CFU/ml)	4.6±3.1
Yeast count (10 <sup>9</sup> CFU/ml)	8.8±1.6
HWSP(hot water soluble pectin)	17.35±1.41
NaSP(sodium hexametaphosphate soluble pectin)	29.65±2.02
HCISP(hydrochloric acid soluble pectin)	53.0±3.02
Alcohol insoluble solids (AIS) content	5.53±1.14

<sup>1)</sup> Values represent means±S.D.(n=22)

IV. 요약

전남 지역의 김장 배추김치의 품질특성을 조사하기 위하여 22개 지역의 김장 배추김치를 수거하여 -1±1℃의 김치냉장고(ANAX, KC-070S)에 보관하면서 품질 특성을 분석하였다. 김치 담그는 시기는 2001년 11월말부터 12월 중순이었으며 8개월 가량 숙성한 뒤에 분석을 실시하였다. 배추김치의 pH는 4.75 정도였으며 산도는 0.84% 수준이었다. 염도는 3.50%였으며, 환원당은 13.25mg%를 나타내었고, 김치의 저장 과정 중 커다란 변화중의 하나인 총 비타민 C는 10.18mg%가 함유되어 있었다. 휘발성 산도는 0.09%를 나타냈으며, 산화환원 전위값은 시료간에 차이가 크게 나타났는데 Eh<sub>7</sub> 값이 -134.08mV였다. 색도는 L값이 52.29의 높은 값을 보였으며, a값과 b값은 19.68 및 27.69를 나타내었다. 미생물수의 변화를 살펴보면 총 균수는 5.5×10<sup>6</sup>을 나타내었고, 총 젖산균수는 4.6×10<sup>5</sup>, 총 효모수는 8.8×10<sup>5</sup>을 나타내었다. 김치의 조직감의 변화를 기계적으로 측정된 결과 9.26kgf로 나타났다. 펙틴 조성의 변화를 보면 알코올불용성 고형물함량은 5.53%를 나타내었고, 알코올불용성 고형물로부터 분리해 낸 열수가용성펙틴(HWSP), 염가용성펙틴(NaSP), 산가용성펙틴(HCISP)의 함량비를 살펴보면, methoxyl group이 비교적 많은 수용성 펙틴인 열수가용성펙틴(HWSP)은 17.35%, low methoxyl group을 갖고 있는 펙틴질인 염가용성펙틴(NaSP)은 29.65%, protopectin의 양으로 표시되는 산가용성펙틴(HCISP)은 53.0%로 나타나 산가용성펙틴의 함량이 가장 높았다.

감사의 글

본 논문은 2002년도 과학기술부 한국과학재단지정 식품산업기술연구센터의 지원으로 이루어진 연구의 일부로 감사를 표합니다.

■투고일 : 2003년 8월 11일

참고문헌

노완섭 (1981) : 한국산 침채류의 발효숙성에 관여하는 효모에 관한 연구. 동국대학교 대학원 박사학위논문.

박현근, 임종락, 한홍의(1990) : 각 온도에서 김치 발효 중 미생물의 천이과정. **인하대학교 기초과학연구소논문집**, 11 : 161-172

양세식 (1986) : 방사선 조사에 의한 김치 저장에 관한 연구. 원광대학교 대학원 석사학위논문

윤서석(1967) : 서울시내의 겨울 김장 소비현황 실태조사보고. **중앙대학 가정학보** 제 4집

이양순(1985) : 김장김치의 실태에 관한 조사연구. **예산농업전문대학 논문집**, 283

조재선(1991) : 김치 숙성중 미생물의 동태와 성분 변화. *Korean J. Dietary Culture* 6(4) : 431-441

조후종(1991) : 김치의 전통 식생활, **국민영양** 5월호, p12

주현규, 조광행, 박충균, 조규성, 채수규, 마상조 (1995): **식품분석법**, pp. 355-357, 유림출판사, 서울

Ahn S.C. and Lee G.J. (1995) : Effects of salt-fermented fish and chitosan addition on the pectic substance and the texture changes of Kimchi during fermentation. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 11(3):309-315

AOAC. (1984). Official Method of Analysis, 14th ed. Association of official Analytical Chemists, Arlington, Virginia, 413

AOAC. (1990). Official Method of Analysis, 15th ed. Association of official Analytical Chemists, Washington, DC, USA

Gerharct P. (1981) : Manual of methods for general bacteriology. American Society for Microbiology.

Hawer W.D., Ha J.H., Seog H.M., Nam Y.J. and Shin D.W. (1988) : Changes in the taste and flavor compounds of Kimchi during fermentation. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 20(4) : 511-517

- Jacob H.E.(1970) : Redox potential in methods in microbiology. Vol.2. Academic Press. London and New York.
- Kim K.O. and Kim W.H.(1994) : Changes in properties of Kimchi prepared with different kinds and levels of salted and fermented seafoods during fermentation. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 26(3) : 324-330
- Kim M.K., Ha K.H., Kim M.J. and Kim S.D.(1994) : Changes in color of Kimchi during fermentation. *J. Korean Soc. Food Nutr.*, 23(2) : 274-278
- Ku K.H., Kang K.O. and Kim W.J.(1988) : Some quality changes during fermentation of Kimchi. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 20(4) : 476-482
- Lee C.H., Hwang I.J. and Kim J.K.(1998) : Macro and microstructure of chinese cabbage leaves and their texture measurements. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 20(6) : 742-750
- Lee K.I., Jung K.O., Rhee S.H., Suh M.J. and Park K.Y.(1996) : A study on buchu(*Leek, allium odorum*) Kimchi-changes in chemical, microbial and sensory properties, and antimutagenicity of buchu Kimchi during fermentation. *J. Food Sci. Nutr.*, 1 : 23-28
- Lee Y.H. and Rhee H.S.(1986) : The changes of pectic substances during the fermentation of Kimchi. *Korean J. Food Sci.*, 2(1) : 54-58
- McComb E.A., McCready R.M.(1952) : Colorimetric Determination of Pectic Substances. *Analytical Chem.*, 24(10) : 1630-1639
- Mheen T.I. and Kwon T.Y.(1984) : Effect of temperature and salt concentration on Kimchi fermentation. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 16(3) : 443-452
- Millers, G.L.(1959). Use of dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugar. *Anal. Chem.*, 31(3) : 426-431
- Moon G.S., Song S.Y., Lee Ch.G., Kim S.K., Ryu B.M. and Jeon Y.S.(1997) : The study on the salinity of Kimchi and subjective perception of salinity in Pusan area. *Korean J. Soc. Food Sci.*, 13(2) : 179-184
- No H.K., Park I.K. and Kim S.D.(1995) : Extension of shelf-life of Kimchi by addition of chitosan during salting. *J. Korean Soc. Food Nutr.*, 24(6) : 932-936
- Park B.H., Cho H.S. and Oh B.Y.(2002) : Physicochemical characteristics of Kimchi treated with chitosan during fermentation. *Korean J. of Human Ecology*, 5(1) : 85-93
- Park K.Y., Baek K.A., Rhee S.H. and Cheigh H.S.(1995) : Antimutagenic effect of Kimchi. *Food and Biotechnol.*, 4(3) : 141-145
- Park K.Y., Cho E.J. and Rhee S.H.(1998) : Increased antimutagenic and anticancer activities of chinese cabbage Kimchi by changing kinds and levels of sub-ingredient. *J. Korean Soc. Food Sci Nutr.*, 27(4) : 625-632
- Park W.P., Kim J.H. and Jo J.S.(1996) : The quality characteristics of chinese cabbage Kimchi around Masan area. *J. Korean Soc. Food Nutr.*, 25(3) : 535-538
- Rhee H.S. and Lee G.J.(1994) : Effects of preheating treatment and chitosan addition on the texture properties of Korean radish during salting. *Korean J. Dietary Culture*, 9(1) 53-59
- Rhee H.S.(1995). The Measurement methods of the textural characteristics of fermented vegetables. *Korean J. Soc. Food Sci.*, 11(1) : 83-91
- Ryu B.M., Jeon Y.S., Moon G.S. and Song Y.S. (1996) : The changes of pectic substances and enzyme activity texture, microstructure of anchovy added Kimchi. *J. Korean Soc. Food Nutr.*, 25(3) : 470-477
- Ryu J.Y., Lee H.S. and Rhee H.S. (1984) : Changes of organic acids and volatile flavor compounds in Kimchis fermented with



- different ingredients. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 16(2) : 169-174
- Shin D.H., Kim M.S., Han J.S. and Lim D.K.(1996) : Changes of chemical composition and microflora in bottled vacuum packed during storage at different temperature. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 28(1) : 127-136
- Stark, S.M. (1950) : Determination of pectic substances in cotton colorimetric reaction with carbazole. *Anal. Chem.*, 22, 1158
- Yi J.H., Cho Y. and Hwang I.K. (1998) : Fermentative characteristics of kimchi prepared by addition of different kinds of minor ingredients. *Korean J. Soc. Food Sci.*, 14(1) : 1-10
- Yoo M.J., Kim H.R. and Chung H.J. (2001) : Changes in physicochemical and microbiological properties in low-temperature and long-term fermented Kimchi during fermentation. *Korean J. Dietary Culture*, 16(5) : 431-441
- Yoo, E.J., Lim, H.S., Kim, J.M., Song, S.H., Choi, M.R.(1998) : The investigation of chitosan oligosaccharide for prolongating fermentation period of Kimchi, *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, 27(5) : 869-874
- Yoon J.S. and Rhee H.S. (1977) : A study on the volatile flavor components in Kimchis. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 9(2) : 116-122