

## 배추의 소금절임중 엽신의 휘입도 변화

김미경 · 김일두 · 김순동

대구효성가톨릭대학교 식품공학과

### Changes in Curve-Angle of Blade during Salting of Chinese Cabbage

Mee-Kyung Kim, Il-Doo Kim, Soon-Dong Kim

*Dept. of Food Technology, Catholic Univ. of Taegu-Hyosung, Kyungsan, 712-702, Korea*

#### Abstract

This study was undertaken to investigate changes in curve angle of Chinese cabbage blade during salting at various concentration(10, 15, 20, 25%) of salt to evaluated salting degree by curve angle during salting at 20°C. Salt concentration of brine, the amount of water elution, salt penetration of the tissue(salt concentration of Chinese cabbage), weight loss and texture were investigated. Correlation relation between the above factors and curve angle were determined. The curve angles by method of holding the edge of the Chinese cabbage blade was measured. The curve angles of the mesophyll were proportional to salting time and salt concentration, but slope of line equation showed higher than that of mid-rib. The ideal method of salting evaluation by curve angle was MCA-MRC (the measuring curve angle of mid-rib C) at each concentration of salt. The results of curve angle when reached 3% salt of Chinese cabbage tissue calculated by MCA-MRC at 10, 15, 20 and 25% salting were 57°, 43°, 36°, and 33°, respectively. And salting times calculated by the same conditions were 19, 12.5, 9.1 and 4.4hours, respectively.

**Key words :** kimchi, salting, curve angle, salting evaluation

#### 서 론

김치를 담금하기전에 배추를 소금절임하는 것은 배추에 함유된 수분을 용출시킴으로서 세포조직을

Corresponding author : Soon-Dong Kim, Dept. Food Sci & Technol. Catholic University of Taegu-Hyosung, 330 Kumrak-1-ri, Hayang-up Kyongsan-si, Kyongbuk 712-702, Korea

손상하게 하고[1~5], 효소의 작용을 촉진시킴[6]과 동시에 김치관련 주요 미생물이 번식하여 발효가 일어날 수 있도록 하며[7~10], 또한 소금을 조직내로 침투시켜 필요한 미생물 외에는 생육이 어렵도록 하기 위한 중요한 공정의 하나이다[11~13]. 따라서 소금절임이 적당하지 못하면 김치의 품질이 좋지 않게 된다. 절임용액의 소금농도가 낮으면 효율적으로 절

여지지 않으면 높으면 단시간에 절여지지만 절임후 최종의 소금농도가 높아져 기호도 및 건강상에 문제점이 있게 된다[14~18]. 과거 김치를 겨울철의 채소 대용으로 섭취하면 때는 김치를 오래동안 보존할 목적으로 최종의 소금농도를 5~10% 수준으로 조정하였으나[19], 근래에 와서는 김치가 새로운 기능성 건강식품으로 인정되고 있으며[20~23], 소금의 농도도 낮아져 2~3% 수준의 김치가 유통되고 있다[24]. 김치공장에서는 절임액의 소금농도를 10~15%, 절임시간을 15~20시간 정도로 하고 있는데 배추의 중륵부와 엽육부의 절임차가 커서 중륵부에 적당량의 소금을 직접 뿌려주는 직간법을 혼용하기도 한다. 배추의 절임정도는 절임시간, 소금농도, 온도 등에 크게 영향을 받으며, 품종 및 재배지역 등의 환경조건에 따라서도 크게 달라진다[25, 26]. 또, 동일 품종이라 하더라도 햇볕을 많이 받은 배추와 그렇지 못한 배추는 조직과 수분함량이 달라져 동일농도의 소금물에 일정시간 절인다 하더라도 절여지는 정도의 차이가 생기게 된다[27]. 그러나 일반 김치공장에서는 동일조건으로 절임하고 절임정도의 판정은 경험적 또는 육안적인 방법에 의존하고 있다. 김치를 보다 과학적으로 제조하고 품질을 균일화 하기 위해서는 현장에서 쉽게 그리고 과학적으로 절임정도를 판정할 수 있는 새로운 방법이 모색되어야 할 것이다. 본 연구에서는 배추의 소금절임중 육안적으로 가장 큰 변화를 나타내는 조직의 연화상태를 휘임도의 측정으로 절임정도의 평가가 가능한지를 조사하기 위하여 절임액의 소금농도와 절임시간에 따라 배추의 휘임도를 측정하고 조직의 소금농도와 텍스쳐와의 관계를 조사하였다.

## 재료 및 방법

### 재료

실험용 배추는 2.0kg의 가을 결구배추(*Brassica campestris* var. *pekinensis* cv. *Garacksin* 1)를, 소금은

천일염(순도 : 80%)을 사용하였다.

### 소금절임

배추는 곁껍질을 제거한 후 뿌리부에서부터 엽육(mesophyll)방향으로 4등분한 후 배추의 한쪽이 400g 이 되도록 조정하였다. 절임액의 소금농도는 10, 15, 20 및 25% 범위로 하였으며 절임시간은 절임배추의 최종 소금농도가 3%에 도달하는 시간에 따라 6~24시간 동안 절임하였다. 절임은 배추량에 대하여 1.5배량의 절임액을 가하여 실온(20°C)에서 행하였다. 절임 후는 10배량의 수돗물로 2회 세척하였다.

### 중량

절임중 중량변화의 측정은 10°C에서 30분동안 자연탈수시킨 후 top loading balance를 사용하여 측정하였다.

### 용출수

절임중 배추조직으로부터 용출된 용출수는 절임용기를 기울여 얻은 절임액량과 용출된 물의 총량을 측정한 후 최초에 사용된 절임액의 양을 제한 값으로 하였다.

### 염도

염도는 절임수와 배추조직으로 구분하여 측정하였다. 배추조직은 절임후 통째로 가정용 익서로 파쇄하여 여과한 여액으로, 절임수는 절임배추를 건져낸 후의 절임액 시료로 Salinity refractometer (No. 508, Japan)를 사용하여 측정한 후 절임전의 배추조직염도를 제하는 방법으로 보정하여 %값으로 나타내었다.

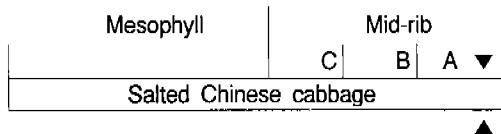
### 배추의 휘임도(curve angle) 측정

배추의 바깥쪽에서부터 5번째 속잎을 쥐하여 안쪽이 위로 위치하도록 하여 손으로 뿌리쪽 중륵부 가장자리를 수평으로 가볍게 잡은 후 휘임각도(curve angle)를 측정하였다(Fig. 1). 중륵부(mid-rib part)의 휘임각도는 중륵부를 뿌리에서 5cm지점을 A, 10cm지점을 B, 15cm지점을 C로 정하여 뿌리쪽에서 각 지

점까지의 휘임도를 측정하였고 엽육부(mesophyll part)은 뿌리쪽에서 선단부까지의 휘이는 각도를 측정하였다.

### 통계처리

모든 data는 3반복 실험 평균치로 표시하였으며 직선회귀방정식은 최소자승법[28]으로 구하였다.



### 결과 및 고찰

#### 배추조직의 염도변화

Fig. 1. Measurement of curve angle of salted Chinese cabbage.

▲: Holding part of Chinese cabbage with hand. The mid-rib was devided to 3 parts(A: 5cm site from root, B: 10cm site from root, C: 15cm site from root)

#### 조직감

조직감은 배추의 종류부위를 취하여 뿌리쪽에서 길이방향으로 9cm지점을 폭 2cm의 크기로 절단한 후 도관부에 대하여 Rheometer(RE-3305 Yamaden, Japan)를 사용하여 경도와 겹성을 각각 측정하였다. 측정조건은 full scale(load cell) : 2kg/cm<sup>2</sup>, cross head speed : 5.0mm/sec, clearance : 7mm, 시료두께 : 10mm, probe 직경 : 3mm로 하여 3회 반복 측정하여 평균하였다.

염도를 10, 15, 20 및 25%로 달리한 소금물을 사용하여 20°C에서 절임하는 동안 절임시간에 따른 배추조직의 소금농도 변화를 조사한 결과는 Table 1과 같다. 배추조직의 염농도가 3%에 도달하는 절임시간은 10% 소금물의 경우 18시간, 15%의 경우는 11시간, 20%의 경우는 8시간, 25%의 경우는 4.5시간이었다. 배추의 소금절임시 소금의 침투는 절임온도와 소금의 농도에 영향을 크게 받는 것으로 알려져 있으나[4, 29], 실제 김치공장에서는 절임온도를 조절하는 경우는 거의 없으며, 사용하는 소금의 농도는 10~15% 범위이다[30].

석[31]은 김치제조공정의 표준화를 위한 소금절임 공정의 개선 연구에서 대표적인 김치공장 10여곳에서 사용하고 있는 계절별 절임액의 소금농도와 절임

Table 1. Changes in salinity of Chinese cabbage tissue

Salt concentration ( % )	Salting <sup>1)</sup> time(hrs)						(%)
	0	3	6	12	18	24	
10	0	0.8	1.4	2.4	3.0	3.1	
15	0	1.3	2.4	3.2	3.8	4.5	
20	0	1.7	2.7	4.0	5.8	6.2	
25	0	2.1	4.0	5.2	-	-	

<sup>1)</sup>Salting was performed to the ratio of 600ml of water per 400g of Chinese cabbage at 20°C.

Table 2. Changes in salinity of brine during salting at various concentration of salt

Salt concentration (%)	Salting <sup>1)</sup> time(hrs)						(%)
	0	3	6	12	18	24	
10	7.6 (0)	7.2 (3)	6.4 (7)	6.0 (20)	6.0 (20)	5.8 (33)	
15	11.4 (0)	10.2 (13)	8.8 (21)	8.6 (25)	8.4 (38)	8.6 (38)	
20	14.8 (0)	13.3 (16)	11.8 (24)	11.2 (40)	10.8 (40)	10.4 (43)	
25	18.4 (0)	18.0 (20)	14.6 (40)	13.6 (45)	13.4 (45)	13.2 (46)	

<sup>1)</sup>Salting was performed to the ratio of 600ml of water per 400g of Chinese cabbage at 20°C.

Parenthesis denotes amounts of eluted water(ml) from 400g of Chinese cabbage.

Table 3. Changes in weight loss during salting at various concentration of salt

Salt concentration ( % )	Salting <sup>1)</sup> time(hrs)						( % )
	0	3	6	12	18	24	
10	0	3.8	8.3	18.5	19.8	-	22.0
15	0	5.6	10.5	18.8	19.5	-	23.3
20	0	7.5	12.8	19.8	24.0	-	24.0
25	0	9.3	15.0	16.3	-	-	-

<sup>1)</sup>Salting was performed to the ratio of 600ml of water per 400g of Chinese cabbage at 20°C.

Table 4. Changes in texture of Chinese cabbage during salting at various concentration of salt

Attributes	Sating <sup>1)</sup> time(hrs)	Salt concentration of brine(%)			
		10	15	20	25
Hardness(H) ( $\times 10^6$ dyne/cm $^2$ )	0	10.20	10.41	10.32	10.10
	3	9.30	8.80	8.61	8.41
	6	8.47	6.84	6.03	4.98
	12	5.38	2.24	1.98	1.50
	18	4.40	1.96	0.89	-
	24	1.26	0.90	0.22	-
Gumminess(G) ( $\times 10^6$ dyne/cm $^2$ )	0	5.89	5.91	5.85	5.92
	3	5.88	5.70	5.62	5.51
	6	5.81	5.30	4.81	3.80
	12	4.34	3.01	2.10	1.29
	18	2.89	1.51	0.96	-
	24	1.03	0.68	0.19	-

<sup>1)</sup>Salting was performed to the ratio of 600ml of water per 400g of Chinese cabbage at 20°C.

시간을 조사한 결과 봄에는 7~11%에서 14~20시간, 여름에는 5~10%에서 14~20시간, 가을에는 5~12%에서 8~20시간, 겨울에는 8~15%에서 14~40시간의 조건에서 절임하는 것으로 조사되었으며, 평균염도는 10%, 평균 절임시간은 18시간이었다. 염도별 절임중 배추조직의 소금농도는 10%절임의 경우는 18시간까지는 증가하였으나 그 이후는 증가율이 낮았으며 15%이상의 절임시는 절임시간의 경과에 따라 조직의 소금농도가 지속적으로 증가되었다. 따라서 염농도 15%이상의 절임시는 절임시간이 품질에 지대한 영향을 미칠수 있다고 생각된다.

#### 절임액의 염도, 용출수 양 및 중량손실율의 변화

염도별 절임시간에 따른 절임액의 염도변화를 조사한 결과는 Table 2와 같다. 절임액의 염도가 높을수록 절임중 절임액의 염도감소율이 큰 경향을 나타내었다. 이러한 현상은 소금의 삼투작용으로 인한 수분용출에 기인된 현상[32]으로 절임액의 염도가 높을

수록 용출수의 양이 높은 결과와 일치하였다. 조직의 염도가 3%에 도달되는 시점에서의 용출수 양을 보면 10%에서 18시간 절일 경우는 배추 400g당 20ml였으나 15%에서 11시간 절일 경우는 24ml, 20%에서 8시간 절일 경우는 29.8ml, 25%에서 4.5시간 절일 경우는 30ml로서 이 역시 염도가 높을수록 용출수의 양이 증가하는 경향을 나타내었다. 한편 수분의 용출량 (Table 2의 팔호내 값)은 절임배추의 수율감소율 즉 중량손실율(Table 3)에 직접적인 영향을 미치는 요인이 된다고 생각되나 절임액의 염도에 따른 중량손실율과 수분용출량이 일치되지 않는 결과를 나타내었다. 즉 절임액의 염도별 절임에 따른 중량손실율을 조직의 염도가 3%에 도달되었을 때를 기준으로 보면 10%에서 18시간 절일 경우 19.8%의 손실을 보인 반면 15%에서 11시간동안 절인 경우의 손실율은 17.4%, 20%에서 8시간 절였을 때의 손실율은 15%, 25%에서 4.5시간 절였을 때의 손실율은 12.2%로 고농도에서 단시간 절일 경우에 오히려 중량손실율이

Table 5. Changes in curve angle of Chinese cabbage during salting at various concentration of salt

Sating <sup>1)</sup> time(hrs)	Salt concentration of brine(%)																	
	10			15			20			25								
	A	B	C	meso-	A	B	C	meso-	A	B	C	meso-	A	B	C	phyll	phyll	phyll
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	3	4	18	0	5	8	23	0	6	8	21	3	8	10	26		
6	3	6	17	23	4	8	27	38	4	15	30	33	10	30	52	63		
12	2	13	32	48	6	15	40	55	15	30	64	66	18	38	67	70		
18	15	42	62	65	27	48	70	70	15	52	72	72	33	58	74	75		
24	8	55	63	68	43	72	73	72	35	73	73	75	40	74	74	78		

<sup>1)</sup>Salting was performed to the ratio of 600ml of water per 400g of Chinese cabbage at 20°C.

<sup>2)</sup>The mid-rib was devided to 3 parts(A : 5cm site from root, B : 10cm site from root, C : 15cm site from root).

낮게 나타났다. 이러한 현상은 소금절임중 초기에는 수분이 용출되고 절임이 계속될 경우 원형질의 분리 현상과 동시에 각종 영양물질이 세포외로 빠져나오며[3~5], 소금농도가 일정수준 이상이 되면 농도보다도 오히려 절임시간이 원형질 분리에 더 큰 영향을 미치는 실험적 결과라 생각된다. 따라서 20~25%의 고농도에서 단시간의 소금절임은 수분 용출후 세포내 소기판들의 파괴가 일어나기전에 배추조직을 목표의 소금농도에 도달시킬 수 있음을 나타낸다.

#### 배추의 조직감 변화

소금농도별 절임시간의 경과에 따른 배추 중루도 관부 조직의 조직감의 변화를 알아보기 위하여 경도(hardness)와 겉성(gumminess)을 조사해 본 결과는 Table 4와 같다. 그 결과 염도에 관계없이 조직의 경도와 겉성은 절임시간이 길어질수록 감소하는 경향을 나타내었으며, 배추조직의 최종염도 3% 도달시점인 절임종료 시점의 견고성과 겉성을 측정결과 10~15%의 저농도 절임보다 20~25%의 고농도 절임에서 높은 값을 나타내었다. 김 등[32]은 5~20%의 소금물에서 배추를 절임한 결과 절임시간의 경과에 따라 경도가 감소하였다고 하였으나, 농도별 차에 대하여는 언급하지 않았다.

#### 절임중 엽신(blade)의 휘임도 변화

소금농도별 절임중 엽신의 부위별 휘임도를 측정

한 결과는 Table 5에서와 같다. 그 결과 절임시간과 절임용액농도가 높을수록 휘임도가 증가하였으며 종류보다 염육의 휘임도가 크게 나타났다. 배추조직의 최종염도 3%에 도달하는 시점에서 각각의 소금용액 별 휘임도를 보면 10%의 소금용액에서는 15~65°, 15%에서는 6~55°, 20%에서는 4~33° 및 25%에서는 3~26°으로써 절임용액의 농도가 높을수록 엽신의 휘임도가 작았다. 엽신 부위별에 따른 휘임도의 값은 종류 A부분에서는 시료간의 오차가 심하였으나 절임용액의 소금농도가 높아질수록 그 오차는 줄어들었으며 절임초기에 종류 A부분의 절임상태가 불균일한 것은 시료간에 두께가 일정하지 못했기 때문으로 여겨진다. 종류 B부분과 C부분은 A부분보다 비교적 양호한 경향을 보였다. 전반적으로는 절임초기에 10~15%의 소금농도가 높을수록 휘임도가 커지만, 절임 24시간 후에는 소금농도에 상관없이 휘임도가 비슷한 경향을 나타내었다.

#### 휘임도와 절임시간 및 배추조직의 염도와의 관계

Table 6은 휘임도와 배추조직의 염도, 휘임도와 절임시간과의 상관관계를 나타낸 결과이다. 10~15%의 저농도 절임시의 상관계수는 종류 A부분이 0.70전후로 다소 낮은 상관성을 나타내었으나 종류 B, C 및 염육에서의 상관계수는 0.80에서 0.94로 매우 높았다. 20~25%의 고농도 절임 역시 종류 B, C와 염육에서 높은 상관성을 나타내었으나 종류 A에서는 낮은

Table 6. Relationship between curve angle, salinity of Chinese cabbage and salting time

Salt conc. of brine (%)	Parts of Chinese cabbage	Relationship between curve angle(y) and salinity(x) of Chinese cabbage	Relationship between curve angle(y) and salting time(x)
10	mid-rib A	$y = 4.117x - 2.95, (r=0.6986)$	$y = 0.535x - 1.60, (r=0.6837)$
	mid-rib B	$y = 18.707x - 15.97, (r=0.8024)$	$y = 2.573x - 8.19, (r=0.8678)$
	mid-rib C	$y = 23.788x - 14.91, (r=0.8917)$	$y = 2.944x + 0.22, (r=0.8371)$
	mesophyll	$y = 27.932x - 9.94, (r=0.9363)$	$y = 3.084x + 12.80, (r=0.8506)$
15	mid-rib A	$y = 7.644x - 11.47, (r=0.7323)$	$y = 1.451x - 7.80, (r=0.8287)$
	mid-rib B	$y = 19.582x - 26.43, (r=0.8498)$	$y = 3.553x - 13.81, (r=0.9315)$
	mid-rib C	$y = 19.656x - 15.71, (r=0.9175)$	$y = 3.238x + 2.67, (r=0.9330)$
	mesophyll	$y = 18.015x + 2.08, (r=0.8638)$	$y = 2.287x + 33.53, (r=0.8091)$
20	mid-rib A	$y = 3.682x - 4.55, (r=0.7164)$	$y = 0.864x + 1.10, (r=0.5831)$
	mid-rib B	$y = 13.104x - 18.87, (r=0.9172)$	$y = 3.229x - 4.87, (r=0.9351)$
	mid-rib C	$y = 14.943x - 8.59, (r=0.9157)$	$y = 3.421x + 4.80, (r=0.8616)$
	mesophyll	$y = 12.294x + 10.28, (r=0.8683)$	$y = 2.566x + 30.68, (r=0.7807)$
25	mid-rib A	$y = 0.906x + 5.43, (r=0.6933)$	$y = 1.284x + 1.98, (r=0.6357)$
	mid-rib B	$y = 8.229x - 5.89, (r=0.7728)$	$y = 2.948x + 4.25, (r=0.8540)$
	mid-rib C	$y = 15.234x - 13.14, (r=0.9242)$	$y = 2.657x + 20.72, (r=0.8540)$
	mesophyll	$y = 17.468x - 14.05, (r=0.9168)$	$y = 2.562x + 32.29, (r=0.7566)$

상관을 보였다. 이와 같은 결과는 특히 중륵 A부분은 시료간 두께 차이에서 온 결과라 생각된다. 절임 용액의 소금농도가 높으면 절임시간을 단축할 수 있으나 염분의 과잉침투로 인한 김치의 품질저하가 우려될 수 있다. 한편 염육의 휘임도와 배추조직의 염도 및 절임시간과의 상관관계값과 기울기값은 중륵에 매우 높아 중륵에 비하여 빠르게 절여짐을 볼 수 있으며, 절임시간 즉, 조직의 염농도가 3%에 도달하는 시점 이전에 휘임도가 급격하게 높아져 이것으로 절임도를 평가하는데는 문제점이 있음을 알 수 있다. 또 절임액의 염도를 고려하지 않고 10~25%의 절임에서 얻어진 휘임도와 배추조직의 최종 염농도와의 관계를 조사해 본 결과(Fig. 2), 절임액의 염도별 상관관계식으로부터 얻어진 결과(Table 6)와 상당한 오차가 있는 것으로 나타났다. 따라서 이러한 문제점을 고려할 때 염신의 휘임도로 절임정도를 판정할 수 있는 방안은 절임액의 염도별(10~25%)로 중륵 C부분 까지의 휘임도를 측정하는 것이 가장 이상적인 방법이라 생각되며, 이 결과를 plot해 본 결과는 Fig. 3~6에서와 같다. 즉 Fig. 3~6의 상관관계식으로부터 배추조직의 염도가 3%에 도달하는 절임시간을 구해 보면 소금농도 10%에서 절임시는 19시간, 15%절임

시는 12.5시간, 20%절임시는 9.1시간, 25%절임시는 4.4시간으로 계산되었으며, 배추조직의 염농도가 3%에 도달될때의 휘임도는 10%절임시는 57°, 15%절임시는 43°, 20% 절임시는 36°, 25%절임시는 33°로 나타나 실측치에 접근하였다.

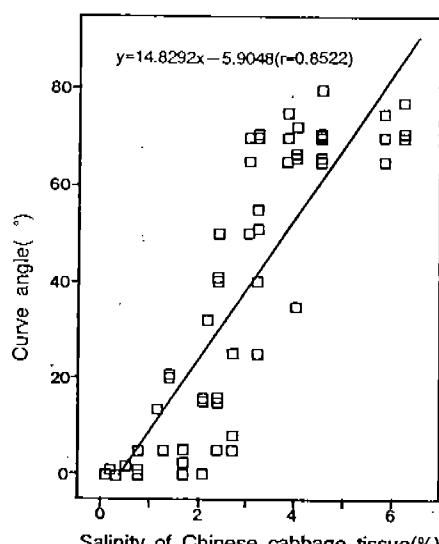


Fig. 2. Relationship between curve angle of mid-rib C(y) and salt concentration of Chinese cabbage(x). The Chinese cabbage was salted in 10, 15, 20 and 25% of brine at 20°C.

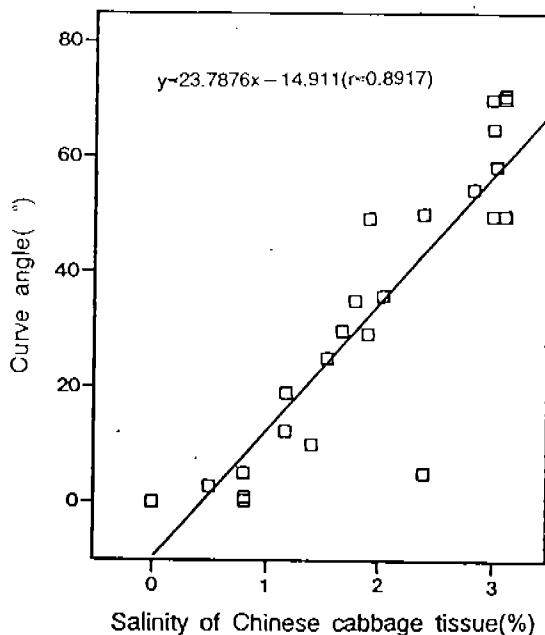


Fig. 3. Relationship between curve angle of mid-rib C(y) and salt concentration of Chinese cabbage(x) when salted in 10% brine.

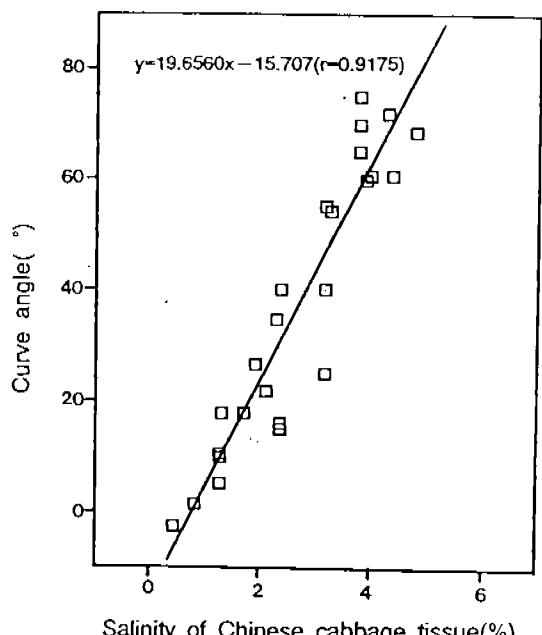


Fig. 5. Relationship between curve angle of mid-rib C(y) and salt concentration of Chinese cabbage(x) when salted in 20% brine.

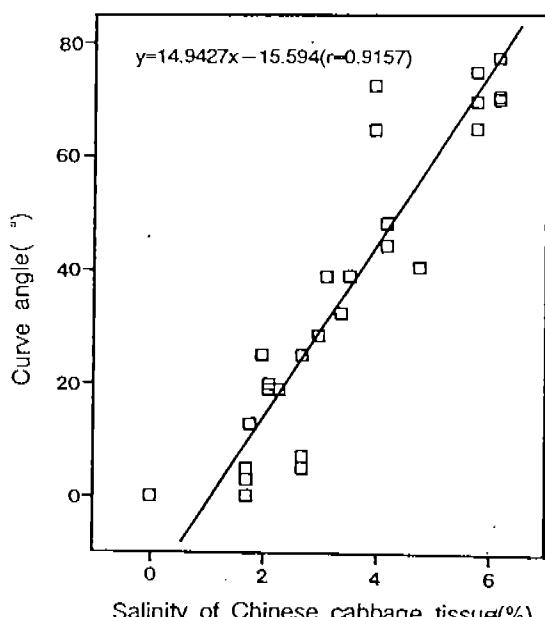


Fig. 4. Relationship between curve angle of mid-rib C(y) and salt concentration of Chinese cabbage(x) when salted in 15% brine.

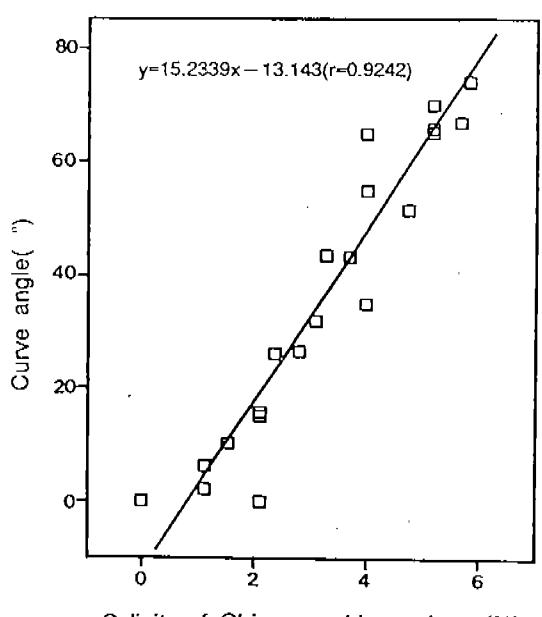


Fig. 6. Relationship between curve angle of mid-rib C(y) and salt concentration of Chinese cabbage(x) when salted in 25% brine.

## 요 약

김치를 담그기 위한 소금절임시 현장에서 쉽게, 과학적으로 절임정도를 판정할 수 있는 방법을 모색하기 위하여 배추의 소금절임중 육안적으로 가장 큰 변화를 나타내는 혼신의 휘임도를 측정함으로서 최적 절임정도의 평가가 가능한지를 조사하였다. 소금의 농도별(10, 15, 20, 25%) 20°C에서의 절임시간에 따른 절임액의 염도 변화와 수분용출량, 조직의 염농도, 중량감소율, 조직감 등을 측정하였으며 휘임도와의 상관관계를 구하였다. 휘임도는 배추 종류의 가장 자리를 잡는 방법으로 측정하였다. 그 결과 휘임도는 소금절임시간과 소금의 농도에 비례하였고 휘임도의 측정으로 조직의 소금농도와 절임시간의 판정이 가능하였는데 종류C부(뿌리에서 15cm지점)까지의 휘임도가 조직의 소금농도 판정에 가장 적합하였다. 염육의 휘임도는 절편과 기울기가 높아 소정의 절임시간 이내에 지나치게 휘여 절임도 판정에 이용이 어려웠다. 종류C 부의 휘임도와 염도별 조직의 소금농도와의 관계식으로부터 구한 배추조직의 염도가 3%에 도달하는 절임시간을 구해보면 소금농도 10%에서 절임시는 19시간, 15%절임시는 12.5시간, 20%절임시는 9.1시간, 25%절임시는 4.4시간으로 계산되었으며, 배추조직의 염농도가 3%에 도달될 때의 휘임도는 10%절임시는 57°, 15%절임시는 43°, 20% 절임시는 36°, 25%절임시는 33°로 나타나 실측치에 접근하였다.

## 참 고 문 헌

1. 권태연, 최용희(1991) 무염절임시 소금의 침투량과 확산도 예측모델, 한국영양식량학회지, 26(6), 572.
2. 김동환, 김명환, 김병용(1990) 배추의 염절임 및 탈염공정중 물질이동, 한국영양식량학회지, 22, 707.
3. 변유량, 유명식, 조형용, 최동원(1994) 염절임 및 열처리과정중 배추의 물리적 특성과 조직의 변화, 한국식품과학회지, 한국식품과학회지 '김치의 과학' 심포지움논문집, p. 265.

4. 유명식, 김주봉, 변유량(1991) 염절임 및 가열에 의한 배추조직의 구조와 펩틴의 변화, 한국식품과학회지, 23, 420.
5. 우경자, 고경희(1989) 절임정도에 따른 배추김치의 질감과 맛에 관한 연구, 한국조리과학회지, 5, 31.
6. 이희섭, 이귀주(1993) 염장과정중 무의 조직감과 이와 관련된 화학적 효소활성 변화, 한국식문화학회지, 8(3), 267.
7. 이서래, 전향숙(1988) 한국 고유의 발효식품에 관한 연구(발효식품의 소비실태 및 미래예측), 한국음식문화연구원 논총, 987, 137.
8. 이춘녕, 조재선(1988) 김치제조 및 연구사, 한국 음식문화연구원 논총, 987, 193.
9. 조재선(1989) 한국의 전통발효식품 연구동향에 관한 분석 고찰, 한국식생활문화학회지, 4(4), 375.
10. 정은영, 이진성, 배재근, 이완규, 김병룡(1993) 산소와 염농도가 한국 경통발효식품에서 생장하는 혐기성 세균과 *Bifidus*균의 생육에 미치는 영향, 한국산업미생물학회지, 21(1), 82.
11. 민태익, 권태완(1984) 김치발효에 미치는 온도 및 식염농도의 영향, 한국식품과학회지, 16(4), 443.
12. 김순동, 김미정(1988) 무의 소금절임 과정중 소금의 침투와 칼슘의 용출, 한국영양식량학회지, 17(2), 110.
13. 구영조, 최신양(1990) 김치의 과학기술, 한국식품개발연구원, 기술신서 제 2집, p. 57.
14. Williams S. R.(1981) Nutrition and diet therapy, 4th ed., The C.V. Mosby Company, U.S.A., p.143.
15. Lynch, N. M.(1987) Insearch of the salty taste, Food Technol., 41(11), 82.
16. Shank, F. R., Larsen, L., Scarbrough, I. E., Vanderveen, J. E. and Forches, A. L.(1983) FDA perspective on sodium, Food Technol., 37(7), 73.
17. Sebranek, J. G., Olson, D. G., Whiting, R. C., Benedict, R. C., Rust, R. E., Kraft, A. A. and Woychik, J. H.(1983) Physiological role of dietary sodium in human health and implication of sodium reduction in muscle food, Food Technol., 37(7), 51.
18. 김인혜, 김광옥(1990) 저염깍두기의 관능적 특성,

- 한국식품과학회지, 22(4), 380.
19. 박영란, 박봉옥(1974) 우리나라 저장식품 중의 NaCl함량, 한국영양학회지, 7, 25.
20. 장지현(1993) 기능음식으로서의 김치의 효능, 김치 과학과 산업, 김치연구회, 2(1), 5.
21. 김상준(1985) 한국전통식품의 과학적 고찰, 속명여자대학교출판부, p. 113.
22. 박진영, 최홍식(1994) 김치의 항돌연변이원성 및 항암성, 한국식품과학회 심포지움발표 논문집, p.205.
23. 오영주, 황인주, Claus Leitzmann(1994) 김치의 영양생리학적 평가, 한국식품과학회 심포지움발표논문집, p.226.
24. Kim, M. J.(1967) Fermentation and preservation of korean kimchi, Leeds Univ., England, Master's thesis
25. 한기영, 노봉수(1996) 통배추의 염절임 방법에 따른 특성 변화, 한국식품과학회지, 28(4), 707.
26. 이종미, 김희정(1994) 전통적 통배추김치 제조시 최적절임조건 및 저장기간 설정에 관한 연구, 한국식생활문화학회지, 9(1), 87.
27. 小川敏男 (1991) 濱物製造技術, 日本.
28. 조재성, 이광전(1994) 실험통계학, 선진문화사, 서울 p.119.
29. 박인경, 김순희, 김순동(1996) 배추의 소금절임시 염수의 초기온도가 김치숙성에 미치는 영향, 한국식품영양과학회지, 25(5), 747.
30. 한응수(1995) 전통발효식품의 과학화 연구, 김치 제조공정의 개선 및 자동화에 관한 연구, 과학기술처 1차년도보고서, p.46.
31. 석문식(1996) 김치제조공정의 표준화를 위한 소금 절임공정 개선, 영남대학교 박사학위논문.
32. 김중만, 김인숙, 양희천(1987) 김치·용 간절임 배추의 저장에 관한 연구, 한국영양식량학회지, 16(2), 75.

---

(1997년 7월 18일 접수)