

배추절임시 염수농도와 침지온도 및 시간에 따른 특성 변화

심영현 · 안기정 · 유창희
서울여자대학교 자연과학부 식품영양학과

Characterization of salted Chinese cabbage in relation to salt content, temperature and time

Young-Hyun Shim, Gee-Jung Ahn, Chang-Hee Yoo
Seoul Women's University Food and Nutrition

Abstract

When Kimchi is cooked, it is very important to find an appropriate level for the salt content of the cabbage to make the best tasting Kimchi. Therefore, in this article, attempts were made to find the best salted cabbage condition using different salt solution concentration, temperatures and fermentation periods. In the experiments with the difference of the salt solutions, 10 and 15%, the salted cabbages were packed in polyethylene bags, and incubated at 10, 15, 20 and 25°C for 0, 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16 and 20 hrs. As a result, the best tasting Kimchi, in terms of texture characteristic, were found with storage times of 10 and 6-8 hrs, with salt solution concentrations of 10 and 15%, respectively, both of these at 25°C. The best conditions, in terms of the kimchi taste characteristics, were 6-10 hrs, with the salt solution concentrations of 10 & 15%. With storage conditions of 10 hrs and a salt solution concentration of 10%, and 6-8 hrs and a salt solution concentration of 15%, both at 25°C, the texture characteristics were fresh, clear and cool. Also, the points of the appropriate salt content differ with temperature. Therefore, the appropriate conditions for the salting time, storage temperature and salt solution concentrations will make the best tasting, most nutritious Kimchi, in the least time and most economically.

Key words: Kimchi, salted cabbage, salt solution, texture characteristic, salt content

1. 서 론

김치는 채소를 소금 절임 한 후 여러 부재료를 혼합 발효시킨 우리의 전통적인 저장음식이다. 배추의 절임과정은 저장과 맛을 위해 행해지는데 이때 탈수작용과 삼투압작용을 통하여 수분이 탈수되고 염분이 조직내부로 확산되면서 배추에 존재하는 미생물의 생육을 억제시키게 된다.

김치의 숙성기간 중 발효과정에 영향을 미치는 호염성 세균은 숙성 기간의 경과에 따라 염수에 접촉하게 되며, 배추표피 세포막의 주성분인 펙틴은 숙성기간 중 펙틴분해 효소에 의해 가수 분해되면서 세포막이 파괴된다. 이처럼 세포막이 파괴되면 수용성 비타민 C, 당, 황 함유물질, 유리 아미노산

등이 배추의 섬유질로부터 빠져 나오게 된다. 그러므로 절임시 용출되는 성분은 따라서 김치 맛이 결정되기 때문에 배추의 절임과정은 중요한 공정¹⁾이라 할 수 있다.

김치에 대한 연구는 1955년 권²⁾의 김치의 세균학적 연구를 발표한 이후 최근까지 김치의 미생물학적 연구가 이어져 왔으며 김 등³⁾과 이 등⁴⁾의 김치 성분 분석이나 김치의 숙성기간에 따른 성분의 변화 및 분석에 대한 연구에 이어 최근까지도 계속되어 오고 있다. 이⁵⁾의 배추의 절임 과정에 대한 연구 보고를 보면 소금의 농도와 시간을 달리하여 최적 절임 조건을 연구한 결과 15% 식염수로 6시간 절이거나 20% 식염수로 3시간을 절이는 것이 관능검사 결과 좋은 것으로 보고하였다. 배추가공을 위한 물리적 성질의 기초자료를 제시하고자 한 김 등⁶⁾은 연구에서 배추줄기의 염절임과 blanching시 중량, 부피 및 밀도의 변화를 측정하였는데 배추의 중량 및 부피는 초기 4시간동안에 급격히 감소되고 8시간 후에는 중량 및 부피감소가 실질적으로 완료되었으

Corresponding author: Young-Hyun Shim, Seoul Women's University, 126, Kongnung 2dong, Nowon-gu, Seoul 139-774, Korea
Tel: 970-5641
Fax: 976-4049
E-mail: yhshin@swu.ac.kr

며 중량감소에 비해 부피 감소가 더 컸다고 한다. 조 등⁷⁾에 의한 배추 절임 과정 중 식염의 침투속도를 연구한 결과 식염농도가 높을수록 식염침투 속도가 빨랐으며 절임 배추를 씻을 때 생기는 탈염속도(11.6×10⁻¹¹ m/s)는 절임시 식염의 침투속도(1.7×10⁻¹¹ m/s)의 7배정도 높은 것으로 보고하였다. 이외에도 절임 배추를 분리 저장하여 김치를 제조하는 연구들⁸⁻¹¹⁾도 보고된 바 있다. 그러나 절임과정 중 김치의 발효기간 및 관능품질에 직접적인 영향을 주는 주요인자로는 염수 농도, 절임 시간, 염수 온도 등이 있는데 염 침투 속도나 배추가 절여지는 시간 등은 염수의 온도¹²⁾에 의해서 상당한 영향을 받게 됨에도 불구하고 절임 염수의 온도에 관한 연구가 미흡한 실정이다.

이에 본 연구에서는 염수농도와 염수의 온도를 조절함으로써 절임된 시간내에 맛있는 김치를 제조하기 위한 최적의 절임 배추 제조 조건을 얻고자 한다.

II. 실험재료 및 연구방법

1. 실험 재료 및 제조방법

본 실험에 사용한 배추는 충북 괴산에서 2001년 8월에 파종해서 12월에 수확한 결구형 배추로 2.0-3.0 kg의 배추를 선택하였다. 소금은 대한 염업 조합에서 검사한 천일염(천연소금, 현대염업)으로 NaCl함량 80%이상으로 사용했으며, 물은 수도물(노원구)을 사용하였다.

배추는 외피를 제거하고 내피는 2장째부터 취하여 전달 만들어 놓은 10%, 15%염수를 배추 중량당 1.5배(W/V)씩 취하여 날장으로 절임배추를 제조하였으며 폴리 비닐백에 저장하였다. 저장 온도 조건은 각각 10℃, 15℃, 20℃, 25℃로 달리하여 incubator(MIR-253, SANYO, Japan)에 저장하였으며 0, 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 20 시간째에 각각 채취

하여 측정하였다.

2 이화학적 연구

1) pH측정

각 시료에서 절임배추잎 1장을 채취하여 분쇄기(다용도 믹서기, SHINBIRO)로 20초 동안 마쇄하여 2겹의 거즈로 여과한 후 얻은 여액을 각각 10 ml씩 취하여 pH meter(Sutex sp-7 digital pH meter, Sutex Isnt. Co. Taiwan)를 사용하여 3회 반복 측정하였다.

2) 산도측정

절임배추 1장을 마쇄, 여과하여 얻은 여액을 각각 10 ml씩 취하여 0.1% phenolphthalein 지시약을 첨가한 후 0.1N-NaOH 용액으로 적정하였다. 이때 소비되는 NaOH 용액의 ml수를 다음 식에 의하여 % lactic acid로 환산하여 표시하였다.

$$\% \text{ Lactic acid} = \frac{0.1 \times \text{ml of } 0.1\text{N-NaOH}}{10(\text{sample의 양})}$$

3) 염도 측정

배추를 분쇄기(다용도 믹서기, SHINBIRO)로 마쇄한 후 거즈로 짜 낸 여액을 10 ml 취하여 염도계(SS-31A, SEKISUI, Japan)를 이용하여 3회 반복 측정하였다.

3. 조직감 특성연구

저장 기간에 따른 배추잎의 조직감 변화는 Texture Analyser(YT. RA Dimension, Stable Micro System, England)를 사용하여 측정하였다. 측정시료는 배추뿌리로부터 10 cm 떨어진 중앙부분을 3×6 cm 크기로 잘라 3회 반복 측정하였으며 조작조건은 Table 2와 같다

III. 결과 및 고찰

1. pH의 변화

pH변화는 Fig. 1 및 Fig. 2와 같다. 10% 염용액에서의 pH변화는 저장 4시간째까지는 모든 처리군에서 급격한 감소를 나타냈으며 저장시간이 경과함

Table 1. Composition of salted cabbage

Sample	Concentration of salt solution	Storage temperature
A	10%	10℃
B	10%	15℃
C	10%	20℃
D	10%	25℃
E	15%	10℃
F	15%	15℃
G	15%	20℃
H	15%	25℃

Table 2. Instrumental condition of texture analyser

Chart speed	2 mm/s
Table speed	0.8 mm/s
Maximum force	25 kg
Probe type	cutting test knife

에 따라 A군과 C군은 저장 6시간이후 B군과 D군은 저장 8시간부터 상승하다가 저장 12시간이후 C군을 제외한 나머지 처리군은 낮아지는 경향을 나타냈다. 15% 염용액에서의 pH변화도 10%에서와 같이 저장 4시간째까지 급격한 감소를 보였으며 저장 8시간째부터 상승하다 감소하는 것으로 나타났다. 최 등¹³⁾과 박 등¹⁴⁾의 연구를 보면 김치 제조시 절임배추의 pH는 6.0이하인 것으로 나타나는데 본 실험 결과를 보면 10% 염수처리군(A군, B군, C군, D군)의 경우 저장 6시간과 저장 8시간째에 pH값이 6.0이하로 나타났다으며, 저장 16시간과 저장 20시간에서도 pH 6.0 이하로 나타났다. 염도별, 온도별, 시간별 pH변화 차이는 각 군들간 $P < 0.001$ 범위에서 유의수준을 나타냈다.

2. 총산함량

총산변화는 Fig. 3 및 Fig. 4와 같다. 10% 염용액 첨가군(A군, B군, C군, D군)의 산도변화는 점차 상승하다 저장 8시간에 가장 높은 값을 나타냈으며 점차 감소하다가 저장 14시간부터 증가하는 수치를 보였다. 15% 염용액 첨가군(E군, F군, G군, H군)의

산도변화는 저장 시간이 경과함에 따라 상승하다 저장 8시간에 높게 나타났으며 G군을 제외한 다른 군들은 저장 12시간부터 증가값을 나타냈다.

총산함량 변화를 pH 측정결과와 비교해 볼 때 상반된 경향으로 나타났으며 온도가 높을수록 산도 증가율이 높아짐을 알 수 있었다. 염도별, 온도별, 시간별, 총산함량 변화의 차이는 각 군들간 $P < 0.001$ 유의수준에서 각각 차이가 나타났다.

3. 염도변화

염도변화는 Fig. 5 및 Fig. 6와 같다. 염도는 전반적 처리군에서 저장시간이 경과함에 따라 증가하다 저장 10시간째를 기점으로 감소하다 다시 증가하였다. 10% 염용액 처리군의 경우 C군, D군은 저장 10시간을, A군, B군은 12시간을 기점으로 증가하다 감소하다 증가하는 경향을 나타냈으며, 15% 염용액 처리군(E군, F군, G군, H군)에서도 저장 8-12시간째에 감소하였다. 이는 절임 과정에서 배추의 탈수로 인한 염용액의 염도가 저하됨으로 일어나는 것이라 사료된다. 일반적인 간절임 배추의 최적염도인 3% 전후¹⁵⁻¹⁷⁾에 도달되는 시간이 저장 20시간에서 13%

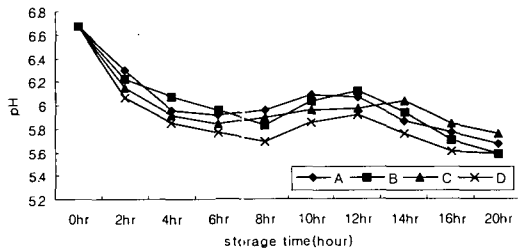


Fig. 1. Changes of pH of salted cabbage during storage time in 10% salt solution

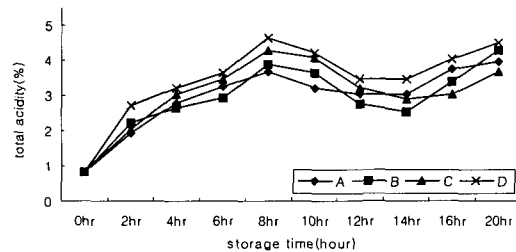


Fig. 3. Changes of total acidity of salted cabbage during storage time in 10% salt solution

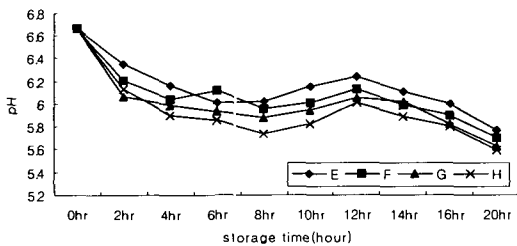


Fig. 2. Changes of pH of salted cabbage during storage time in 15% salt solution

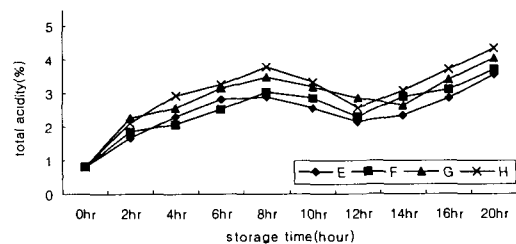


Fig. 4. Changes of total acidity of salted cabbage during storage time in 15% salt solution

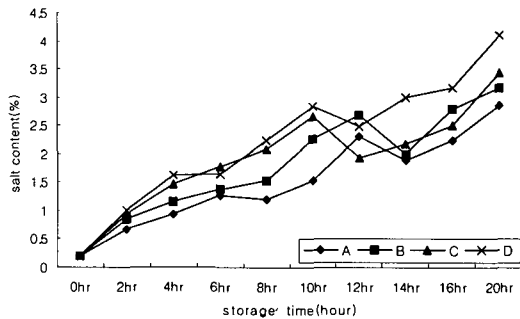


Fig. 5. Changes of salt content of salted cabbage during storage time in 10% salt solution

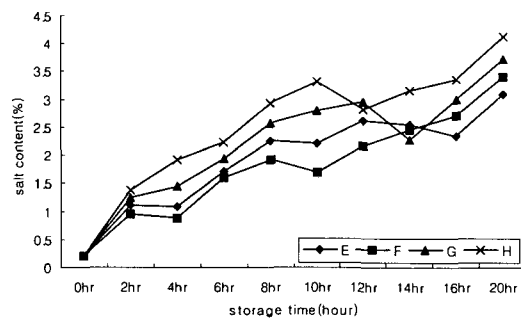


Fig. 6. Changes of salt content of salted cabbage during storage time in 15% salt solution

정도였다. 그리고 소금물이 3% 증가할 때마다 배추중의 식염함량은 0.8%비율로 증가하였다고 하였다.

김 등¹⁵⁾은 염용액 10%내에서 약 7시간, 염용액 15%에서는 약 3시간, 염용액 20%에서는 약 1시간정도 절린다고 보고 하였는데 본 연구결과와는 차이가 있었다. 이는 김 등¹⁵⁾은 4쪽으로 절단하여 절단된 단면적이 증가되었고 절임수의 온도가 제시되지 않아서 온도의 영향으로 절임시간이 단축된 것으로 여겨진다. 그밖에 여러 번의 예비실험을 통해 절임배추의 염도 3%는 짠맛정도가 강하였으므로 염도 2.80정도로 보정하였다. 요즘은 건강상의 문제를 들어 부재료의 배합비나 다른 발효 젓갈 등의 염물질로 짠맛을 조절하므로 가능하다고 볼 수 있다.

배추의 절임시간이 길어짐에 따라 배추의 수용성 물질들인 당과 유리아미노산, 비타민 C 등이 섬유질로부터 빠져나오므로 인해 배추자체의 맛을 좌우하게 된다¹⁾. 그러므로 장시간 절임시에는 여러 유기물질이 같이 용출됨에 따라 관능적, 기계적으로 우수한 절임 배추를 얻기가 어렵다¹⁸⁾.

본 실험에서는 적정 염도에 빨리 도달하면서 기계적 검사와 관능적 검사를 통하여 우수한 절임 배추를 얻고자 연구한 결과, 예비실험을 통해 얻은 관능검사치 염도 2.80에 10% 염용액 침지 시에는 25°C 10시간째, 15% 염용액 침지 시에는 25°C 6-8시간대에서 도달하였으며, 염용액의 온도가 높아짐에 따라 적정 염도 도달 시간이 단축되었다. 염도별, 온도별, 시간별 절임배추의 염도변화 차이는 각 구간 P < 0.001 유의수준에서 차이가 있었다

4. 조직감 측정

조직감의 변화는 Table 3과 같다. 배추의 물성학적 개념 표현으로 hardness를 중요한 조직감의 요소로 본다. 또한 김치의 품질요소로서 텍스처는 특히 김치의 신선미를 설명 해주는 중요 요소이다¹⁸⁻²¹⁾. 그러나 김치의 주재료로 사용되는 배추 잎의 형성순위, 측정부위, 품종, 채배시기 등에 따라 형태와 미세구조가 크게 다르므로 신뢰도가 높은 측정치를 얻기가 대단히 어렵다²⁰⁾. 그러므로 일관성 있는 배추잎 시료의 채취가 필수적이며 배추잎의 구조적 특징을 감안한 측정방법의 고안이 요구되므로 본 실험에서는 절임할 배추시료의 낱장순서를 정해 같은 낱장의 같은 두께를 찾아 절임에 임하여 같은 부위에 대해 중간잎의 일정 위치의 줄기부분을 시료로 채취하여 절단성을 반복 실험하였다. 절단시험에서는 절임에 의해 배춧잎의 절단력이 증가^{7,19,22)}하는데 본 실험에서도 절임에 의해 절단강도가 증가하므로 기존 연구들과 일치하였다. 표에서와 같이 10%, 15% 염 용액에서 절임 6-10시간째 사이에서는 감소하다 증가하는 경향을 보였다. 이는 삼투압에 의하여 조직액의 용출 및 소금의 침투로 배추조직의 변화에 기인한 것으로 생각되며 온도가 높을수록 절단력의 변화가 빨리 일어났다는 박¹⁴⁾의 논문과도 일치하였다.

배추 염절임시 절단력은 배추의 최적 염 도달점과 일치시켜 보았을 때 약간 낮은 경향을 보여주었으나 이는 수분과 배추조직과의 결합이 삼투압으로 인한 탈수 전이므로 절임 후반기의 수분함량과 관련이 있으며 이는 탈수가 많이 진행됨에 따라 절단력이 증가하여 저장 6-8시간째에는 높은 수치를 나타냈다.

Table 3. Changes of maximum cutting force of texture of salted cabbage during storage time (단위: N)

storage time	Sample								F-value
	A	B	C	D	E	F	G	H	
0hr	^{U, V} 26.189 ^{a1)}	^U 26.189 ^a	^U 26.189 ^a	^U 26.189 ^a	^U 26.189 ^a	^U 26.189 ^a	^U 26.189 ^a	^U 26.189 ^a	
2hr	^{B, U} 28.049 ^c	^{A, B, U} 30.630 ^{ab}	^{B, U} 31.045 ^{ab}	^{A, B, U} 31.306 ^a	^{A, B, U} 29.407 ^{bc}	^{B, U} 30.436 ^{ab}	^{B, U} 31.494 ^a	^{B, U} 31.665 ^a	5.74 ^{**}
4hr	^{A, B, U} 32.060 ^a	^{A, B} 32.354 ^a	^U 29.566 ^{ab}	^U 26.590 ^b	^{B, U} 28.999 ^{ab}	^U 26.739 ^b	^{U, V} 29.354 ^{ab}	^{B, U} 30.313 ^a	3.99 ^{**}
6hr	^A 34.199 ^a	^A 34.321 ^a	^U 25.546 ^c	^U 25.916 ^c	^A 32.718 ^{ab}	^{B, U} 30.437 ^{ab}	^{B, U} 31.800 ^{ab}	^{U, V} 28.855 ^{bc}	7.79 ^{**}
8hr	^{B, U} 27.738 ^{bc}	^{B, U} 29.238 ^{abc}	^U 27.347 ^c	^U 29.421 ^{abc}	^{U, V} 28.282 ^{bc}	^{A, B, U} 31.824 ^a	^{U, V} 28.645 ^{bc}	^{B, U} 30.645 ^{ab}	2.70 [*]
10hr	^{A, B, U} 29.382 ^a	^{A, B} 33.441 ^a	^A 33.086 ^a	^{B, U} 30.203 ^a	^{U, V} 27.879 ^a	^U 29.566 ^a	^{B, U} 31.866 ^a	^{B, U} 31.223 ^a	1.26
12hr	^{A, B} 32.511 ^{ab}	^A 33.713 ^a	^U 29.422 ^b	^{A, B} 32.358 ^{ab}	^{A, B, U} 30.270 ^{ab}	^{B, U} 30.508 ^{ab}	^{B, U} 32.171 ^{ab}	^{B, U} 29.573 ^b	2.00
14hr	^U 25.451 ^b	^{U, V} 27.120 ^b	^U 27.238 ^b	^A 33.231 ^a	^{A, B} 32.427 ^a	^{A, B} 32.283 ^a	^{B, U} 26.888 ^b	^{B, U} 32.822 ^a	14.44
16hr	^U 25.807 ^c	^{A, B, U} 33.126 ^{abc}	^U 29.688 ^{ab}	^{A, B, U} 31.508 ^{ab}	^{A, B, U} 31.217 ^{abc}	^{B, U} 30.674 ^c	^{B, U} 26.819 ^c	^{U, V} 28.278 ^{bc}	30.34 [*]
20hr	^{A, B, U, V} 29.168 ^c	^{A, B, U, V} 30.288 ^{bc}	^{A, B, U, V} 31.753 ^{cd}	^{A, B, U, V} 31.884 ^{cd}	^{A, B, U, V} 30.556 ^{de}	^{A, B, U, V} 33.501 ^{bc}	^{A, B, U, V} 34.527 ^{ab}	^{A, B, U, V} 36.282 ^a	11.66 ^{**}
F-value	2.85 [*]	4.80 ^{**}	14.53 ^{***}	12.39 ^{***}	3.90 ^{**}	10.70 ^{**}	15.29 ^{***}	7.02 ^{***}	

Means with the same letters are not significantly different ($p < 0.05$)

1) Values with different letters at the column are significantly different ($p < 0.05$) with Duncan's multiple range test(A,B,C)

2) Values with different letters at the row are significantly different ($p < 0.05$) with Duncan's multiple range test(a,b,c)

A: salted cabbage in 10% salt solution at 10°C

B: salted cabbage in 10% salt solution at 15°C

C: salted cabbage in 10% salt solution at 20°C

D: salted cabbage in 10% salt solution at 25°C

E: salted cabbage in 15% salt solution at 10°C

F: salted cabbage in 15% salt solution at 15°C

G: salted cabbage in 15% salt solution at 20°C

H: salted cabbage in 15% salt solution at 25°C

IV. 요약

오늘날 우리의 김치제조는 가정 내 소규모 제조보다는 산업화, 공장화 제품으로 변화되어 가는 추세이다. 현장에서 도움이 되면서도 질적으로 우수한 김치 제조를 위한 가장 기초라 할 수 있는 절임 공정은 무시될 수 없는 부분이기 때문에 실험에서도 배추 절임 시 가장 중요한 염용액의 농도와 절임 시 온도변화 절임 시간을 달리해 절임 배추의 조직감에 대한 기초자료 확립에 목적을 두었다.

최적염도 2.8 도달점과 조직감을 살펴볼 때 10% 염용액 25°C 10시간제, 15%염용액 25°C 6-8시간대에서 가장 빨리 도달했다. 조직감은 10-15% 염용액에서 6-10 시간대에서 우수한 질감으로 나타났다. 결과적으로 온도가 올라갈수록 적정 염농도인 2.80에 도달하는 시간이 각 시료마다 다르고 조직감에서는 절인 조직감보다는 신선하고 청량감을 줄 수 있는 조직감을 보이는 시료가 10% 염용액, 25°C, 10시간제, 15%, 25°C, 6-8시간제로 염농도 도달점, 조직감이 일치하므로 절임시간과 온도, 염용액의 염도를 보정함이 맛과 영양적으로 우수 할 뿐만 아니라 시간적, 경제적인 부분에서도 많은 경감효과를 가지고 있을 수 있다고 본다.

V. 감사의 글

본 연구는 2001년도 서울여자대학교 자연과학연구소 교내 연구비에 의해 수행된 것이며 이에 깊은 감사를 드립니다.

VI. 참고문헌

1. 주영하 : 김치, 한국인의 먹거리. p. 34 도서출판공간, 서울(1994)
2. 권용균 : 김치의 세균학적 연구-분리한 균에 대하여, 중앙화학연구소 보고(1995)
3. 김점식, 김일명, 권태완 : 김치류식품에 관한연구-동치미원료 및 동치미중의 당분에 관하여, 연구보고서 201(1958)
4. 이인재, 김성익, 허령 : 한국발효식품에 대한 생물화학적 연구 -김치류 발효에 따르는 V.B₁₂의 변화에 대하여, 중앙화학연구소 보고(1958)
5. 이혜수 : 김치에 대한 조리과학적 연구, 대한 가정학회지, 10,35(1972)
6. Ju-Bong Kim, Myung-Sik Yoo, Hyung-Yong Cho, Dong-Won Choi and Yu-Ryang Pyun : Changes in Physical Characteristics of Chinese Cabbage during Salting and Blanching. KOREAN J. FOOD SCI. TECHNOL, 22,(4) 445(1990)
7. Cho, HY, Kim, JB and Pyun, YR : Diffusion of sodium chloride in Chinese cabbage during salting. Korean J. Food Sci. Technol, 20,711(1988)

8. Wan-Soo Park, In-Seon Lee, Young-Sook and Young-Jo Koo : Kimchi Preparation with Brined Chinese Cabbage and Seasoning Mixture Stored Separately. KOREAN J. FOOD SCI. TECHNOL, 26, 231(1994)
9. In-Seon Lee, Young-Jo Koo, Kook-Hee Kang and Wan-Soo Park : Changes in Some Characteristics of Brined Chinese Cabbage of Fall Cultivars During Storage. KOREAN J FOOD SCI TECHNOL, 26, 239(1994)
10. Seung-Gyo Rhie, Haw-za Kim : Changes in Riboflavin and Ascorbic Acid Content during Ripening of Kimchi . J. KOREAN SOC. FOOD Nutr, 13, 131(1984)
11. Ha-Young Koh, Hyun Lee and Hee Cheon Yang : Quality Changes of Salted Chinese Cabbage and Kimchi during Freezing Storage. J. KOREAN SOC. FOOD Nutr, 22, 62(1993)
12. Kee-Young Han and Bong Soo Noh : Characterization of Chinese Cabbage during Soaking in Sodium Chloride Solution, KOREAN J. FOOD SCI. TECHNOL 28(4) 707 (1995)
13. Moo-Young Choi, Eun-Jung Choi, Bae-Cheon Cha, Hee-Juhn Park and Tae-Jin Rhim : Effect of Pine Needle (*Pinus densiflora* Seib. et Zucc) Sap on Kimchi Fermentation, J. KOREAN SOC. FOOD Nutr, 25(6),899-906(1996)
14. In-Kyung Kim, Soon-Hee Kim and Soon-Dong Kim : Effect of Initial Temperature of Salt Solution during Salting on the Fermentation of Kimchi, In- Kyung Kim, Soon-Hee Kim, Soon-Dong Kim. 25(5) 747-753(1996)
15. Joong-Man Kim, Ihn-Sook Kim and Hee-Cheon Yang : Storage of Salted Chinese Cabbages for Kimchi I. Physicochemical and Microbial Changes During Salting of Chinese Cabbages. J. KOREAN SOC. FOOD Nutr, 16(2). 75(1987)
16. Man-Jo Kim : Fermentation and storage of Kimchi. Leeds 대학교 석사 논문(1967)
17. Young-Ran Park and Bong-Oak Park : NaCl Content in Korean Storage Foods. The Korean Journal of Nutrition, 7(1), 25(1974)
18. Kyung-Ja Woo and Kyung-Hee Go : A Study on the Texture and Taste of Kimchi in Various Salting . KOREAN J. SOC. FOOD COOKERY SCI, 15(1), p.11-31(1989)
19. Cherl-Ho Lee, In-Ju Hwang and Jeong-Kyo Kim : Macro - and Microstructure of Chinese Cabbage Leaves and Their Texture Measurements. KOREAN J. FOOD SCI. TECHNOL, 20(6), 742(1988)
20. 이철호 : 김치 제조과정 중 배추의 조직감 변화와 그 측정방법, 한국식품과학회 김치의 과학심포지움발표논문집, 1, 289(1994)
21. Young-Ho Lee, He : The Changes of Pectic Substances During the Fermentation of Kimchis. KOREAN J. SOC. FOOD COOKERY SCI, 2(1), 54(1986)
22. Cherl-Ho Lee, In-Ju Hwang, Jeong : Comparison of Cutting and Compression Testsfor the Texture Measurement of Chinese Cabbage Leaves, KOREAN J. FOOD SCI. TECHNOL, 20(6), 749(1988)

(2003년 1월 10일 접수, 2003년 4월 17일 채택)