

## 몇가지 배추 품종의 이화학적 품질 특성

김재영 · 이은지 · 박승국\* · 최근원 · 백남권<sup>1</sup>

경희대학교 생명자원과학연구원, <sup>1</sup>중앙종묘(주)

### Physicochemical Quality Characteristics of Several Chinese Cabbage (*Brassica pekinensis* RuPR) Cultivars

Jae-Young Kim, Eun-Ji Lee, Seung-Kook Park\*, Geun-Won Choi, and Nam-Kwon Baek<sup>1</sup>

*Institute of Life Sciences & Resources, Kyung Hee University, Suwon 449-701, Korea*

<sup>1</sup>*Choong Ang Seed Co., Ltd., Cheonan 330-170, Korea*

\*corresponding author

**ABSTRACT** Four different Chinese cabbage cultivars were compared for their physicochemical quality characteristics including crude fiber, chlorophyll, firmness, hardness, sugar, and flavor at different parts of the cabbages. No significant difference in crude fiber content was observed among cultivars. Chlorophyll content in midrib was not significantly different among cultivars, however Chlorophyll content in leaf of 'Golden House' and 'Golden Spring' were greater than that of 'Alpine Summer'. Firmness was the highest in 'Golden House' and 'Golden Spring' but hardness was not significantly different among cultivars. Sugar content was higher in midrib than in leaf. 'Golden Spring' showed the highest sugar content in midrib. Glucose content was higher than the fructose content in leaf, but was opposite in midrib. Sensory evaluation showed that 'Golden House' and 'Golden Spring' were the best in yellowness, and 'Golden House' and 'Alpine Summer' were the best for their taste and aroma in midrib, however, no significant difference in texture was observed among cultivars.

**Additional key words:** chlorophyll, crude fiber, sensory evaluation, sugar, texture

### 서 언

배추는 우리의 식생활에서 가장 중요한 김치의 주재료이다. 최근, 편리함을 추구하는 식생활 방식의 변화에 따라서 공장에서 제조하여 판매하는 김치제품의 수요가 급격히 증가하고 있으나 김치 원료에 대한 체계적이고 과학적인 연구는 부족한 실정이다. 김치의 주재료인 배추가 김치의 품질에 미치는 영향은 다른 어느 재료보다도 중요하다. 특히 김치의 품질평가 요인인 외관, 맛, 냄새 및 조직감 중에서 맛과 신선미를 나타내는 조직감은 배추의 단단한 정도와 관계가 있으며, 많은 양의 배추를 장거리 수송시에 배추의 손상 정도와도 관계가 있다. 또한, 배추가 함유하고 있는 수분과 당류 및 아미노산 함량에 따라 김치의 숙성에 영향을 미치고 있으므로(Kim 등, 1994; Shim 등, 1990), 적절한 김치제조용 배추품종을 선별하는 연구는 매우 중요하다(Kim 등, 1997). 배추의 품질과 관련된 요소로는 조섬유, 경도, 엽록소, 당 등이 있으며, 이러한 요소들은 배추의 품종에 따라 많은 차이를 보이는 것으로 보고되어 있다(Lee 등, 1988; Song 등, 1996). 본 연구는 김치를 포함하여 배추를 이

용한 가공 식품제조에 관한 기초자료를 얻기 위하여, 중앙종묘에서 새로이 육성된 '노랑봄', '하우스 금가락', '고랭지 여름' 및 '섬머 베스트' 품종에 대한 물리화학적 품질요소인 조섬유, 엽록소, 경도, 당성분, 그리고 맛 등을 조사하였다.

### 재료 및 방법

#### 시료

실험에 사용된 배추는 98년 6월 중순에 수확한 것으로써 (주)중앙종묘에서 육성된 '하우스 금가락(Golden House)', '노랑봄(Golden Spring)', '고랭지 여름(Alpine Summer)', '섬머 베스트(Summer Best)'로서 중앙종묘 실험포장에서 재배하여 사용하였다. 실험에 사용된 배추시료는 사용전까지 냉장보관(4±1℃)하였으며, 분석을 위하여 Fig. 1에서와 같이 배추를 전장의 1/3부분(上部, leaf)과 2/3부분(下部, midrib)에서 2cm 폭으로 횡 절단하여 조섬유, 엽록소 및 당 분석, 관능검사에 사용하였다. 또한, 경도는 배추의 줄기 밑으로부터 전장의 1/4에 해당하는 midrib 부분을 취하여 측정하였다.

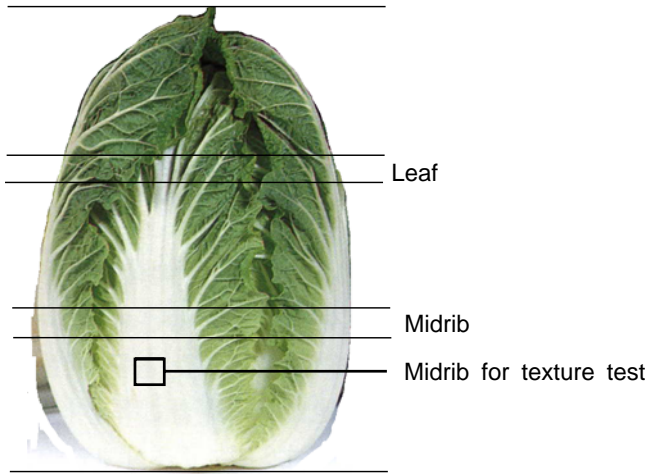


Fig. 1. Leaf and midrib of chinese cabbage used for analysis and test in this study.

#### 조섬유

조섬유 함량 측정은 AOAC법(1995)에 준하였다. 즉, 上·下部에서 균등하게 각각 10g을 취하고 1.25% H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>와 1.25% NaOH로 각각 처리한 후 흡입 여과하였고, 그 잔여물을 건조한 후 회화하였다. 조섬유 함량은 건조 후와 회화 후의 무게차이로 나타내었다. 모든 시험은 3회이상 반복하여 그 평균치를 얻었다.

#### 엽록소

배추의 외엽을 제거하고 두 번째 외엽을 이용하여 AOAC법(1995) 940.03에 준하여 品種別·部位別 엽록소 함량을 측정하였다. 上·下部에서 균등하게 각각 4.5g을 취하고 여기에 0.1g Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>를 첨가하여 분쇄한 다음 85% acetone을 넣고 다시 완전히 분쇄하였다. 분쇄된 시료를 여과한 후에 잔여물은 85% acetone으로 씻어 주고 잔여물이 녹색을 나타내지 않을 때까지 분쇄, 여과, 수세를 반복하였다. 분획여두에 filtrate와 50mL ether를 넣어 지용성 색소성분을 용출해 내고, 여기에 증류수를 가해 ether층으로부터 수용성 색소를 분리하는 과정을 5회 반복하였다. 색소를 함유한 ether에 Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>를 넣어 수분을 제거한 후 dry ether를 blank로 하여 660.0nm와 642.5nm에서 흡광도를 측정하였다. 모든 시험은 3회이상 반복하여 그 평균치를 얻었으며, 아래와 같은 식에 의하여 엽록소 a, b, 그리고 총엽록소 함량을 각각 얻었다.

$$\text{총엽록소} = 7.12 A_{660.0} + 16.8 A_{642.5}$$

$$\text{엽록소 } a = 9.93 A_{660.0} - 0.777 A_{642.5}$$

$$\text{엽록소 } b = 17.6 A_{660.0} - 2.81 A_{642.5}$$

#### 경도

배추의 경도는 Lee 등(1988)의 방법에 준하여 행하였다. 배추의 외엽을 제거하고 네 방면의 두 번째 외엽의 줄기 밑에서부터 전장의 1/4되는 midrib 중앙부분을 사용하여(Fig. 1) firmness와 hardness

를 측정하였다. Firmness는 puncture test로 구하였는데, 2×3cm 크기의 시료를 사용하였고, hardness는 압착시험을 통하여 측정하였으며, 1×1cm 크기의 시료를 사용하였다. 채취된 시료는 Rheometer(CR-2000, Japan)를 사용하여 측정하였으며, 잎의 안쪽 표면이 탐침(probe)을 향하도록 하였다. Rheometer의 조작조건은 full scale force 5kg, cross-head speed 2.5mm·s<sup>-1</sup>, chart speed 5mm·s<sup>-1</sup>였으며, puncture test에는 직경 2mm의 막대형 탐침, 압착시험에는 직경 20mm의 원판형 탐침을 사용하였다. 압착시험의 압착률은 60%로 하였으며, 모든 시험은 3회 이상 반복하여 그 평균치를 얻었다.

#### 당

당분석은 上·下 부위에서 균등하게 각각 시료 50g을 취하여 분쇄·착즙하여 7,500rpm으로 10분간 원심분리하고 그 상등액을 0.45μL membrane filter로 여과한 후, Autosampler(Waters 717)가 장착된 HPLC(Waters Millennium)를 사용하여 sucrose, glucose, fructose를 분석하였다. HPLC 분석조건으로 column은 Sugar-pak column(Waters)이었으며 mobile phase는 HPLC grade water를 사용하였으며 flow rate는 0.2mL·min<sup>-1</sup>이었고 RI detector(Waters)를 사용하였다.

#### 관능검사

관능검사는 경희대학교 대학원생 12명을 대상으로 노란색(yellowness), 고소한 냄새(aroma) 및 맛(taste), 단맛(sweetness), 경도(texture)에 관하여 강한 것을 1순위, 약한 것을 4순위로 하는 단순 순위검사를 실시하였다. 패널 요원들로 하여금 노란색은 上·下部 시료 각각에 대해 시각적으로 느끼는 노란정도를 측정하도록 하였고, 고소한 냄새는 동일한 시료에 대해 코로 느껴지는 고소한 정도를 측정하도록 하였다. 고소한 맛의 경우는 입안에서 5회 씹은 후에 느껴지는 고소함의 정도를 측정하도록 하였다. 단맛과 경도의 경우는 下部를 제시하여 측정하게 하였는데, 경도는 제시된 시료를 어금니로 3회 씹어 측정하도록 하였고 단맛은 입안에서 5회 씹은 후에 느끼는 단맛의 정도를 측정하도록 하였다. 당함량을 제외한 모든 결과에 대해서는 Duncan's multiple range test를 실시하여 분석하였다.

## 결과 및 고찰

#### 조섬유

조섬유(crude fiber)는 lignin, cellulose, hemicellulose, pectin substance 등을 포함하는데, 이러한 성분들은 식물체의 지지체 역할 등(Leo, 1996)을 하는 것으로 알려져 있기 때문에 배추에서 조섬유 함량은 영양학적 특성측면뿐만 아니라 물리적 특성측면에서도 중요하다. 이와 같은 배추의 品種別, 部位別 조섬유 함량을 측정 한 결과는 Table 1과 같다. 上, 下部위 평균 '하우스 금가락'이

**Table 1.** Crude fiber contents (%) in four different cultivars of chinese cabbages.

Cultivar	Leaf	Midrib	Meany
Golden House	0.34 a <sup>z</sup>	0.36 a	0.36 a
Golden Spring	0.26 a	0.30 a	0.28 a
Alpine Summer	0.24 a	0.25 a	0.25 a
Summer Best	0.23 a	0.34 a	0.28 a

<sup>z</sup>Values are mean [(Leaf+Midrib)/2] of 3 determinations. Mean Separation within columns by Duncan's multiple range test at  $p=0.05$ .

0.36%, '노랑봄'이 0.28%, '고랭지 여름'이 0.25% 그리고 '섬머 베스트'가 0.28%로 나와 품종간에 유의적인 차이를 나타내지 않았다. 조섬유 함량은 Song 등(1995)이 보고한 식물조직에 영향을 미치는 요인인 세포와 세포간의 결합력, 세포벽의 기계적 강도, 세포 팽창 등에 상당한 영향을 미치는 요소이기 때문에 배추의 물리적인 특성 측면에도 영향을 미칠 것으로 사려되며, 또한 Lee 등(1988)은 배추의 가열데침이나 소금절임 처리시 세포벽의 포개짐에 의한 절단면의 섬유소의 수적증가에 의해 절단강도가 증가한다고 보고한바 있어 배추의 조섬유 함량이 가공시 물리적 특성에도 영향을 미칠 것으로 사려된다.

#### 엽록소

김치의 재료로서 배추의 색은 소비자의 기호에 따라 다를 수가 있으므로 소비자가 선호하는 색을 가진 품종 개발 또한 중요하다 하겠다. 일반적으로는 배추의 색은 색차계를 이용하여 측정·보고하고 있으나(Song 등, 1996), Choi 등(1998)의 연구에서 엽록소 함량과 색차계를 이용한 결과간에 동일한 해석이 가능함을 보고한 바 있으며, Song 등(1997)은 엽록소가 지방질에 대한 항산화 활성을 가진다고 보고하였으며, Endo 등(1984)은 특히 엽록소 a가 항산화성이 가장 높다고 보고(Endo 등, 1984)한 바 있어 본 실험에서는 배추의 品種別, 部位別 엽록소 함량을 측정하였다(Table 2). 각 시료의 앞에서 청록색을 나타내는 엽록소 a 함량은 '하우스 금가락'이  $10.44\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ , '노랑봄'이  $8.47\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 으로 높게 나타났고 그에 비해 '고랭지 여름'이  $3.18\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 으로 가장 낮게 나타났다. 황록색을 나타내는 엽록소 b 함량은 上部에서는 '하우스 금가락', '노랑봄', '섬머 베스트' 간에 유의적 차이를 나타내지 않았고, '고랭지 여름'이  $1.24\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 로 가장 낮게 나타났다. 그러나 下部에서는

**Table 3.** Firmness and hardness ( $\text{N} \cdot \text{m}^{-2}$ ) of midrib in four different cultivars of chinese cabbages.

Cultivars	Firmness	Hardness
Golden House	43809 a <sup>z</sup>	34.39 a
Golden Spring	38710 a	20.01 a
Alpine Summer	28787 c	27.72 a
Summer Best	30543 b	29.24 a

<sup>z</sup>Values are means of 3 determinations. Mean separation within columns by Duncan's multiple range test at  $p=0.05$ .

엽록소 a, b 함량 모두 품종간에 유의적인 차이를 나타내지 않았다.

#### 경도

배추의 조직감은 김치와 같은 배추 가공 식품에서 신선미에 큰 영향을 주는 요인이며, 농산물의 저장 및 유통에 있어서도 중요한 요인으로 간주되고 있다. Puncture test에 의한 firmness 측정 결과와 압착실험에 의한 hardness 측정 결과를 Table 3에 나타내었다. 즉, firmness는 '하우스 금가락'과 '노랑봄'이 가장 높게 나타났으며, 가장 낮은 품종은 '고랭지 여름'이었다. 본 실험에 사용된 배추들의 조섬유 함량에 유의 차가 없어 경도에 있어서도 동일한 해석이 나타날 것으로 예상되었으나, firmness에 있어서 품종간 차이를 나타내었다. 이것은 Lee 등(1988)의 puncture test의 경우 유관속 부위를 침투할 때와 유조직 부위를 침투할 때 측정값이 크게 틀리진다고 한 보고와 같이 측정에 사용된 시료들의 미세구조의 불균일성에 기인하는 차이로 생각되어 진다. 반면 hardness에서는 품종간 유의 차가 없었다.

#### 당

배추의 品種別, 部位別 당함량을 HPLC로 측정한 결과와 그것에 따른 감미도를 알아본 결과를 Table 4에 나타내었다. Sucrose는 Song 등(1996)의 결과와 마찬가지로 본 실험에서도 공시된 모든 품종에서 검출되지 않았으나 총 당함량은 上部에서는 '하우스 금가락'이 1.60%로 가장 높았고 '노랑봄'이 1.22%로 가장 낮았다. 下部에서는 '노랑봄'이 2.03%로 가장 높았고, '하우스 금가락'이 1.90%로 가장 낮았다. 部位에 따른 glucose와 fructose의 함량을 비교해 볼 때, 모든 품종에 있어서 上部는 glucose 함량이 fructose 함량보

**Table 2.** Chlorophyll contents ( $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ ) in four different cultivars of chinese cabbages cultivar.

Cultivars	Leaf			Midrib		
	Chlorophyll a	Chlorophyll b	Chlorophyll total	Chlorophyll a	Chlorophyll b	Chlorophyll total
Golden House	10.44 a <sup>z</sup>	6.94 a	17.38 a	1.26 a	0.47 a	1.73 a
Golden Spring	8.47 a	3.57 a	12.04 a	2.23 a	0.93 a	3.16 a
Alpine Summer	3.18 b	1.24 b	4.42 b	0.95 a	0.33 a	1.28 a
Summer Best	7.67 ab	3.18 a	10.85 ab	1.24 a	0.43 a	1.67 a

<sup>z</sup>Values are means of 3 determinations. Mean separation within columns by Duncan's multiple range test at  $p=0.05$ .

**Table 4.** Sugar contents (% , w/w) in four different cultivars of chinese cabbages

Cultivar	Tested part	Sucrose	Glucose	Fructose	Total	Sweetness <sup>y</sup>
Golden House	Leaf	- <sup>z</sup>	0.81	0.79	1.60	1.75
	Midrib	-	0.92	0.98	1.90	2.11
Golden Spring	Leaf	-	0.66	0.56	1.22	1.30
	Midrib	-	0.99	1.03	2.03	2.24
Alpine Summer	Leaf	-	0.78	0.71	1.49	1.61
	Midrib	-	0.98	1.00	1.98	2.18
Summer Best	Leaf	-	0.71	0.66	1.36	1.48
	Midrib	-	0.90	1.02	1.92	2.16

<sup>z</sup>Not detected<sup>y</sup>Sweetness was caculated with a fromular of (0.7×glucose content+1.5×fructose content).**Table 5.** Sensory evaluation on taste, aroma, yellowness, sweetness, and texture in four different cultivars of chinese cabbages.

Cultivar	Tested part	Taste	Aroma	Yellowness	Sweetness	Texture
Golden House	Leaf	2.42 a <sup>z</sup>	2.58 a	3.50 a	- <sup>y</sup>	-
Golden Spring		2.75 a	1.92 a	3.50 a	-	-
Alpine Summer		1.92 a	3.08 a	1.00 c	-	-
Summer Best		2.75 a	2.50 a	2.00 b	-	-
Golden House	Midrib	2.78 ab	2.94 a	3.28 a	2.44 a	2.42 a
Golden Spring		1.72 b	1.94 b	3.28 a	2.00 a	2.58 a
Alpine Summer		3.33 a	3.17 a	2.17 b	2.33 a	2.50 a
Summer Best		2.17 b	1.94 b	1.28 c	3.29 a	2.50 a

<sup>z</sup>Each value was a mean sensory score of 12 panels. Mean separation within columns by Duncan's multiple range test at  $p=0.05$ .<sup>y</sup>Not tested

다 높았던 반면 下部는 fructose 함량이 더 높은 값을 나타내었다. 이와 같이 당 성분조성의 함량차이가 있을 경우 관능적으로 느끼는 감미 정도에 있어서는 sucrose, glucose, fructose가 각각 다르기 때문에 절대적인 당함량으로 비교하는 것보다 각각의 당성분에 대한 감미도로서 표현하는 것이 품질기준 설정에 더 중요한 것으로 생각된다. 감미도는 sucrose를 1로 보았을 때 glucose는 0.7, fructose는 1.5배의 감미도를 가지는 것으로 알려져 있다(Lowe, 1955). 당성분별 함량을 감미도로 환산한 결과, 上部에서는 '하우스 금가락'이 1.75로 가장 높은 감미도를 나타냈으며, 下部에서는 '노랑봄'이 2.24로 가장 높은 감미도를 나타내었다.

#### 관능검사

경희대학교 대학원생 12명을 대상으로 上·下部에 대한 고소한 맛과 냄새, 색, 그리고 당함량이 더 높은 下部에 대한 단맛과 경도의 관능검사 결과는 Table 5와 같다. 고소한 맛과 냄새의 경우 上部에서는 품종간에 유의적 차이를 느끼지 못했던 반면, 下部에서는 '하우스 금가락', '고랭지 여름'이 다른 품종에 비해 높게 나타나 관능검사에서 고소한 맛과 냄새에 있어서는 上部를 제시하는 것보다 下部를 제시하는 것이 품종간 차이식별을 가능케 할 수 있을 것으로 사료되었다. 노란색에 있어서는 上部에서는 '하우스 금가락'과 '노랑봄'이 높게 나타났으며 '고랭지 여름'이 가장 낮게 나타났으며, 下部에서도 '하우스 금가락'과 '노랑봄'이 높게 나타났으나, 가장 낮게 나타난 품종은 '섬머 베스트'였다. 단맛은 품종간에 유의차를 나타

내지 않았는데, 이것을 기기분석 결과와 비교해 볼 때 기기분석에 의한 당함량의 차이가 관능적으로 품종간 차이를 인지할 정도로 크지 않다는 것을 의미한다. 경도에 있어서는 품종간 유의 차가 없는 것으로 나타났다.

4품종의 배추에 대한 관능적인 품질특성은 위와 같았으며, 이러한 품질특성들이 소비자들의 배추구입시 그리고 김치로 가공되었을 때의 선호도에 어떠한 영향을 미치는지에 대한 연구가 계속적으로 이루어져야 할 것으로 생각한다.

#### 초 록

본 연구는 4품종의 배추에 대한 品種別·部位別 이화학적 특성을 측정하였는데, 조섬유 함량은 품종간 유의 차가 없었다. 엽록소 함량에 있어서는 下部에서는 유의적인 차이를 나타내지 않았으나 上部에서는 '하우스 금가락'과 '노랑봄'이 '고랭지 여름'보다 높은 엽록소 함량을 나타내었다. Firmness에 있어서는 '하우스 금가락'과 '노랑봄'이 '고랭지 여름'보다 높게 나타났으나, hardness에서는 품종간 유의적 차이를 발견하지 못하였다. 당함량에 있어서는 上部보다는 下部에서 더 높게 나타났으며, 그 중 '노랑봄'이 가장 높은 함량을 나타내었다. 그러나 단맛에 있어서 관능적으로는 품종간 차이를 인지할 수 없었다. 부위별 당조성을 살펴보면, 上部에서는 glucose 함량이, 下部에서 반대로 glucose보다 fructose 함량이 더 높게 나타났다. 관능적인 특성 중 고소한 맛과 냄새는 上部에서는

품종간 유의적인 차이가 없었으나, 下部에서는 유의적인 차이를 나타내어 ‘하우스 금가락’과 ‘고랭지 여름’이 높게 나타났다. 또한 노란색에 있어서는 上·下部 모두에서 ‘하우스 금가락’과 ‘노랑봄’이 높게 나타났다. 경도의 경우는 품종간에 유의 차가 없었다. 관능검사 결과를 통해 배추의 관능평가시 고소한 맛과 냄새에 대하여는 下部를 제시하는 것이 품종간에 차이를 보다 확실하게 알 수 있을 것으로 사려되었다.

추가 주요어 : 엽록소, 조섬유, 경도, 관능검사, 당

## 인용문헌

- A.O.A.C. 1995. Official Methods of Analysis. 16th ed. AOAC international, Virginia.
- Choi, W. Y. 1998. Characteristics of organic chinese cabbage and antimutagenic and anticancer effect of organic chinese cabbage kimchi. MS Thesis, Pusan Univ., Pusan, Korea.
- Endo, Y., R., Usuki, and T. Kaneda, 1985. Antioxidant effects of chlorophyll and pheophytin on the autoxidation of oils in the dark. 1. Comparison of the inhibitory effects. *JAOCS*. 62:1375.
- Kim, D. K., M. H. Kim, and B. G. Kim. 1994. Effect of reducing sugar content in chinese cabbage on kimchi fermentation. *J. Kor. Soc. Food Nutr.* 23(1):73.
- Kim, Y. B., C. S. Lee, H. S. Chang, D. S. Chung, M. J. Kim, Y. P. Hong, and S. S. Hong. 1997. Kimchi fermentation with various chinese cabbage cultivars. *RDA. J. Hort. Sci.* 39:158-165.
- Lee, C. H. and I. J. Hwang. 1988. Comparison of cutting and compression tests for the texture measurement of chinese cabbage leaves. *Kor. J. Food Sci. Technol.* 20:749-754.
- Lee, C. H., I. J. Hwang, and J. K. Kim. 1988. Macro-and Micro-structure of chinese cabbage leaves and their texture measurements. *Kor. J. Food Sci. Technol.* 20:742-748.
- Leo M. L. nollet. 1996. Handbook of Food Analysis. Marcel Dekker, Inc., NewYork.
- Lowe, Belle. 1995. Experimental Cookery, 4th ed. John Wiley and Sons, Inc., New York.
- Shim, S. T., K. J. Kim, and K. H. Kyung. 1990. Effect of soluble-solids contents of chinese cabbages on kimchi fermentation. *Kor. J. Food Sci. Technol.* 22:278-284.
- Song, E. S., Y. S. Jeon, and H. S. Cheigh. 1997. Changes in chlorophylls and carotenoids of mustard leaf kimchi during fermentation and their antioxidative activities on the lipid oxidation. *J. Kor. Soc. Food. Sci. Nutr.* 26:563-568.
- Song, J. C., Y. K. Son, N. K. Park, and D. S. Chung. 1996. Studies on the physico-chemical characteristics of chinese cabbage varieties for kimchi processing. *RDA. J. Agri. Sci.*, 38:835-842.
- Yoo, M. S. 1989. Texture change and rheological model of chinese cabbage tissue during processing. Ph. D thesis Yonsei Univ., Seoul, Korea.
- Yoon, J. Y., S. S. Lee, and J. G. Woo. 1985. A questionnaire survey on preference of kimchi and heading chinese cabbage. *J. Kor. Soc. Hort. Sci.* 26:122.