

## 배추의 염장과정 중 성분변화와 조직감의 변화

이 희 섭 · 이 철 호 · 이 귀 주

고려대학교 가정교육과, 식품공학과

---

### Changes in the Chemical Composition and Textural Properties of Korean Cabbage during Salting

Hee Seoup Rhee, Cherl Ho Lee\* and Gui Ju Lee

*Dept. of Home Economics, Dept. of Food Technology,\* Korea University*

#### Abstract

The effects of salting on the compositional and textural changes of Korean cabbage were studied. The optimum brining conditions were established and the dietary fiber composition, mineral contents and moisture content of raw and salted Korean cabbage were determined. The cutting test of cabbage was made by Rheometer and the brittleness and chewiness were evaluated organoleptically.

The optimum condition for brining was at 20% NaCl concentration for 6 hours. In the compositional changes of Korean cabbage by salting at 20% NaCl solution for one month, the content of hot water soluble pectin (HW-P) increased from 43.6% to 55.9% and that of hexametaphosphate soluble pectin (HM-P) decreased from 35.9% to 29.5%. The contents of cellulose and hemicellulose increased, but that of lignin decreased slightly by salting, showing no significant differences in raw and salted cabbage. The content of Na increased significantly and those of Ca, Mg and K decreased by salting. And also moisture content decreased from 91% to 79%. In the textural changes of Korean cabbage by salting, the maximum cutting force and cutting work increased five times and two and half times respectively. And organoleptic test did show significant increase in chewiness and decrease in brittleness. The maximum cutting force by Rheometer was well correlated with the sensory parameters.

The results taken together showed that the changes in textural properties during salting are relevant to the changes in pectic substances, moisture content and mineral contents, but relatively irrelevant to the changes in cellulose, hemicellulose and lignin. And it is considered that the maximum cutting force by cutting test is good means for the expression of texture of Korean cabbage.

## 서 론

채소의 조직감은 세포벽과 세포간질조성에 의해 크게 좌우된다<sup>1)</sup>. 세포벽은 주성분이 셀룰로오스로서 미세섬유의 형태로 축적되어 있으며, Cellulosic fibril 사이를 펙틴, 헤미셀룰로오스 및 리그닌이 채우고 있다. 또한 두개의 세포벽이 인접하는 중엽층은 주로 펙틴으로 구성되어 있다. 한편 Trowell<sup>2)</sup>은 사람의 소화기관에서 분해되지 않는 모든 다당류와 리그닌을 Dietary Fiber 라고 하였는데 이는 MaCance & Lawrence<sup>3)</sup>가 정의한 Unavailable Carbohydrate 와 대략 일치하며 그 성분은 펙틴, 셀룰로오스, 헤미셀룰로오스, 그리고 리그닌이라고 하였다. 채소의 조직감은 또한 수분함량에 의해서도 영향을 받는데<sup>4)</sup>, 삼투현상에 의하여 수분이 세포내로 들어가 팽압을 형성하므로써 조직감에 관여한다.

김치는 저장시 산패현상과 함께 주재료인 배추의 조직감의 변화로 인하여 전반적인 맛의 손실 및 품질저하를 초래하게 된다. 이러한 배추조직의 연화현상은 김치의 발효에 관여하는 미생물 및 배추원료에 내재하는 펙틴분해효소에 의한 펙틴질의 변화에 의한다고 생각되어진다. 배추김치의 숙성과정 중 조직감의 변화에 대한 연구는 배추조직이 불균일하고 배추의 두께 및 크기가 달라서 조직감의 기계적 측정이 어려우므로, 이<sup>5)</sup>의 연구를 제외하고는 거의 연구되어 있지 않다. 따라서 본 연구에서는 원료배추의 두께와 기계적 측정치와의 관계를 보았으며, 김치를 담그는 전처리로서 배추를 절입하는 과정에서 소금의 농도와 절입시간이 배추의 조직감에 어떤 영향을 주는가를 알아보았다. 또한 배추를 한달간 염장하는 과정중에 일어나는 조직감의 변화와 Dietary Fiber 성분, 수분함량 및 무기질 성분의 변화를 측정함으로써 이들 성분과 조직감과의 관련성을 검토하였다.

## 실험재료 및 방법

### 1. 실험재료

#### 1) 원료배추

본 실험에 사용한 배추는 생육일수가 65~70일된 여름용 결구배추로서 1985년 7월 상계동농원에서 수확한 즉시 냉장고에 저장하여 사용하였으며, 중량은 3.0~4.0 kg 이었다.

배추는 바깥쪽일수록 한층에 4~5일이 붙어 있는 것이 보통이고 안쪽으로 들어갈수록 3일로 진행되다가

배추중심부에는 2일이 마주보고 있는 것이 일반적인 경향이였으므로 본 실험에서는 3잎씩 붙어있는 층의 배추를 시계방향으로 떼어내어 배추 한통에서 30일을 얻었다. 각층의 잎은 위로부터 2cm를 제거한 후 1cm 간격으로 절단하여 7등분하고 이때 나비는 5cm로 하여 실험에 사용하였다.

#### 2) 절입배추

김치를 담그기 위한 전처리로서 배추를 절입할 때의 소금농도 및 절입시간을 알기 위하여 배추를 위와같은 크기로 절단하고 두께가 5.6~6.0mm, 6.1~6.5mm, 6.6~7.0mm, 7.1~7.5mm의 4군으로 나눈후 각 실험군에 대하여 소금농도와 절입시간을 달리하여 상온서 예비절입을 하였다.

#### 3) 염장배추

배추 한통을 위와같이 절단하고 배추의 두께에 따라 위와같이 4군으로 나누었다. 각 실험군은 각각 대조군 및 염장용으로 나누었으며 염장용 배추는 비커에 넣어 시료의 2배가 되는 20% NaCl 용액을 가한 후 돌로 눌러서 상온에서 한달간 염장하였다. 배추의 절입 및 염장을 위하여는 NaCl(TEDIA Co., INC., 99.5%)를 사용하였다.

## 2. 실험 방법

### 1) 수분함량

AOAC<sup>6)</sup> 법에 따라 105 $\pm$ 2°C의 oven에서 2시간 건조후 중량법에 따라 정량하였다.

### 2) 펙틴질의 분별추출

상법에 따라 알콜 불용성 고형분(AIS)를 조제하고, 이 AIS 1g을 이용하여 열수(비등 60분), 0.4% Sodium hexametaphosphate 용액 및 0.05N-HCl 용액에서 순차로 추출하여 열수가용성 펙틴(HW-P), 염류가용성 펙틴(HM-P) 및 염산가용성 펙틴(H-P)으로 분별추출하였다.<sup>5)</sup>

### 3) 펙틴의 정량

각추출액 1ml에 농축 H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 6ml를 첨가하여 실온에서 10분간 가열한 후 Carbazole 법<sup>6)</sup>에 따라 펙틴함량을 정량하였다. 각추출액의 펙틴함량은 D-galacturonic acid를 표준물질로 한 표준곡선으로부터 계산하였다.

### 4) Acid Detergent Fiber(ADF), 셀룰로오스 및 리그닌 정량

ADF는 Van Soest<sup>7)</sup>에 의한 ADF 법에 의하였으며 Acid detergent 용액으로 역류가열 여과하고 남은 잔여물을 72% H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 용액으로 처리한 후 불용성 분획을 리그닌 함량, ADF와 리그닌 함량의 차이를 셀룰로오

Table 1. Effect of NaCl Concentration on the Cutting Force, Moisture Content of Korean Cabbages of different Thickness during Brining for 6 hours.

NaCl concentration	thickness(mm) 5.6~6.0		6.1~6.5		6.6~7.0		7.1~7.5	
	cutting force	moisture content	cutting force	moisture content	cutting force	moisture content	cutting force	moisture content
0%	396 <sup>a</sup>	89 <sup>b</sup>	404 <sup>a</sup>	90 <sup>b</sup>	515 <sup>a</sup>	87 <sup>b</sup>	650 <sup>a</sup>	91 <sup>b</sup>
10%	836	86	885	87	1130	88	1,250	84
20%	1,304	82	1,340	82	1,725	82	1,870	81
30%	1,229	79	1,245	79	1,326	80	1,745	74

a: Mean values for cutting force of Korean cabbages of different thickness used for the test. (unit:g)

b: Mean values for moisture content of the samples used for the test. (unit: %)

Table 2. Effect of Brining Time on the Cutting Force, Moisture Content of Korean Cabbages of different Thickness during Brining at 20% NaCl Concentration.

time(hrs.)	thickness(mm) 5.6~6.0		6.1~6.5		6.6~7.0		7.1~7.5	
	cutting force	moisture content	cutting force	moisture content	cutting force	moisture content	cutting force	moisture content
0	548 <sup>a</sup>	86 <sup>b</sup>	490 <sup>a</sup>	86 <sup>b</sup>	360 <sup>a</sup>	84 <sup>b</sup>	333 <sup>a</sup>	80 <sup>b</sup>
2	1,352	80	1,352	78	1,300	78	1,351	78
4	1,244	78	1,308	79	1,376	76	1,440	84
6	1,808	71	1,480	73	1,846	74	1,770	80
12	1,344	76	1,440	76	1,783	78	1,660	81
24	1,322	78	1,172	77	1,542	77	1,520	80

a: Mean values for cutting force of Korean cabbages of different thickness used for the test. (unit:g)

b: Mean values for moisture content of the samples used for the test. (unit: %)

조합량으로 하였다.

#### 5) Neutral Detergent Fiber (NDF) 및 헤미셀룰로오즈 정량

Van Soest<sup>23)</sup>에 의한 NDF 법을 사용하였으며 NDF와 ADF의 차이로부터 헤미셀룰로오즈 함량을 계산하였다.

#### 6) 무기질 함량 측정

배추시료의 AIS 일정량을 취하여 550°C전기로에서 산으로 회화시킨 회분을 산으로 희석하여 100ml로 정용한 후 Atomic absorption spectrophotometer (PERKIN-ELMER 2380)을 이용하여 Na, Ca, Mg 그리고 K 함량을 측정하였다.

#### 7) 조직감의 측정

시료배추의 조직감을 측정하기 위하여 Rheometer (R-VDJ-DH 총합물성용)를 사용하여 cutting test를 행하였다. Rheometer의 조작조건은 최대하중 4kg, Chart speed 120mm/min, Table speed 0.71mm/sec로 하였다.

#### 8) 관능검사

원료배추 및 염장배추의 조직감에 대한 관능검사는 20명의 심사원에 의해 채점법(scoring method)에 의해 실시하였으며 검사결과는 분산분석법으로 해석하고 평균간 유의성은 t-test에 의하였다.

### 결과 및 고찰

#### 1. 배추시료의 두께와 기계적 측정치와의 관계

배추시료의 두께가 Rheometer에 의한 기계적 측정치에 어떤 영향을 주는가를 보기 위하여 배추 한 통의 바깥쪽에서 안쪽으로 흡수층의 일 15잎을 취하여 실험 방법에서와 같이 절단한 후 원료배추의 두께를 재고 두께가 다른 시료들을 10% NaCl 용액으로 2시간 절임한 후 Rheometer에 의하여 cutting test를 행하였다. 이로부터 시료의 두께(T)와 기계적 측정치(F)간에는  $T=62.03F+1226.65$ 와 같은 간단한 regression식이 성립하였으며 즉, 시료의 두께가 5.5~7.5mm 범위에

Table 3. Sensory Parameters of Korean Cabbages brined at various NaCl Concentration and various Time.

Sensory Parameters	Chewiness	Brittleness
NaCl Concentration		
0%	2.6	6.2
10%	3.1	5.1
20%	6.0a	2.4b
30%	5.8	2.5
Sensory Parameters	Chewiness	Brittleness
Time(hrs.)		
0	2.5	6.0
2	5.8	3.2
4	5.7	2.5
6	6.1c	2.3d
12	5.8	2.4
24	5.8	2.5

Thickness of Korean cabbages used for the sensory test was 7.1~7.5mm.

grade 1: extremely poor, grade 2: very poor, grade 3: poor, grade 4: fair, grade 5: good, grade 6: very poor, grade 7: extremely good. a, b, c, d:  $p < 0.05$

서는 두께가 증가하면 기계적 측정치가 증가하는 경향을 나타내었으므로 본 연구에서는 두께가 5.5~7.5mm 인 배추를 시료로 사용하였다.

## 2. 배추의 조직감에 대한 절입농도와 절입시간의 영향

소금농도와 절입시간의 배추의 조직감에 미치는 영향은 Table 1과 Table 2와 같다. 절입배추는 전저서 증류수로 씻은 다음 Rheometer에 의해 cutting test를 행하였으며, 절입배추의 절단력 및 수분함량은 자 실험군에 사용된 배추잎들에 대한 평균치를 사용하였다. Table 1로부터 4군의 배추시료에 있어서 20% 소금용액으로 절입하였을 때 배추의 절단력이 가장 컸으며 소금농도가 증가할수록 배추의 수분함량 및 절입용액의 pH는 감소하였다. 또한 20% 소금농도에서 6시간 절입한 배추가 가장 큰 절단력을 나타내었다. 한편 관능검사 결과 소금농도가 높을수록 아삭아삭한 정도(Brittleness)가 감소하고 소금농도가 클수록 씹힘성(Chewiness)이 비교적 커지는 것으로 나타났다. 즉 절입배추의 절단력이 증가하면 씹힘성이 증가하는 반면 아삭아삭한 정도는 감소하는 것을 알 수 있다(Table 3).

Table 4. Changes in the Composition of Pectic Substances of Korean Cabbage during Salting at 20% NaCl Solution for one month. unit: % (as dry basis)

Korean Cabbage	Fresh	Salted
Pectic Substance		
Hot water soluble	43.6a	55.9a
0.4% sodium hexameta phosphate soluble	35.9b	29.5b
0.05 N-HCl soluble	20.4	14.5
Total pectin*	100	100

\*Sum of hot water, 0.4% sodium hexa meta phosphate and 0.05 N-HCl soluble pectin

a, b:  $p < 0.05$

## 3. 배추의 염장과정 중 성분변화

배추를 20% NaCl 용액에서 한달간 염장한 후 Dietary Fiber 성분, 수분함량 및 무기질 성분변화를 알아보았다.

### 1) 펙틴질의 변화

펙틴질을 분별추출하여 정량한 결과는 Table 4와 같다. 이로부터 HW-P는 염장에 의해 43.6%에서 55.9%로 증가하였으며 HM-P는 35.9%에서 29.5%로 감소하였는데 염장에 의한 이들 펙틴성분의 변화는 유의적인 차이를 나타내었다( $p < 0.05$ ). 한편 H-P는 20.4%에서 14.5%로 감소하였는데 유의적인 차이는 없었으며 염장과정 중 총펙틴의 변화는 없었다. 이러한 결과로부터 배추의 펙틴질은 염장에 의해 HM-P가 HW-P로 이행되어진 것으로 생각되어진다. Kentaro<sup>10,11</sup>은 여러 채소의 염장과정 중 HW-P는 증가하고 HM-P와 H-P는 감소한다고 하였으며, 또한 Kentaro<sup>12</sup>는 무우의 염장과정 중 HM-P의 감소는 펙틴분자내 Ca, Mg과 같은 다가양이온의 감소 및 methoxyl 함량의 감소와 관련이 있으나 anhydrogalacturonic acid 및 중성당의 함량은 거의 변하지 않는다고 하였다.

### 2) 다른 Dietary Fiber 성분변화

배추의 염장과정 중 NDF, ADF, 셀룰로오스, 헤미셀룰로오스 및 리그닌과 같은 다른 Dietary Fiber 성분의 변화를 보면 Table 5와 같다. 이로부터 원료배추의 NDF 및 ADF는 28.4%, 21.0%를 나타냈으며 염장한 배추는 각각 32%와 23%를 나타내었다. 셀룰로오스, 헤미셀룰로오스 및 리그닌은 원료배추인 경우 18%, 8%, 4%였으나 염장배추는 각각 20%, 9.85% 및 3%로서 이들 성분의 염장에 의한 유의적인 증가 및

Table 5. Changes in other Dietary Fiber Composition of Korean Cabbage during Salting at 20% NaCl Solution for one month. unit: % (as dry basis)

Korean cabbage	Fresh	Salted
Dietary fiber		
NDF	28.4	32.0
ADF	21.0	23.0
Cellulose	17.78±2.59	20.15±6.19
Hemicellulose	8.02±2.07	9.85±1.95
Lignin	3.87±1.48	3.00±1.22

감소는 없는 것으로 나타났다( $p < 0.05$ ).

### 3) 수분함량 및 무기질의 변화

배추의 염장과정 중 무기질성분 및 수분함량의 변화는 Table 6과 같다. 이로부터 Ca, Mg, 및 K의 함량은 감소하였으나 Na 함량은 현저히 증가하였다. 이러한 현상을 Kentaro<sup>13,14)</sup>는 염장과정 중 배추조직에 NaCl이 침투하여 배추조직의 세포성분으로 있는 Ca

Table 6. Moisture and Mineral Contents of Fresh and Salted Korean Cabbage

Minerals	Korean cabbage	
	Fresh	Salted
Mg	549ppm <sup>a</sup>	144ppm <sup>a</sup>
Ca	1.60% <sup>b</sup>	0.19% <sup>b</sup>
Na	0.09% <sup>c</sup>	22.26% <sup>c</sup>
K	1.98% <sup>d</sup>	0.36% <sup>d</sup>
Moisture contents	91.4±1.3% <sup>e</sup>	79.3±1.4% <sup>e</sup>

a, b, c, d, e:  $p < 0.05$

와 Mg 특히 펙틴질내 Ca 및 Mg과의 이온교환반응 및 펙틴질내 유리 Carboxyl기와 Na와의 이온 교환반응에 의한다고 하였다. 한편 수분함량은 염장에 의해 91%에서 79%로 크게 감소하였으며 유의적인 차이를 나타내었다( $p < 0.05$ ). 이것은 고농도의 NaCl 용액으로 인한 삼투현상에 의한다고 생각되어진다.

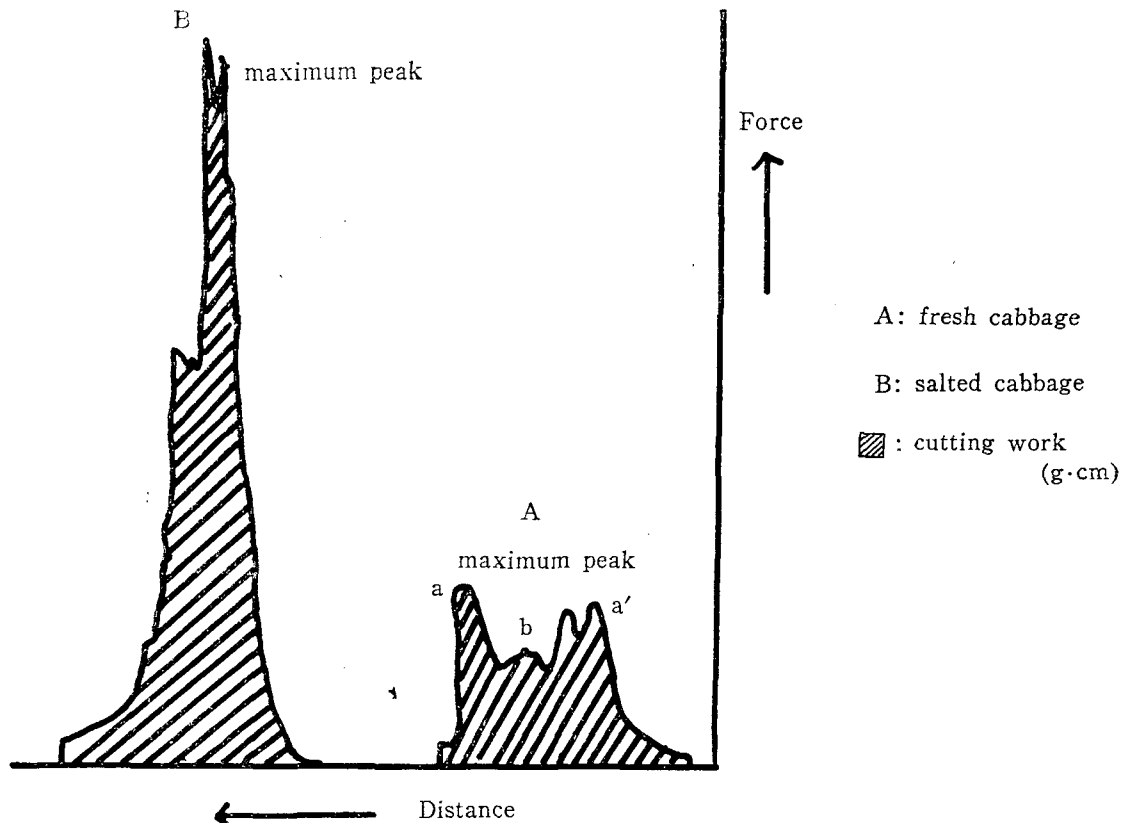


Fig. 1. Force-Distance Curve of Rheometer Cutting Test of Fresh and Salted Korean Cabbage.

Table 7. Instrumental and Sensory Parameters of Fresh and Salted Korean Cabbage.

Parameters	Korean cabbage	
	Fresh	Salted
Cutting force(g)	453.8±49.8 <sup>a</sup>	2345±401.2 <sup>a</sup>
Cutting work(g. cm)	4.1±0.8 <sup>b</sup>	10.7±2.0 <sup>b</sup>
Chewiness	2.45 <sup>c</sup>	6.1 <sup>c</sup>
Brittleness	5.8 <sup>d</sup>	2.5 <sup>d</sup>

a, b: Average of fifteen replications

a, b, c, d:  $p < 0.05$

grade 1: extremely poor, grade 2: very poor, grade 3: poor, grade 4: fair, grade 5: good, grade 6: very good, grade 7: extremely good.

Table 8. Correlation Coefficients between Instrumental and Sensory Parameters.

Instrumental parameters	Sensory parameters	
	Chewiness	Brittleness
Cutting force	0.9033	-0.8400
Cutting work	0.8324	-0.7627

#### 4. 배추의 염장과정 중 조직감의 변화

##### 1) 기계적 측정에 의한 변화

원료배추 및 염장한 배추에 대하여 Rheometer에 의한 Cutting test로부터 얻은 force-distance curve는 Fig. 1과 같다. Fig. 1의 A에서 a와 a'는 원료배추의 껍질조직을 b는 내부조직을 절단할 때의 maximum peak force를 나타내는데 껍질조직을 절단할 때가 더 큰 힘이 요구됨을 볼 수 있다. 이로부터 원료배추의 내부조직이 껍질조직보다 성글고 연한 것으로 생각되어지며 이것은 육안으로도 어느정도 확인할 수 있었다. 염장배추는 수분의 손실로 두께가 작아지고 겉표면이 쭈글쭈글하였으며 Rheometer에 의하여 한개의 특징적인 maximum peak를 나타내었다(Fig. 1B). 이는 염장처리에 의하여 내부조직에서 수분이 용출되면서 배추잎 넓은면의 수직구조가 붕괴되어 두께가 얇아지면서 양면의 외피가 가까이 접근하게 되며 이것은 Rheometer에 의하여 단일 peak를 형성하는 결과를 나타내게 된다. 염장처리의 특징은 또한 배추잎 상하부로 연결되는 섬유소의 강도를 증가시킴으로써 절단력의 급격한 상승을 나타내게 되는 것으로 생각된다. Fig. 1의 force-distance curve로부터 시료를 완전히 절단하는데 요구되는 절단력(cutting force, g)과 이때의 절단면적(cutting work, g·cm)을 조직감의 parameter

로 하였을 때 절단력은 염장에 의하여 약 5배 증가하였으며 절단면적은 약 2.5배로 증가하는 것을 알 수 있다(Table 7).

##### 2) 관능검사

이<sup>15)</sup>에 의하면 한국인의 김치에 대한 조직감 선호도는 아삭아삭한 성질과 씹힘성이 중요한 요소로 나타났으므로 관능검사에 의하여 이들 두 조직감을 측정하였다(Table 7). 이로부터 원료배추는 아삭아삭한 정도가 매우 컸으며 이와는 반대로 염장배추는 아삭아삭한 정도는 낮은 반면 씹힘성은 높은 것으로 나타났다. t-test로 검정한 결과 5%수준에서 조직감에 대한 유의성이 인정되었다. Rheometer에 의한 기계적 측정치와 관능검사를 correlation시킨 결과 (Table 8) 절단력이 증가하면 씹힘성이 커지고 반대로 아삭아삭한 정도는 낮아지며 correlation 값은 각각 0.9033, -0.8400으로서 절단면적보다 절단력이 Sensory parameter와 높은 상관관계를 나타냈으므로 배추시료가 완전히 절단될 때까지 요구되는 힘으로 씹힘성, 아삭아삭한 정도를 나타낼 수 있는 것으로 판단된다.

#### 요 약

배추의 성분조성 및 조직감의 변화에 대한 염장효과에 대하여 연구하였다. 최적 염장조건을 알아보았으며 원료배추 및 염장배추의 dietary fiber 성분조성 무기질 함량 및 수분함량을 측정하였다. 배추의 조직감은 Rheometer에 의한 cutting test에 의하였으며 아삭아삭한 성질 및 씹힘성은 관능검사에 의해 평가되었다.

배추절입을 위한 최적조건은 절입농도가 20%, 절입시간은 6시간이었다.

배추를 20% NaCl 용액에서 한달간 염장에 의한 성분변화에 있어서 HW-P는 43.6%에서 59.5%로 증가하였으며 HM-P는 35.9%에서 29.5%로 감소하였다( $p < 0.05$ ). 그러나 전체 펙틴함량은 거의 변화하지 않았다. 셀룰로오스, 헤미셀룰로오스의 함량은 증가하였으나 리그닌 함량은 감소하였는데 유의적인 차이는 없었다. Na 함량은 현저히 증가하였으나 Ca, Mg, 및 K 함량은 감소하였다. 또한 수분함량은 91%에서 79%로 감소하였다( $p < 0.05$ ).

배추를 20% NaCl 용액에서 한달간 염장에 의한 조직감의 변화에 있어서 최대절단력 및 절단면적은 각각 5배 및 2.5배로 증가하였으며 관능검사 결과 씹힘성은 높아졌으나 아삭아삭한 성질은 낮아졌다( $p < 0.05$ ). Rheometer에 의한 조직감 parameter와 높은 상관

관계를 나타내었다.

이상의 결과로부터 배추를 20% NaCl 용액에서 한 달간 염장과정 중 조직감의 변화는 펙틴질 함량, 수분 함량 및 무기질 함량의 변화와 관련이 있으나 셀룰로오스, 헤미셀룰로오스 및 리그닌 함량과는 비교적 관련이 없는 것으로 나타났다. 또한 cutting test에 의한 최대절단력이 배추의 조직감을 표현하는 좋은 방법이라고 생각되어진다.

#### 참 고 문 헌

- Schwimmer, S., Part VII. Enzyme action and the textural quality of foods in Source books of food enzymology, pp.512, 1981.
- Trowell, H. and Southgate, D.A.H., Wolever, T.M.S., Leeds, A.R., Gassull, M.A. and Jenkins, D.A., Dietary fiber redefined, Lancet 1, pp.967, 1976.
- MaCance R.A. and Lawrence, R.D., The carbohydrate content of foods, Spec. Rep. Ser. Med. Res. Coun. Lond. No 195, HMSO, London, 1929.
- 이용호, 이혜수, 김치의 숙성과정에 따른 pectin 질의 변화, Korean J. Soc. Food Sci., 2:54-58, 1986.
- 농림수산 기술회의편(일본), 식품분석연구보고서, pp.122, 1974.
- Dietz, J.H. and Roure, A.H., A rapid method for estimating pectic substances in citrus juices, Food Res., 18:169, 1963.
- Van Soest, P.J., Use of detergents in the analysis of fibrous feeds. J. Assoc.Off. Agric. Chem., 46:825-829.
- Van Soest, P.J. and Wine, R.H., J. Assoc. Off. Agric. Chem., 50:50, 1967.
- A.O.A.C.: Official methods of analysis (12th ed.), 1975.
- Kentaro, K., Chizuko, S., Teruyo, W. and Yasuhiro, M., Changes of cation contents and solubilities of pectic substances during brining of various vegetables, 日食工誌, 31:379-383, 1984.
- Kentaro, K., Chizuko, S. Teruyo, W. and Yasuhiro, M., Solubilities of pectic substances of various vegetables by NaCl and its mechanism, 日食工誌, 31:488-495, 1984.
- Kentaro, K., Mitsue, K. and Yasuhiro M., Studies on the mechanism of pectic substances changes in the salted radish root, 29:611-617, 日食工誌, 1982.
- Kentaro, K., Mitsue, K. and Yasuhiro, M., Studies on the mechanisms of changes in contents of inorganic cations in crude cell wall polysaccharides and of increase of hot water soluble pectin during salting of radish root, 日食工誌, 30:94-98, 1983.
- Kentaro, K., Mitsue, K and Yasuhiro, M., Changes of Na-, Ca-, and Mg- content in pectin fraction of radish root during soaking in sodium chloride solution, 日食工誌, 30:483-487, 1983.
- 이철호, 박상희, 한국인의 조직감 표현 용어에 관한 연구, Korean J. Food Sci., Technol., 14:21-29, 1982.